

DESAIN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP PATCH SIRKULAR PITA LEBAR UNTUK PENERIMA BERBASIS LORA DAN ADS-B PADA SATELIT KUBUS 2U

DESIGN AND REALIZATION OF WIDEBAND CIRCULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA FOR LORA AND ADS-B RECEIVERS ON 2U CUBE SATELLITE

Zilliah Mankusa¹, Heroe Wijanto², Edwar³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹zilliahmankusa@student.telkomuniversity.ac.id ²heroewijanto@telkomuniversity.ac.id ³edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Cubesat merupakan satelit yang memiliki misi sebagai penerima sinyal ADS-B dan LoRa. Pada saat ini pengembangan antena untuk *cubesat* hanya didasarkan pada satu sistem saja. Maka dibutuhkan antena yang dapat digunakan pada kedua sistem. Antena yang dibutuhkan memiliki *bandwidth* yang lebar untuk memenuhi spesifikasi kedua sistem sehingga dapat digunakan sebagai antena penerima sinyal ADS-B maupun sinyal LoRa. Tugas Akhir ini menggunakan metode *Slot Ring* dengan *Partial Ground plane* dan *Multilayer Substrat* untuk didapatkan antena dengan *bandwidth* yang lebar. Antena yang dirancang menggunakan frekuensi kerja 1018 MHz dengan *bandwidth* sebesar 167 MHz. Antena yang dirancang memiliki pola radiasi omnidirectional dan polarisasinya sirkular. antena mikrostrip dengan metode *multilayer substrate, ring slot, partial groundplane, truncatted*. didapatkan *bandwidth* 168,38 MHz untuk simulasi dan untuk pengukuran di dapatkan *bandwidth* 372 MHz. Hasil perancangan menunjukkan bahwa antena tersebut sudah sesuai dengan kriteria antena *wideband* dan telah memenuhi spesifikasi untuk antena satelit nano.

Kata kunci : *Ring Slot dan Partial Groundplane, Antena Mikrostrip, Cubesat.*

Abstract

Cubesat is a satellite whose mission is to receive ADS-B and LoRa signals. At the moment, the development of antennas for *cubesat* is based on only one system. So, we need an antenna that can be used on both systems. The antenna needed to have a wide bandwidth to meet the specifications of the two systems so that it can be used as an antenna for receiving ADS-B signals and LoRa signals. In this final project a *Slot Ring* method with *Partial Ground Plane* and *Multilayer Substrate* is used to obtain an antenna with a wide bandwidth. The antenna designed use a working frequency of 1018 MHz with a bandwidth of 167 MHz. The designed antenna has an omnidirectional radiation pattern and circular polarization. The microstrip antenna uses a *multilayer substrate, ring slot, partial groundplane, truncatted* method. The obtained a bandwidth is 168.38 MHz for the simulation and for the realized measurement obtained a bandwidth of 372 MHz. The results of the design show that the antenna is in accordance with the criteria for wideband antennas and has met the antenna specifications for nano satellites.

Keywords: *Ring Slot dan Partial Groundplane, Antenna Microstrip, Cubesat.*

1. Pendahuluan

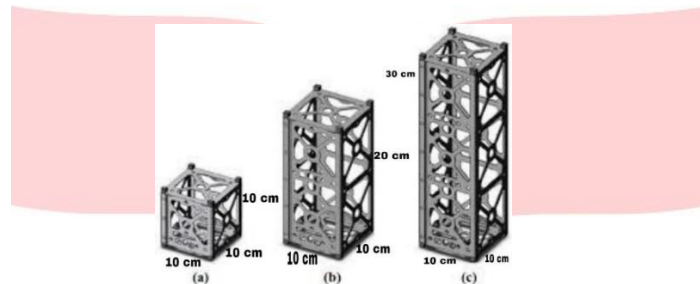
Teknologi yang berkembang pesat saat ini telah mendorong kemajuan baru pada berbagai bidang, salah satunya adalah pada bidang komunikasi radio. Perkembangan pada bidang komunikasi tersebut menjadi sorotan serius dalam perkembangan teknologi dalam pelayanan navigasi penerbangan. Salah satu upaya meningkatkan kualitas pelayanan dan keamanan dalam dunia penerbangan adalah dengan penggunaan teknologi Automatic Dependent Surveillance-Broadcast [1]. LoRa merupakan format modulasi yang memiliki rentang frekuensi 923-925 MHz. Komunikasi ADS-B dan LoRa membutuhkan antena namun saat ini masih sedikit yang meneliti bahwa satu antena dapat digunakan untuk melayani misi ADS-B dan LoRa.

