

ANALISA PERFORMANSI LORA PADA SISTEM ABSENSI MAHASISWA

Yofan Hakiki* Yusnita Rahayu**

*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro ** Dosen Teknik Elektro Laboratorium Telekomunikasi
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus BinaWidya Jl. HR.

Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email: yofan.hakiki@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Attendance lists are very much needed in lectures. The presence system using fingerprints was chosen because it has advantages, namely Perennial Nature, Immutability, Individuality. The presence system device uses the FPM10A fingerprint sensor, Arduino uno as a microcontroller and LoRa as a transceiver module. The LoRa module was chosen because it has advantages, namely geolocation, low power consumption, can transmit a maximum signal of 100 KM and is equipped with end-to-end AES128 encryption. The test scenario is carried out in two conditions, namely Line of Sight (LOS) and Non-line of Sight (NLOS) conditions which are divided into 5 test points, namely 50m, 100m, 150m, 200m and 250m. The spreading factor used is SF7 with a bandwidth of 125 KHz and a coding rate of 4/5. The bitrate value is 5496 bits / sec. The best RSSI value in LOS conditions is -73.40 dBm and NLOS conditions is -87.90 dBm. The best delay value in LOS conditions is 0.03713 s and NLOS is 0.0371192 s. The best transfer rate in the LOS condition is 0.029213 bits / sec and the NLOS condition is 0.29214 bits / sec. The best throughput in the LOS condition was 0.23370% and the NLOS condition was 0.2336%. In the LOS condition, the LoRaTM modulation is capable of receiving data up to 250m while the LoRaTM modulation NLOS condition is capable of receiving data up to 250m. Energy usage when sending data is 0.001066397 J, when receiving data is 0.000682536 J. When the sending device is willing to use energy of 5.08296614 J and the receiving device is 3.011387426 J.

Keyword: presence, LoRa, Modulation

I. Pendahuluan

Presensi merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam perkuliahan. Presensi ini menjadi parameter yang digunakan untuk menilai tingkat kehadiran seorang mahasiswa. Selama ini sistem pencatatan presensi dan perekapan yang dilakukan di jurusan teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Riau masih dilakukan dengan manual. Sistem manual ini memiliki banyak kelemahan. Lembar presensi rentan terjadi kehilangan atau rusak, data presensi yang dapat dimanipulasi hingga kemungkinan *human error* pada saat proses perekapan data presensi.

Beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk membantu mengatasi kelemahan-kelemahan pada sistem manual presensi, diantaranya adalah dengan

menggunakan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) dan *fingerprint* (sidik jari). RFID memiliki beberapa keunggulan yaitu mudah digunakan dan biaya instalasi yang relatif murah. Namun RFID masih memiliki kelemahan, yaitu dengan teknologi ini masih memungkinkan terjadi manipulasi data kehadiran. Teknologi presensi dengan sidik jari memiliki beberapa keunggulan yaitu tidak memungkinkan untuk memanipulasi data kehadiran. Namun mesin presensi sidik jari yang ada saat ini masih terdapat kelemahan, yaitu data rekap presensi yang hanya tersimpan di mesin sidik jari sehingga tidak dapat diakses secara langsung melalui PC oleh petugas administrasi.

Sejak tahun 2013 telah dikembangkan teknologi LPWAN (*low power wide area network*). Karakteristik dari teknologi ini

adalah jangkauan luas, kecepatan data rendah, *interoperability*, penggunaan daya yang rendah, kemudahan aktifasi perangkat, standar terbuka dan masif. Teknologi akses LPWAN dikembangkan untuk mengatasi permasalahan jangkauan pada keterbatasan wi-fi. Saat ini terdapat tiga teknologi LPWAN yang sedang berkembang pesat, yaitu *SigFox*, *Low Range (LoRa) WAN*, dan *narrow band (NB) IoT*. Pada pengaplikasiannya, *SigFox* dan *LoRaWAN* memanfaatkan alokasi pita frekuensi *industry, science, and medical (ISM) band* yang tidak berlisensi, sedangkan *NB IoT* ditempatkan menggunakan frekuensi seluler yang berlisensi (Putra,2019)

LoRa dalam penerapannya memiliki beberapa keunggulan, diantaranya *geolocation*, konsumsi daya rendah sekitar 13mA hingga 15mA, dapat memancarkan sinyal hingga maksimal 100 KM, penggunaan yang aman karena dilengkapi *end-to-end enkripsi AES128*.

