
Analisis Kinerja LoRa (Long Range) berdasarkan Jarak dan Spreading Factor pada Area Rural

Wahyu Abdillah*, Drajat Saripurna**, Suardi Yakub**

* Program Studi Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

** Program Studi Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

Article Info

Article history:

Received Apr 12th, 2021

Revised Apr 20th, 2021

Accepted Apr 29th, 2021

Keyword:

First keyword

Second keyword

Third keyword

Fourth keyword

Fifth keyword

ABSTRACT

Salah satu teknologi yang turut terpengaruh adalah transmisi. Masalah utama pada teknologi nirkabel sebelumnya adalah jarak transmisi data yang hanya berjarak dekat dan sangat mudah terganggu interferensi dari alat yang menggunakan spektrum radio yang sama. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pulau Gambar Kecamatan Serbajadi Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara. Rangkaian yang digunakan yaitu rangkaian Node Client dan Rangkaian Node Server. Pengujian dilakukan dengan Frekuensi kerja pada 923 Mhz menggunakan Antena Omni 2 dBi (dB isotropic) dengan Transmit Power 20 dBm (dB milliwatt) dengan Coding Rate 4/5. Adapun pengujian yang dilakukan Pengujian Jarak sejauh 4000 m dan Spreading Factor dimulai dari SF7 sampai dengan SF 11 untuk mengetahui perubahan terhadap nilai RSSI, Delay dan Packet Loss. Hasil Pengujian menunjukkan bahwa Kondisi halangan LoS dan NLoS dalam saat pengujian sangat berpengaruh pada nilai RSSI dan Packet Loss. Penggunaan nilai Spreading Factor yang tinggi dapat mengurangi Packet Loss dan menambah jarak jangkauan meskipun pada kondisi NLoS sekalipun. Penambahan nilai Spreading Factor mempunyai kelemahan yaitu meningkatkan waktu pengiriman dan penerimaan data. Penggunaan Teknologi LoRa pada area Rural di Desa Pulau Gambar cukup baik dan hampir menjangkau seluruh wilayah desa tersebut.

Copyright © 2021 STMIK Triguna Dharma.

All rights reserved.

Corresponding Author: *First Author

Nama : Wahyu Abdillah

Program Studi Sistem Komputer

STMIK Triguna Dharma

Email: wahyums78@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Bidang teknologi merupakan salah satu bidang yang banyak dipengaruhi oleh perkembangan zaman yang dimana setiap tahunnya terjadi perubahan pesat. Salah satu teknologi yang turut terpengaruh adalah transmisi. Masalah utama pada teknologi nirkabel sebelumnya adalah jarak transmisi data yang hanya berjarak dekat dan sangat mudah terganggu interferensi dari alat yang menggunakan spektrum radio yang sama), maka komunikasi nirkabel menggunakan teknologi LoRa (*Long Range*) adalah solusi yang tepat karena memiliki kemampuan transmisi jarak jauh seperti jaringan selular namun berdaya rendah seperti bluetooth sehingga cocok sekali untuk perangkat sensor dengan sumber daya baterai dan dioperasikan berbulan dengan jangkauan area yang luas.[1]

Aspek menjanjikan dari teknologi LoRa mendorong dilakukannya penelitian ini untuk pengujian performansi jarak jangkauan LoRa di Kawasan Pedesaan di Indonesia. Pengujian dilakukan pada frekuensi 923 MHz menggunakan Antena Omni 2 dBi (*dB isotropic*) dengan Transmit Power 20 dBm (*dB milliwatt*) dengan Nilai *Spreading Factor* 7 sampai 11 pada area Pedesaan Desa Pulau Gambar yang merupakan salah satu daerah penghasil padi di Kabupaten Serdang Bedagai. LoRa sangat cocok untuk memantau lingkungan lahan pertanian seperti sensor suhu dan kelembaban udara, sensor kelembaban tanah, sensor hujan serta sistem kontrol dan monitoring irigasi pada area pedesaan (*Rural*) di Indonesia yang dikenal dengan negara agraris karena luasnya lahan pertanian yang dimiliki.

Untuk membangun sistem transmisi data yang *reliable* menggunakan LoRa dapat diukur dan ditentukan oleh banyak faktor seperti, faktor parameter *Delay* pengiriman, RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dan *Packet Loss* yang dimana *Delay* merupakan jeda antara waktu saat dikirimkan data dan saat diterimanya data, RSSI adalah sebuah parameter daya terima dari seluruh sinyal pada *band frequency* dan *Packet Loss* adalah parameter yang dapat menentukan berapa banyak packet yang hilang pada saat pengujian[2]. Dengan hasil akhir bertujuan untuk menganalisis kinerja dari perangkat di area pedesaan berdasarkan pengujian akhir berupa Jarak dan *Spreading Factor* terhadap *Packet Loss* dan *Delay*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

