

# ANALISIS DAMPAK INTERFERENSI TERHADAP KUALITAS SINYAL JARINGAN LONG RANGE FREKUENSI 920MHZ-923MHZ(AS2)

*Hendro F J Lami<sup>1</sup>, Stephanie I Pella<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik ELEktro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang - NTT  
Email: h.lami@staf.undana.ac.id, s.i.pella@staf.undana.ac.id*

## **Info Artikel**

*Histori Artikel:  
Diterima Feb 28, 2022  
Direvisi Mar 13, 2022  
Disetujui Mar 29, 2022*

## **ABSTRACT**

*This study modeled the interference between the Lora system signal in the AS2 frequency band and a non-Lora radio signal. Two Lora devices operate on uplink and downlink at a frequency of 923.2MHz to send and receive data on the bandwidth of 125KHz, 250KHz, and 500KHz. The interference generator device is composed of a single board computer installed by the RPITX application. In addition, there is a GNU-Radio application to monitor data and signal transmission levels. Signal quality tests (RSSI, SNR, and time-on-air (ToA)) were carried out under line-of-sight (LOS) conditions and used reference distances of 1m and 4m. The ToA test shows that the greater the bandwidth, the smaller the ToA value, while the change in distance does not affect the ToA. The RSSI test shows that the change in distance affects the RSSI value more significantly than the change in bandwidth. The presence of an interference signal does not significantly affect the RSSI value. SNR testing shows that the greater the bandwidth, the smaller the SNR and significantly decreases when interference occurs.*

**Keywords:** *LoRa AS2, Interferensi, rpitx, GNU-Radio-Companion*

## **ABSTRAK**

*Penelitian ini memodelkan interferensi antara sinyal sistem LoRa pada band frekuensi AS2 dan sinyal radio non LoRa. Dua perangkat LoRa beroperasi pada uplink dan downlink pada frekuensi 923.2MHz melakukan transaksi data pada bandwidth 125KHz, 250KHz, dan 500KHz. Perangkat pembangkit interferensi yang tersusun atas sebuah komputer papan tunggal yang terinstall aplikasi rpitx. Selain itu terdapat sebuah aplikasi GNU-Radio-Companion untuk memonitor data dan level sinyal transmisi. Pengujian kualitas sinyal (RSSI, SNR, dan time-on-air(ToA)) dilakukan pada kondisi line-of-sight(LOS) dan menggunakan jarak referensi sebesar 1m dan 4m. Pengujian ToA menunjukkan bahwa semakin besar bandwidth semakin kecil nilai ToA, sedangkan perubahan tidak mempengaruhi ToA. Pengujian RSSI menunjukkan bahwa perubahan jarak lebih mempengaruhi nilai RSSI dibandingkan dengan perubahan bandwidth. keberadaan sinyal interferensi tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai RSSI. Pengujian SNR menunjukkan bahwa semakin besar bandwidth semakin kecil SNR dan secara signifikan ketika terjadi interferensi.*

**Kata Kunci:** *LoRa AS2, Interferensi, rpitx, GNU-Radio-Companion*

## **Penulis Korespondensi:**

*Hendro F J Lami1,  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,  
Universitas Nusa Cendana,  
Jl. Adisucipto Penfui - Kupang.  
Email: h.lami@staf.undana.ac.id*



## 1. PENDAHULUAN

Longe range (LoRa) merupakan teknik modulasi pada sistem komunikasi radio menggunakan mekanisme chirp spread spektrum (CSS) untuk transmisi data [1]. Untuk mentransmisikan data antar perangkat LoRa terdapat beberapa alokasi frekuensi yang berbeda untuk tiap negara. Misalnya untuk Indonesia, Kamboja, Hongkong, Brunei, Laos, Taiwan, Thailand, dan Vietnam, perencanaan frekuensi uplink-downlink berada pada range frekuensi 923-925MHz("AS2"). Beberapa layanan yang menggunakan teknologi LoRa misalnya antara lain sistem kontrol lampu jalan umum [3], sistem monitoring kualitas udara[4], sistem monitoring kebakaran hutan[5], dan sistem pertanian cerdas[6][7]. Pada frekuensi AS2 terdapat beberapa penelitian misalnya pada [8] memberikan kontribusi perencanaan jaringan LoRa AS2 melalui perhitungan parameter link budget pada jaringan LoRa.[9] memberikan kontribusi dampak kondisi temperatur atmosfer, perangkat lora serta radiasi matahari terhadap kinerja LoRa frekuensi AS2. [10] memberikan kontribusi analisis numerik interferensi antar perangkat LoRa serta interferensi akibat adanya additive white Gaussian noise.[11] memberikan kontribusi pada dampak interferensi antara LoRa dan 802.15.4g. [12] memberikan kontribusi dampak penerapan co-SF terhadap interferensi dalam jaringan LoRa.

