

# 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

Arifah Ramadhani<sup>1</sup>, Zulpikar Alaudin<sup>2</sup>, Farhan Jihad Aridha<sup>3</sup>, Angga Rusdinar<sup>4</sup>, Azam Zamhuri Fuadi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[arifahramadhani@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:arifahramadhani@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[zulpikar@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:zulpikar@student.telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[farhanjihadarridha@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:farhanjihadarridha@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>4</sup>[anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id),

<sup>5</sup>[azamzamhurifuadi@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:azamzamhurifuadi@tass.telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

*Weather station* adalah suatu sistem yang dibutuhkan untuk memantau kondisi cuaca disuatu area. Penempatan *weather station* jauh dari pusat *monitoring* sehingga diperlukan modul komunikasi untuk memantau data dari *weather station* tersebut. Komunikasi yang dibangun pada sistem ini menggunakan komunikasi LoRa yang dapat mengirim data dari berbagai sensor, antara lain; sensor suhu, kelembaban, intensitas cahaya, tekanan udara, curah hujan, arah angin, dan kecepatan angin. Semua data sensor dikirim melalui LoRa *node* ke LoRa *gateway* kemudian diteruskan ke *server Internet of Things*. Komunikasi memanfaatkan 2 LoRa *node* yang ditempatkan jauh dari 1 LoRa *gateway* secara topologi *star* dan *half-duplex*. Pada sistem ini, dilakukan pengujian jarak pada LoS dan NLoS terhadap RSSI, SNR, *delay*, *throughput*, dan *packet loss*. Data berhasil didapatkan pada LoS sejauh 1 km dan NLoS 500 m. Data yang diterima LoRa *gateway* berhasil dipantau pada Thingspeak secara *real time* dengan *delay* sebesar 0.139 s, *throughput* sebesar 198,76 bps, *packet loss* 0%, dan parameter tersebut termasuk kategori sangat bagus.

**Kata kunci:** *Weather Station*, LoRa, RSSI, *Internet of Things*, Thingspeak

### Abstract

*Weather station* is a system needed to monitor weather conditions in an area. placement *weather station* is far from the center *monitoring* so communication module is needed to monitor data from the *weather station*. The communication built on this system uses LoRa communication which can send data from various sensors, including; sensors of temperature, humidity, light intensity, air pressure, rainfall, wind direction, and wind speed. All sensor data is sent through the LoRa *node* to the LoRa *gateway* and then forwarded to the server *Internet of Things*. Communication utilizes 2 LoRa nodes located far from 1 LoRa *gateway* in topology *star* and *half-duplex*. In this system, distance testing is carried out on LoS and NLoS against RSSI, SNR, *delay*, *throughput*, and *packets*. loss. The data was successfully obtained at LoS as far as 1 km and NLoS 500 m. Data received by LoRa *gateway* is successfully monitored on Thingspeak in real time with a *delay* of 0.139 s, *throughput* of 198.76 bps, *packet loss* 0%, and these parameters are included in the very good category.

**Keywords:** *Weather Station*, LoRa, RSSI, *Internet of Things*, Thingspeak

## 1. PENDAHULUAN

*Weather station* merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mendapatkan bahan perkiraan cuaca yang dapat memudahkan pengguna dalam merencanakan suatu kegiatan, biasanya dimanfaatkan pada bidang pertanian dan perkebunan, pariwisata, dan lain sebagainya[1]. *Weather*

station dapat berpindah-pindah atau diletakkan di beberapa titik untuk pemantauan yang lebih luas[2]. Jauh jarak antar titik membutuhkan modul komunikasi untuk mempermudah pemantauan[1].

Sebelumnya pada[3], telah meneliti tentang *weather station* menggunakan modul komunikasi, namun hanya terfokus pada data sensor yang sampai ke penerima dan dipantau pada web. Penelitian ini tidak melakukan pengukuran jarak terhadap LoRa yang digunakan dan tidak mencantumkan jarak antar LoRa *node* dan LoRa *gateway*. Pada penelitian[4], melakukan pengujian performansi LoRa OLG01 sebagai LoRa *gateway* terhadap jarak pada LoS dan NLoS. Paket yang berhasil diterima pada LoS terakhir pada jarak 400 meter, dan NLoS pada 300 meter. Pada penelitian[5], melakukan pengujian tentang pengaruh jarak LoS dan ukuran paket yang terhadap *delay* dan *packet loss*. Paket yang berhasil diterima pada 200 meter, 300 meter, 400 meter. Pada jarak 600 meter dan 800 meter data yang diterima tidak sesuai dan pada 1 km tidak ada data yg diterima.

Pada penelitian ini dirancang sistem *weather station* dengan menggunakan modul komunikasi untuk pemantauan cuaca pada lahan perkebunan lebih efisien. Pemodelan sistem dengan menggunakan 2 LoRa *node*. Pada LoRa *node* pertama akan mendapat data dari sensor suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan tekanan udara, dan LoRa *node* kedua mendapat data dari sensor curah hujan dan arah angin, serta kecepatan angin. Data dari semua LoRa *node* akan dikirimkan ke LoRa *gateway* dan diteruskan ke *platform Internet of Things* untuk dipantau. LoRa *gateway* yang dipilih adalah *development board* LoRa ESP32 dengan *chip* RFM95W yang diharapkan dapat melakukan komunikasi sejauh 1 km atau lebih. Serta penempatan LoRa *node* juga pada lahan terbuka (LoS) untuk mempermudah melakukan komunikasi antar LoRa *node* dengan LoRa *gateway*.