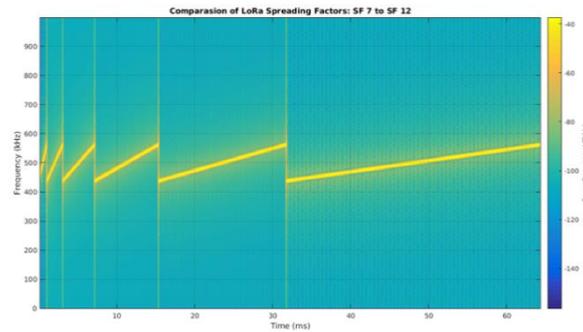
2.1. LoRa (Longe Range)

LoRa adalah teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz tergantung pada regulasi masing-masing negara.[3] Untuk di Indonesia, frekuensi yang digunakan adalah Indonesia 923 - 925 MHz AS923 LoRa memiliki daya jangkauan yang luas dengan konsumsi daya baterai rendah, sehingga LoRa sangat cocok untuk memantau lingkungan lahan pertanian di Indonesia yang dikenal dengan negara agraris karena luasnya lahan pertanian yang dimiliki.[4] Namun demikian, LoRa memiliki keterbatasan dalam kecepatan transmisi data yaitu pada kisaran 0.3 -50 kbps. Walaupun demikian ini tidak menjadi masalah selama data yang dikirimkan sensor terbilang kecil (orde 10–20 byte). Aplikasi seperti ini sangat cocok untuk transmisi data sensor meteran air, meteran listrik, sensor ketinggian air sungai, sensor parkir, sensor pintu, temperatur dan kelembapan, dll. [5]

2.2. Spread Spectrum

Spread Spectrum dipatenkan oleh Hedy Lamarr sebagai radio yang tidak dapat di-kacaukan atau dipasukan musuh, karena dikembangkan pada zaman perang. Memang ini adalah kelebihan dari *Spread Spectrum*, karena menggunakan bandwidth yang lebar dan sinyal ini terlihat sebagai *noise* dengan radio FM biasa, bahkan pengiriman sinyal ini umumnya lebih rendah dari sinyal *noise floor*. Sistem ini dipatenkan sebagai komunikasi untuk militer di mana diperlukan komunikasi radio yang tidak dapat diterima oleh musuh ataupun diganggu oleh musuh. *Spread Spectrum* menggunakan level transmisi daya yang serupa dengan sebuah sinyal narrow-band. Namun, perbedaannya adalah sinyal *Spread Spectrum* akan memiliki *power spectral density* yang lebih rendah untuk masing-masing frekuensi sehingga sinyal *Spread Spectrum* dapat beroperasi bersama dengan Narrow Band pada frekuensi yang sama tanpa interferensi.[6]

LoRa menggunakan modulasi *Chirp* (CSS)[7]. *Chirp Spread Spectrum* pada mulanya dibangun untuk aplikasi radar pada tahun 1940. Secara tradisional digunakan pada banyak komunikasi militer dan aplikasi keamanan komunikasi. Hingga pada 20 tahun yang lalu teknik modulasi ini di adaptasi untuk jalur komunikasi dengan persyaratan berdaya rendah dan memiliki 9 ketahanan yang baik dari mekanisme degradasi *channel* seperti *multipath*, *fading*, *doppler* dan interferensi *in-band jamming*.



Gambar 1. Gambar Spektrogram perbandingan SF7 sampai SF12 (sghosly.com)

2.3. Received Signal Strength Indicator

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan parameter yang menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada band frekuensi saluran yang digunakan[8]. Nilai RSSI semakin dekat dengan 0, maka semakin baik sinyal tersebut. Nilai RSSI dinyatakan dalam dBm dan merupakan nilai negatif, nilai minimum RSSI adalah -120 dBm[9].

2.4. Delay

Delay merupakan banyaknya waktu yang diperlukan sebuah paket untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan. Bersama dengan *Delay*, mendefinisikan kecepatan dan kapasitas dalam jaringan[8].

Rumus untuk menentukan *Delay*:

$$Delay = Waktu\ paket\ diterima - Waktu\ paket\ dikirim$$

2.5. Packet Loss

Packet Loss merupakan banyaknya paket yang gagal mencapai tempat tujuan saat pengiriman paket. Jika paket gagal dikirim maka paket tersebut tidak akan dikirim kembali, atau dengan kata lain paket tersebut hilang[8].

Rumus untuk menentukan *Packet Loss*:

$$Packet\ loss = \frac{(Packet\ transmitted - Packet\ received)}{Packet\ transmitted} \times 100\%$$

Tabel 1. Kategori *Packet Loss*[2]

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
<i>Poor</i>	>25%	1
<i>Medium</i>	12 – 24%	2
<i>Good</i>	3 – 14%	3
<i>Perfect</i>	0 – 2%	4

2.6. Propagasi Radio LoS dan NLoS

LoS atau disingkat *Line of Sight* adalah garis pandangan antara stasiun pengirim dan stasiun penerima saling berhadapan tanpa ada hambatan apa pun di antara mereka.[10] Pada jaringan komputer, LoS dianalogikan sebagai jarak garis pandang antara 2 perangkat yang di koneksikan secara nirkabel (*wireless*).

