



PERBANDINGAN KINERJA KONFIGURASI ANTENA *HORN* DAN SHORT DIPOLE PADA KOMUNIKASI LORA POINT-TO-POINT 433 MHZ

Elihu Bayu Narwastu Hutabarat¹, Neilcy Tjahjamoonsih², Jannus Marpaung³

^{1,2,3}Universitas Tanjungpura

¹d1021221099@student.untan.ac.id, ²neilcy.mooniarsih@ee.untan.ac.id,

³jannusmarpaung@ee.untan.ac.id

Abstrak

Komunikasi *point-to-point* berbasis *Long Range* (LoRa) membutuhkan pemilihan karakteristik antena yang tepat untuk menjamin kualitas transmisi dan penerimaan sinyal yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan performansi antena *short dipole* dan antena *horn* pada sistem komunikasi *point-to-point* LoRa yang bekerja pada frekuensi operasional 433 MHz. Pengujian dilakukan melalui empat skenario kombinasi konfigurasi antena pemancar (TX) dan penerima (RX), yaitu *short dipole-short dipole*, *short dipole-horn*, *horn-short dipole*, serta *horn-horn* pada variasi jarak pengujian. Parameter utama yang dianalisis mencakup *Gain*, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), *Received Power*, dan *Link Margin*, dengan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) serta *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) sebagai parameter pendukung kualitas sinyal. Berdasarkan hasil simulasi numerik dan pengukuran eksperimental, antena *short dipole* menunjukkan performansi yang signifikan lebih baik dibandingkan antena *horn*. Penggunaan *short dipole* menghasilkan kesesuaian impedansi (*impedance matching*) yang optimal serta performa komunikasi yang lebih andal, ditunjukkan oleh pencapaian *Received Power* dan *Link Margin* yang jauh lebih tinggi. Sebaliknya, antena *horn* mengalami penurunan kinerja akibat fenomena batas potong (*waveguide cut-off*) pada frekuensi 433 MHz karena dimensi fisik yang *under-dimensioned*. Dengan demikian, antena *short dipole* terbukti lebih direkomendasikan untuk aplikasi komunikasi *point-to-point* berbasis LoRa 433 MHz pada kondisi lingkungan pengujian tersebut.

Kata Kunci: *LoRa*, *Short Dipole*, *Antena Horn*, *Point-to-Point*, *Received Power*, *Link Margin*.

Article History

Received: September 2026

Reviewed: September 2026

Published: September 2026

Plagiarism Checker No.:
237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under
a [Creative Commons
Attribution-NonCommercial
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Abstract

Point-to-point communication based on Long Range (LoRa) technology requires the selection of appropriate antenna characteristics to ensure optimal transmission and reception quality. This study aims to analyze and compare the performance of short dipole and horn antennas in a 433 MHz LoRa point-to-point communication system. Testing was conducted across four antenna configuration scenarios combining transmitter (TX) and receiver (RX)—short dipole-short dipole, short dipole-horn, horn-short dipole, and horn-horn—at various distances. The primary parameters analyzed include Gain, Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), Received Power, and Link Margin, with Received Signal Strength Indicator (RSSI) and Signal-to-Noise Ratio (SNR) serving as supporting metrics for signal quality. Based on numerical simulation and experimental measurements, the short dipole antenna demonstrated significantly superior performance compared to the horn antenna. The short dipole achieved optimal impedance matching and more reliable communication performance, as evidenced by substantially higher Received Power and Link Margin values. Conversely, the horn antenna suffered performance degradation due to the waveguide cut-off phenomenon at 433 MHz caused by under-dimensioned physical dimensions. Consequently, the short dipole antenna is more strongly recommended for 433 MHz LoRa-based point-to-point communication applications under the given testing environment.

Keywords: LoRa, Short Dipole, Horn Antenna, Point-to-Point, Received Power, Link Margin.

1. PENDAHULUAN

Long Range (LoRa) merupakan teknologi komunikasi nirkabel berdaya rendah yang mampu menjangkau jarak jauh sehingga banyak digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT), terutama pada sistem pemantauan dan kontrol jarak jauh yang membutuhkan efisiensi energi. Pada skenario komunikasi *point-to-point*, kualitas *link* sangat dipengaruhi oleh kondisi propagasi dan karakteristik antena yang digunakan, karena daya pancar LoRa relatif kecil sehingga membutuhkan efisiensi radiasi dan penerimaan sinyal yang optimal. Dalam sistem seperti ini, perhitungan *link budget* menjadi langkah penting untuk memastikan daya terima berada di atas sensitivitas penerima dengan margin yang cukup agar komunikasi tetap stabil meskipun terjadi redaman lintasan, gangguan lingkungan, ataupun variasi kondisi kanal [1].