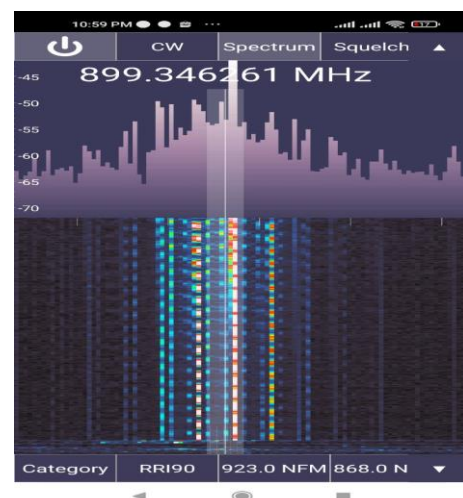
Berdasarkan perkembangan riset-riset tersebut maka penelitian ini ingin melakukan investigasi dampak interferensi pada frekuensi kerja LoRa AS2 (920-923 MHz) dengan aplikasi lain yang menggunakan band frekuensi yang sama dengan LoRa AS2.

## 2. METODE PENELITIAN

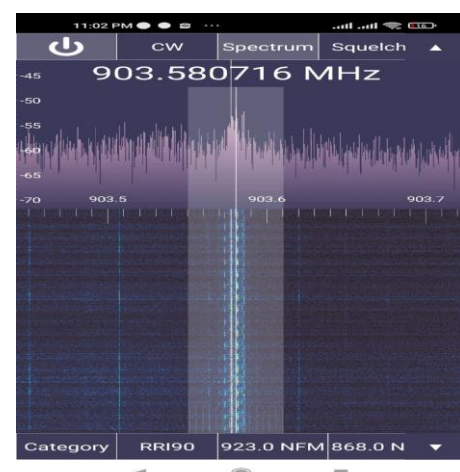
Jaringan LoRa (Lorawan) merupakan interkoneksi antar perangkat LoRa menggunakan mekanisme ALOHA dalam mengakses kanal komunikasi. Struktur paket dalam komunikasi terdiri atas empat bagian utama yaitu preamble (0-65536 Symbol), Sync (8 Bytes), payload (min: 2 bytes, max:256 bytes), dan CRC (2 bytes). Panjang data maksimum pada LoRa adalah 256 bytes. LoRa menetapkan 6 mode spreading factor (SF) untuk menjamin kecepatan transmisi data terhadap jarak. SF7 memberikan nilai data rate yang lebih besar dibanding SF12 sedangkan SF12 menjamin transmisi data dengan jarak yang lebih jauh. SF12 memberikan sensitivitas yang lebih baik dibanding SF lainnya namun SF12 menyebabkan

perangkat LoRa mengkonsumsi daya ba terai jauh lebih besar. Kondisi ini terjadi karena time on air (ToA) pada SF tersebut lebih besar dibanding SF yang lebih kecil [15].

Saat ini spektrum frekuensi tak berlisensi untuk teknologi LoRa di Indonesia dapat beroperasi pada 2.4GHz, 5.8GHz, dan pada rentang 915MHz-925MHz. Frekuensi-frekuensi tersebut tujuan pemanfaatannya berfokus untuk kebutuhan inovasi dan riset [16]. Berkenaan dengan frekuensi tak berlisensi tersebut terdapat beberapa vendor mengeluarkan perangkat LoRa yang beroperasi pada rentang frekuensi 862MHz-1020MHz yaitu misalnya Dragino [17].



