

RANCANG BANGUN REPEATER LORA RFM95 DENGAN FREKUENSI 915 MHZ BERBASIS ESP32

Bambang Dwinanto¹, Bambang Yulianto²

Universitas Gunadarma, Indonesia^{1,2}

Email: bambang_dwi@staff.gunadarma.ac.id¹, Bambang_yulianto@staff.gunadarma.ac.id²

Kata kunci:

Repeater, LoRa RFM95, ESP32

Abstrak

Kegiatan alam seperti mendaki gunung merupakan kegiatan yang membutuhkan sistem komunikasi yang baik, apakah itu untuk keperluan mengetahui posisi ataupun komunikasi ke sesama pendaki dalam suatu kelompok kecil ataupun besar. Kasus hilangnya pendaki sering terjadi di pegunungan, sehingga komunikasi dalam pencarian di daerah pegunungan menjadi salah satu hal yang sulit saat melakukan pencarian. Tujuan dari rancang bangun repeater LoRa RFM95 dengan frekuensi 915 MHz berbasis ESP32 adalah untuk meningkatkan jangkauan dan stabilitas komunikasi dalam jaringan LoRa. Penelitian skala internasional mengenai pengujian performansi LoRa menyimpulkan bahwa jarak jangkauan LoRa sangat dipengaruhi oleh kondisi area yang diuji. Oleh karena itu, diperlukan repeater untuk LoRa RFM95 menambah jarak jangkauan yang mengacu pada metode *System Development Life Cycle* (SDLC). Hasil uji coba yang dilakukan untuk transmitter dan receiver dapat berkomunikasi sejauh 80meter dengan kondisi line of sight (LoS) dan 60meter dengan kondisi non-line of sight (NLOS). Hasil uji coba yang dilakukan repeater dapat memperluas jangkauan komunikasi sejauh 60meter dengan kondisi line of sight dan 40meter dengan kondisi non-line of sight (NLOS).

Keywords:

Repeater, LoRa RFM95, ESP32

Abstract

*Natural activities such as mountain climbing are activities that require a good communication system, whether it is for the purposes of knowing the position or communication to fellow climbers in a small or large group. Cases of missing climbers often occur in the mountains, so communication in search in mountainous areas becomes one of the difficult things when searching. The purpose of designing LoRa RFM95 repeaters with a frequency of 915 MHz based on ESP32 is to improve the range and stability of communication in LoRa networks. International scale research on LoRa performance testing implies that the LoRa coverage distance is strongly influenced by the conditions of the tested area. Therefore, a repeater is needed for LoRa RFM95 to increase the range distance which refers to the *System Development Life Cycle* (SDLC) method. The results of tests conducted for transmitters and receivers can communicate as far as 80 meters with line of sight (LoS) conditions and 60meters with non-line of sight (NLOS) conditions. The results of trials conducted by repeaters can extend communication range as far as 60 meters*

with line of sight conditions and 40 meters with non-line of sight (NLOS) conditions.

*Correspondence Author: Bambang Dwinanto
Email: bambang_dwi@staff.gumadarma.ac.id



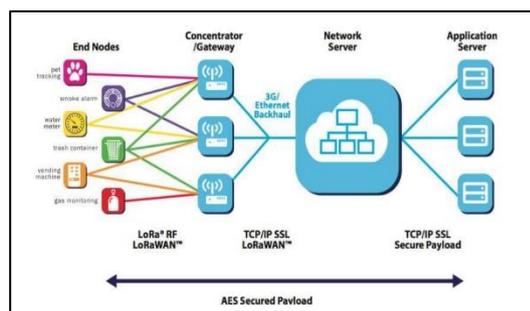
PENDAHULUAN

Teknologi melalui komunikasi nirkabel sudah mulai berkembang dan terkoneksi satu sama lain. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang digunakan adalah teknologi komunikasi LoRa (Alhasan M, 2019). LoRa merupakan teknologi pengiriman nirkabel yang menggunakan teknik modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS) (Noorlinda et al., 2022). CSS telah digunakan untuk komunikasi jarak jauh oleh militer dan agensi luar angkasa karena dari kemampuan teknik ini dapat menahan interferensi (Khutsoane et al., 2017). LoRa bekerja pada pita frekuensi 2,4Ghz, 915Mhz, 868Mhz, dan 433Mhz yang sudah disesuaikan oleh regulasi dari masing-masing negara (Yanziah et al., 2020). Walaupun LoRa memiliki kelebihan dalam jarak, namun teknologi tersebut memiliki beberapa kekurangan dalam kualitas pengirimannya (Gustiyana et al., 2019).

Berdasarkan latar belakang dan kajian pustaka tersebut, fokus dalam penelitian ini adalah Perancangan Alat Repeater LoRa RFM95 Berbasis Mikrokontroler untuk menguatkan jarak jangkauan sinyal, serta menganalisis performanya. Alat ini menggunakan modul LoRa RFM95 sebagai komunikasi nirkabel yang mana Modul LoRa ini memiliki jangkauan yang sesuai dengan datasheet sejauh 5 km (Rafidah & Wagya, 2020).