## 2. DASAR TEORI

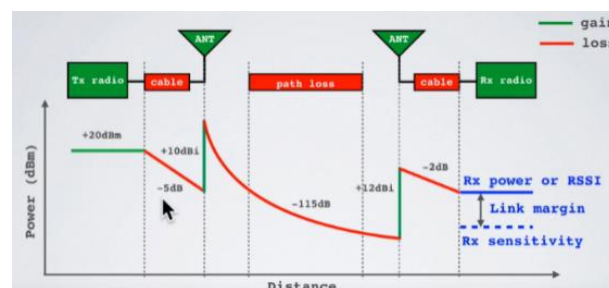
### 2.1 Long Range (LoRa)

*Long Range* (LoRa) merupakan teknologi *wireless* yang banyak dikembangkan di USA dan Eropa[4]. LoRa adalah sebuah sistem komunikasi *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) yang diasumsikan memiliki sifat berdaya rendah dan jangkauan transmisi jarak jauh yang tergabung dalam LoRa Alliance. Jaringan LoRaWAN diterapkan dalam topologi *star to star* yang artinya dibutuhkan suatu jembatan penghubung antara *end device* dengan *server* yang disebut LoRa *gateway*. Dengan bantuan LoRa *gateway*, pengiriman dapat dipantau pada *server* yang sudah terhubung *Internet of Things* (IoT)[6][7].

### 2.2 Parameter Pengujian LoRa

#### 2.2.1 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

RSSI merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal[8]. Semakin jauh jarak pancar, sinyal yang diterima akan semakin lemah dan pengiriman data akan semakin lama. RSSI dipengaruhi oleh *noise*, *multi-path fading*, *power transmit*, gangguan dan hal lain yang fluktuatif pada kekuatan yang diterima[9]. Sinyal yang diterima akan bagus jika nilai dari RSSI yang dihasilkan mendekati 0. Nilai RSSI dinyatakan dalam dBm dan berupa nilai negatif[10].



Gambar 1. Skema RSSI[10]

Pada skema tersebut, dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan (2) berikut ini:

$$RSSI(dBm) = TxPower(dBm) + TxGain(dBi) - FSPL + RxGain(dBi) \quad (1)$$

$$FSPL(dB) = 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + K \quad (2)$$

**Keterangan :**

- Tx Power = Daya pancar pada antenna pengirim (dBm)
- Tx Gain = Gain pada antenna pengirim (dBi)
- Rx Gain = Gain pada antenna penerima (dBi)
- FSPL (Free Space Path Loss) = Daya yang hilang diruang bebas (dB)
- d = Jarak antara pengirim dan penerima (km)
- f = Frekuensi (MHz)
- K = konstanta (.....)

**2.2.2 Signal to Noise Ratio (SNR)**

SNR didefinisikan sebagai rasio antara kekuatan sinyal dengan kekuatan derau (*noise*). Kualitas sinyal dapat dilihat dari nilai SNR yang dihasilkan dalam satuan dB. Semakin tinggi nilai SNR maka akan semakin baik, karena terdapat lebih banyak sinyal daripada *noise*[11].

Persamaan SNR:

$$SNR (dB) = 10 \log_{10}(S/N) \tag{3}$$

**Keterangan :**

- S = Daya sinyal (dB)
- N = Daya *noise* (dB)

**2.2.3 Quality of Service (QoS)**

QoS merupakan parameter pada jaringan yang menentukan layanan berjalan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Salah satu standar dari QoS adalah TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) yang dikeluarkan oleh ETSI. Adapun parameter-parameter QoS sebagai berikut:

a. *Delay*

*Delay* merupakan waktu yang diperlukan sebuah data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dipengaruhi oleh jarak, media fisik, dan juga waktu proses yang lama[12]. Menurut TIPHON, besarnya *delay* dapat mengacu pada:

Tabel 1. Kategori *Delay*[13]

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150	4
Bagus	< 250	3
Sedang	< 350	2
Buruk	>450	1

Perhitungan *delay* didapatkan dengan persamaan (4) berikut ini:

$$Delay(s) = Waktu\ terima(s) - Waktu\ kirim(s) \tag{4}$$

b. *Throughput*

*Throughput* merupakan kecepatan transfer data yang diukur dalam bps. *Throughput* dilihat dari jumlah total *length* paket yang berhasil diterima selama interval waktu tertentu[12]. Berdasarkan TIPHON, kategori *throughput* sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori *Throughput*[13]

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	>25	1

Perhitungan *throughput* didapatkan dengan persamaan (5) berikut ini:

$$\text{Throughput (bps)} = \frac{\text{Paket data diterima (bit)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad (5)$$

c. *Packet Loss*

*Packet loss* adalah parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang pada suatu jaringan pengiriman[12]. Kategori *packet loss* menurut TIPHON yaitu:

Tabel 3. Kategori *Packet Loss*[13]

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

Perhitungan *packet loss* didapatkan dengan persamaan (6) berikut ini:

$$\text{Packet loss (\%)} = \frac{(\text{Jumlah data terkirim} - \text{Jumlah data diterima})}{\text{Jumlah data terkirim}} \times 100\% \quad (6)$$

