

ANTENA MIKROSTRIP KEPING REKTANGULAR DENGAN CELAH BENTUK-U UNTUK LORA 923 MHz PADA CUBESAT 1U

MIMO U-SHAPE SLOTTED RECTANGULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA FOR LORA 923 MHz ON CUBESAT 1U

Ihsan Nuur Razzak Hantriono¹, Heroe Wijanto², Edwar³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
1zakihsan@student.telkomuniversity.ac.id, 2heroe@telkomuniversity.co.id,
3edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat ini perkembangan internet of things terus meningkat untuk system komunikasi Machine to Machine (M2M) Sensor yang berada di luar jaringan telestril membutuhkan satelit agar bisa menangkap informasi dari sensor tersebut dan membutuhkan modul agar satelit bisa menerima informasi. Modul yang digunakan adalah modul LoRa. Daya rendah yang dimiliki LoRa memungkinkan komunikasi dalam cubesat. Antena yang di rancang adalah antenna mikrostrip yang bekerja pada frekuensi LoRa yaitu 923 MHz menggunakan metode slotted patch agar sesuai dengan ukuran cubesat 1U (10 × 10 × 10) cm. Antena di realisasikan menggunakan metode slotted patch pada bagian patch-nya dengan bentuk U. Hasil VSWR pengukuran realisasi antena diperoleh sebesar 1,18 dengan bandwidth 35 Mhz. Polaradiasi yang di hasilkan yaitu bidirectional dengan daya pancar berada pada sudut 0° dan 180° pada azimuth dan 0° pada elevasi dengan nilai gain yang didapatkan sebesar 1,804 dB. Hasil polarisasi didapatkan nilai axial ratio 1,2 dBi dengan polarisasi sirkular.

Kata kunci : Antena, LoRa, Cubesat,

Abstract

Currently the development of the internet of things continues to increase for machine to machine (M2M) communication systems Sensors that are outside the telestril network require satellites to be able to capture information from those sensors and require modules in order for satellites to receive information. The module used is the LoRa module. LoRa's low power allows communication in cubesat. Antenna designed is a microstrip antenna that works at LoRa frequency of 923 MHz using slotted patch method to fit the size of cubesat 1U (10 × 10 × 10) cm. Antenna is realized using slotted patch method on the patch part with the shape U. VSWR results measurement of antenna realization obtained by 1.18 with a bandwidth of 21 Mhz. Polarization produced is bidirectional with radiating power is at angles 0 and 180 at azimuth and 0 at elevation with a gain value of 1,804 dB. Polarization result obtained axial ratio value of 1.2 dBi with circular polarization.

Keywords: antenna, Lora, Cubesat

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan *Internet of Things* terus meningkat untuk sistem komunikasi *Machine to Machine* (M2M). Dengan adanya *Internet of Things* teknologi masa kini dapat berkomunikasi dengan mesin seperti sensor. Sensor yang berada di luar daerah jaringan telestril akan membutuhkan satelit agar bisa menangkap informasi dari sensor tersebut. Oleh karena itu, pada satelit dibutuhkan modul agar satelit bisa menerima informasi dari sensor. Modul yang digunakan adalah modul LoRa

Komunikasi Daya rendah yang dimiliki modul LoRa memungkinkan dalam komunikasi sistem *nano satellites* yaitu *cubesat* [1]. Dalam penelitian ini, *cubesat* memiliki misi menangkap informasi dari sensor dengan modul LoRa. Oleh karena itu, dibutuhkan antena yang cocok pada cubesat untuk menangkap informasi dari sensor dengan modul LoRa. Tugas akhir ini mengusulkan antena yang dapat mendukung komunikasi LoRa dengan *Cube Satellite*.

Antena yang dipilih adalah antena mikrostrip karena antena mikrostrip lebih mudah di implementasikan untuk *cubesat*. Antena yang akan dirancang akan menggunakan metode miniaturisasi dengan teknik *slotted patch*, Karena adanya perubahan jalur arus pada *patch* antena, menggunakan *slot* pada *patch* antena mikrostrip dapat mengurangi ukuran *patch* antena mikrostrip [2]. Antena yang dirancang adalah antenna penerima yang bekerja pada frekuensi LoRa yaitu 923 Mhz lalu mempunyai polaradiasi omnidireksional karena cubesat tidak memiliki kontrol dan polarisasi sirkular karena adanya efek faraday antara bumi dan luar angkasa.

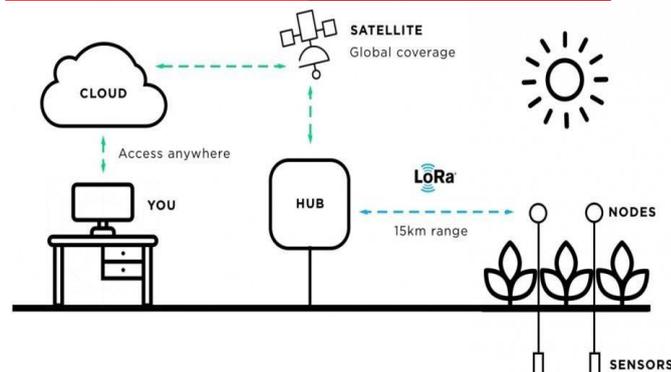
2. Dasar Teori

2.1. Cubesat

Teknologi *Cubesat* adalah salah satu jenis nanosatelit yang memiliki bentuk kubus dengan ukuran 1U ($10 \times 10 \times 10$) cm^3 , 2U ($20 \times 10 \times 10$) cm^3 dan 3U ($30 \times 10 \times 10$) cm^3 yang mengorbit pada *Low Earth Orbit* (LEO) dengan ketinggian antara 400-650 Km,[3]. *Cubesat* memiliki ukuran kurang dari 10 kg, oleh karena itu *Cubesat* sangat membatasi massa dan volume dibanding dengan satelit lainnya. *Cubesat* sangat diminati karena memiliki biaya yang lebih murah, resiko yang rendah dan waktu kerja yang tidak lama[4]. CubeSat dirancang dalam bentuk miniatur skala untuk mengurangi biaya. Misi dari CubeSat adalah dibuat untuk Low Earth Orbits (LEO), sehingga radiasi dapat diabaikan[5].