NLoS yang merupakan singkatan dari *Non Line of Sight* adalah suatu kondisi dimana pandangan tampak dan fresnel zone terhalang obyek sepenuhnya.[10] Pada umumnya apabila ini terjadi maka koneksi akan terputus total. Perlu diadakan penambahan ketinggian pada salah satu atau kedua titik agar kondisi LoS dapat terpenuhi kembali.

2.7 Arduino

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang didalamnya terdapat mikroprosesor yang telah dikombinasikan I/O dan memori RAM/ROM. Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan mikroprosesor. Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Kombinasi dari *Hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)*. IDE adalah sebuah *Software* yang sangat berperan untuk menulis program, *meng-compile* menjadi kode biner dan *meng-upload* ke dalam memori mikrokontroler.

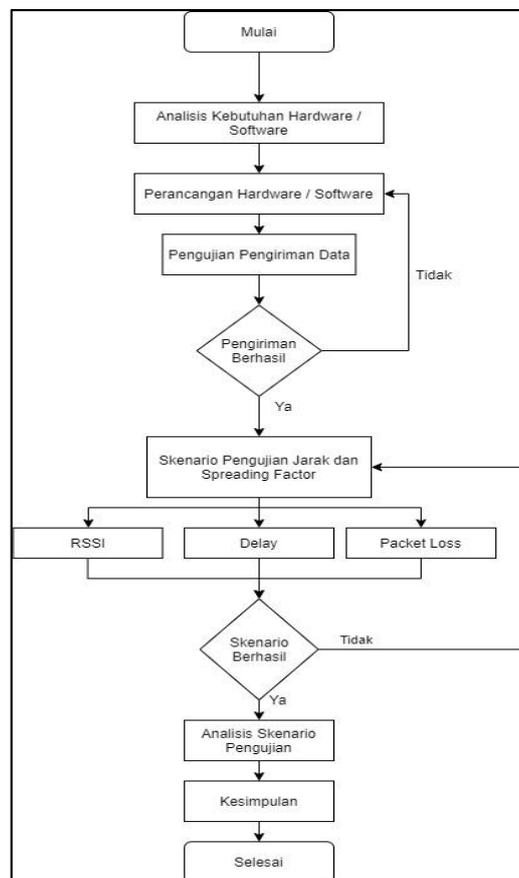
Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler dengan basic Atmega 328. Arduino uno menyediakan 14 pin digital *input/output* di mana terdapat 6 pin yang memiliki fasilitas PWM, 6 *analog input*, 16 MHz *clock speed*, sebuah USB *connection*, sebuah *jack Power*, ICSP *header* dan reset button serta memiliki *Flash Memory* 32 KB, SRAM 2 KB dan EEPROM 1 KB. [11]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Perancangan dan Pengujian

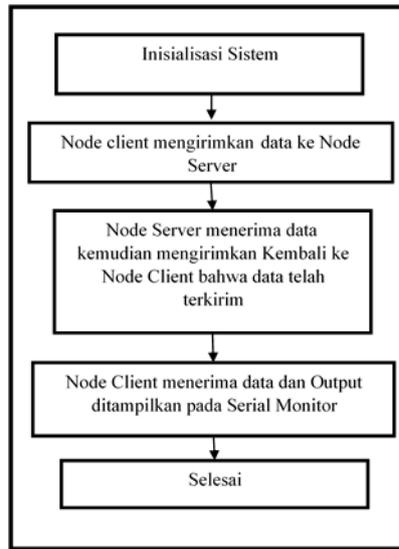
Dimulai pada tahap Analisis kebutuhan *Hardware* dan *Software* yang dibutuhkan pada saat tahap pengujian yang selanjutnya dilakukan Perancangan *Hardware* dan *Software* pada Perangkat Pengujian kemudian dilakukan Pengujian Pengiriman data untuk mengetahui apakah data dapat terkirim pada saat kondisi sebelum dilakukan pengujian di lapangan, jika data tidak terkirim maka dilakukan kembali proses Perancangan *Hardware* maupun *Software*. Selanjutnya jika data berhasil dikirim maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian di Lapangan untuk mendapatkan beberapa parameter untuk selanjutnya di Analisa untuk mendapatkan kesimpulan hasil penelitian.