II. Landasan Teori

2.1 Sistem Presensi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, presensi (/pre·sen·si/ /présénsi/ *n*) berarti kehadiran. Presensi adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui tingkat prestasi kehadiran serta tingkat kedisiplinan dari anggota dalam suatu instansi, institusi atau perusahaan. (Fitrianto,2007).

Penerapan penggunaan sistem presensi dapat dibagi menjadi 3 metode, yaitu:

- a. Sistem Konvensional
Sistem ini merupakan sistem presensi yang menggunakan secarik kertas dalam pengambilan data dan penyimpanannya. Sistem ini merupakan sistem paling lemah karena kertas presensi sangat rentan untuk hilang serta belum terdapat penyimpanan secara digital. (Saputra,2018)
- b. Sistem dengan menggunakan kartu identitas

Sistem ini menggunakan metode ini melakukan pengambilan data menggunakan kartu identitas dari pemegang kartu tersebut. Sistem presensi ini menggunakan pemindai kode bar atau karakter yang mewakili nomor identitas. (Saputra,2018)

- c. Sistem dengan menggunakan pemindaian hidup (*biometrics*).
Sistem Biometrik adalah metode untuk mengidentifikasi atau mengenali

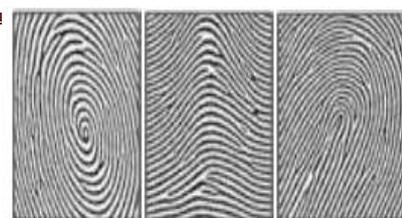


seseorang berdasarkan karakteristik fisik atau perilakunya. Karakteristik dari biometrik bersifat unik. Karena setiap manusia memiliki ciri-ciri fisik yang berbeda. Biometrik melekat pada diri manusia secara permanen serta dimiliki setiap manusia. (Aulia,2019)

2.2 Sidik Jari

Sidik jari merupakan bagian tubuh yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi seseorang. Sidik jari memiliki sifat yaitu *Perennial Nature* yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada jari manusia seumur hidup. *Immutability* yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah kecuali jika terjadi kecelakaan serius. *Individuality* yang artinya sidik jari manusia memiliki pola yang unik dan berbeda pada setiap orang. Ciri khas sidik jari yang digunakan untuk mengidentifikasi adalah guratan sidik jari yang dilakukan dengan cara menganalisis detail dari guratan-guratan sidik jari yang disebut sebagai *minutiae*. (Saputra,2018)

Secara umum, pola sidik jari dapat dibagi 3 tipe pola utama, yaitu *arch*, *loops*, dan *whorls*. Selain ni hanyalah variasi dari



kombinasi ketiga pola ini. (Saputra,2018). Gambar 1 menunjukkan pola sidikjari.

Gambar 1. Pola sidik jadi secara berurutan dari kiri ke kanan *Whorls, Arch, dan Loops*. (Saputra,2018)

2.3 Sensor sidikjari



Modul sensor sidik jari FPM10A dikembangkan untuk pengenalan sidik jari. Penggunaan dari modul ini sangatlah sederhana. Modul ini dapat beroperasi dengan Arduino. Modul ini dikendalikan melalui *port serial*. Gambar 2 berikut ini adalah tampilan dari sensor sidik jari.