Salah satu faktor utama yang menentukan kuat-lemahnya sinyal LoRa adalah jenis antena. Antena *horn* dikenal memiliki *gain* tinggi dan pola radiasi yang terarah (*directional*), sehingga mampu memusatkan energi ke satu arah tertentu dan meningkatkan daya terima pada sisi penerima. Antena jenis ini banyak digunakan pada sistem *point-to-point* karena karakteristiknya yang cocok untuk meminimalkan kehilangan energi ke arah samping. Sebaliknya, antena *short dipole* memiliki struktur sederhana dengan pola radiasi yang lebih menyebar (*omnidirectional*), mudah diimplementasikan, dan umum digunakan pada perangkat LoRa standar, namun memiliki *gain* lebih rendah dibandingkan antena *horn* sehingga berpotensi menghasilkan daya terima yang lebih kecil pada jarak jauh.

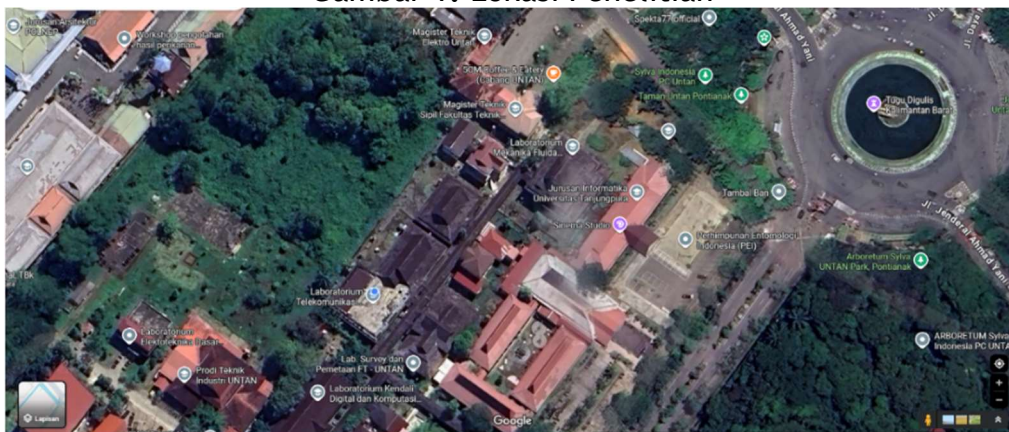
Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas performansi LoRa dari sisi redaman, interferensi, dan kondisi zona Fresnel, serta banyak kajian antenna yang membahas karakteristik *gain*, VSWR, dan pola radiasi baik untuk *horn* maupun *dipole* [2]. Karakteristik antenna dapat memengaruhi kualitas tautan LoRa, tetapi hasil suatu rancangan antenna tidak dapat dilepaskan dari frekuensi kerja, pencatutan, dan penempatannya pada sisi pemancar atau penerima. Penelitian ini membandingkan antenna *horn* dan *short dipole* pada sistem LoRa 433 MHz melalui simulasi karakteristik antenna serta pengujian empat konfigurasi Tx-Rx pada tiga jarak. Perbandingan dilakukan terhadap *gain*, VSWR, RSSI, SNR, *received power*, dan *link margin* untuk menilai kinerja tiap konfigurasi pada kondisi pengujian yang digunakan

2. METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan melalui simulasi karakteristik antenna dan pengujian komunikasi LoRa *point-to-point* pada frekuensi 433 MHz. Empat konfigurasi antenna Tx-Rx diuji pada jarak 50, 100, dan 150 m. Pengujian lapangan dilaksanakan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, tepatnya berada di laboratorium telekomunikasi yang tertera pada Gambar, merujuk pada titik spesifik pengujian yang teridentifikasi dalam Google maps.