Gambar 1 . Aplikasi Pada Frekuensi Berlisensi: 899.34MHz



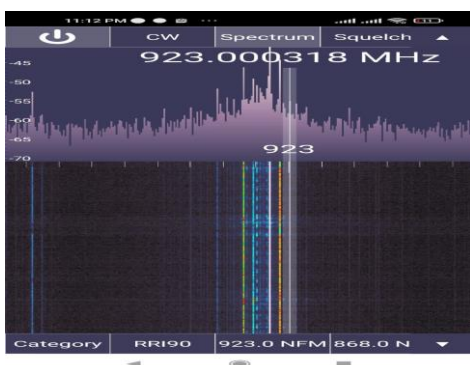
Gambar 2 Aplikasi Pada Frekuensi Berlisensi: 903.58 MHz

Walaupun secara regulasi maupun perangkat mendukung untuk implementasi sistem LoRa sudah layak namun perlu untuk mempertimbangkan interferensi sinyal radio pada rentang frekuensi tersebut dengan aplikasi lain berlisensi yang telah

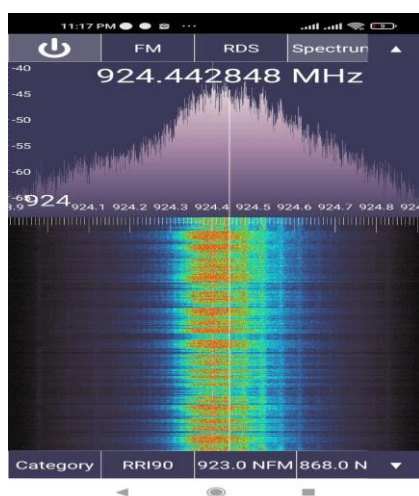
berjalan menurut ketentuan pemerintah [18]. Berdasarkan hasil perekaman data spektrum radio menggunakan SDR-RTL 8323U terdapat beberapa daerah frekuensi dalam rentang 890MHz-942MHz yang saat ini berjalan untuk aplikasi tertentu seperti pada gambar 1, 2, 3, 4, dan 5.



Gambar 3 Aplikasi Pada Frekuensi Berlisensi : 912.75 MHz



Gambar 4 Aplikasi pada Frekuensi Berlisensi 923 MHz



Gambar 5 Aplikasi pada Frekuensi Berlisensi: 924. 44MHZ

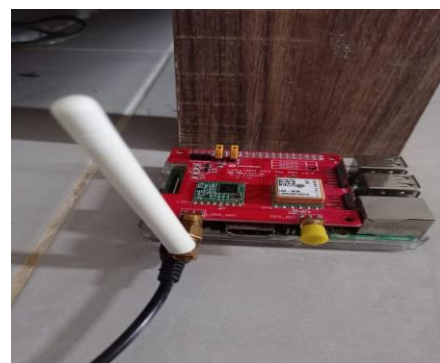
Berdasarkan regulasi penggunaan frekuensi dan perangkat pendukung sistem LoRa serta gambaran

penggunaan frekuensi berlisensi yang telah berjalan pada saat ini, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak interferensi terhadap kualitas sinyal layanan sistem LoRa pada rentang frekuensi 923MHz – 925MHz.

Penelitian ini terdiri atas empat perangkat utama yang masing-masing memiliki fungsinya yaitu, sebagai berikut:

1. Bagian Pemancar (Tx) LoRa

Perangkat ini terdiri atas sebuah single board computer raspberry pi 3 mode B+ dan sebuah modul Dragino LoRa Pi Hat/GPS



Gambar 6 Perangkat Pemancar LoRa

2. Bagian Penerima (Rx) LoRa

Perangkat ini terbentuk oleh sebuah single board computer raspberry pi 3 mode B+ dan sebuah modul Elecrow LoRa RFM95 IoT Board



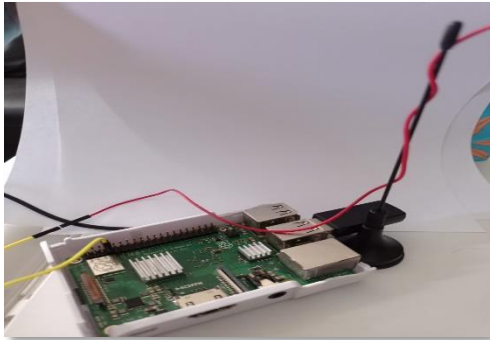
Gambar 7 Perangkat Penerima LoRa

3. Bagian Pembangkit Sinyal Non LoRa

Perangkat ini hanya terbentuk oleh sebuah single board computer (SBC) raspberry pi 3 mode B+ namun terinstal perangkat lunak rpitx yang memampukan SBC tersebut dapat mengirimkan informasi pada rentang frekuensi 5KHz – 1500 MHz [19] untuk menginterferensi sistem LoRa. Antena pada perangkat pembangkit sinyal interferensi merupakan



antena kawat yang diinput pada GPIO02 raspberry pi. Panjang antenna kawat tersebut adalah sebesar 15.45cm[20].