Gambar 2 Modul sensor sidik jari (adafruit.com)

2.4 Arduino Uno

Arduino merupakan perangkat keras sekaligus perangkat lunak yang memungkinkan siapa saja melakukan pembuatan *prototipe* suatu rangkaian elektronika yang berbasis mikrokontroler dengan mudah dan cepat. Arduino dikeluarkan oleh perusahaan Atmel. Jenis mikrokontroler yang digunakan pada Arduino Uno adalah Atmega328P. Pada perangkat lunak, Arduino IDE adalah *tool* yang berguna untuk menuliskan program, mengkompilasi serta mengunggah program ke Arduino.

2.5 Long Range (LoRa)

Perangkat LoRa dan teknologi frekuensi radio nirkabel keluaran dari semtech adalah *platform* nirkabel dengan daya rendah yang dalam jangka panjang telah diakui sebagai teknologi untuk jaringan *Internet of Things*

(IoT) diseluruh dunia. Perangkat LoRa Semtech dan *protocol* LoRaWAN memungkinkan aplikasi IoT dapat memecahkan beberapa tantangan besar kedepan. Manajemen energi, pengurangan sumber daya alam, pengendalian polusi, efisiensi infrastruktur, pencegahan bencana, dan masih banyak lainnya. Perangkat LoRa Semtech dan *protocol* LoRaWAN telah banyak digunakan baik penggunaan untuk *smart city*, rumah dan rumah pintar, pertanian cerdas, pengukuran cerdas, *smart supply chain and logistics*. (semtech.com). Gambar 3 menunjukkan modul LoRa

Gambar 3. LoRa dragino (wiki.dragino.com)

LoRa RF96 merupakan perangkat LoRa keluaran dari *Dragino*. Perangkat LoRa RF96 menggunakan modul *Semtech* SX1276. LoRa RF96 bekerja pada rentang frekuensi 137 hingga 1020 MHz. *Spreading Factor* berada pada 6 – 12. *Bandwidth* 7.8 hingga 500 KHz.

2.6 Parameter Performansi LoRa

Kemampuan kinerja LoRa dapat dilihat melalui parameter LoRa. berikut ini adalah parameter LoRa yang digunakan pada penelitian ini.

1. *Spreading Factor*

Spreading factor (SF) adalah rasio antara simbol *rate* dan *chip rate*. *Spreading factor* yang lebih tinggi dapat meningkatkan nilai *signal noise to ratio* (SNR), sensitifitas, dan jangkauan. Tetapi juga dapat meningkatkan *airtime* paket. (Sallyna,2020). Nilai *spreading factor* pada rentang SF7 hingga SF12. Pada masing-masing nilai SF mempresentasikan *chips* yang dimodulasikan persimbol. Tabel 1 berikut ini adalah tabel rentang SF serta perbandingan terhadap jangkauan.

Tabel 1 Perbandingan nilai SF serta jangkauan (Yunus,2018)

Spreading factor (at 125 kHz)	Bitrate	Range (indicative values, depending on propagation conditions)	Time on Air (ms) (for 50 Bytes app payload)
SF7	5470 bps	2 km	56 ms
SF8	3125 bps	4 km	100 ms
SF9	1760 bps	6 km	200 ms
SF10	980 bps	8 km	370 ms
SF11	440 bps	11 km	740 ms
SF12	290 bps	14 km	1400 ms

(with coding rate 4/5 ; bandwidth 125kHz ; Packet Error Rate (PER): 1%)

2. Bandwidth

Bandwidth adalah parameter yang sangat penting pada penentuan *chip rate*. Nilai *bandwidth* yang lebih tinggi akan memberikan kecepatan data yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan waktu yang lebih pendek pada proses transmisi, namun nilai sensitifitas rendah karena integrasi kebisingan tambahan. Sedangkan nilai *bandwidth* yang lebih rendah memiliki sensitifitas tinggi, namun memiliki kecepatan yang rendah. Rentang nilai *bandwidth* berada pada 7.8 kHz hingga 500 kHz, namun yang dapat digunakan pada LoRa adalah 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz (Sallyna,2020)