2.2.4 *Bit Rate*

*Bit rate* merupakan laju perubahan bit setiap satuan waktu. Semakin tinggi nilai *bit rate* maka menggambarkan laju perubahan yang semakin cepat. Nilai dari *bit rate* diukur dalam bps[14][15]. Persamaan *bit rate* sebagai berikut:

$$R_b = SF \times \frac{1}{\left[ \frac{2^{SF}}{BW} \right]} \times CR \quad (7)$$

SF merupakan singkatan dari *Spreading Factor* yang merupakan rasio antara simbol *rate* dan *chip rate*. Nilai *Spreading Factor* pada modulasi LoRa terdiri dari SF7 hingga SF12. Setiap nilai SF merepresentasikan *chips* yang dimodulasikan per simbol[14].

*Bandwidth* (BW) adalah lebar pita frekuensi pada suatu transmisi. Semakin tinggi nilai BW maka akan tinggi kecepatan data pada transmisi. Namun, hal tersebut membuat sensitivitasnya semakin rendah dan begitu sebaliknya. LoRa beroperasi pada BW 125 kHz, 250 kHz, atau 500 kHz[14].

*Coding Rate* (CR) merupakan jumlah bit yang memuat data untuk ditransmisikan. Semakin banyaknya gangguan pada kanal transmisi, maka akan lebih baik meningkatkan nilai CR. Namun, tingginya nilai CR dapat meningkatkan durasi pada transmisi[14]. Persamaan *Coding Rate* sebagai berikut:

$$CR = \frac{4}{4 + n}, \quad n = 1, 2, 3, 4 \quad (8)$$

2.2.5 *Line of Sight dan Non-Line of Sight*

*Line of sight* (LoS) merupakan teknik mentransmisikan sinyal yang saling terhubung tanpa adanya penghalang apapun, sehingga sinyal dari pengirim langsung menuju penerima. Pada LoS, sinyal yang dipancarkan dari pengirim ke penerima akan lebih kuat karena tidak adanya halangan[16]. Lain halnya dengan *Non-line of sight* (NLoS), sinyal ditransmisikan dengan adanya halangan. Sehingga kekuatan sinyal pada NLoS tidak sekuat sinyal pada LoS[17].

2.3 *Internet of Things (IoT)*

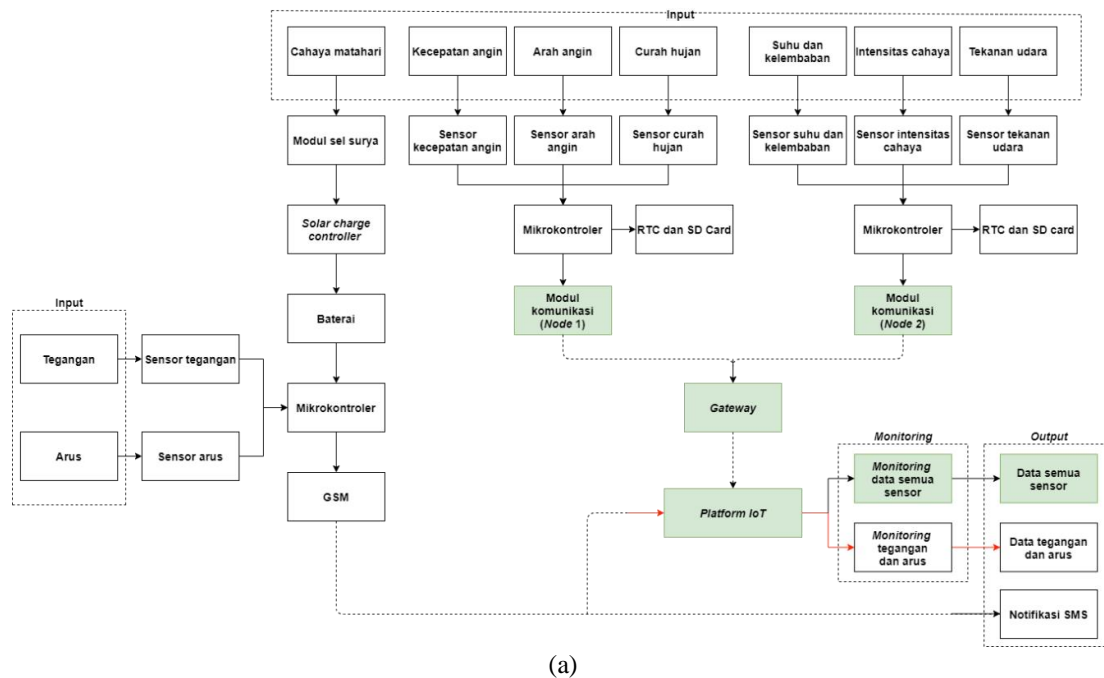
Perkembangan teknologi bertambah pesat sejak munculnya *Internet of Things*[18]. Konsep *Internet of Things* adalah menghubungkan suatu objek dengan objek lainnya kapan saja dan dimana saja menggunakan jaringan atau layanan apapun[19].

Pada sistem ini menggunakan *platform* Thingspeak, yang dapat mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasi data yang ingin dipantau[20]. Perancangan sistem dengan banyak perangkat atau sistem yang jarak jauh akan membutuhkan banyak waktu untuk dipantau[21].