Gambar 1. Lokasi Penelitian

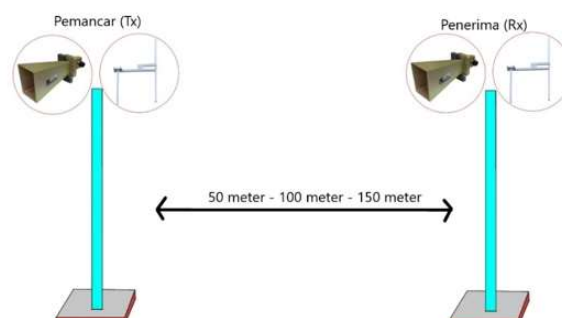


Sumber: Google maps

Skema Arsitektur Rancangan Sistem

Gambar menampilkan skema arsitektur rancangan sistem komunikasi *point-to-point* berbasis LoRa 433 MHz yang digunakan untuk menganalisis performansi transmisi sinyal pada variasi jarak 50 meter, 100 meter, dan 150 meter. Pada sisi pemancar (Tx) dan penerima (Rx), modul komunikasi terpasang pada tiang penyangga dengan fleksibilitas penggantian dua jenis antenna, yaitu antenna *horn* dan antenna *short dipole*, guna menguji empat kombinasi konfigurasi antenna dalam kondisi lintasan yang sama.

Gambar 2. Skema Arsitektur Rancangan



Sumber: Data pribadi penulis

Tabel 1. Kombinasi Antena

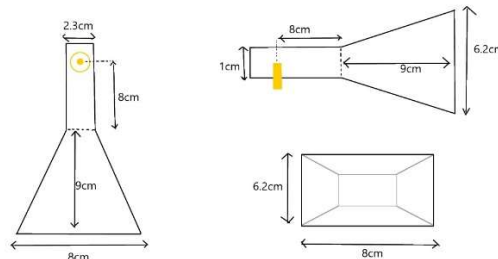
No	Pemancar (Tx)	Penerima (Rx)
1	<i>Horn</i>	<i>Horn</i>
2	<i>Shortdipole</i>	<i>Shortdipole</i>
3	<i>Horn</i>	<i>Shortdipole</i>
4	<i>Shortdipole</i>	<i>Horn</i>

Sumber: Data pribadi penulis

Dimensi Antena *Horn*

Antena *horn* yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan ukuran dimensi sebagai berikut:

Gambar 3. Dimensi Antena *Horn*



Dimensi internal *waveguide* belakang sebesar 2,3 cm × 1 cm serta posisi *feed pin* sejauh 8 cm dirancang sebagai penentu batas frekuensi *cut-off* dan impedansi masukan antena, sedangkan struktur corong depan dengan panjang aksial 9 cm dan dimensi *aperture* (mulut corong) sebesar 8 cm × 6,2 cm berfungsi untuk mentransformasikan impedansi ruang bebas sekaligus mengonsentrasikan direktivitas sinyal.

Berdasarkan standar mode dominan TE₁₀ pada pandu gelombang rektanguler, frekuensi *cut-off* (f_c) dihitung menggunakan rumus:

$$f_c = \frac{c}{2a}$$

Yang Dimana:

- c adalah kecepatan cahaya di ruang hampa (3×10^8 m/s)
- a adalah dimensi sisi terlebar dari pandu gelombang (2.3 cm = 0.023 m)

Perhitungan *Cut-off*

$$f_c = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 0,023} = \frac{3 \times 10^8}{0,046} \approx 6,52 \times 10^9 \text{ Hz} = 6,53 \text{ GHz}$$

Parameter Pegujian

Gain antena menunjukkan kemampuan antena dalam memusatkan daya sinyal pada arah tertentu dibandingkan dengan antena isotropik. Semakin besar *gain*, semakin terfokus pancaran sinyal sehingga dapat mendukung jangkauan komunikasi yang lebih luas.[4]

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) merupakan rasio antara amplitudo gelombang berdiri maksimum dan minimum pada saluran transmisi yang menunjukkan tingkat kecocokan impedansi antara antena dan saluran transmisi. Ketidaksesuaian impedansi menyebabkan sebagian daya dipantulkan kembali ke sumber sehingga mengurangi efisiensi pancaran. Nilai VSWR ideal adalah 1:1, sedangkan nilai ≤ 2 umumnya menunjukkan kecocokan impedansi yang baik.