3. Coding Rate

Coding rate dapat dipahami sebagai jumlah bit yang memuat data atau informasi untuk ditransmisikan. *Coding rate* dapat dirumuskan sebagai berikut. (Sari,2020)

$$CR = \frac{4}{(4+n)} \quad (1)$$

Dimana n merupakan {1,2,3,4}. *Coding rate* diformulasikan untuk menangani *Packet Error Rate* (PER) akibat adanya interferensi. *Coding rate* yang lebih besar dapat meningkatkan ketahanan terhadap interferensi dan kesalahan decoding. (Sari,2020)

4. Bit Rate

Bit rate (R_b) adalah satuan dasar informasi digital dan memiliki sifat *binner* yaitu 0 atau 1, tinggi atau rendah. *Bit rate* adalah laju perubahan *bit* tiap satuan waktu. Nilai *bitrate* dinyatakan dalam bps. (Sallyna,2020)

Berikut ini merupakan rumus yang menunjukkan hubungan antara *spreading factor*, *coding rate*, dan *bandwidth* dalam menentukan *bit rate*. (Sari,2020)

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

Dimana:

R_b = *Bit rate*
 SF = *Spreading factor*
 BW = *Bandwidth*
 CR = *Coding rate*

5. Kecepatan transfer

Kecepatan transfer adalah kemampuan mengirim data dalam satuan waktu. Berikut ini adalah rumus menghitung kecepatan transfer. (Istianti,2019)

$$\text{Kecepatan transfer} = \frac{\text{Jumlah data}}{\text{lama waktu pengiriman}} \quad (3)$$

6. Throughput

Throughput adalah *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu. *Throughput* menggambarkan penggunaan *bandwidth* sebenarnya dalam kondisi waktu tertentu. Maka rumus menghitung *throughput* dapat ditulis. (Dewo,2003)

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Kecepatan transfer}}{\text{bandwidth}} \times 100\% \quad (4)$$

7. Delay

Delay merupakan banyak waktu yang diperlukan sebuah paket untuk melakukan pengiriman dari pengirim menuju penerima.

Berikut ini adalah rumus menghitung *delay*. (Istianti,2019)

$$Delay = \frac{waktu\ paket\ diterima}{waktu\ paket\ dikirimkan} \quad (5)$$

8. RSSI

RSSI atau *Received Signal Strength Indication* adalah daya sinyal yang diterima dalam milliwatt dan diukur dalam dBm. Nilai RSSI ini dapat digunakan sebagai patokan seberapa baik penerima dapat menerima sinyal dari pengirim sinyal. Nilai RSSI semakin mendekati 0 maka nilainya akan semakin baik. Pada umumnya nilai RSSI pada LoRa adalah: (Sari,2020)

1. RSSI minimum = -120 dBm
2. Jika RSSI = -30 dBm maka sinyal kuat
3. Jika RSSI = -120 dBm maka sinyal lemah

9. Packet Loss

Packet loss adalah banyaknya paket yang gagal mencapai penerima ketika melakukan pengiriman dan paket tersebut hilang. Berikut ini adalah rumus menghitung *Packet loss*. (Istianti,2019)

$$PL = \frac{Paket\ dikirim - paket\ diterima}{paket\ dikirim} \times 100\% \quad (6)$$

2.7 Penggunaan Energi

karakteristik konsumsi energi pada LoRa perlu diperhatikan. Hal ini sangat diperlukan jika perangkat LoRa digunakan menggunakan sumber daya yang berasal dari baterai. Konsumsi arus yang terjadi ketika melakukan komunikasi terpengaruh oleh *power transmit* dan *spreading factor*. Semakin besar nilai *power transmit* maka daya yang digunakan akan semakin besar dan semakin besar nilai *spreading factor* maka waktu untuk mengkonsumsi daya semakin lama. (J Aziz,2019)

Berikut ini adalah rumus penggunaan energi (Feranita,2009)