LoRa (*Long Range*) adalah teknologi transmisi komunikasi nirkabel yang menggunakan teknologi *spread spectrum* yang menggunakan *Chirp Spread Spectrum* (CSS) untuk modulasi. LoRa adalah platform komunikasi nirkabel jarak jauh yang penting untuk *Internet of Things* (IoT). Teknologi LoRa adalah protokol nirkabel baru yang dikembangkan oleh perusahaan bernama Semtech dan dirancang khusus untuk komunikasi jarak jauh dengan daya rendah. LoRa mentransmisikan dalam pita frekuensi radio megahertz yang diatur seperti 169MHz, 433MHz (Asia), 868MHz (Eropa), dan 915MHz (Amerika Utara) (ALIFFIYAH, 2021).

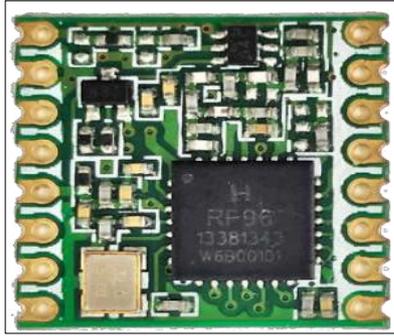
Arsitektur jaringan adalah desain aliran komunikasi yang diterapkan pada media elektronik Sistem komunikasi (Ismindari, 2023).



Gambar 1 Sistem Komunikasi LoRa

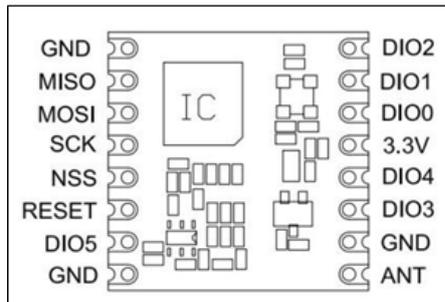
Sumber: <https://medium.com/coinmonks>

Pada Gambar 1. LoRa biasanya menggunakan jaringan dengan topologi *star* dimana *end device* terhubung melalui komunikasi *singlehop* ke satu atau banyak *gateway* yang kemudian akan terhubung ke *NetServer* melalui internet. LoRa Transceiver RFM95/96/97 mempunyai fitur modem *Long Range* yang menyediakan komunikasi spektrum tersebar jarak sangat jauh dan tahan interferensi tinggi, juga dapat meminimalisir penggunaan arus.



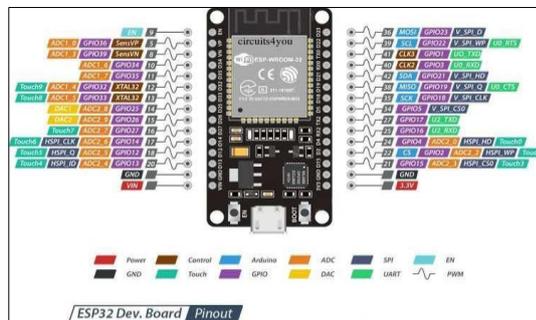
Gambar 2 Modul LoRa RFM95
Sumber: <https://www.hoperf.com>

RFM9x LoRa Module 915MHz merupakan modul *transceiver* jarak jauh yang menggunakan teknologi LoRa berfungsi untuk komunikasi data bebas interferensi dan menggunakan daya rendah. Pada dasarnya setiap modul memiliki *input* dan *output* untuk memproses sebuah kinerja dari suatu alat. Berikut adalah gambar pin diagram yang dimiliki LoRa RFM95/96/97.



Gambar 3 Pin LoRa RFM95
Sumber: <https://www.hoperf.com>

Espressif System meningkatkan teknologi baru sebagai penerus ESP8266 yaitu ESP32. Pada mikrokontroler ini memiliki keunggulan dengan adanya *chip* yang sudah terintegrasi Wifi dan Bluetooth sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem *Internet of Things* (IoT), desain yang kuat, konsumsi daya yang rendah, dan dapat bertindak sebagai perangkat pendukung (Kusumah & Pradana, 2019).



Gambar 4 .ESP32
Sumber: <https://circuits4you.com>

Pada Gambar 4 terdapat penjelasan dari pin-pin dari ESP32. ESP32 memiliki GPIO sebanyak 36 pin yang merupakan *General Purpose Input Output* yang berfungsi sebagai pin

masuk dan keluaran analog maupun digital. Untuk spesifikasi yang dimiliki ESP32 akan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi ESP32

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520 KB
FLASH	2 MB (max. 64 MB)
Tegangan	2.2 V sampai 3.6 V
Arus Kerja	Rata-rata 8 mA
Dapat diprogram	Ya (C, C++, Python, Lua, dll)
Open Source	Ya
Konektivitas	
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth®	4.2 BR/EDR + BLE
Konektivitas	
UART	3
I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2(8-bit)

RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat nirkabel (Puspitasari, 2014) (Putra, 2018).