Received power (daya terima) adalah besaran daya elektromagnetik yang diterima oleh antenna penerima setelah melewati jalur propagasi dan semua rugi-rugi pada sistem (kabel, konektor, *mismatch*, dll.). Besar daya terima menentukan apakah sinyal dapat didekode oleh penerima.[1]

Margin link merupakan selisih antara daya sinyal yang diterima dengan sensitivitas minimum *receiver*. Nilai ini menunjukkan cadangan daya untuk mempertahankan kestabilan komunikasi terhadap pelemahan sinyal akibat *fading*, interferensi, dan kondisi lingkungan. Semakin besar *margin link*, semakin baik keandalan koneksi, sedangkan margin yang kecil meningkatkan risiko sinyal berada di bawah sensitivitas *receiver*[1].

Tahap Pengambilan Data

Gambar 4. Diagram Alir Pengambilan Data

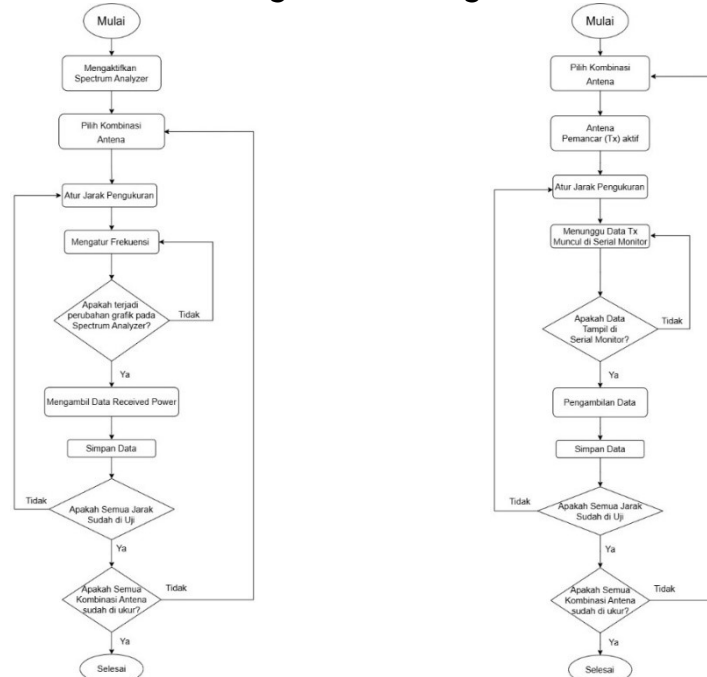
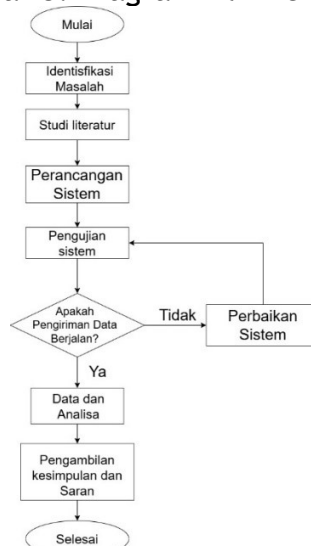


Diagram Alir Penelitian

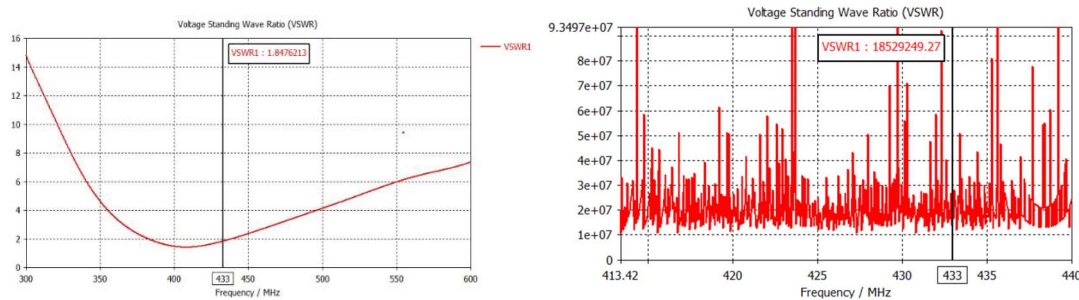
Diagram alir penelitian tugas akhir yang dilakukan sebagai berikut :