Gambar 8 Perangkat Pembangkit Sinyal Non LoRa

4. Bagian Monitor Spektrum Sinyal Radio  
Perangkat ini tersusun atas sebuah SBC raspberry pi 4 dan sebuah SDR-RTL 8323U.



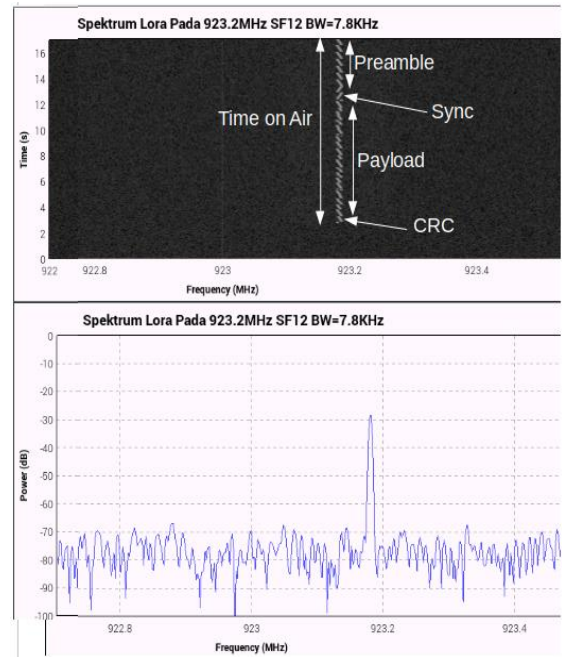
Gambar 9 Perangkat Monitor Spektrum Sinyal Radio

Selain perangkat pengujian dan pengukuran, penelitian ini juga mengembangkan perangkat lunak pada sisi pemancar dan penerima serta pada sisi monitoring spektrum sinyal radio. Pengembangan perangkat lunak pada pemancar dan penerima LoRa menggunakan bahasa pemrograman python. Pengaturan frekuensi operasional, Spreading Factor, dan Bandwidth diatur melalui program python yang mana terlihat pada potongan script python pada gambar 10. Melalui program ini dapat terlihat seberapa besar nilai ToA ataupun spectrum data CSS seperti pada gambar 11.

```

2 import time
3 PyLora.init()
4 PyLora.set_frequency(92320000)
5 PyLora.set_spreading_factor(1)
6 PyLora.set_bandwidth(7800)
7 PyLora.set_coding_rate(2)
8 #PyLora.sleep(1)
9 PyLora.enable_crc()
    
```

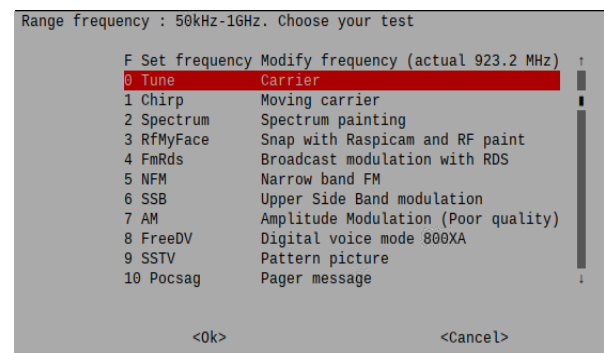
Gambar 10 Kode Program Tx-Rx link set-up



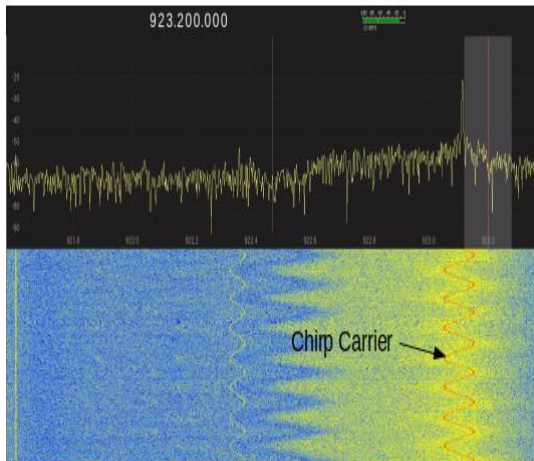
Gambar 8 Model CSS LoRa SF12 Pada Frekuensi 923.2MHz