Tabel 2. Level Sinyal RSSI

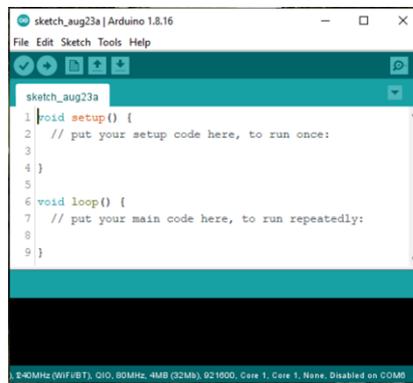
Level RSSI (dBm)	Keterangan
-30	Sangat Baik
-65	Baik
-90	Cukup
-105	Buruk
-115	Sangat Buruk

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan diketahui melalui tampilan layar kristalnya. *Liquid Crystal Display* (LCD) adalah suatu jenis media penampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada pembuatan alat ini menggunakan 2 jenis LCD yang digunakan ialah LCD *Alphanumeric* dengan jumlah karakter 20x4 dan 16x2. LCD sangat berguna sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. LCD 20x4 dan 16x2 dapat menampilkan berbagai macam karakter berdasarkan daftar kode ASCII (Saputra & Eliza, 2022).



Gambar 5 LCD I2C, (a). 20x4, (b). 16x2

Membangun suatu sistem dengan mikrokontroler yang diperlukan suatu aplikasi bernama Arduino IDE yang berfungsi untuk memberikan perintah atau coding untuk mikrokontroler ESP32. Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah sebuah aplikasi yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler dengan *command-command* yang diinginkan untuk menghasilkan sebuah alat yang multifungsi. Kode program yang digunakan pada arduino sering disebut dengan *source code* arduino, dengan ekstensi *file source code.ino*. *Software* ini dapat ditulis menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.



Gambar 6. *Software* Arduino IDE

Penelitian skala internasional mengenai pengujian performansi LoRa menyimpulkan bahwa jarak jangkauan LoRa sangat dipengaruhi oleh kondisi area yang diuji. Pengujian yang dilakukan di area urban, sub urban, dan rural memiliki jarak jangkauan yang berbeda-beda, sehingga mempengaruhi nilai Received Signal Strength Indicator (RSSI) (Tan et al., 2019). Menurut Murdyantoro pada tahun 2019, jangkauan yang diterima oleh LoRa berhasil melakukan pengukuran tanpa penghalang sejauh 400m, sedangkan kondisi pengukuran dengan penghalang sejauh 300m. Hal ini didapat jarak jangkauan maksimal yang diuji masih belum sesuai dengan spesifikasi LoRa yaitu mencapai 5 km (Murdyantoro et al., 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Asma Yanzhiah, dkk. pada tahun 2020 yang menguji jarak jangkauan LoRa RFM95 di area urban, berhasil melakukan pengujian nilai jarak maksimum yang didapat adalah 2 km dan sudah sesuai dengan datasheet yang berkisar 1-5 km (Yanzhiah et al., 2020). Akan tetapi, pengujian yang dilakukan oleh Asma Yanzhiah memiliki kekurangan saat pengiriman data. Pengujian yang dilakukan untuk mencapai 2 km dengan penghalang hanya menerima 1 data dari 30 percobaan.

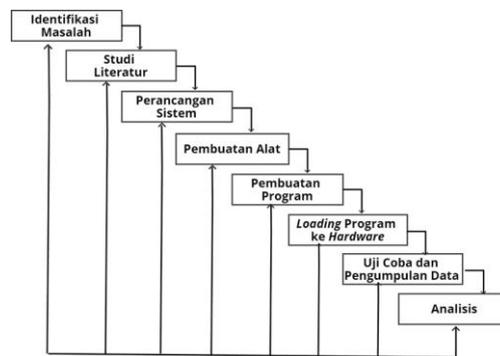
Tujuan dari rancang bangun repeater LoRa RFM95 dengan frekuensi 915 MHz berbasis ESP32 adalah untuk meningkatkan jangkauan dan stabilitas komunikasi dalam jaringan LoRa. Dengan adanya repeater ini, sinyal LoRa yang lemah atau terhalang oleh hambatan dapat diperkuat dan diteruskan, sehingga memungkinkan pertukaran data lebih efisien dalam lingkup jaringan tersebut. Selain itu, tujuan lainnya adalah untuk menyediakan solusi yang terjangkau dan dapat diimplementasikan secara luas, mendukung pengembangan aplikasi IoT (*Internet of Things*) yang membutuhkan konektivitas jarak jauh. Manfaat dari pembuatan repeater ini mencakup peningkatan reliabilitas komunikasi pada jaringan LoRa, memperluas cakupan geografis untuk aplikasi IoT, dan mengatasi kendala jarak dalam pengiriman data. Repeater ini

juga dapat membantu mengurangi biaya infrastruktur, karena tidak perlu mendirikan stasiun gateway yang mahal di setiap titik jaringan, melainkan cukup menggunakan repeater di lokasi strategis untuk memperluas cakupan.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada kebutuhan akan konektivitas jarak jauh dalam implementasi IoT, terutama di wilayah yang memiliki topografi atau struktur fisik yang menghambat transmisi sinyal LoRa. Dengan adanya repeater, tantangan geografis tersebut dapat diatasi, memungkinkan penggunaan teknologi LoRa dengan lebih efektif dan dapat diandalkan. Dengan demikian, proyek ini memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan ekosistem IoT yang semakin luas, mendukung konektivitas yang handal dan efisien.