Antena mikrostrip dipilih karena memiliki stuktur yang ringan serta dimensi yang relatif kecil sesuai dengan dimensi yang tersedia pada nano satelit. Meskipun dengan dimensi yang kecil antena mikrostrip mampu memenuhi spesifikasi yang diperlukan oleh nano satelit. Pada penelitian ini

dilakukan perancangan dan realisasi antenna mikrostrip. Antena mikrostrip yang dirancang sebagai komponen *receiver* memiliki polarisasi sirkular dan pola radiasi *omnidirectional* karena *cubesat* tidak memiliki kontrol maka dibutuhkan antena dari semua arah. Untuk mendapatkan cakupan frekuensi LoRa dan ADS-B maka dirancang antena mikrostrip dengan *bandwidth* yang lebar.

2. Dasar Teori

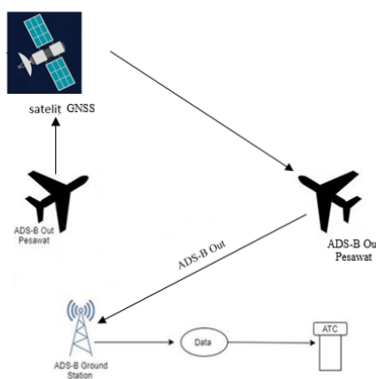
2.1 Cubesat



Gambar 1 Model CubeSat

Cubesat merupakan jenis satelit miniatur untuk penelitian ruang angkasa yang digunakan untuk tujuan penelitian dengan misi tertentu. *Cubesat* memiliki beberapa ukuran, terdapat *cubesat* ukuran 1U ($10 \times 10 \times 10$) cm³, 2U ($10 \times 10 \times 20$) cm³ dan 3U ($10 \times 10 \times 30$) cm³ yang mengorbit pada *Low Earth Orbit*. Biasanya massa *cubesat* tidak lebih dari 1,33 kg untuk setiap 1U [2]. *Cubesat* dirancang untuk mengurangi biaya penempatan dengan skala miniatur. Misi *cubesat* dibuat untuk *Low Earth Orbits* (LEO) dengan ketinggian 200-1600 km.

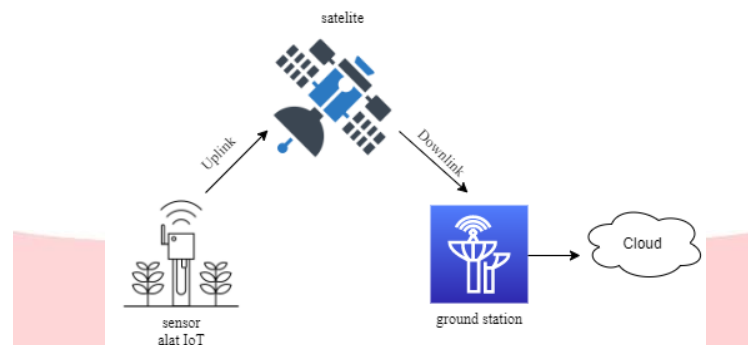
2.2 ADS-B



Gambar 2 ADS-B system.

Automatic Dependent Surveillance- Broadcast (ADS-B) adalah teknologi pendeteksi dimana setiap pesawat lewat transponder yang dimiliki memancarkan setiap dua kali dalam tiap detik informasi ketinggian, posisi kecepatan, arah, dan informasi lainnya ke stasiun darat dan pesawat lainnya. Informasi ini didapat dari informasi *Global Positioning System* (GPS) atau *backup Flight Management System* (FMS) yang ada di pesawat masing-masing [3]. Selanjutnya data tersebut dikirimkan ke display ATC untuk digunakan oleh ATC dalam memonitoring pesawat terbang seperti : posisi terbang, ketinggian terbang, kecepatan terbang dan parameter lainnya. *Coverage* maksimum dari ADS-B adalah 370 Km. *transponder* ADS-B yang berfungsi untuk mengirimkan informasi secara terus menerus ke ADS-B *receiver* yang ada di darat (*ground station*).