## 2.4 Perancangan Sistem

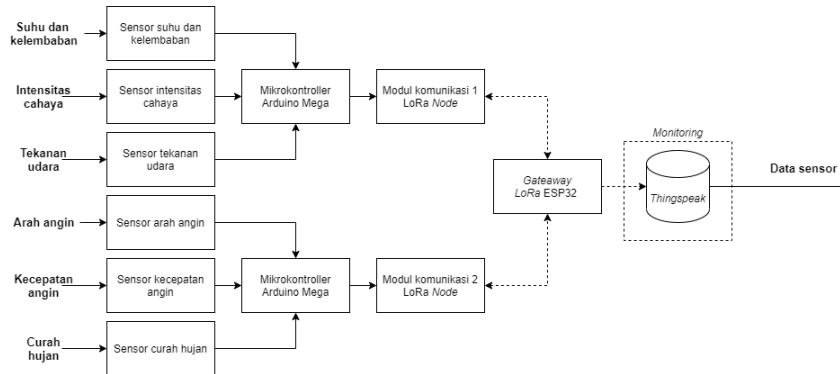
### 2.4.1 Desain Sistem

Pada penelitian ini, konfigurasi sistem secara keseluruhan menggunakan beberapa sistem yang saling terhubung untuk dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Pembuatan sistem *Weather station* di 2 titik dengan beberapa sensor, antara lain sensor curah hujan, arah angin, kecepatan angin, kelembaban, suhu dan intensitas cahaya. Data sensor yang sudah dikonversi akan dikumpulkan pada masing-masing modul komunikasi. Dengan gelombang radio, data pada modul komunikasi dikirim ke *LoRa gateway* dan diteruskan ke *platform IoT* untuk memudahkan dalam memantau cuaca. Sistem ini juga memanfaatkan energi matahari ditangkap oleh *solar panel* dan ditampung pada baterai. Sistem keamanan setiap titik dipasang beberapa sensor tambahan seperti, sensor tegangan, dan arus. Apabila terjadi hal yang tidak diinginkan, maka pengguna akan mendapat pesan secara SMS dari sistem. Diagram blok sistem pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Diagram Blok Sistem Keseluruhan. (b) Sistem Fisik Keseluruhan

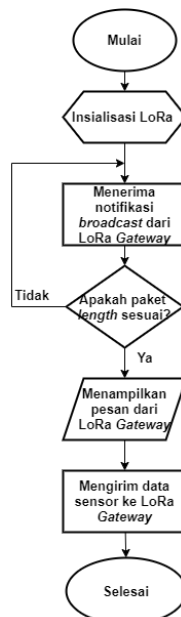
Perancangan sistem pada penelitian ini terfokus pada sistem komunikasi untuk *monitoring* data cuaca yang sudah didapatkan oleh sensor. Alur komunikasi data dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Komunikasi Data

Pada konfigurasi sistem ini, terdapat 3 modul komunikasi yang digunakan sebagai *end-LoRa node* yang mendapat data dari sensor lalu meneruskannya ke *LoRa gateway*. *Output* sistem berupa data sensor yang dilihat pada *platform IoT* kapan dan dimana saja.

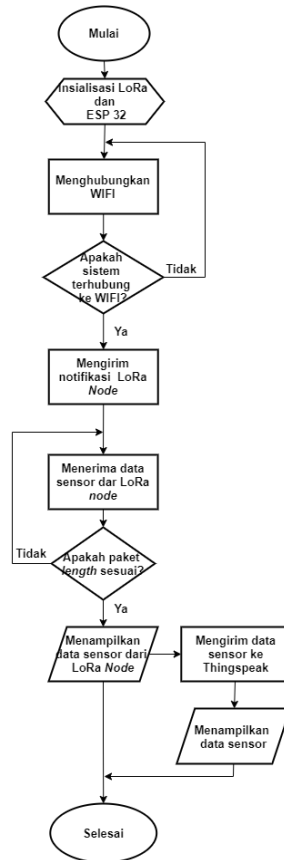
### 2.4.2 Diagram Alir LoRa node



Gambar 4. Diagram Alir Sistem LoRa node

Gambar 4 merupakan diagram alir sistem mikrokontroler pada *LoRa node*. Pertama, saat sistem dimulai maka dilakukan inisialisasi *LoRa* dan kemudian menerima data berupa notifikasi dari *LoRa gateway*. Lalu, data yang diterima akan dicek paket *length*, jika sesuai maka data yang diterima akan ditampilkan dan jika tidak sesuai maka akan melakukan perintah sebelumnya. Kemudian *LoRa node* akan mengirim data sensor ke *LoRa gateway*.

### 2.4.3 Diagram Alir LoRa gateway



Gambar 5. Diagram Alir Sistem LoRa gateway

Gambar 5 merupakan diagram alir sistem mikrokontroler pada LoRa gateway. Pertama, saat sistem dimulai maka dilakukan inisialisasi LoRa dan ESP 32. Kemudian memeriksa sistem terhubung internet, jika tidak akan dilakukan pemeriksaan kembali. LoRa gateway mengirim data berupa notifikasi dari LoRa node. Lalu menerima data sensor dari LoRa node. Data yang diterima akan dicek paket length, jika sesuai maka data yang diterima akan ditampilkan dan jika tidak sesuai maka akan menerima data kembali. LoRa gateway mengirim data sensor ke Thingspeak, dan kemudian menampilkan data sensor untuk dipantau.