METODE PENELITIAN

Dalam membangun sistem secara keseluruhan, perlu dilakukan beberapa tahapan atau langkah. Penelitian ini menggunakan metode yang mengacu pada metode *waterfall* atau dikenal dengan *System Development Life Cycle (SDLC)*. Metode *waterfall* ini dilakukan karena menggambarkan secara sistematis dan juga berurutan (*step by step*) dalam pengerjaan alat (Aprilia, 2019).

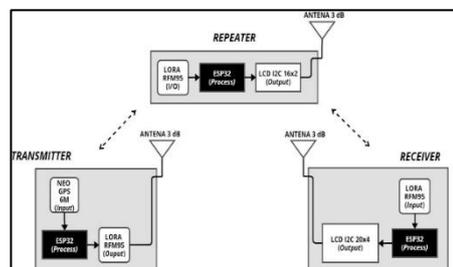


Gambar 6. Metode Waterfall

Pada Gambar 6 terdapat alur dari metode *waterfall* yang dibuat secara berurutan agar penelitian dapat dilakukan sesuai dengan yang direncanakan. Dalam perancangan alat, hal yang pertama dilakukan adalah identifikasi masalah untuk dapat memahami permasalahan yang terjadi di lapangan agar mendapat solusi untuk mengatasi permasalahan yang terjadi.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem secara keseluruhan dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu *transmitter*, *repeater*, dan *receiver*. Pada perancangan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar diagram blok di bawah ini



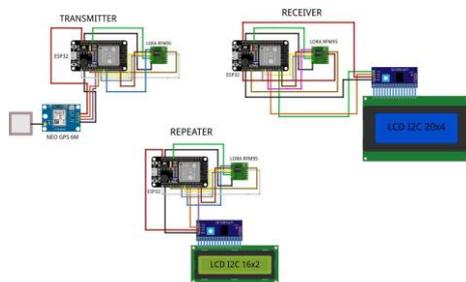
Gambar 7. Diagram Blok Keseluruhan Alat

Gambar 7 menampilkan diagram blok dari keseluruhan alat. Masing- masing alat memiliki beberapa komponen sesuai dengan yang dibutuhkan. Pada bagian *transmitter* (pengirim) memiliki 4 komponen yaitu modul Neo GPS 6m, ESP32, LoRa RFM95, dan antena 3dB. *Transmitter* bekerja sebagai pengirim yang mengirimkan berupa data koordinat dan data

acak. Kemudian bagian *repeater* memiliki 4 komponen yaitu LoRa RFM95, ESP32, LCD I2C 16x2 dan antenna 3dB. *Repeater* bekerja menerima data yang dikirimkan dari *transmitter* dan kemudian mengirimkan kembali ke *receiver*. Bagian *receiver* memiliki komponen yang sama dengan *repeater*, akan tetapi perbedaannya terdapat pada ukuran LCD I2C yang digunakan. *Receiver* menggunakan LCD I2C 20x4 untuk menampilkan data yang dikirimkan dari *transmitter* dan *repeater*.

Perancangan Alat

Pembuatan alat pada alat *repeater* yaitu pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang menjelaskan mengenai langkah-langkah pembuatan alat berdasarkan rancangan skematik. Pembuatan ini terbagi menjadi 3 yaitu *transmitter*, *repeater*, dan *receiver*. Ketiga alat tersebut memiliki pin-pin yang terhubung untuk menjadi satu kesatuan.



Gambar 8. Komponen Keseluruhan Alat

Tabel. 3 Konfigurasi Pin ESP32 dan LoRa RFM95

Pin ESP32	Pin LoRa RFM95
D2	DIO0
D5	NSS
D14	RST
D19	MISO
D18	SCK
D23	MOSI

Pada Tabel 3. di atas dapat diketahui bahwa pin-pin yang terhubung untuk transmitter, repeater, dan receiver yaitu pin ESP32 dan LoRa RFM95 memiliki konfigurasi pin yang sama. Pin yang digunakan diantaranya adalah pin D2 terhubung dengan pin DIO0, pin D5 terhubung dengan pin NSS, pin D14 terhubung dengan pin RST, pin D19 terhubung dengan pin MISO, pin D18 terhubung dengan pin SCK, pin D23 terhubung dengan pin MOSI.

Adapun konfigurasi pin ESP32 dan Neo GPS 6m pada *transmitter*. Berikut konfigurasi pin yang akan dijelaskan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4. Konfigurasi Pin ESP32 dan LCD I2C

Pin ESP2	Pin Neo GPS 6m
TX0	RX
RX0	TX
3V3	VCC
GND	GND

Tabel 4 di atas dapat diketahui bahwa pin-pin yang terhubung untuk transmitter yaitu pin ESP32 dan Neo GPS 6m. Pin yang digunakan diantaranya adalah pin TX0 terhubung dengan pin

RX, pin RX0 terhubung dengan pin TX, pin 3V3 terhubung dengan VCC, pin GND terhubung dengan pin GND.