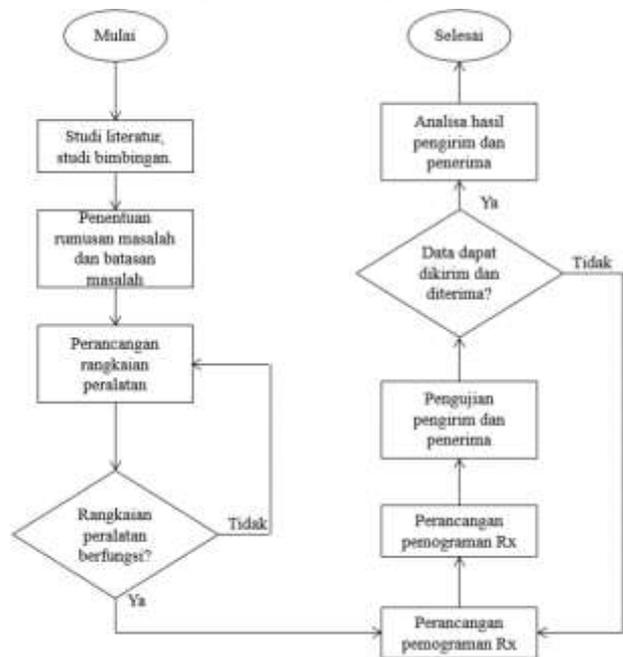
$$W = V \cdot I \cdot t \quad (7)$$

Dimana:

- W = Energi (J)
- V = Tegangan (V)
- I = Arus (A)
- t = Waktu (*hour*)

III. Metodologi Penelitian

Diagram alir penelitian secara keseluruhan ini mencakup semua tahapan yang dilakukan pada penelitian ini. Gambar 4 adalah diagram alir penelitian secara



keseluruhan.

Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan

Performansi LoRa dianalisa berdasarkan parameter-parameter performansi. Parameter yang menentukan performansi LoRa adalah *spreading factor*, *bandwidth*, *coding rate*, *bit rate*, RSSI, kecepatan transfer, *throughput*, *delay*, *Packet Loss*. Parameter ini diuji dalam kondisi *Line of sight* (LOS) dan *Non Line of sight* (NLOS). Kondisi NLOS yaitu kondisi pengirim dan penerima mendapatkan penghalangan baik dari bangunan, pohon dan benda benda

lainnya. Kondisi LOS yaitu kondisi pengirim dan penerima tidak memiliki penghalang.

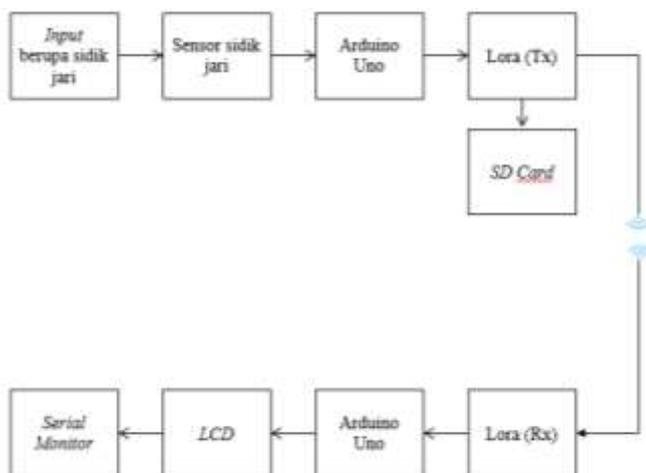
Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras guna mendukung perancangan sistem presensi sidik jari berbasis LoRa. berikut ini.

1. Arduino Uno
2. Sensor sidikjari FPM10A
3. LoRa *transceiver*
4. ATmega328p
5. Modul SD card
6. *Real Time Clock* DS3231
7. LCD 16x2

Perangkat keras akan dapat berfungsi jika didukung oleh perangkat lunak. Berikut ini adalah perangkat lunak yang digunakan untuk merancang sistem presensi sidik jari berbasis LoRa.