Pemilihan Frekuensi Uplink dan Downlink penelitian ini mengacu pada standar AS2 yaitu pada frekuensi 923.2MHz. Spreading factor dapat berada pada nilai antara SF7-SF12 sedangkan bandwidth yang sesuai dengan standar tersebut berada pada nilai 125KHz. Walaupun demikian pada pengujian ini mengambil nilai SF sebesar 7 karena pengujian hanya pada rangan dengan jarak maksimum 10m. Panjang payload maksimum untuk transmisi data sebesar 255 byte.

Perangkat lunak lain yang juga mendukung penelitian ini adalah rpitx. Frekuensi kerja pada rpitx diatur pada frekuensi operasional LoRa dengan memancarkan sinyal chirp sehingga terlihat dampak signifikan interferensi pada sistem LoRa. Proses pengaturan frekuensi kerja rpitx dan tampilan sinyal carrier chirp terlihat pada gambar 12 dan 13.

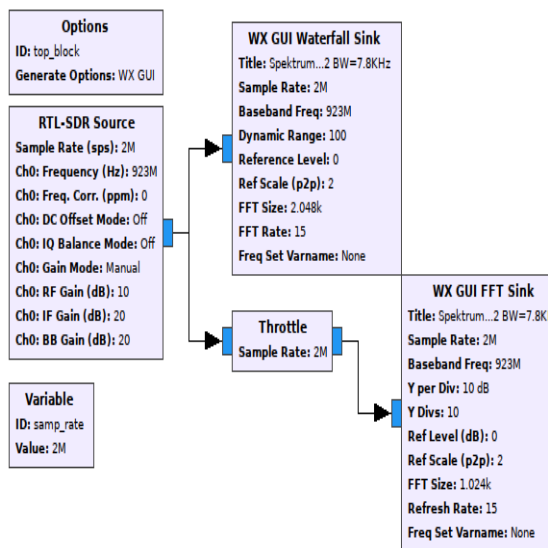


Gambar 11 User Interface rpitx



Gambar 13 Sinyal Chirp rpitx

Pada bagian monitor spectrum sinyal radio, perangkat lunak perekaman dibangun menggunakan GNU Radio Companion sebagai user interface perangkat SDR-RTL2832U. Pemilihan nilai ukuran FFT pada waterfall sink sebesar 2048K bertujuan untuk mendapatkan hasil CSS sinyal LoRa yang bisa tampak secara visual seperti pada gambar 11. Blok pengukuran Spektrum Lora terlihat pada gambar 14.

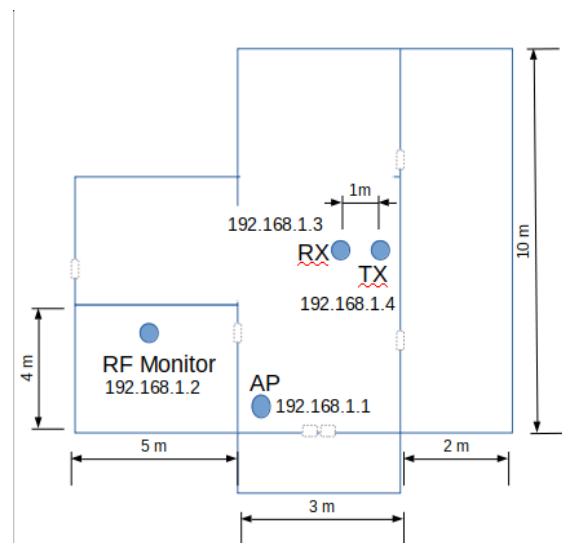


Gambar 12 Blok Penerima LoRa

Skenario pengujian kualitas sinyal dan dampak interferensi pada Lora terbagi atas lima skenario yaitu :