Pada Gambar 8 terdapat komponen ESP32 yang terhubung dengan LCD I2C. Berikut konfigurasi pin yang terhubung akan dijelaskan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 5. Konfigurasi Pin ESP32 dan LCD I2C

Pin ESP2	Pin LCD I2C
D21	SDA
D22	SCL
VIN	VCC
GND	GND

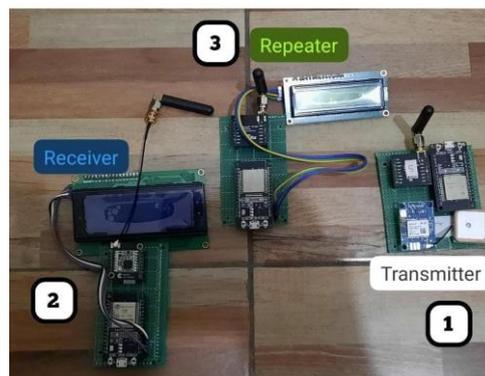
Tabel 5 di atas dapat diketahui bahwa pin-pin yang terhubung untuk repeater dan receiver yaitu ESP32 dan LCD I2C. Pin yang digunakan diantaranya adalah pin D21 terhubung dengan pin SDA, pin D22 terhubung dengan pin SCL, pin VIN terhubung dengan pin VCC, dan pin GND terhubung dengan pin GND

Pembuatan Program

Pembuatan program menggunakan aplikasi Arduino IDE 1.8.9 yang memanfaatkan bahasa pemrograman C untuk dapat mengontrol alat transmitter, repeater, dan receiver. Program yang telah dibuat pada aplikasi diunggah pada ESP32 sehingga dapat bekerja sesuai dengan input dan output pada alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba dan pengumpulan data pada alat transmitter, repeater, dan receiver dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama adalah mengukur jarak transmitter dan receiver. Tahap kedua adalah mengukur jarak repeater, ketika transmitter dan receiver berada pada jarak maksimum atau tidak dapat menerima data. Pengujian dilakukan pada dua kondisi untuk mengukur jarak. Kondisi pertama adalah Line of Sight (LOS) atau jalur kosong. Kondisi kedua adalah Non-Line of Sight (NLOS) atau jalur yang terdapat banyak penghalang (pohon).



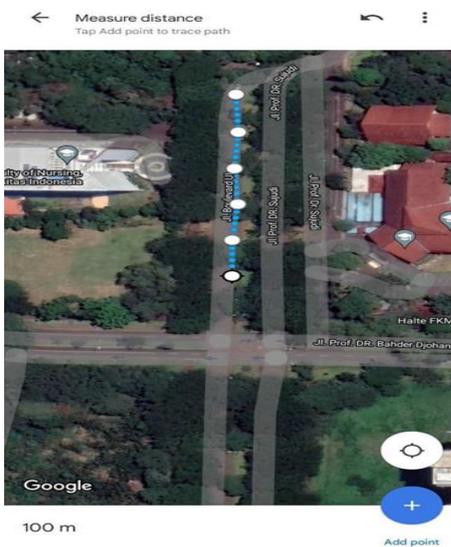
Gambar 9. Pengujian Alat

Gambar 9. di atas pengujian pada anotasi 1 yaitu *transmitter* dilakukan dengan cara bergerak mengirimkan data dan titik koordinat yang dihasilkan dari LoRa dan GPS ke anotasi 2 yaitu *receiver*. Pada anotasi 3 yang merupakan penempatan *repeater* ketika *transmitter* dan *receiver* berada pada jarak maksimum dan tidak dapat mengirim dan menerima data, kemudian *transmitter* bergerak lagi untuk mengukur jarak maksimum yang diterima oleh *repeater*.

Pengujian Transmitter dan Receiver

a. *Kondisi Line of Sight (LOS)*

Kondisi Line of Sight (LOS) merupakan kondisi transmitter (pengirim) dan receiver (penerima) dapat saling terlihat atau tampak satu sama lain tanpa adanya penghalang sama sekali.



Gambar 10. Lokasi Pengujian LoS TxRx

Pada Gambar 10 di atas adalah lokasi pengujian *Line of Sight* yang berada di area Universitas Indonesia dari arah utara ke arah selatan. Pengujian jarak *transmitter* dan *receiver* akan ditampilkan pada Tabel 6.

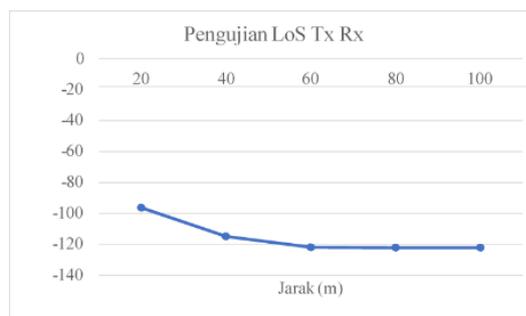
Tabel 6. Pengujian Transmitter dan Receiver LoS

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
1	20	1	-92	Benar	5
		2	-96	Benar	5
		3	-90	Benar	5
		4	-90	Benar	5
		5	-92	Benar	5
	Rata-rata RSSI		-92 dBm		
2	40	1	-100	Benar	5
		2	-106	Benar	5
		3	-106	Benar	5
		4	-107	Benar	5
		5	-108	Benar	5
	Rata-rata RSSI		-105 dBm		
3	60	1	-104	Benar	5
		2	-105	Benar	5
		3	-106	Benar	5
		4	-106	Benar	5
		5	-107	Benar	5
	Rata-rata RSSI		-105 dBm		
4	80	1	-110	Benar	5
		2	-110	Benar	5