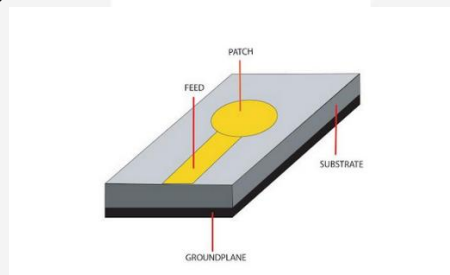
2.3 LoRa



Gambar 3 LoRa system.

LoRa adalah skema modulasi *spektrum spread eksklusif* yang merupakan turunan dari modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS) yang mempertukarkan laju data untuk sensitivitas dalam *bandwidth* saluran tetap. LoRa memiliki karakteristik *bandwidth* yang rendah dengan jarak jangkauan yang luas dan menggunakan daya yang rendah. LoRa *Physical Layer Protocol* bekerja pada pita frekuensi 433, 868, 915, 923 MHz bergantung pada regulasi masing masing negara. Di Indonesia regulasi ini akan diatur oleh Kominfo dan akan mengikuti standar frekuensi LoRa yang ditetapkan oleh LoRa *Alliance* untuk kawasan Asia yaitu pada frekuensi 923–925 MHz [4]. Gambar sistem Lora yang diterapkan di kehidupan sehari-hari dijelaskan oleh Gambar 3.

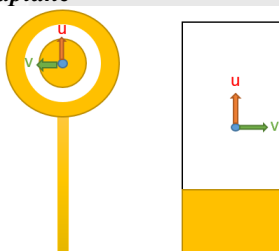
2.4. Pencatuan *Feed Line*



Gambar 4 Feed line.

Terdapat dua teknik pencatuan yaitu pencatuan secara langsung *Feed Line* dan pencatuan secara tidak langsung *Proximity Coupled* [5]. Pencatuan antenna dengan metode *Feed Line* karena memiliki keunggulan yaitu *bandwidth* yang lebar dan nilai *gain* yang lebih besar. Teknik pencatuan *Feed Line* merupakan pencatuan dengan meletakkan potongan konduktor yang dihubungkan langsung ke tepi *patch* seperti pada Gambar 4

2.5 Ring Slot dan *Partial Groundplane*

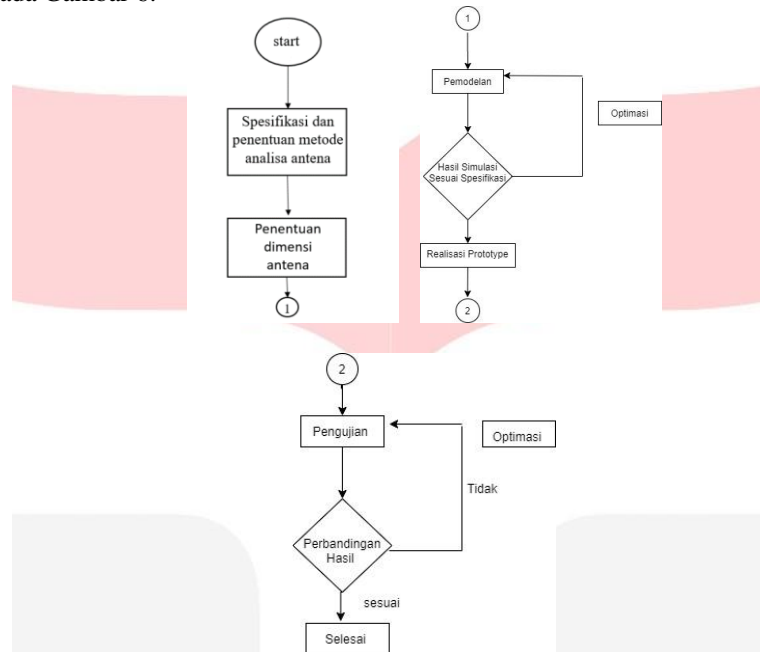


Gambar 5 Ring slot dan *partial groundplane*.