Gambar berikut adalah *Flowchart* alur untuk tahapan Analisis Kinerja Lora Berdasarkan Jarak dan *Spreading Factor* pada area *Rural*



Gambar 2 *Flowchart* Metode Perancangan dan Pengujian

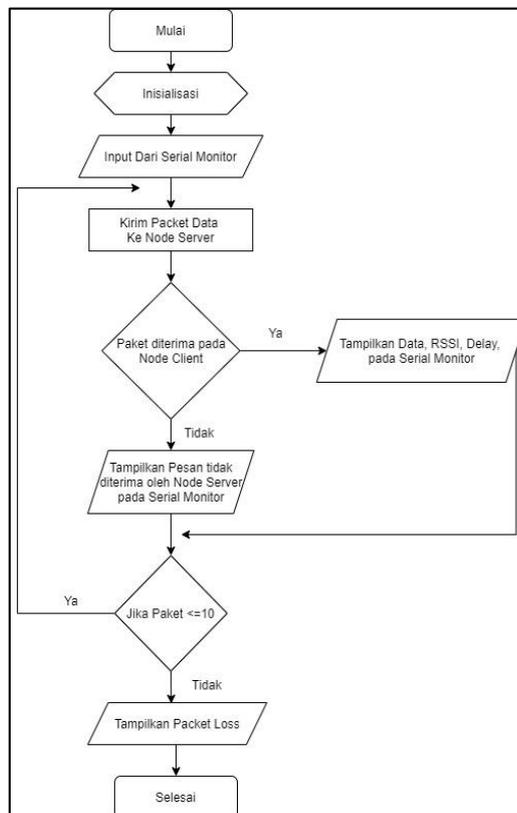
3.2 Algoritma Sistem



Gambar 3. Algoritma perangkat pada Komunikasi LoRa pada Analisis Kinerja LoRa berdasarkan Jarak dan Spreading Factor pada Area Rural

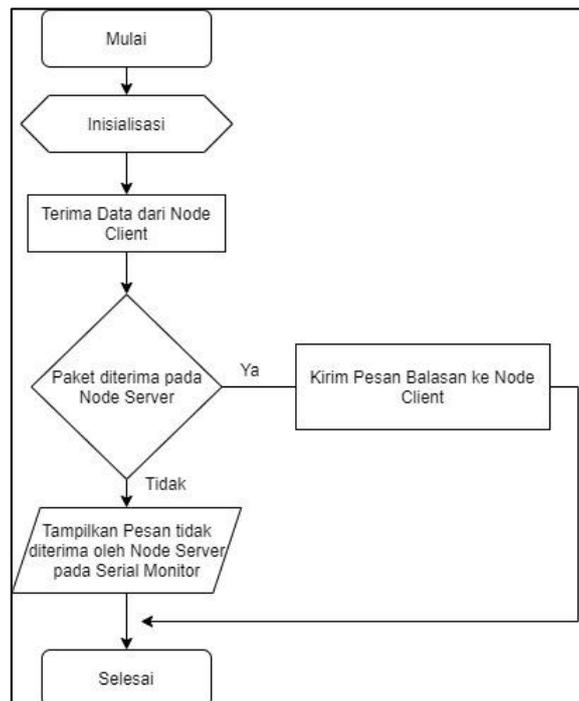
3.3. Flowchart Sistem

Proses pengaktifkan alat akan berjalan setelah catu daya telah terpasang pada *Node Client* dan *Node Server*. Penguji membuka *Serial Monitor* pada Laptop yang sudah terhubung ke *Arduino Client* otomatis data akan dikirimkan ke *Node Server* Kemudian setelah data diterima oleh *Node Server* *Node Server* akan mengirimkan kembali data ke *Node Client*. Setelah *Node Client* menerima data dari *Node Server* maka data tersebut akan ditampilkan di *Serial Monitor* pada Laptop Pengujian



Gambar 4. Flowchart Sistem pada Node Client

Pada gambar 4. *Flowchart* sistem di atas dimulai dengan menghubungkan perangkat ke laptop untuk mengaktifkan sistem, kemudian pengujian membuka *Serial Monitor* maka paket data sebesar 12 bytes akan dikirimkan secara otomatis ke *Node Server*, jika paket yang dikirim mendapatkan balasan dari *Node Server* maka tampilkan data yang diterima berupa text sebesar 12 bytes serta *RSSI* dan *Delay* dan jika tidak menerima data tampilkan pada *Serial Monitor* bahwa data tidak menerima balasan dari *Node Server*. Proses tersebut akan diulang terus sebanyak 10 kali untuk mendapatkan hasil *Packet Loss* yang akan ditampilkan pada *Serial Monitor*.