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
		3	-112	Benar	6
		4	-110	Benar	5
		5	-110	Benar	5
	Rata-rata RSSI		-110 dBm		
5	100	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5
	Rata-rata RSSI		-122 dBm		

Pada Tabel 7 menunjukkan data pengujian *transmitter* dan *receiver* dengan kondisi *line-of-sight* (LOS) di area Universitas Indonesia . Besar nilai RSSI, akurasi data, dan *delay* berbeda-beda dipengaruhi dari pengukuran jarak yang telah dilakukan. Pengujian dilakukan pada jarak 20 meter, 40 meter, 60 meter, 80 meter,

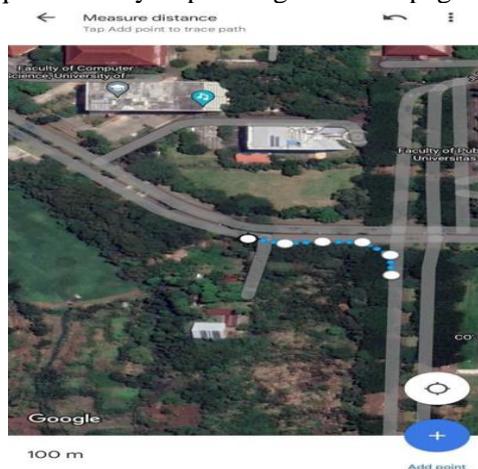
100 meter. Pada pengujian 20 meter, 40 meter, 60 meter, 80 meter terdapat akurasi data yang diterima 100% benar atau sesuai dengan data yang diprogram.



Gambar 11. Grafik Rata-Rata RSSI LoS Tx Rx

b. Kondisi Non-Line of Sight (NLOS)

Kondisi *Non-Line of Sight* (NLOS) merupakan kondisi transmitter (pengirim) dan receiver (penerima) terdapat penghalang. Pada kondisi ini tempat yang terhalang yaitu pepohonan, yang mana tempat ini menyerupai dengan daerah pegunungan.



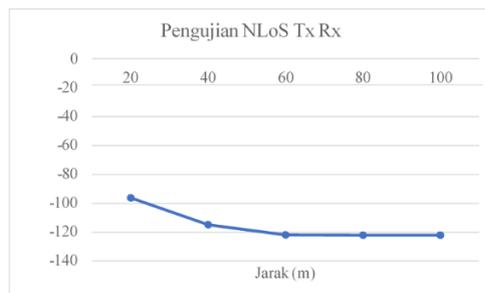
Gambar 12. Lokasi Pengujian NLoS TxRx

Pada Gambar 12 adalah lokasi pengujian dengan kondisi Non-Line of Sight (NLoS). Lokasi pengujian tersebut tidak jauh dengan pengujian LoS yang masih di area Universitas Indonesia. Pengujian transmitter dan receiver dengan kondisi Non- Line of Sight ditampilkan Tabel di bawah ini.

Tabel 7. Pengujian Transmitter dan Receiver NLoS

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
1	20	1	-95	Benar	5
		2	-95	Benar	5
		3	-96	Benar	5
		4	-98	Benar	5
		5	-97	Benar	5
		Rata-rata RSSI	-96 dBm		
2	40	1	-109	Benar	5
		2	-109	Benar	5
		3	-113	Benar	5
		4	-111	Benar	5
		5	-111	Benar	5
		Rata-rata RSSI	-114 dBm		
3	60	1	-116	Benar	5
		2	-119	Benar	6
		3	-118	Benar	6
		4	-120	Benar	6
		5	-119	Benar	6
		Rata-rata RSSI	-115 dBm		
4	80	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5
		Rata-rata RSSI	-122 dBm		
5	100	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5
		Rata-rata RSSI	-122 dBm		

Pada Tabel 7 menampilkan hasil pengujian Non-Line of Sight di area Universitas Indonesia. Setelah diuji kondisi dengan Non-Line of Sight hanya dapat menerima data di jarak maksimum 60 meter. Kondisi ini sangat mempengaruhi tingkat akurasi data dan delay yang diterima, karena pepohonan yang dapat menghambat proses pengiriman yang dilakukan tidak bisa terlalu jauh,



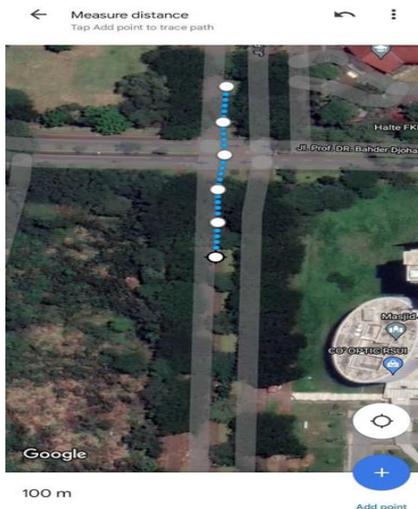
Gambar 12. Grafik Rata-Rata RSSI NLoS Tx Rx

Gambar 12. menampilkan grafik rata-rata RSSI dengan kondisi Non-Line of Sight. Grafik menunjukkan bahwa nilai RSSI sudah terlihat buruk pada jarak 60 meter apabila terdapat penghalang.