Slot antenna biasanya digunakan pada frekuensi antara 300 MHz dan 24 GHz. Slot antenna memiliki keunggulan karena dapat dipotong dari permukaan manapun di tempat slot yang akan dipasang atau memiliki pola radiasi yang kira-kira bersifat *omnidirectional*. *Partial Ground Plane* merupakan teknik dengan menghilangkan atau memotong sebagian bidang *ground* antenna [6].

2.6 Diagram alir penelitian

Untuk menjelaskan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini maka dibutuhkan diagram alir agar pelaksanaan penelitian yang dilakukan bisa lebih terstruktur. Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan beberapa tahap dalam melakukan perencanaan dari awal hingga akhir yang akan dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6 Blok diagram perancangan.

3. Desain Antena

Dalam perancangan antena bahan yang digunakan yaitu FR-4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dengan ketebalan 1,6mm serta menggunakan tembaga dengan ketebalan 0,035mm sebagai elemen peradiasinya. Sehingga berdasarkan rumus (2.3) didapatkan hasil sebagai berikut :

$$a = \frac{4,16}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \cdot \epsilon_r \cdot F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

$$a = \frac{4,16}{\left\{1 + \frac{2 \cdot 1,6}{\pi \cdot 4,3 \cdot 4,205} \left[\ln \left(\frac{\pi \cdot 4,205}{2 \cdot 1,6} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} = 38,2 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan jari – jari *patch* , maka selanjutnya menentukan lebar *feed line* yaitu dengan menggunakan rumus (2.5) dengan perhitungan sebagai berikut ini :

$$Wf = \frac{2 \times 1,6}{\pi} \left\{ 5,71 - 1 - \ln(2 \times 5,71 - 1) + \frac{4,3 - 1}{2 \times 4,3} \left[\ln(5,71 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,3} \right] \right\}$$

$$Wf = 3,019 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan lebar *feed line*, maka selanjutnya menentukan panjang *feed line* yaitu dengan menggunakan rumus (2.6) dengan perhitungan sebagai berikut ini :

$$Lf = \frac{1}{4} \times \lambda d$$

$$Lf = \frac{1}{4} \times 0,141 = 35 \text{ mm}$$

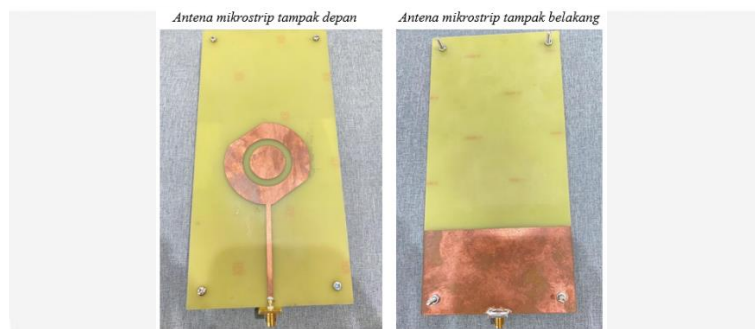
Berdasarkan perhitungan dimensi antena yang ditunjukkan pada tabel 2, kemudian dilakukan perancangan antena. Diperoleh hasil perhitungan nilai parameter awal antena.

Tabel 2 Nilai parameter antenna.

Parameter	Parameter	Nilai (mm)
Lebar <i>Feed Line</i>	W_f	3,019
Panjang <i>Feed Line</i>	L_f	35
Lebar <i>Ground Plane</i>	W_g	200
Panjang <i>Ground Plane</i>	L_g	98
Tebal dielektrik	t	0,035
Tebal Substrat	h	1,6
Jari-Jari	r	38,2
<i>Feed Point</i>	x	20
Ukuran Bolongan Mur	dh	2

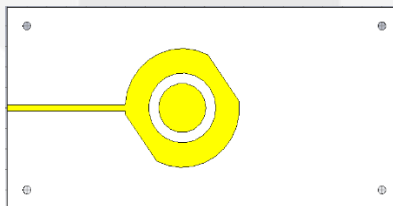
3.1. Realisasi Antena

Antena yang telah memenuhi spesifikasi direalisasikan menggunakan substrat dengan bahan FR-4 , kemudian untuk *groundplane*, *patch*, *feedline* menggunakan tembaga/*copper* seperti pada Gambar 7.