Gambar 5. *Flowchart* Sistem pada *Node Client*

Pada gambar 5 *Flowchart* Sistem pada *Node Server* dimulai dengan menghubungkan perangkat ke catu daya yang berupa *Powerbank 5 VDC* untuk mengaktifkan sistem, Kemudian sistem pada *Node Server* hanya perlu menunggu data pengiriman dari *Node Client* dan *Node Server* mendapatkan hasil data pengiriman *Node Server* akan mengirimkan data paket balasan ke *Node Client*

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Implementasi dan pengujian sistem dilakukan pada Analisis Kinerja LoRa berdasarkan Jarak dan *Spreading Factor* pada area *Rural* dengan tujuan untuk mengetahui dan memperoleh hasil yang sesuai dari teori yang telah dibahas atau dijelaskan pada beberapa bab sebelumnya. Sebelum melakukan pengujian pada sistem yang telah dibuat, terlebih dahulu akan dibahas kebutuhan sistem yang digunakan pada pengoperasian alat pengujian.

4.1. Kebutuhan Sistem

4.1.1. Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam sistem monitoring infus. Adapun perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut.

Komponen-komponen elektronika yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Arduino Uno digunakan sebagai otak dari sistem yang dibangun, seluruh kendali terpusat pada arduino.
- Dragino LoRa *Shield* digunakan sebagai pengirim dan penerima paket data

- c. Laptop digunakan sebagai alat untuk input baris program yang akan dibuat dan sebagai alat pengujian pada saat di lapangan.

Peralatan pendukung yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. *Tower triangle* digunakan untuk meletakkan perangkat *Node Server* pada ketinggian 15 Meter
- b. *Powerbank* digunakan sebagai alat pemberi catu daya untuk *Node Server* yang terletak di atas *Tower*.
- c. Kabel data digunakan untuk mengupload *listing* program dari laptop/PC ke Arduino dan penghubung catu daya ke perangkat pengujian

4.1.2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem antara lain:

1. *Arduino IDE (Integrated Development Environment)* digunakan untuk menulis kode program pada Arduino.
2. *Fritzing* digunakan untuk menggambar rangkaian simulasi yang akan dibangun.
3. *Google Earth* digunakan untuk mengukur jarak pengujian dan melihat kondisi halangan yang ada.

4.2. Implementasi Sistem

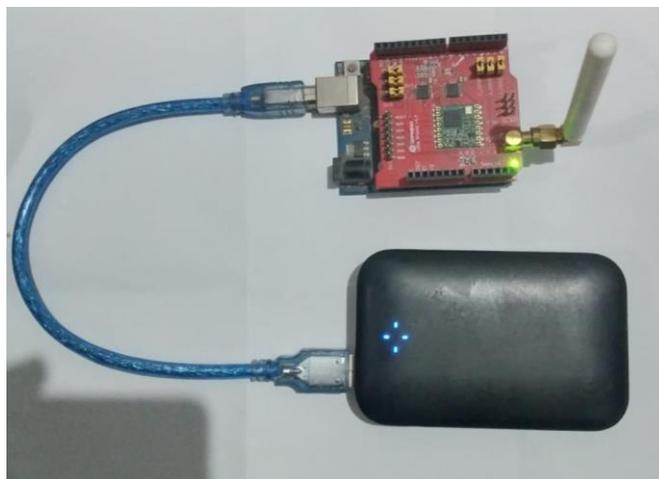
4.2.1. Rangkaian pada *Node Client*



Gambar 7. Rangkaian pada *Node Client*

Pada Gambar 7 terlihat sebuah laptop dan rangkaian *Node Client* yang terhubung menggunakan Kabel *USB* untuk catu daya perangkat pengujian serta komunikasi data antara perangkat pengujian dengan laptop untuk melakukan pengujian.

4.2.2. Rangkaian pada *Node Server*



Gambar 6. Rangkaian pada *Node Client*

Pada Gambar 6 terlihat sebuah *Powerbank* dan rangkaian *Node Server* yang terhubung menggunakan Kabel *USB* untuk catu daya perangkat pengujian yang akan diletakan pada *Tower* pada ketinggian 15 Meter untuk mempermudah pada saat pengujian.

4.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik sesuai dengan yang kita inginkan atau tidak. Pengujian ini dilakukan dari awal sistem diaktifkan hingga akhir, proses pengujian akan berjalan jika seluruh komponen telah terangkai dengan rapi membentuk satu kesatuan yang dapat bekerja sesuai perintah yang telah dimasukkan dalam *listing* program.