Pengujian Repeater

a. Kondisi Line of Sight (LOS)

Kondisi *Line of Sight* (LOS) merupakan kondisi transmitter (pengirim), repeater, receiver (penerima) dapat saling terlihat atau tampak satu sama lain tanpa adanya penghalang sama sekali.



Gambar 13. Lokasi Pengujian Repeater LoS

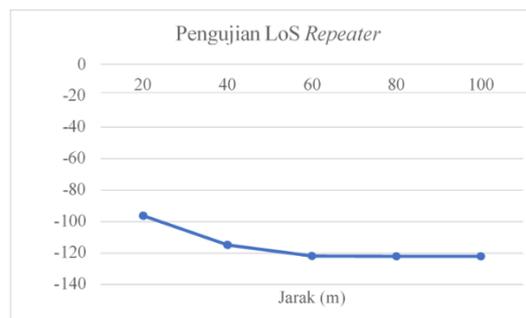
Pada Gambar 13 di atas melakukan pengujian *repeater* yang mana ditempatkan pada jarak maksimum pengujian *transmitter* dan *receiver*. Pada pengujian *Line of Sight transmitter* dan *receiver*, jarak maksimum untuk menerima data di jarak 80 meter, maka *repeater* akan ditempatkan pada jarak 80 meter dan *transmitter* bergerak lagi

Tabel 8. Pengujian Repeater LoS

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
1	20	1	-96	Benar	5
		2	-95	Benar	5
		3	-97	Benar	5
		4	-98	Benar	5
		5	-97	Benar	5
	Rata-rata RSSI		-96 dBm		
2	40	1	-111	Benar	5

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
		2	-113	Benar	5
		3	-112	Benar	5
		4	-114	Benar	5
		5	-120	Benar	5
		Rata-rata RSSI	-114 dBm		
3	60	1	-119	Benar	5
		2	-118	Benar	5
		3	-120	Benar	6
		4	-122	Salah	6
		5	-122	Salah	6
Rata-rata RSSI	-120 dBm				
4	80	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5
Rata-rata RSSI	-122 dBm				
5	100	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5
Rata-rata RSSI	-122 dBm				

Tabel 8 menampilkan hasil pengujian *repeater* dengan kondisi *Line of Sight*. Hal ini dapat diketahui bahwa *repeater* bekerja menerima dan mengirimkan kembali data untuk menambah jarak jangkauan *transmitter* dan *receiver*. Tingkat akurasi data *repeater* terdapat kesalahan pada jarak 60 meter, karena *repeater* bekerja 2 kali dalam prosesnya.



Gambar 14. Grafik Rata-Rata RSSI Repeater

b. Kondisi Non-Line of Sight (NLOS)

Kondisi *Non-Line of Sight* (NLOS) merupakan kondisi transmitter (pengirim), repeater dan receiver (penerima) terdapat penghalang. Pada kondisi ini terbagi menjadi dua tempat yang menjadi penghalang. Tempat pertama adalah posisi transmitter, repeater dan receiver terhalang oleh bangunan. Tempat yang kedua adalah posisi transmitter, repeater dan receiver terhalang oleh pepohonan yang mana tempat ini menyerupai dengan daerah pegunungan.



Gambar 15. Lokasi Pengujian Repeater NLoS

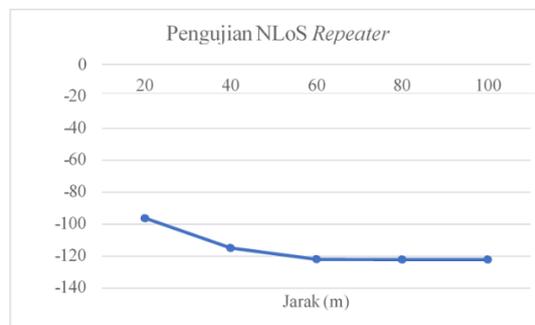
Gambar 15 adalah lokasi pengujian *repeater* dengan kondisi *Non-Line of Sight* dapat diketahui bahwa, *repeater* dilakukan penempatan kembali dari hasil pengujian jarak maksimal *transmitter* dan *receiver* dengan kondisi *Non-Line of Sight*.

Tabel 9. Pengujian Repeater NLoS

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
1	20	1	-95	Benar	5
		2	-95	Benar	5
		3	-96	Benar	5
		4	-98	Benar	5
		5	-97	Benar	5
	Rata-rata RSSI		-96 dBm		
2	40	1	-111	Benar	5
		2	-114	Benar	5
		3	-115	Benar	5
		4	-114	Benar	5
		5	-120	Salah	6
	Rata-rata RSSI		-115 dBm		
3	60	1	-121	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	6
		4	-122	Salah	6
		5	-122	Salah	6
	Rata-rata RSSI		-122 dBm		
4	80	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5

No	Jarak (meter)	Percobaan ke-	RSSI (dBm)	Akurasi Data	Delay (s)
	Rata-rata RSSI		-122 dBm		
5	100	1	-122	Salah	5
		2	-122	Salah	5
		3	-122	Salah	5
		4	-122	Salah	5
		5	-122	Salah	5
	Rata-rata RSSI		-122 dBm		

Tabel 9 menampilkan hasil pengujian *repeater Non-Line of Sight* dapat diketahui bahwa penambahan jarak jangkauan yang dilakukan *repeater* hanya sejauh 40 meter. Pada percobaan ke -5 di 40 meter terdapat kesalahan data saat menerima dari *transmitter* karena jarak 40 meter sudah maksimal.