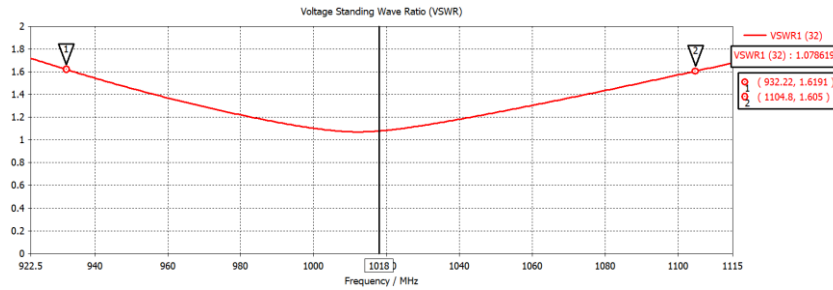
**Gambar 7** Realisasi antena mikrostrip.

3.2. Hasil Simulasi *Ring Slot*, *Partial Groundplane* dan *Truncated*

Antena mikrostrip dengan menggunakan metode *truncated* untuk didapatkan polarisasi sirkular, yaitu dengan cara memotong ujung dari *patch*. Dengan memotong ujung dari *patch* secara diagonal sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yaitu polarisasi melingkar (sirkular).

**Gambar 8** Perancangan metode *truncated*.

Pada Gambar 8 struktur antena mikrostrip dari permukaan atas meliputi lapisan *patch* dengan ketebalan 0,035 mm, slot (ci) 12 mm dan slot (co) 17 mm, substrat 1 dengan ketebalan 1,6 mm, substrat 2 dengan ketebalan 1,6 mm, dan dimensi pemotong *groundplane* (Lslot) Untuk pembuatan *partial groundplane* yang optimal. Ukuran (Lslot) 150 mm. Sudut pada sumbu = 45 mm dan tebal pada sumbu = 2. Simulasi awal dapat dilihat sebagai berikut.



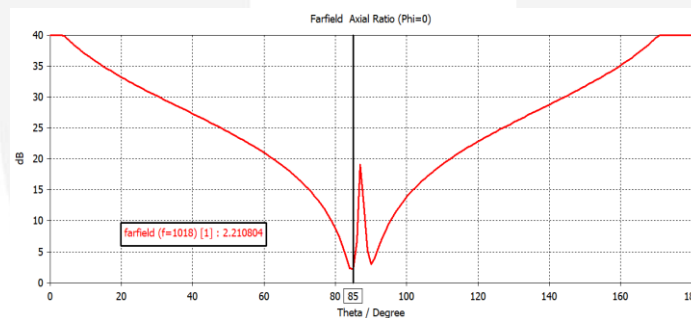
Gambar 9 VSWR awal metode *truncated*.

Pada Tabel 3 optimasi dilakukan dengan memotong slot di bagian *truncated* dan *partial groundplane* agar frekuensi kerja antenna turun ke frekuensi tengah sesuai spesifikasi. Sehingga didapatkan slot *partial groundplane* di 147 mm dengan spesifikasi VSWR 1,2, *bandwidth* 168 MHz, dan *gain* 2,1 dBi seperti pada Gambar 9. Dengan begitu, penggunaan metode *truncated* dinyatakan dapat meningkatkan *bandwidth* secara signifikan. Dimana pada perancangan antenna sebelum menggunakan metode *circular patch* dan *partial groundplane* hanya mendapatkan *bandwidth* 163,85 MHz.

Tabel 3 Proses optimasi antenna menggunakan metode *truncated*.