1. Nilai Spreading Faktor pada pengukuran adalah 7 namun bandwidth mengalami perubahan pada 125KHz, 250KHz, dan 500KHz.

2. Pengukuran LoS antara pemancar dan penerima dengan jarak referensi indoor sebesar 1m.
3. Pengukuran LoS antara pemancar dan penerima pada jarak 4m. Untuk mendapatkan pola karakteristik RSSI dan SNR terhadap perubahan jarak.
4. Pengukuran Interferensi pada kondisi pemancar dan penerima serta pembangkit sinyal interferensi bandwidth 75KHz dalam keadaan LoS pada jarak 1m.
5. Pengukuran Interferensi pada kondisi pemancar dan penerima serta pembangkit sinyal interferensi bandwidth 125KHz dalam keadaan LoS pada jarak 1m.
6. Pengukuran Interferensi pada kondisi pemancar dan penerima serta pembangkit sinyal interferensi bandwidth 500KHz dalam keadaan LoS pada jarak 1m.
7. Set-up pengukuran LoS antara Tx-Rx yang terlihat pada gambar 15 merupakan inisialisasi awal sebelum penerapan 5 skenario tersebut. Pada gambar 15 terlihat jarak referensi dalam ruang adalah 1m sehingga mendapatkan nilai rssi, snr, dan ToA yang menjadi pembanding terhadap hasil saat penerapan skenario-skenario tersebut. Melalui Access point pusat RF Monitor dapat mengatur proses kirim terima antara sistem LoRa via VNC viewer serta dapat mengamati nilai ToA pada waterfall signal GNU Radio.



Gambar 14 Setup Pengukuran Tx-Rx Pada Jarak Referensi LoS 1m

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran berdasarkan gambar 15 memperoleh nilai ToA pada SF7 dan BWS125 adalah

sebesar 0.2 detik yang terlihat pada gambar 16. Hasil lengkap pengukuran untuk SF7 dengan 3 kondisi bandwidth terlihat pada tabel 1 dan tabel 2. Tabel 1 merupakan pengukuran pada jarak referensi LoS 1m sedangkan tabel 2 merupakan pengukuran pada jarak LoS 4m.

Tabel 1. Hasil Pengukuran LoS pada Jarak Referensi 1m Tx-Rx

No	SF	BW (kbps)	ToA (detik)	RSSI Avg (dBm)	SNR Avg (dB)
1	7	128	0.2	-44.04	10.12
2	7	250	0.18	-42.52	10.21
3	7	500	0.1	-40.16	6

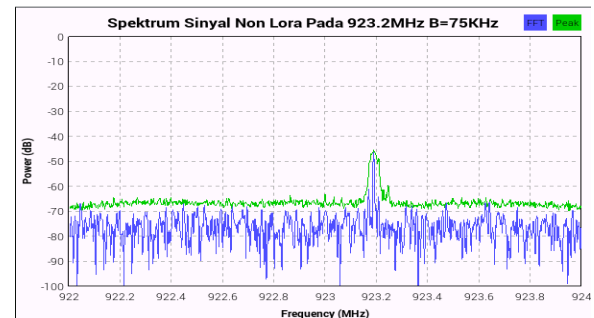
Tabel 2. Hasil Pengukuran LoS pada Jarak 4m Tx-Rx

No	SF	BW (kbps)	ToA (detik)	RSSI Avg (dBm)	SNR Avg (dB)
1	7	128	0.2	-54	10.02
2	7	250	0.18	-52.68	10.29
3	7	500	0.1	-50.92	5.79

Terlihat pada tabel 1 dan 2 untuk SF7 memiliki karakteristik ToA yang sama untuk masing-masing bandwidth walaupun mengalami perubahan jarak transmisi dari 1m menjadi 4m. Pada kondisi tersebut yang mengalami trend perubahan yaitu pada RSSI dan SNR. Nilai RSSI pada kedua tabel tersebut merupakan level RSSI yang memiliki kualitas sangat baik dengan mencapai nilai minimal penerimaan -54 dBm sedangkan nilai tertingginya adalah -40 dBm. Untuk nilai SNR masih diatas toleransi minimal SNR sebesar 0dB yaitu minimal 5.79dB sedangkan nilai terbaik pada 10.29dB. Nilai SNR tersebut memberikan dampak 255-byte dapat sampai ke penerima tanpa kehilangan 1 byte pun. Pengujian selanjutnya dengan menambahkan sinyal non LoRa pada jarak 1m terhadap pemancar dan penerima sistem LoRa.

Sinyal non LoRa tersebut berada pada frekuensi yang sama dengan sistem LoRa pada frekuensi 923.2 MHz. Sistem non LoRa tersebut melakukan transmisi multimedia dimana kontennya terdiri atas sinyal perekaman audio (1.17 MByte) dan sinyal teks(21 byte). Lebar bandwidth sinyal non LoRa berada pada 75 Khz pada gambar 16, 125 Khz pada gambar 17, dan 500KHz pada gambar 18.