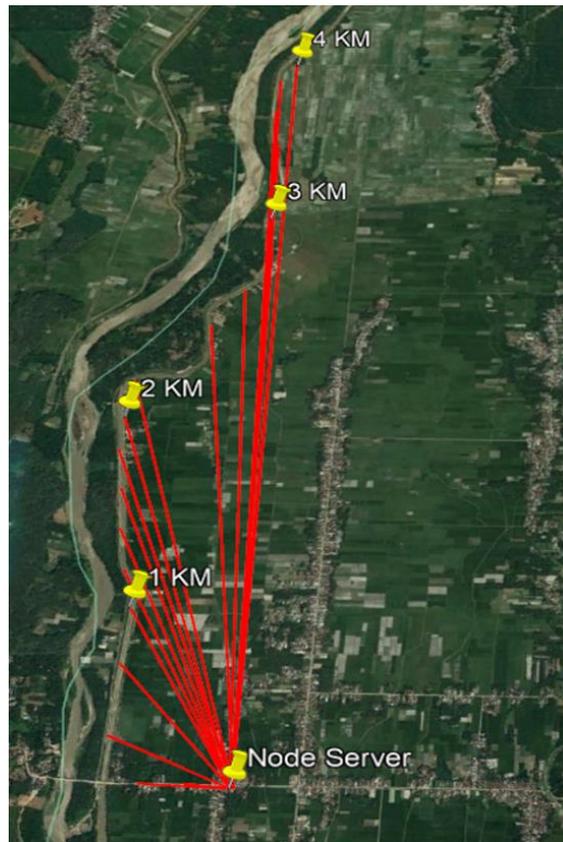
```
COM6
16:49:56.068 -> RSSI: -23
16:49:56.068 -> Airttime: 106
16:49:56.068 -> Kirimkan Packet
16:49:56.115 -> 5
16:49:56.162 -> Hello World!
16:49:56.162 -> RSSI: -23
16:49:56.209 -> Airttime: 107
16:49:56.209 -> Kirimkan Packet
16:49:56.209 -> 6
16:49:56.256 -> Hello World!
16:49:56.302 -> RSSI: -23
16:49:56.302 -> Airttime: 107
16:49:56.302 -> Kirimkan Packet
16:49:56.302 -> 7
16:49:56.396 -> Hello World!
16:49:56.396 -> RSSI: -24
16:49:56.396 -> Airttime: 108
16:49:56.396 -> Kirimkan Packet
16:49:56.443 -> 8
16:49:56.490 -> Hello World!
16:49:56.490 -> RSSI: -23
16:49:56.490 -> Airttime: 106
16:49:56.537 -> Kirimkan Packet
16:49:56.537 -> 9
16:49:56.584 -> Hello World!
16:49:56.584 -> RSSI: -24
16:49:56.631 -> Airttime: 107
16:49:56.631 -> Kirimkan Packet
16:49:56.631 -> 10
16:49:56.678 -> Hello World!
16:49:56.724 -> RSSI: -24
16:49:56.724 -> Airttime: 106
16:49:56.724 -> Pengujian Selesai
16:49:56.777 -> Packet Send : 10
16:49:56.777 -> Packet Recive : 10
16:49:56.777 -> Packet Loss : 0 %
Autoscroll Show timestamp Newline 9600 baud Clear output
```

Gambar 7 Hasil Pengujian yang tertampil pada *Serial Monitor*

Gambar 7 merupakan tampilan hasil pengujian yang ditampilkan berupa data balasan yang diterima, *RSSI*, *Packet Loss*, dan *Packet Loss* pada *Serial Monitor Node Client* di laptop penguji yang akan diolah kemudian dianalisa. Pengujian dilakukan dengan mengirim dan menerima data kembali data sebesar 12 *bytes*.

4.3.1 Lokasi Pengujian

Pengujian di lakukan di Desa Pulau Gambar Kecamatan Serba Jadi, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatra Utara, Indonesia. Desa ini terletak di garis batas Kabupaten yaitu Sungai Ular. Pada Gambar 8 terlihat pada Citra Satelit menggunakan *Google Earth* yang menunjukkan beberapa lokasi pada saat pengujian.



Gambar 8. Lokasi Pengujian yang tertampil pada Citra Satelit

4.3.2 Kondisi Halangan pada Lokasi Pengujian

Tabel 5.1. Kondisi Halangan *LoS* (*Line of Sight*) dan *NLoS* (*Non Line of Sight*) Pada Lokasi Pengujian

JARAK	KONDISI HALANGAN
200	<i>LoS</i>
400	<i>LoS</i>
600	<i>NLoS</i>
800	<i>LoS</i>
1000	<i>LoS</i>
1200	<i>LoS</i>
1400	<i>NLoS</i>
1600	<i>LoS</i>
1800	<i>LoS</i>
2000	<i>NLoS</i>
2200	<i>LoS</i>
2400	<i>NLoS</i>
2600	<i>NLoS</i>
2800	<i>NLoS</i>
3000	<i>NLoS</i>
3200	<i>NLoS</i>
3400	<i>NLoS</i>
3600	<i>NLoS</i>
3800	<i>NLoS</i>
4000	<i>NLoS</i>

Pada Tabel 5.1 merupakan kondisi halangan antara *Node Server* dan *Node Client* dapat dilihat Kondisi Halangan lokasi pengujian yang berpengaruh pada saat pengujian nantinya. *Node Server* diletakan pada ketinggian 15 Meter pada *Tower Triangle* milik sebuah Warnet yang ada di Desa tersebut. Data Kondisi Halangan didapat dari Hasil Pengamatan Langsung dan Software GIS (*Geographic Information System*) yaitu *Google Earth*