Gambar 5. Diagram Alir Penelitian



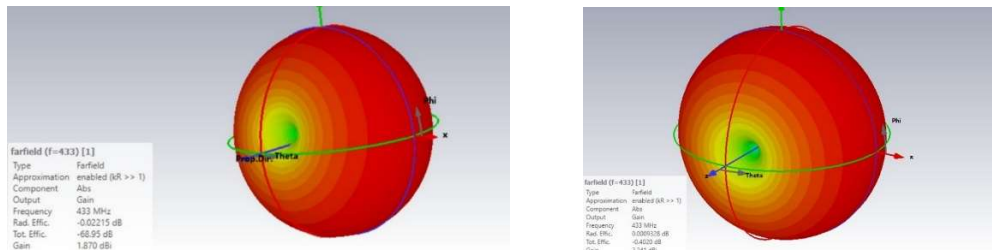
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 6. Nilai VSWR Hasil Simulasi



Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna *short dipole* memiliki VSWR sebesar 1,847 pada 433 MHz, sedangkan antenna *horn* sebesar 18.529.249,27. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *short dipole* memiliki kecocokan impedansi yang lebih baik, sementara *horn* mengalami ketidaksesuaian impedansi yang sangat besar pada frekuensi 433 MHz.

Gambar 7. Nilai Gain Hasil Simulasi



Hasil simulasi far field pada Gambar X menunjukkan distribusi pola radiasi antenna *horn* dan *short dipole* pada frekuensi 433 MHz. Nilai gain yang diperoleh masing-masing sebesar 1,870 dBi untuk *horn* dan 2,241 dBi untuk *short dipole*. Pada rancangan yang digunakan, *short dipole* menghasilkan gain yang lebih tinggi dibandingkan *horn*.

Tabel 2. Hasil Parameter Margin Link

Kombinasi Antena (Rx)-(Tx)	Rata-rata parameter 50 meter		
	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Margin Link (dB)
SD - SD	-60,33	10,00	62,67
SD - <i>Horn</i>	-76,80	9,53	46,20
<i>Horn</i> - SD	-76,60	9,25	46,4
<i>Horn</i> - <i>Horn</i>	-120,80	-4,52	2,20
Rata-rata parameter 100 meter			
SD - SD	-80,27	9,87	42,73
SD - <i>Horn</i>	-95,77	9,96	27,23
<i>Horn</i> - SD	-104,54	0,23	18,46
<i>Horn</i> - <i>Horn</i>	-121,46	-8,69	1,54
Rata-rata parameter 150 meter			
SD - SD	-103,40	-2,13	19,60
SD - <i>Horn</i>	-122,00	-12,25	1,00
<i>Horn</i> - SD	NA	NA	NA
<i>Horn</i> - <i>Horn</i>	NA	NA	NA

Keterangan: SD = *Short dipole*, NA = *Not Available* (data tidak tersedia).

Hasil rata-rata RSSI, SNR, dan Margin Link pada setiap kombinasi antenna dan jarak pengujian. Pada jarak 50 meter, konfigurasi SD-SD menghasilkan RSSI dan Margin Link tertinggi, masing-masing sebesar -60,33 dBm dan 62,67 dB. Pada jarak 100 meter, konfigurasi SD-SD tetap menghasilkan Margin Link tertinggi sebesar 42,73 dB, meskipun konfigurasi SD-Horn memiliki SNR yang sedikit lebih tinggi. Pada jarak 150 meter, konfigurasi SD-SD menghasilkan Margin Link sebesar 19,60 dB, sedangkan konfigurasi SD-Horn memiliki Margin Link sebesar 1,00 dB. Konfigurasi Horn-SD dan Horn-Horn tidak memperoleh data pada jarak 150 meter (NA). Secara keseluruhan, konfigurasi SD-SD memberikan Margin Link paling tinggi dan mampu mempertahankan komunikasi pada seluruh jarak pengujian.

Tabel 3. Hasil *Parameter Received Power*

Antena	Jarak pengukuran		
	50 meter	100 meter	150 meter
SD Tx - SD Rx	-78,66	-85,06	-86,58
SD Tx - Horn Rx	-85,03	-87,13	-87,13
Horn Tx - Horn Rx	-86,03	-88,13	-89,81
Horn Tx - SD rx	-63,6	-65,64	-75,74

Hasil pengukuran *received power* pada empat kombinasi antenna dengan jarak 50 meter, 100 meter, dan 150 meter. Pada seluruh jarak pengujian, konfigurasi Hr Tx-SD Rx menghasilkan *received power* tertinggi, yaitu -63,60 dBm pada 50 meter, -65,64 dBm pada 100 meter, dan -75,74 dBm pada 150 meter. Nilai tersebut lebih mendekati 0 dBm dibandingkan konfigurasi lainnya sehingga menunjukkan daya sinyal yang diterima lebih kuat. Sementara itu, konfigurasi Hr Tx-Hr Rx menghasilkan *received power* terendah pada 100 meter dan 150 meter, masing-masing sebesar -88,13 dBm dan -89,81 dBm. Secara umum, peningkatan jarak pengujian menyebabkan *received power* cenderung menurun, meskipun terdapat variasi nilai pada beberapa konfigurasi.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Peformasi