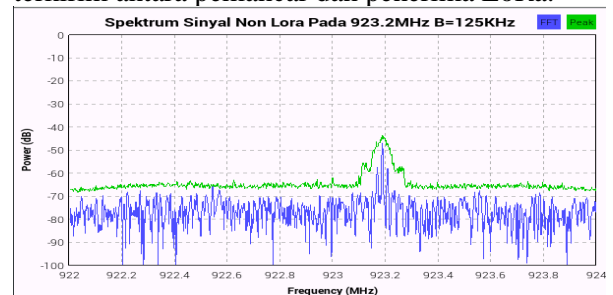
Tabel 3. Hasil Pengukuran LoS pada Jarak 1m Tx-Rx-Pemancar Non LoRa Frekuensi 923.2MHz B=75KHz



Gambar 15 Spektrum Sinyal Non LoRa Frekuensi 923.2 MHz Bandwidth 75KHz

No	SF	BW (KHz)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	7	125	-45.04	6.21
2	7	250	-45.08	6.54
3	7	500	-46.16	4.24

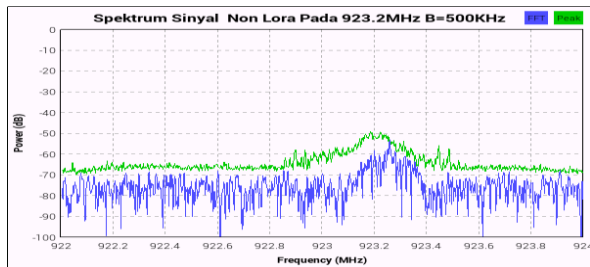
Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran, data transmisi sistem LoRa mengalami penurunan kualitas RSSI maupun SNR untuk ketiga kategori bandwidth LoRa seperti terlihat pada tabel 3, tabel 4, dan tabel 5. Dampak interferensi yang paling signifikan adalah pada nilai SNR dimana mengalami penurunan sebesar 3 level pada bandwidth 125KHz dan 250KHz sedangkan pada 500KHz mengalami penurunan sebesar 2 level. Walaupun demikian penurunan SNR tersebut tidak berdampak pada transmisi data teks karena data payload maksimum sebesar 255byte berhasil terkirim antara pemancar dan penerima LoRa.



Gambar 16 Spektrum Sinyal Non LoRa Frekuensi 923.2 Bandwidth 125KHz

Tabel 4. Hasil Pengukuran LoS pada Jarak 1m Tx-Rx-Pemancar Non LoRa Frekuensi 923.2MHz B=125KHz

No	SF	BW (KHz)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	7	125	-45.12	6.42
2	7	250	-45.08	6.42
3	7	500	-46	4.16



Gambar 17 Spektrum Sinyal Non LoRa Frekuensi 923.2MHz Bandwidth 500KHz

Tabel 5. Hasil Pengukuran LoS pada Jarak 1m Tx-Rx-Pemancar Non LoRa Frekuensi 923.2MHz B=500KHz

No	SF	BW (KHz)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	7	125	-45.08	7.43
2	7	250	-44.88	7.06
3	7	500	-45	4.25