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1 Scenario Pengujian

Pada bagian ini, dilakukan pengujian untuk mengetahui performa sistem pengiriman pada LoRa gateway to LoRa node (G to N) dan LoRa node to LoRa gateway (N to G) yang telah dirancang. Pengujian pertama dilakukan pada jarak dekat dan dilihat pengaruh pengiriman terhadap setiap parameter. Berikut hasilnya:

Tabel 4. Pengujian Jarak Dekat

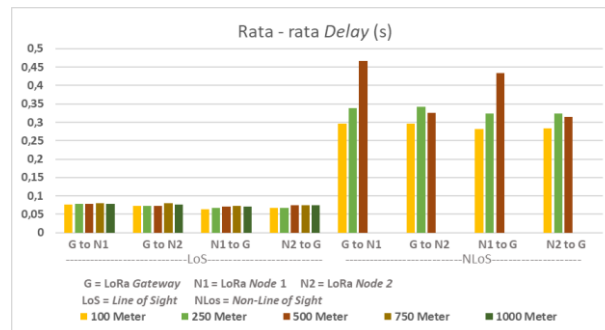
	<b>G to N1</b>	<b>G to N2</b>	<b>N1 to G</b>	<b>N2 to G</b>
<b>Rata – rata delay (s)</b>	0,00218	0,00282	0,0123	0,01468
<b>RSSI (dBm)</b>	-10,24	-10,7	-11,62	-11,86
<b>SNR (dB)</b>	9,54	9,475	9,725	10,4
<b>Throughput (bps)</b>	9,2139	7,0088	51,2862	23,5583
<b>Packet Loss (%)</b>	0	0	0	0

Data pada Tabel 4 diperoleh dari pemilihan SF 7, BW 250 kHz, dan CR 4. Pemilihan angka tersebut dilakukan untuk membantu mengoptimalkan LoRa selama melakukan transmisi data. Dari angka tersebut dapat dilakukan perhitungan pada *bit rate* sebagai berikut:

$$R_b = 7 \times \frac{1}{\left[ \frac{2^7}{250000} \right]} \times \frac{4}{8} = 6,8359 \text{ kbps}$$

Dengan *bit rate* yang sama, dilakukan pengujian jarak LoRa pada 100 m, 250 m, 500 m, 750 m dan 1 km. Data yang diambil pada setiap pengujian *delay* sebanyak 50 data yang diterima dan untuk pengujian RSSI, SNR, *throughput*, dan *packet loss* data diperoleh dari 50 kali pengiriman. Data tersebut didapatkan dari *timestamp serial monitor* Arduino IDE dengan menggunakan 2 *laptop*. Terdapat 2 lokasi pengujian yaitu lokasi *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS). Lokasi LoS tepatnya pada sepanjang Jl. Batununggal Indah Raya, Kec. Bandung Kidul, Jawa Barat, dan lokasi NLoS berada pada lingkungan Universitas Telkom, Bandung, Jawa Barat.

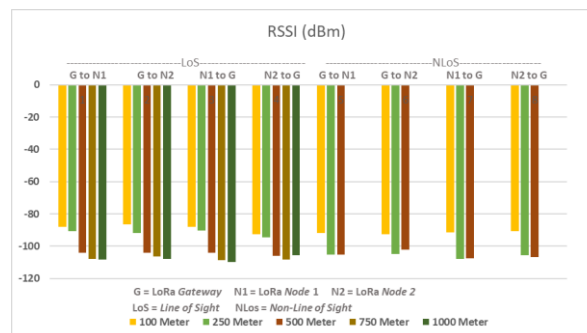
### 3.2 Pengujian Jarak terhadap Delay pada Line of Sight (LoS) dan Non-Line of Sight (NLoS)



Gambar 6. Pengujian Jarak Terhadap Delay

Berdasarkan Gambar 6, pada NLoS data yang diterima berakhir pada jarak 530 meter, sehingga untuk data jarak 750 meter dan 1000 meter tidak bisa didapatkan. Delay terkecil berada pada jarak 100 m pengiriman N1 to G LoS yaitu 0,0635s kategori sangat bagus. Dan delay terbesar pada jarak 500 m NLoS yaitu 0,466s kategori sedang. Semakin jauh jarak dan halangan selama transmisi dari pengirim dan penerima, maka akan semakin tinggi nilai *delay* yang dihasilkan.

### 3.3 Pengujian Jarak terhadap RSSI pada Line of Sight (LoS) dan Non-Line of Sight (NLoS)

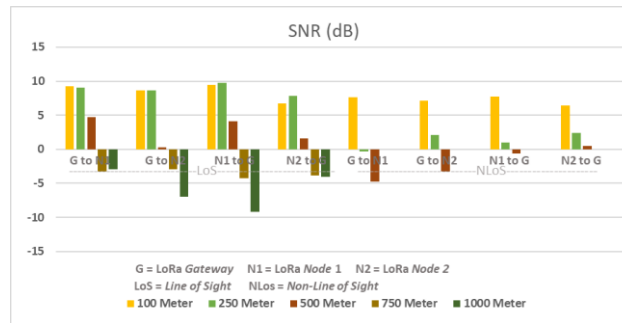


Gambar 7. Pengujian Jarak Terhadap RSSI

Berdasarkan Gambar 7, nilai RSSI terbesar berada pada jarak 100 m LoS yaitu -86,43 dBm pengiriman N2 to G dan nilai terkecil pada 1 km LoS yaitu -109,73 dBm pengiriman N1 to G.