4.3.3 Hasil Pengujian Jarak dan *Spreading Factor* Terhadap *RSSI*

Tabel 2. Nilai rata-rata *RSSI*

KONDISI HALANGAN	Jarak	Nilai Rata-Rata <i>RSSI</i> pada				
		SF7	SF8	SF9	SF10	SF11
LOS	200	-74	-65	-69	-75	-74
LOS	400	-78	-70	-72	-80	-76
NON LOS	600	-92	-92	-81	-87	-82
LOS	800	-88	-84	-91	-85	-84
LOS	1000	-88	-83	-92	-86	-80
LOS	1200	-96	-93	-95	-92	-90
NON LOS	1400	-98	-97	-101	-98	-100
LOS	1600	-92	-85	-94	-91	-87
LOS	1800	-95	-90	-94	-96	-91
NON LOS	2000	-97	-97	-101	-97	-97
LOS	2200	-94	-95	-100	-97	-93
NON LOS	2400			-100	-99	-98
NON LOS	2600			-100	-100	-95
NON LOS	2800				-99	-97
NON LOS	3000				-100	-98
NON LOS	3200				-101	-101
NON LOS	3400				-100	-101
NON LOS	3600				-100	-98
NON LOS	3800				-101	
NON LOS	4000				-100	-99

Dari beberapa hasil pengujian *RSSI* dapat disimpulkan Nilai *Spreading Factor* dapat meningkatkan kemampuan pengiriman data dengan meningkatnya jarak pengiriman setiap penambahan nilai *Spreading Factor*.

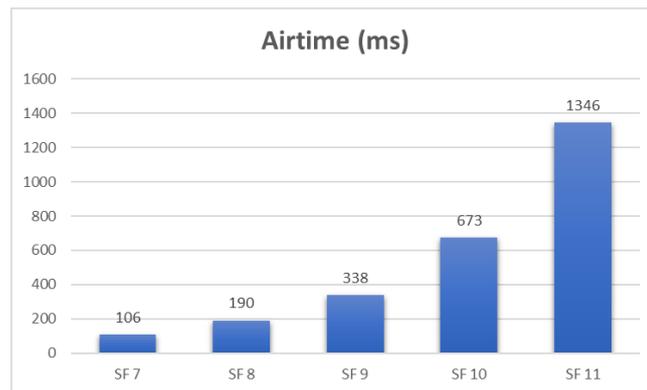
4.3.4 Hasil Pengujian Jarak dan Spreading Factor terhadap Packet Loss

Tabel 3. Nilai rata-rata Packet Loss

KONDISI HALANGAN	Jarak	Nilai Packet Loss pada				
		SF 7	SF 8	SF 9	SF 10	SF 11
LOS	200	0%	0%	0%	0%	0%
LOS	400	0%	0%	0%	0%	0%
NON LOS	600	10%	10%	0%	0%	0%
LOS	800	0%	0%	0%	0%	0%
LOS	1000	0%	0%	0%	0%	0%
LOS	1200	0%	0%	0%	0%	0%
NON LOS	1400	70%	30%	0%	0%	0%
LOS	1600	0%	0%	0%	0%	0%
LOS	1800	0%	0%	0%	0%	0%
NON LOS	2000	70%	10%	20%	0%	10%
LOS	2200	0%	0%	0%	0%	0%
NON LOS	2400	100%	100%	30%	0%	0%
NON LOS	2600			10%	0%	0%
NON LOS	2800			80%	10%	10%
NON LOS	3000				10%	0%
NON LOS	3200				90%	70%
NON LOS	3400				90%	40%
NON LOS	3600				50%	20%
NON LOS	3800				90%	100%
NON LOS	4000				80%	10%

Dari beberapa hasil pengujian *Packet Loss* dapat disimpulkan Nilai *Spreading Factor* dapat meningkatkan kemampuan pengiriman data dengan mengecilnya *Packet Loss* setiap penambahan nilai *Spreading Factor*.

4.3.5 Hasil Pengujian Spreading Factor terhadap Delay



Gambar 9. Hasil Pengujian Delay

Pada Grafik di atas menunjukkan nilai *Spreading Factor* sangat berpengaruh terhadap waktu pengiriman dan penerimaan data. Lama waktu pengiriman tertinggi terjadi pada saat menggunakan *Spreading Factor* 11 yaitu sebesar 1346 milidetik disusul oleh *Spreading Factor* 10 yaitu sebesar 673 milidetik kemudian *Spreading Factor* 9 mendapatkan hasil sebesar 338 milidetik serta *Spreading Factor* 8 yaitu sebesar 190 milidetik. Hasil terendah terdapat pada *Spreading Factor* 7 yaitu sebesar 106 milidetik. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai dari *Spreading Factor* dapat menghasilkan waktu pengiriman dan penerimaan data yang lebih cepat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai analisis kinerja LoRa terhadap jarak dan *Spreading Factor* pada area *Rural*.