1. *Arduino IDE*
2. *Serial Monitor*

Gambar 5 berikut ini menunjukkan blok diagram sistem presensi menggunakan sidikjari berbasis LoRa.



Gambar 5. Blok diagram sistem presensi

Sidikjari sebagai data input. Sensor sidikjari berguna untuk memindai pola sidikjari dan menjadikan dalam bentuk digital. Arduino uno sebagai mikrokontroller mengolah data sidikjari yang akan dikirimkan menggunakan pengirim LoRa. Pada saat bersamaan Arduino memproses data untuk dilanjutkan menuju pengirim LoRa dan

penyimpanan data menggunakan *SD card*. Data yang dikirimkan pada penerima LoRa. Data yang diterima oleh penerima LoRa akan diproses menggunakan mikrokontroller Arduino uno. Data yang telah diproses akan ditampilkan pada bagian keluaran yaitu LCD dan *Serial Monitor*.

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi *Line of Sight* (LOS) dan *Non-line of Sight* (NLOS). Jarak antara titik pengiriman dan pengujian dibagi dalam 5 titik, yaitu 50 meter, 100 meter, 150 meter, 200 meter dan 250 meter. Gambar 6 menunjukkan peta titik pengujian kondisi NLOS.



Gambar 6. Titik Pengujian NLOS

Gambar 7 menunjukkan peta titik pengujian kondisi LOS



Gambar 7. Titik pengujian LOS

IV. Analisa dan Hasil

Parameter yang telah ditetapkan pada perangkat LoRa adalah *bandwidth* 125 kHz, *spreading factor* 7 dan *coding rate* 4/5. Berdasarkan parameter tersebut maka nilai *Bitrate* adalah:

$$R_b = 7 * \left[\frac{\frac{4}{5}}{\frac{27}{125000}} \right] \text{bits/sec}$$

Hasil yang didapat pengujian jarak pada kondisi LOS adalah

Tabel 2. Pengujian jarak kondisi LOS

Jarak (m)	Hasil Pengujian
50	Berhasil
100	Berhasil
150	Berhasil
200	Berhasil
250	Berhasil

Kondisi LOS modulasi LoRa dapat menerima data hingga jarak terjauh yaitu 250m. Hasil yang didapat pada jarak pengujian pada kondisi NLOS adalah

Tabel 3. Pengujian jarak kondisi NLOS

Jarak (m)	Hasil Pengujian
50	Berhasil
100	Berhasil
150	Berhasil
200	Berhasil
250	Berhasil

Kondisi NLOS modulasi LoRa dapat menerima data hingga jarak terjauh yaitu 250m. Tabel 4 berikut ini menunjukkan nilai RSSI yang didapatkan pada pengujian dalam kondisi LOS dan NLOS

Tabel 4. Nilai RSSI kondisi LOS dan NLOS

Jarak (m)	LOS	NLOS
50	-73.40	-87.90
100	-91.50	-102
150	-100.7	-108.6
200	-112.8	-114.2
250	-111.5	-114.4

Tabel 5 menunjukkan hasil analisa untuk mendapatkan nilai *delay*, kecepatan *transfer*, dan *throughput* pada kondisi NLOS

Tabel 5. Analisa *delay*, kecepatan *transfer*, dan *throughput* pada kondisi NLOS

Jarak (m)	Kondisi	Delay (s)	Kecepatan Transfer (bits/sec)	Throughtput (%)
50	LOS	0.03713	0.29213	0.23370
	NLOS	0.0371212	0.29217	0.2337

100	LOS	0.03712	0.29216	0.23372
	NLOS	0.0371204	0.29216	0.2337
150	LOS	0.03713	0.29214	0.23371
	NLOS	0.0371194	0.29218	0.2337
200	LOS	0.30708	0.29223	0.23378
	NLOS	0.0371192	0.29219	0.2336
250	LOS	0.03713	0.29211	0.23369
	NLOS	0.037124	0.29215	0.2336

Tabel 6 berikut ini menunjukkan hasil pengujian *packet loss* pada kondisi LOS dan NLOS.