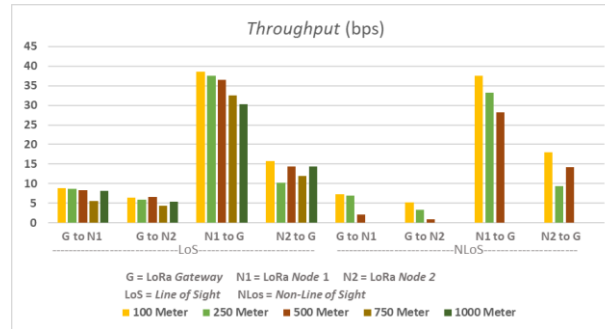
### 3.4 Pengujian Jarak terhadap SNR pada *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS)



Gambar 8. Pengujian Jarak Terhadap SNR

Pada Gambar 8, kualitas sinyal yang bagus dengan minimnya interferensi ada pada jarak 100 m LoS saat N1 to G yaitu 9,48 dB. Begitu sebaliknya, sinyal yang banyak interferensi pada jarak 1 km LoS saat N1 to G yaitu -9,14 dB.

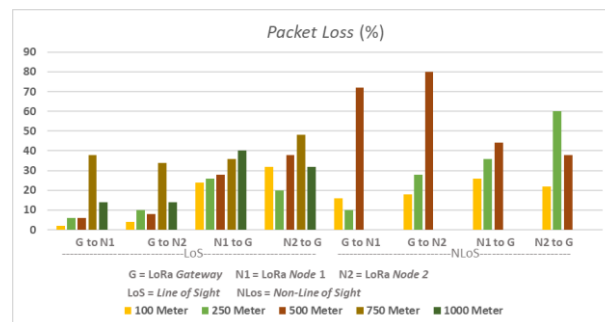
### 3.5 Pengujian Jarak terhadap *Throughput* pada *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS)



Gambar 9. Pengujian Jarak Terhadap *Throughput*

Berdasarkan Gambar 9, nilai *throughput* membesar saat pengiriman N1 to G dan N2 to G karena memiliki jumlah paket *length* yang lebih besar dari pada G to N1 dan G to N2. Paket *length* dipengaruhi oleh banyak data yang dikirim dalam bit. Nilai terbesar pada jarak 100 m LoS yaitu 38,539 bps kategori sedang dan terkecil pada jarak 500 m NLoS yaitu 0,9224 bps kategori buruk.

### 3.6 Pengujian Jarak terhadap *Packet Loss* pada *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS)



Gambar 9. Pengujian Jarak Terhadap *Packet Loss*

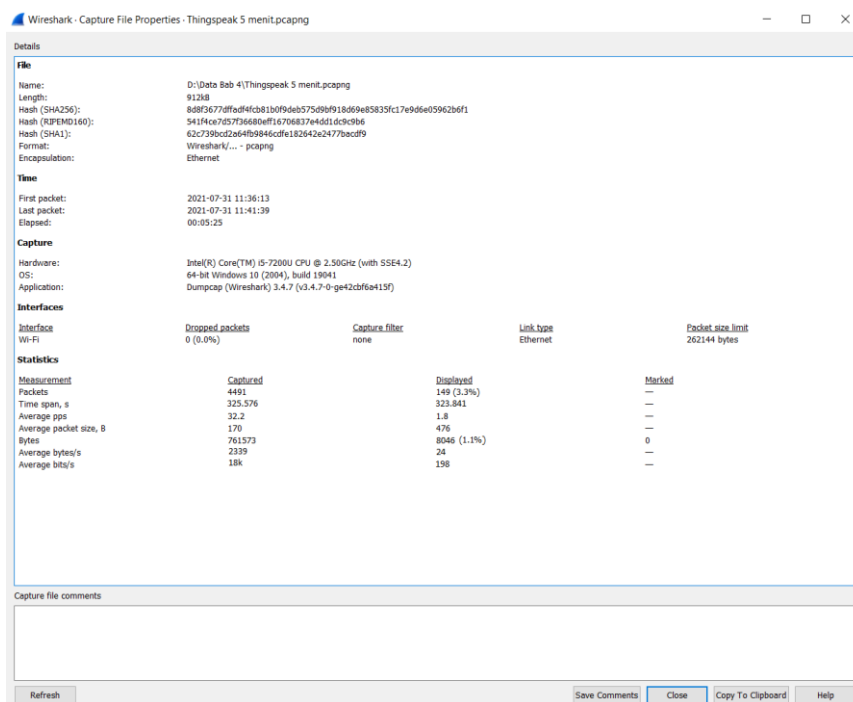
Pada Gambar 9, dapat diperoleh perbandingan *packet loss* di setiap pengujian. *Packet loss* terkecil berada pada 100 m LoS pengiriman G to N1 yaitu 2% kategori sangat bagus dan terbesar pada 500 m NLoS pengiriman G to N2 yaitu 80% kategori buruk.