1. Kondisi halangan *LoS* dan *NLoS* dalam saat pengujian sangat berpengaruh pada nilai *RSSI* dan *Packet Loss*.
2. Penggunaan nilai *Spreading Factor* yang tinggi dapat mengurangi *Packet Loss* dan menambah jarak jangkauan meskipun pada kondisi *NLoS* sekalipun. Penambahan nilai *Spreading Factor* mempunyai kelemahan yaitu meningkatkan waktu pengiriman dan penerimaan data.
3. Penggunaan Teknologi LoRa pada area *Rural* di Desa Pulau Gambar cukup baik dan hampir menjangkau seluruh wilayah desa tersebut

5.2 Saran

Agar sistem dapat berjalan lebih baik lagi, maka dibuatlah saran agar sistem dapat lebih berguna bagi banyak masyarakat, adapun saran tersebut adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi letakan antena lebih tinggi dari halangan untuk mendapatkan kondisi *LoS* (*Line of Sight*) dan disarankan menggunakan antena berjenis sektoral agar sinyal lebih terarah pada area tertentu.
2. Untuk Implementasi Sesungguhnya diharapkan menggunakan LoRa *Gateway* untuk mengirimkan data sensor ke *internet* yang selanjutnya diolah agar mendapatkan hasil sensor untuk bidang tertentu di area tersebut.

REFERENSI

- [1] A. Yanziah, S. Soim, and M. M. Rose, "Analisis Jarak Jangkauan Lora Dengan Parameter Rssi Dan *Packet Loss* Pada Area Urban," vol. 13, no. 1, pp. 27–34, 2020.
- [2] S. W. Pamungkas and E. Pramono, "Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Hotspot SMA Negeri XYZ," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sist. Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 7–2, no. 2, pp. 142–152, 2018.
- [3] JR. G. Wisduanto, A. Bhawiyuga, and D. P. Kartikasari, "Implementasi Sistem Akuisisi Data Sensor Pertanian Menggunakan," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 3, pp. 2201–2207, 2019.
- [4] I. LoRa Alliance, "LoRaWAN Regional Parameters," *Inc, Jan*, 2017.
- [5] Orange, "LoRa Device Developer Guide," p. 42, 2016.
- [6] P. Fhss and A. A. Pangera, "PERBANDINGAN FHSS dan DSSS (Teknologi)," pp. 1–20.
- [7] A. Darmawan and I. Krisnadi, "Early Warning System banjir berbasis LoRa dengan Smart Meter PLN," pp. 1–6.
- [8] D. Sallyna, U. K. Usman, and M. A. Murti, "Perencanaan Jaringan *Long Range* (LoRa) Pada Frekuensi 920 MHz – 923 MHz Di Kota Bandung *Long Range* (LoRa) Network Planning With Frequency 920 MHz – 923 MHz In Bandung City," *E-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [9] P. D. D. Istianti and N. Bogi, "Perancangan Dan Implementasi Device Tentang Teknologi Akses Lpwan Lora Untuk Monitoring Air Sungai Citarum Device Design and Implementation About Lpwan Lora Access Technology for Citarum River Water Monitoring," *E-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 4471–4478, 2019.
- [10] "THE CAPACITY OF NOMA-VLC SYSTEM WITH VARYING," vol. 7, no. 2, pp. 3675–3684, 2020.
- [11] J. Prayudha, D. Saripurna, and N. Budi Nugroho, "Implementasi Backpropagation Untuk Pengenalan Warna Garis Lintasan Robot Maze Solving Berbasis Arduino," *Saintikom*, vol. 16, no. 2, pp. 172–185, 2017.

BIBLIOGRAFI PENULIS

First author's	Data Diri
	<p>Nama : Wahyu Abdillah Tempat/Tanggal Lahir : Pulau Gambar, 23 April 1998 Jenis Kelamin : Laki-Laki Agama : Islam Status : Belum Menikah Pendidikan Terakhir : SMK Program Studi : Sistem Komputer Alamat : Dusun 2 Desa Pulau Gambar Kecamatan Serba Jadi Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara Kewarganegaraan : Indonesia E-Mail : wahyums78@gmail.com</p>
<p>Second author's photo(3x4cm)</p>	<p>Nama : Darjat Saripurna NIDN : 0119066902 Program Studi : Sistem Informasi Deskripsi : Dosen Tetap STMIK Triguna Dharma yang aktif mengajar dan fokus pada bidang keilmuan Sistem Pakar, Sistem Terdistribusi, Sistem Jaringan Komputer Prestasi : Dosen Terbaik STMIK Triguna Dharma Tahun 2014 dan 2016</p>
<p>Thirth author's photo(3x4cm)</p>	

NB : Untuk Second dan Thirth Author's dapat di kosongkan dan cukup isikan nama author