Gambar 16. Grafik Rata-Rata RSSI *repeater* NLOS

KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi repeater pada sistem LoRa RFM95 telah berhasil. Pertama, cara kerja repeater dalam menerima dan mengirimkan sinyal kembali telah terbukti sesuai dengan yang diujikan. Sebagai contoh, repeater mampu menerima data dari transmitter dan mengirimkannya kembali dengan efektif kepada receiver. Kedua, perancangan repeater LoRa RFM95 untuk mengoptimalkan jarak jangkauan telah berjalan dengan baik, meskipun jarak yang diukur tidak terlalu jauh. Hal ini menunjukkan bahwa sistem repeater dapat secara efisien memperluas jangkauan komunikasi dalam lingkungan yang telah ditetapkan. Terakhir, pengujian dan analisis repeater LoRa RFM95 menghasilkan hasil yang memuaskan. Uji coba yang dilakukan pada transmitter dan receiver menunjukkan kemampuan berkomunikasi hingga 80 meter dengan kondisi line of sight (LoS) dan 60 meter dengan kondisi non-line of sight (NLOS). Sementara itu, repeater berhasil memperluas jangkauan komunikasi hingga 60 meter dalam kondisi line of sight dan 40 meter dalam kondisi non-line of sight (NLOS). Dengan demikian, implementasi repeater pada sistem LoRa RFM95 dapat dianggap berhasil dan dapat menjadi solusi efektif untuk memperluas jangkauan komunikasi dalam lingkup yang ditargetkan.

BIBLIOGRAPHY

- Alhasan M, M. (2019). *Implementasi Wireless Sensor Network Sebagai Pendeteksi Kebakaran Berbasis Lora*.
- Aliffiyah, M. (2021). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Keamanan Laboratorium Menggunakan Komunikasi Long Range (Lora) Berbasis Android*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Apriliah, W. (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi Penerimaan Dan Pengeluaran Kas Pada Pt. Rhadogel Gums Internasional Bekasi. *Jurnal Inkofar*, 1(2).
- Gustiyana, F. N., Amanaf, M. A., & Kurnianto, D. (2019). Implementasi Protokol Lorawan Pada Perangkat Monitoring Kelembapan Tanah Pertanian. *Conference On Electrical Engineering, Telematics, Industrial Technology, And Creative Media (Centive)*, 2(1), 209–214.
- Ismindari, I. (2023). *Pemodelan Dan Simulasi Sistem Keamanan Jaringan Komunikasi Pada Smart Grid*. Universitas Hasanuddin.
- Khutsoane, O., Isong, B., & Abu-Mahfouz, A. M. (2017). Iot Devices And Applications Based On Lora/Lorawan. *Iecon 2017-43rd Annual Conference Of The Ieee Industrial Electronics Society*, 6107–6112.
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet Of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal Cerita*, 5(2), 120–134.
- Murdyantoro, E., Rosyadi, I., & Septian, H. (2019). Studi Performansi Jarak Jangkauan Lora Olg01 Sebagai Infrastruktur Konektivitas Nirkabel Iot. *Dinamika Rekayasa*, 15(1), 47–56.
- Noorlinda, O. V., Kusyanti, A., & Amron, K. (2022). Implementasi Known-Plaintext Attack Algoritme Pada Grain-128a Berbasis Lora. *Ikra-Ith Informatika: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 6(2), 104–110.
- Puspitasari, N. F. (2014). Analisis Rssi (Receive Signal Strength Indicator) Terhadap Ketinggian Perangkat Wi-Fi Di Lingkungan Indoor. *Data Manajemen Dan Teknologi Informasi (Dasi)*, 15(4), 32.
- Putra, T. S. J. (2018). *Analisis Kualitas Signal Wireless Berdasarkan Received Signal Strength Indicator (Rssi) Pada Universitas Kristen Satya Wacana*. Program Studi Teknik Informatika Fti-Uksw.
- Rafidah, S. R., & Wagayana, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemantau Dan Pengendali Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Modul Long Range (Lora). *Spektral: Jurnal Of Communication, Antenas Dan Propagation*, 1(1), 17–23.
- Saputra, J., & Eliza, F. (2022). Perancangan Pintu Masuk Gedung Otomatis Berdasarkan Suhu Tubuh Manusia Dengan Informasi Display Dan Suara. *Jtein: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(2), 448–457.
- Tan, Z. A., Rahman, M. T. A., Rahman, A., Hamid, A. F. A., Amin, N. A. M., Munir, H. A., & Zabidi, M. M. M. (2019). Analysis On Lora Rssi In Urban, Suburban, And Rural Area For Handover Signal Strength-Based Algorithm. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 705(1), 12012.
- Yanziah, A., Soim, S., & Rose, M. M. (2020). Analisis Jarak Jangkauan Lora Dengan Parameter Rssi Dan Packet Loss Pada Area Urban. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 59–67.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).