### 3.7 Pengujian *Monitoring* pada Thingspeak

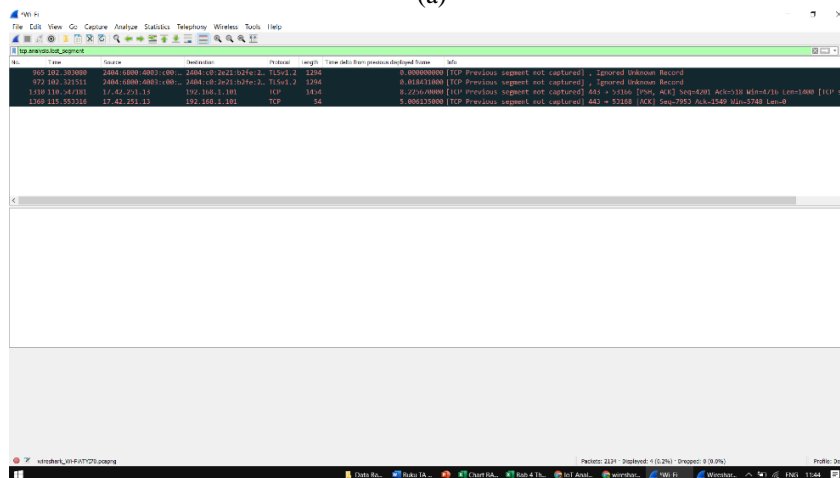
Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan sampel menggunakan aplikasi Wireshark selama 5 menit dan didapatkan data sebanyak 149 data. Sehingga dengan data tersebut dapat dilakukan perhitungan dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Pengujian *Monitoring* pada Thingspeak

Parameter yang Didapatkan	Nilai
Total Delay (s)	20,869341
Rata – rata Delay (s)	0,13912894
Bytes	8046
Lama Pengamatan (s)	323,841
Throughput (bps)	198,7642084
Packet Loss (%)	0



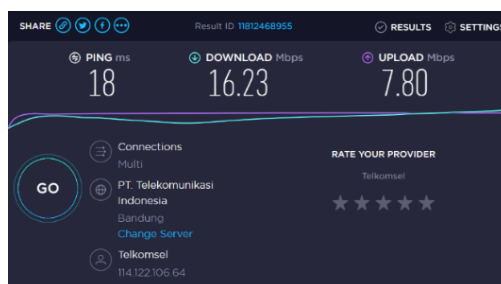
(a)



(b)

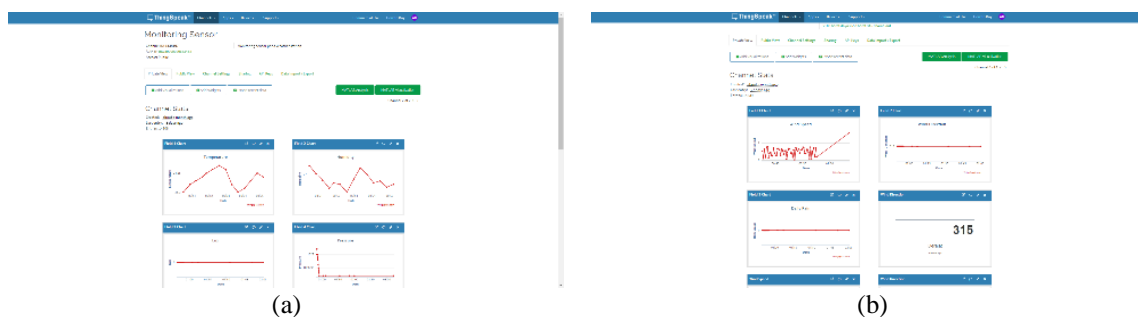
Gambar 10. (a) dan (b) *Capture* Wireshark

Parameter pada Tabel 5, nilai *delay*, *throughput*, dan *packet loss* termasuk kategori sangat bagus. Hal itu dipengaruhi oleh kecepatan internet yang digunakan. Pada tugas akhir ini menggunakan *provider* Telkomsel dengan kecepatan internet yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 11. Kecepatan Internet

Tampilan data sensor pada Thingspeak dilihat pada Gambar 12 berikut ini:



Gambar 11. (a) Data Sensor LoRa node 1. (b) Data Sensor LoRa node 2

#### 4. KESIMPULAN

Pengujian jarak pada LoS berhasil dilakukan dari 100 m hingga 1 km. Namun pada NLoS, pengiriman berakhir pada jarak 530 m sehingga data 750 m dan 1 km tidak bisa didapatkan. Pengujian jarak terhadap *delay*, RSSI, SNR, *throughput*, dan *packet loss* dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak dan banyaknya halangan selama transmisi maka kualitas dari pengiriman data akan semakin buruk. Pengujian pada pengiriman data ke Thingspeak berhasil dilakukan dan dipantau secara *real time*. *Delay* yang didapatkan sebesar 0.139 s, *throughput* sebesar 198,76 bps, dan *packet loss* 0%. Semua parameter tersebut termasuk kategori sangat bagus. Jadi, penempatan *weather station* menggunakan modul komunikasi LoRa berbasis IoT dapat dipantau dengan efektif dan *real time* jika ditempatkan di area minim halangan dan sedikit interferensi pada sinyal transmisi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Machfud, M. Sanjaya, and G. Ari, "Rancang Bangun Automatic Weather Station (AWS) Menggunakan Raspberry Pi," vol. 18, no. 2, pp. 48–57, 2016.
- [2] "Perbedaan Stasiun Meteorologi Dengan Stasiun Cuaca." <http://loggerindo.com/perbedaan-stasiun-meteorologi-dengan-stasiun-cuaca-101> (accessed Dec. 17, 2020).
- [3] A. Valente, S. Silva, D. Duarte, F. C. Pinto, and S. Soares, "Low-cost lorawan node for agro-intelligence iot," *Electron.*, vol. 9, no. 6, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/electronics9060987.
- [4] E. Murdyantoro, I. Rosyadi, and H. Septian, "Studi Performansi Jarak Jangkauan Lora-Draino Sebagai Infrastruktur Konektifitas Nirkabel Pada WP-LAN," *Din. Rekayasa*, vol. 15, no. 1, p. 47, 2019, doi: 10.20884/1.dr.2019.15.1.239.
- [5] R. G. Wisduanto, A. Bhawiyuga, and D. P. Kartikasari, "Implementasi Sistem Akuisisi Data Sensor Pertanian Menggunakan Protokol Komunikasi Lora," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 3, pp. 2201–2207, 2019.

- [6] “About LoRaWAN® | LoRa Alliance®.” <https://loro-alliance.org/about-lorawan> (accessed Dec. 11, 2020).
- [7] H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, and K. Amron, “Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network,” *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1655–1659, 2019.
- [8] N. F. Puspitasari, “Analisis Rssi ( Receive Signal Strength Indicator ) Terhadap Ketinggian Perangkat Wi-Fi Di Lingkungan Indoor Nila Feby Puspitasari Pendahuluan Latar Belakang Masalah Batasan Masalah Tujuan dan Manfaat Penelitian Dasar Teori Wi-Fi ( Wireless Fidelity ) Ars,” *J. Ilm. Dasi*, vol. 15, no. 04, pp. 32–38, 2018.
- [9] M. Ismail, “Rancang Bangun Pengukuran RSSI (Receive Signal Strength Indicator) Berbasis Aplikasi Android Menggunakan APP Inventor,” pp. 25–30, 2018.
- [10] A. Chinthya, P. Doan, and K. A. E. I, “PLATFORM ANTARES BERBASIS LORA IEEE 802 . 15 . 4g LANDSLIDE CENTER MONITORING SYSTEM WITH ANTARES,” 2016.
- [11] A. D. Haq, I. Santoso, and Z. A. A. Macrina, “Estimasi Signal To Noise Ratio (SNR) Menggunakan Metode Korelasi,” *Transient*, vol. 1, no. 4, pp. 1–8, 2012.
- [12] Y. A. Pranata, I. Fibriani, and S. B. Utomo, “Analisis Optimasi Kinerja Quality of Service Pada Layanan Komunikasi Data Menggunakan Ns-2 Di Pt. Pln (Persero) Jember,” *Sinergi*, vol. 20, no. 2, p. 149, 2016, doi: 10.22441/sinergi.2016.2.009.
- [13] ETSI, “Tr 101 329,” *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–37, 1999, [Online]. Available: [http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/101300\\_101399/101329/02.01.01\\_60/tr\\_101329v020101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v020101p.pdf).
- [14] DESTALIA SALLYNA, “PERENCANAAN JARINGAN LONG RANGE (LORA) PADA FREKUENSI 920 MHz – 923 MHz DI KOTA BANDUNG,” vol. 7, no. 1, pp. 933–940, 2020.
- [15] P. Devi, D. Istianti, S. Y. Prawiro, N. Bogi, A. Karna, and I. A. Nursafa, “Analisis Performansi Teknologi Akses LPWAN LoRa Antares Untuk Komunikasi Data End Node,” *Citee 2019*, pp. 22–26, 2019.
- [16] “WNDW: Line of sight - OnnoCenterWiki.” [https://lms.onnocenter.or.id/wiki/index.php/WNDW:\\_Line\\_of\\_sight](https://lms.onnocenter.or.id/wiki/index.php/WNDW:_Line_of_sight) (accessed Jul. 29, 2021).
- [17] H. Farizi, “Impact of Mppm Modulation on Non-Line of Sight Channel,” pp. 1–8, 2020.
- [18] T. Susilawati and I. Awaludin, “Eksplorasi Sensor , Gps , Dan Moda Komunikasi Nirkabel Internet Of Things,” *Ikra-Ith Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 96–103, 2019.
- [19] A. R. H. Hussein, “Internet of Things (IOT): Research challenges and future applications,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 6, pp. 77–82, 2019, doi: 10.14569/ijacsa.2019.0100611.
- [20] H. Santoso, *MONSTER ARDUINO 3 - Implementasi Internet Of Things pada Jaringan GPRS*. ELANGSAKTI.com, 2018.
- [21] A. S. Rozik, A. S. Tolba, and M. A. El-Dosuky, “Design and Implementation of the Sense Egypt Platform for Real-Time Analysis of IoT Data Streams,” *Adv. Internet Things*, vol. 06, no. 04, pp. 65–91, 2016, doi: 10.4236/ait.2016.64005.