Tabel 6. Hasil analisa pengujian *Packet Loss*

Jarak (m)	LOS	NLOS
50	0	0.06
100	0	0
150	0.06	5.81
200	36.61	24.66
250	21.72	68.17

Berikut ini adalah analisa penggunaan energi pada kondisi perangkat mengirimkan data.

Dimana:

$$I = 131.1 \text{ mA} = 0.1311 \text{ A}$$

$$V = 5 \text{ V}$$

$$t = 36604 \mu\text{s} = 0.0000101678 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 kali pengiriman adalah 0.0000101678 jam. Diasumsikan dalam satu hari terdapat 160 kali mengirim data presensi maka total waktu mengirim data menjadi:

$$t = 0.0000101678 \times 160 = 0.001626844 \text{ jam}$$

maka total penggunaan energi yang digunakan pada saat mengirim dalam 1 hari adalah:

$$W = V \times I \times t = 5 \times 0.1271 \times 0.001626844 = 0.001066397 \text{ J}$$

Berikut ini adalah analisa penggunaan energi pada kondisi perangkat menerima data.

Dimana:

$$I = 83.9 \text{ mA} = 0.0839 \text{ A}$$

$$V = 5 \text{ V}$$

$$t = 36608 \mu\text{s} = 0.0000101689 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 kali penerimaan adalah 0.0000101689 jam. Diasumsikan dalam satu hari terdapat 160 kali menerima data presensi maka total waktu menerima data menjadi:

$t = 0.0000101678 \times 160 = 0.001627022$ jam
 maka total penggunaan energi yang digunakan pada saat menerima dalam 1 hari adalah:

$$\begin{aligned} W &= V \times I \times t \\ &= 5 \times 0.0839 \times 0.001627022 \\ &= 0.000682536 \text{ J} \end{aligned}$$

Kondisi bersedia adalah kondisi dimana perangkat tidak melakukan proses mengirim ataupun menerima data. Berikut ini penggunaan energi pada perangkat pengirim dalam kondisi bersedia.

Dimana:

$$\begin{aligned} V &= 5 \text{ V} \\ I &= 127.1 \text{ mA} = 0.1271 \text{ A} \\ t &= \text{total waktu perangkat digunakan} - \\ &\quad \text{total waktu mengirim} \\ &= 8 \text{ jam} - 0.001626844 \text{ jam} \\ &= 7.998373156 \text{ jam} \end{aligned}$$

Sehingga penggunaan energi kondisi bersedia perangkat pengirim adalah

$$\begin{aligned} W &= V \times I \times t \\ &= 5 \times 0.1271 \times 7.998373156 \\ &= 5.08296614 \text{ J} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah penggunaan energi pada perangkat penerima dalam kondisi bersedia

Dimana:

$$\begin{aligned} V &= 5 \text{ V} \\ I &= 75.3 \text{ mA} = 0.0753 \text{ A} \\ t &= \text{total waktu perangkat digunakan} - \\ &\quad \text{total waktu mengirim} \\ &= 8 \text{ jam} - 0.001627022 \text{ jam} \\ &= 7.998372978 \text{ jam} \end{aligned}$$

Sehingga penggunaan energi kondisi bersedia perangkat pengirim adalah

$$\begin{aligned} W &= V \times I \times t \\ &= 5 \times 0.0753 \times 7.998372978 \\ &= 3.011387426 \text{ J} \end{aligned}$$

Tabel 7 menunjukkan total penggunaan energi perangkat pengirim dan penerima.

Tabel 7. total penggunaan energi perangkat pengirim dan penerima.