Kombinasi antenna	Margin Link			<i>Received Power</i>		
	50m	100m	150m	50m	100m	150m
SD(RX) - SD(TX)	✓	✓	✓	×	×	×
SD(RX) - Horn(TX)	×	×	×	✓	✓	✓
Horn(RX) - Horn(TX)	×	×	×	×	×	×
Horn(RX) - SD(TX)	×	×	×	×	×	×

Berdasarkan hasil perbandingan, *Short Dipole* (Rx) - *Short Dipole* (Tx) unggul pada parameter Margin Link karena menghasilkan cadangan daya yang lebih besar terhadap sensitivitas penerima. Di sisi lain, *Short Dipole* (Rx) - *Horn*(Tx) unggul pada parameter *Received Power* karena menghasilkan daya sinyal terima yang lebih besar pada seluruh jarak pengujian. Dengan demikian, tidak terdapat satu konfigurasi antenna yang unggul pada kedua parameter secara bersamaan. Hasil ini menunjukkan bahwa evaluasi performansi komunikasi LoRa perlu mempertimbangkan lebih dari satu parameter pengujian.



PENUTUP

Berdasarkan hasil simulasi, pengukuran, dan analisis perbandingan performansi antena *short dipole* dan *horn* pada komunikasi point-to-point LoRa 433 MHz, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Antena *short dipole* memiliki performansi simulasi yang lebih baik dengan gain 2,241 dBi dan VSWR 1,847. Sementara itu, antena *horn* menghasilkan gain 1,870 dBi dan VSWR 18.529.249,27 yang menunjukkan ketidaksesuaian impedansi yang besar pada 433 MHz.
2. Konfigurasi antena *horn* (Tx) - *short dipole* (Rx) menghasilkan *received power* tertinggi pada seluruh jarak, yaitu -63,60 dBm pada 50 m, -65,64 dBm pada 100 m, dan -75,74 dBm pada 150 m.
3. Konfigurasi antena *short dipole* (Rx) - *short dipole* (Tx) menghasilkan *margin link* terbaik, yaitu 62,67 dB pada 50 m, 42,73 dB pada 100 m, dan 19,60 dB pada 150 m. Konfigurasi tersebut mampu mempertahankan komunikasi hingga 150 m.
4. Tidak terdapat satu konfigurasi yang unggul pada seluruh parameter. Antena *short dipole* unggul pada gain dan VSWR, konfigurasi antena *short dipole* (Rx) - *short dipole* (Tx) unggul pada *margin link*, sedangkan konfigurasi antena *horn* (Tx) - *short dipole* (Rx) unggul pada *received power*. Hasil menunjukkan bahwa performansi dipengaruhi oleh karakteristik antena, konfigurasi Tx/Rx, dan jarak pengujian.

REFERENSI

- [1] R. T. Putra, R. R. Yacoub, J. Marpaung, and N. Tjahjamoonsari, "Pengaruh Interferensi Sistem Komunikasi Lora Pada Fresnel Zone Antara End Device Dengan Gateway".
- [2] B. Wibisono, B. H. Bagus, R. Diana Puspita, P. Studi Diploma, T. Navigasi Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Jl Jemur Andayani, "PERBANDINGAN PARAMETER ANTENA DIPOLE $\frac{1}{2} \lambda$ DAN $\frac{1}{4} \lambda$ PADA PEMANCAR ATIS DENGAN FREKUENSI KERJA 128.4 MHz," 2019.
- [3] T. D. Hakim and A. Erwin, "Rancang Bangun Antena *Horn* Piramida Untuk Penerapan Pada Radar Doppler," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 9, no. 1, pp. 1-11, 2021.
- [4] S. Romadhona, D. Alia, and M. Zulfida, "Perancangan dan Analisis Antena Dipole Pada Frekuensi 2,4 GHz Untuk Modul Xbee S2 Pro Menggunakan HFFS 14.0," *Avitec*, vol. 2, no. 1, pp. 21-30, 2020, doi: 10.28989/avitec.v2i1.535.