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini memodelkan interferensi antar dua aplikasi berbeda dengan frekuensi kerja yang sama pada frekuensi 923.2MHz. Transmisi data sistem LoRa Pada pemodelan transmisi LoS data berukuran 255-byte berhasil terkirim ke sisi penerima. Untuk perubahan jarak transmisi pada 4m tidak memberikan perubahan nilai ToA walaupun terjadi perubahan RSSI dan SNR. Pada kondisi ter interferensi, sinyal LoRa tetap sukses mengirimkan jumlah 255-byte data ke sisi penerima namun mengalami penurunan kualitas SNR hingga mencapai 4.16dB pada bandwidth LoRa 500KHz dan bandwidth non-LoRa sebesar 125KHz.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Semtech Corporation, "What is LoRa?" <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>. Online, accessed: 20-Peb-2022.
- [2] The Things Network, "Frequency Plans by Country" <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/frequencies-by-country/>. Online, accessed: 20-Peb-2022.
- [3] F. Sanchez Sutil and A. Cano-Ortega, "Smart Public Lighting Control and Measurement System Using LoRa Network," *Electronics*, vol. 9, p. 124, Jan 2020.
- [4] L.-Y. Chen, H.-S. Huang, C.-J. Wu, Y.-T. Tsai, and Y.-S. Chang, "A lora-based air quality monitor on unmanned aerial vehicle for smart city," in 2018 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE), pp. 1-5, IEEE, 2018.
- [5] R. Vega-Rodriguez, S. Sendra, J. Lloret, P. Romero-Diaz, and J. Luis Garcia-Navas, "Low Cost LoRa based Network for Forest Fire Detection," in 2019 6th International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS), pp. 177-184. IEEE, 2019
- [6] Kabalci, Y.; Ersan Kabalci, E.; Padmanaban, S.; Holm-Nielsen, J.B.; Blaabjerg, F. *Internet of Things Applications as Energy Internet in Smart Grids and Smart Environments. Electronics* 2019, 8, 972.
- [7] Lami, H. F., Rantelobo, K. R., Mandala, J. F., & Sampeallo, A. S. (2020). *Integrasi Protokol Mqtt Dan Http Untuk Otomasi Berbasis Iot Pada Pertanian Lahan Kering. Jurnal Media Elektro*, 53-59.
- [8] HENDRAWAN, Delisya Nabilla; USMAN, Uke Kurniawan; PRASETYA, Budi. *Analisis Perencanaan Jaringan Long Range (lora) Dengan Frekuensi 920-923 Mhz Untuk Wilayah Palabuhan ratu. eProceedings of Engineering*, 2021, 8.5.
- [9] ELIJAH, Olakunle, et al. *Effect of weather condition on Lora IoT communication technology in a tropical region: Malaysia. IEEE Access*, 2021, 9: 72835-72843.
- [10] AFISIADIS, Orion, et al. *On the error rate of the LoRa modulation with interference. IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2019, 19.2: 1292-1304.
- [11] ORFANIDIS, Charalampos, et al. *Investigating interference between LoRa and IEEE 802.15. 4g networks. In: 2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob). IEEE, 2017. p. 1-8.*
- [12] QADIR, Qahhar Muhammad. *Analysis of the reliability of LoRa. IEEE Communications Letters*, 2020, 25.3: 1037-1040.
- [13] Adelantado, F., Vilajosana, X., Tuset-Peiro, P., Martinez, B., Melia-Segui, J., & Watteyne, T. (2017). *Understanding the limits of LoRaWAN. IEEE Communications magazine*, 55(9), 34-40.
- [14] Semtech, [https://semtech.my.salesforce.com/sfc/p/E0000000JeIG/a/440000001NAw/7YN8ZamV70\\_xR.vPDAAAshm.0Wt4jmRX0nOKkOzQqiI](https://semtech.my.salesforce.com/sfc/p/E0000000JeIG/a/440000001NAw/7YN8ZamV70_xR.vPDAAAshm.0Wt4jmRX0nOKkOzQqiI)
- [15] The Things Network, "Spreading Factors" <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/frequencies-by-country/>. Online; accessed: 20-Peb-2022.



- [16] Kementerian Komunikasi dan Informasi, “Spektrum Frekuensi dan Standar IoT dirilis tahun ini”, [https://www.kominfo.go.id/content/detail/14110/spektrum-frekuensi-dan-standar-iot-dirilis-tahun-ini/0/sorotan\\_media](https://www.kominfo.go.id/content/detail/14110/spektrum-frekuensi-dan-standar-iot-dirilis-tahun-ini/0/sorotan_media). Online, accessed: 20 Feb-2022.
- [17] Dragino, “Lora- Lorawan -Gateway”,<https://www.dragino.com/products/lora-lorawan-gateway.html>, Online; accessed: 20 Feb-2022.
- [18] Kementerian Komunikasi dan Informasi, <https://web.kominfo.go.id/sites/default/files/users/4752/5B20180301%5D%20LAMPIRAN%20RPM%20TASFRI%20-%20untuk%20Konsultasi%20Publik%20Kedua.pdf>, accessed: 20 Feb-2022.
- [19] Evariste Courjaud F5OEO, <https://github.com/F5OEO/rpitx>, accessed: 20 Feb-2022.
- [20] ARRL, <https://www.arrl.org/files/file/Technology/tis/info/pdf/0683033.pdf>, access sed: 21 Feb-2022.