Sudut	Tebal	Lf	Wf	Lslot	VSWR	Bandwidth	Gain	Axial ratio
45	2	60	3	150	1,07	172,18 MHz	1,9 dBi	40 dB
70	2,1	60	3	150,1	1,08	173 MHz	1,9 dBi	40 dB
80	2,1	60	3	150,1	1,09	188,6 MHz	2 dBi	40 dB
95	2,1	60	3	150,1	1,09	186,4 MHz	2 dBi	40 dB
75	2,1	60	3	150,1	1,08	185 MHz	2 dBi	40 dB
65	2,1	60	3	150,1	1,08	187 MHz	1,9 dBi	40 dB
35	3,5	50	3,1	145	1,2	154,26 MHz	2 dBi	40 dB
35	3,5	60	3,1	146	1,28	177,76 MHz	2,1 dBi	40 dB
35	3,5	60	3,15	146	1,27	162,68 MHz	2,1 dBi	40 dB
35	3,5	60	3	147	1,2	168 MHz	2,1 dBi	40 dB

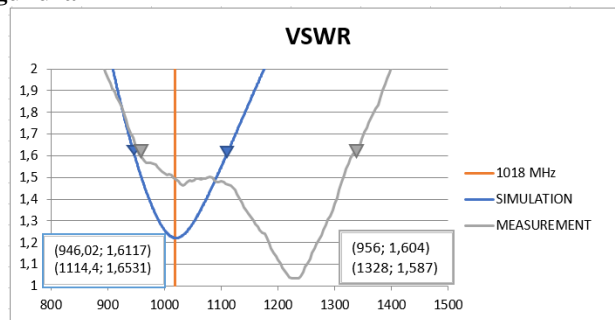
Selain itu, perubahan nilai parameter sudut tidak berpengaruh terhadap nilai *axial ratio*. Nilai *axial ratio* didapatkan 40 dB, dimana nilai tersebut termasuk polarisasi linier. Berdasarkan percobaan optimasi yang dilakukan, pembuatan antenna *truncated* pada pemodelan antenna *ring slot* dan *partial groundplane* tidak berpengaruh terhadap perubahan polarisasi.



Gambar 10 Nilai axial ratio setelah optimasi

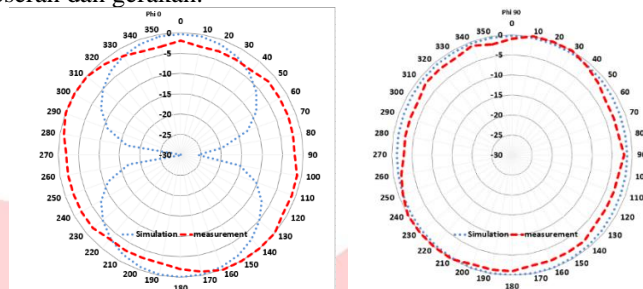
Gambar 10 pada sudut 35° dijadikan sebuah pilihan dan juga disisi lain *gain* dan *bandwidth* didapatkan lebih baik dari optimasi yang lain. Setelah di periksa pada parameter *axial ratio* di sudut phi 0 dinyatakan terdapat nilai axial ratio < 3 dB dengan nilai yang didapatkan 2,2 dB pada theta 85°.

3.3. Hasil Pengukuran



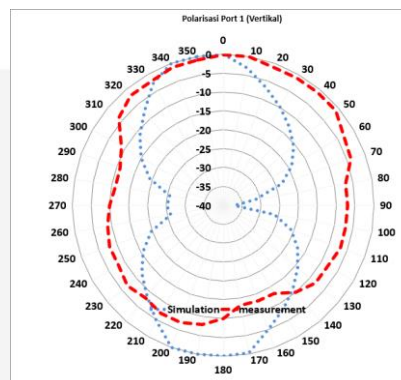
Gambar 11 Kurva perbandingan VSWR simulasi dan pengukuran

Gambar 11 diperoleh kurva hasil VSWR pengukuran yaitu 1,49 sedangkan untuk simulasi yaitu 1,2. Jika dilihat dari gambar grafik, hasil pengukuran mengalami pergeseran ke frekuensi 1200 MHz dengan nilai VSWR 1,119. Sehingga nilai VSWR pada frekuensi 1018 MHz menjulang ke titik VSWR 1,49. Perbedaan nilai ini dipengaruhi banyak faktor seperti alat yang digunakan cenderung tidak stabil dan hasil pengukuran antenna berubah-ubah ketika rangkaian alat pengukur antenna sensitif terhadap pergeseran dan gerakan.