Kondisi	Penggunaan energi
Mengirim	0.001066397 J
Menerima	0.000682536 J
Perangkat pengirim bersedia	5.08296614 J
Perangkat penerima bersedia	3.011387426 J

V. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari serangkaian pengujian pada penelitian ini adalah:

1. Pada kondisi LOS dan NLOS modulasi LoRaTM dapat mengirim dan menerima data hingga jarak 250m.
2. Nilai RSSI terbaik pada kondisi NLOS adalah -87.9 dBm sedangkan untuk kondisi LOS nilai RSSI terbaik adalah -73.4 dBm.
3. Nilai *delay* terbaik pada kondisi NLOS adalah 0.037124 s Sedangkan pada kondisi LOS nilai *delay* terbaik adalah 0.30708s.
4. Kecepatan transfer terbaik kondisi NLOS adalah 0.29215 bits/sec sedangkan kondisi LOS nilai kecepatan transfer terbaik adalah 0.29211 bits/sec.
5. *Throughput* terbaik kondisi NLOS adalah 0.23369% sedangkan kondisi LOS nilai *Throughput* terbaik adalah 0.2336%.
6. *Packet Loss* terbaik pada kondisi NLOS adalah 0% pada jarak 100m sedangkan pada kondisi LOS *packet Loss terbaik* adalah 0 % pada jarak 50m dan 100m.
7. Dalam satu hari, perangkat pengirim LoRa mengkonsumsi energi ketika mengirimkan data sebesar 0.001066397 J sedangkan dalam kondisi bersedia 5.08296614 J. Perangkat penerima LoRa mengkonsumsi energi ketika menerima data sebesar

0.000682536 sedangkan dalam kondisi tersedia 3.011387426 J.

Berdaya Rendah. Diakses pada 24 September 2020.
<https://medium.com/@yunusmuhamma d007/1-lora-sistem-komunikasi-wireless-jarak-jauh-dan-berdaya-rendah-70dfc4d3c97d>

VI. Daftar Pustaka

- Aulia, N. & Puspitasari, D. 2019. Pengaruh Penerapan Presensi Biometrik Terhadap Peningkatan Kinerja Guru di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Ilmiah Edukasi & Sosial*, Vol. 10, No.2
- Feranita.2009. Buku Ajar Fisika. Pekanbaru: Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Riau.
- Fitrianto, Purnomo. 2007. Komputerisasi Presensi Siswa Berbasis SMS dan Barcode di SMA Negeri 3 Purworejo. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Istianti, P. D. D., & Bogi, N. 2017. Perancangan dan Implementasi Device Tentang Teknologi Akses LPWAN LORA Untuk Monitoring Air Sungai Citarum. *E-Proceeding of Engineering*, Vol. 6, No.2.
- J Aziz. B., Astuti. R. P., & Jayadi. Y. T. 2019. Perancangan Alat *End-Device* LoRa Sebagai Alat Pengukur Efisiensi *Power Consumption* dengan Menggunakan Metode *Spreading Factor* dan *Power Transmit*. *E-Proceeding of Engineering*, Vol.6, No.2.
- Putra, R. W., & Rahayu, Y. 2019. Rancang Bangun Alat Pemantauan Trafik Kendaraan di Universitas Riau secara Real Time Menggunakan LORA Protokol. *Jom Fteknik*. Vol. 6. Edisi 2
- Sallyna, D., Usman, U. K., & Murti, M. A. 2020. Perencanaan Jaringan *Long Range* (LORA) Pada Frekuensi 920 MHz – 923 MHz di Kota Bandung. *e-Proceeding of Engineering*: Vol.7, No 1.
- Saputra, S., & Aswardi. 2018. Rancang Bangun Absensi Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *INVOTEK*, Vol. 18, No. 1
- Sari, I. P. 2020. Sistem Monitoring Detak Jantung Pasien Terintegrasi. Skripsi Sarjana. Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Yunus, M. 2018. #1 LoRa | Sistem Komunikasi Wireless Jarak Jauh