Gambar 12 Pola radiasi azimuth dan elevasi.

Hasil dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 12 dengan bentuk pola radiasi secara horizontal dan vertikal yang menunjukkan bahwa di dapatkan daya yang hampir sama dari segala sudut, di sudut 0° derajat sampe 350°. Hasil dari pengukuran bentuk pola radiasi secara horizontal dan vertikal menunjukkan bahwa pancaran daya maksimum terdapat di semua sudut pancaran. Sehingga, didapatkan posisi antenna dengan transfer daya maksimum di sudut tersebut dalam arah azimuth dan elevasi.



Gambar 13 Polarisasi.

Pengukuran polarisasi antenna dilakukan pada satu frekuensi kerja antenna, yaitu frekuensi tengah antenna 1018 MHz. Nilai *axial ratio* maksimum dan minimum adalah *nilai axial ratio* yang sudah dihitung dengan mempertimbangkan nilai variasi medan pada saat pengukuran di sudut dan frekuensi tertentu. Untuk lebih jelasnya, nilai *axial ratio* dihadirkan dalam tabel berikut.

Tabel 4 Axial ratio.

Simulasi	Pengukuran
40 dB	4,46 dB

Pada Tabel 4, dapat dikatakan bahwa nilai *axial ratio* pada pengukuran mendapatkan nilai 4,46 dB yang menandakan polarisasi tersebut *ellips*, maka polarisasi antenna dikatakan *ellips* pada frekuensi kerjanya. Sehingga polarisasi yang didapatkan pada pengukuran dan simulasi tidak sesuai dengan spesifikasi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna mikrostrip adalah sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip yang telah dirancang memiliki dimensi 10×10×20 cm sesuai untuk digunakan pada struktur nano satelit dengan ukuran 2U.
2. Antena mikrostrip dengan metode *ring slot* dan *partial groundplane* serta *truncatted* yang dirancang ditunjukkan peningkatan pada *gain* dan *bandwidth*. Dimana didapatkan *gain* maksimal 2,3 dBi dan *gain* minimal 2,1 dBi. Sementara didapatkan *bandwidth* maksimal 372 MHz dan *bandwidth* minimal 168 MHz.
3. Hasil *axial ratio* simulasi 40 dB yang menunjukkan bahwa polarisasi simulasi termasuk linier, hasil proses pengukuran pada polarisasi didapatkan nilai 4 dB yang berarti *ellips*. Penggunaan metode *truncated* dinyatakan tidak dapat memberikan perubahan polarisasi pada antenna mikrostrip *ring slot* dan *partial groundplane*.
4. Antena ditargetkan untuk menerima sinyal ADS-B dari pesawat pada satelit nano. Yang di lakukan di kost kirana dengan jarak terjauh yang di dapatkan yaitu 12,37 Km dan jarak terdekat 0,31 Km.
5. Pengukuran daya terima LoRa di lakukan di *indoor* dan *outdoor*, untuk hasil yang di dapatkan, pengukuran lebih baik di lakukan di *outdoor* hal ini karena di dalam ruangan terdapat adanya akibat dari *multipath fading* yang menyebabkan *inter symbol interference*.

Referensi

- [1] F.Irawan, Ciksadan, Suroso, "Rancang Bangun Receiver Sinyal ADS-B Pesawat Menggunakan RTL-SDR serta Antena 1090 MHz," *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 25 Januari Volume 7. No 2, September 2020.
- [2] M. C. Mahdi, *Attitude Stabilization for CubeSat: Concepts and Technology*, Cambridge Scholars Publishing, 2018.
- [3] Y.N Susanti, W. Ardhia, "Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di Indonesia," *Perhubungan Udara*, vol. 40, 2014.
- [4] Semtech corporation, LoRa™ Modulation Basics, 2015.
- [5] R.Sinaga, A.H. Rambe, "Analisis Perbandingan Antara Saluran Pencatu FeedLine dan Proximity Coupled Untuk Antena Mikrostrip Patch Segiempat," *singuda ensikom*, vol. 6, 2014.
- [6] H.M.Lee, "Effect of Partial Ground Plane Removal on the Radiation Characteristics of a Microstrip Antenna," 2013.