2.2. Long Range (LoRa)

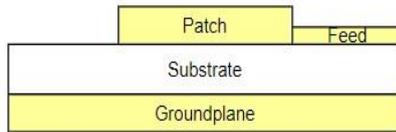
LoRa adalah teknologi komunikasi baru di bawah Low Power Wide Area Network (LPWAN). LoRa (Long Range) merupakan sistem komunikasi nirkabel untuk IoT, menawarkan komunikasi jarak jauh 15 km dan berdaya rendah (5-10 tahun)[6]. Teknologi *LoRa* memiliki jangkauan komunikasi dengan jarak lebih dari 2 km dengan konfigurasi sesuai lingkungan[7]. LoRa bekerja pada beberapa frekuensi bergantung pada regulasi masing masing negara yang paling yaitu 433 MHz, 868 MHz, 915 MHz [8][9]. Menurut Kominfo, *LoRa* di Indonesia memakai frekuensi 920 Mhz - 923 Mhz[18]. Machine-to-Machine (M2M) dan Internet of Thing (IoT) telah menjadi target utama penyebaran *LoRa* karena spesifikasinya untuk komunikasi jarak jauh dan daya rendah[10].



Gambar 1.. LoRa Satellite Network

2.3. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang memiliki karakteristik bentuk yang sederhana, ringan, dan *compact*[11]. Penggunaan antena mikrostrip ini dapat di aplikasikan untuk kebutuhan antena yang ringkas seperti yang digunakan pada satelit dan radar. Antena mikrostrip terdiri dari dua bagian yaitu bagian atas yang disebut dengan *patch* dan bagian bawah yang disebut *groundplane*[12]. *Patch* adalah lapisan atas antena yang berfungsi sebagai peradiasi gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* terbuat dari bahan konduktor dengan ketebalan tertentu misalnya bahan *copper*. Bentuk *patch* bermacam-macam seperti bentuk persegi (*square*), lingkaran (*circular*), persegi panjang (*rectangular*), segitiga (*triangle*), *Ellptical* dan sebagainya[13]. Berikut bentuk *patch* antena mikrostrip terlihat pada gambar berikut. *Substrate* adalah bahan dielektrik yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik[13]. *Substrate* membutuhkan nilai besaran dari bahan dielektriknya yang disebut konstanta dielektrik (ϵ_r) dan mempunyai ketebalan *Substrate* (h)[13]. Sedangkan *groundplane* terbuat dari bahan konduktor yang sama seperti *patch* yang berfungsi sebagai reflector dari gelombang elektromagnetik[13].



Gambar 2. Struktur Mikrostrip

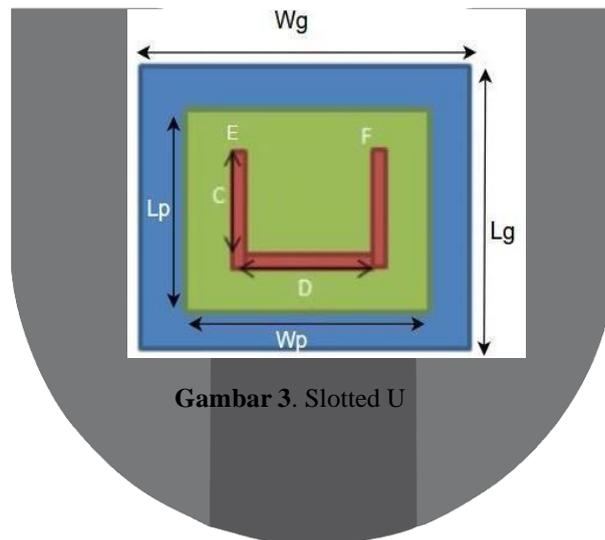
2.4. Link Budget

Teknik *Link Budget* adalah kualitas sistem komunikasi. Ini menjumlahkan semua penguatan dan kerugian dari pemancar ke penerima, terkait dengan antena dan media propagasi. *Link Budget* juga Salah satu parameter penting yang perlu diperhitungkan untuk membuat sistem komunikasi jarak jauh (terutama komunikasi satelit) agar data yang dikirim dapat tersampaikan ke tujuan dengan baik

2.5. Slotted Patch

Perancangan Karena adanya perubahan jalur arus pada *patch* antena, menggunakan *slot* pada *patch* antena mikrostrip dapat mengurangi ukuran *patch* antena mikrostrip[2]. Ketika *slot* diaplikasikan pada *patch* maka arus akan seperti berjalan pada *patch* tambahan dibandingkan dengan yang tidak menggunakan *slot*[10]. Menggunakan *slot* pada *patch* antena mikrostrip. Teknik ini mengurangi ukuran antena sekitar 20% - 30% [24]. Berikut contoh *slotted patch* bentuk U-Slot[14]:

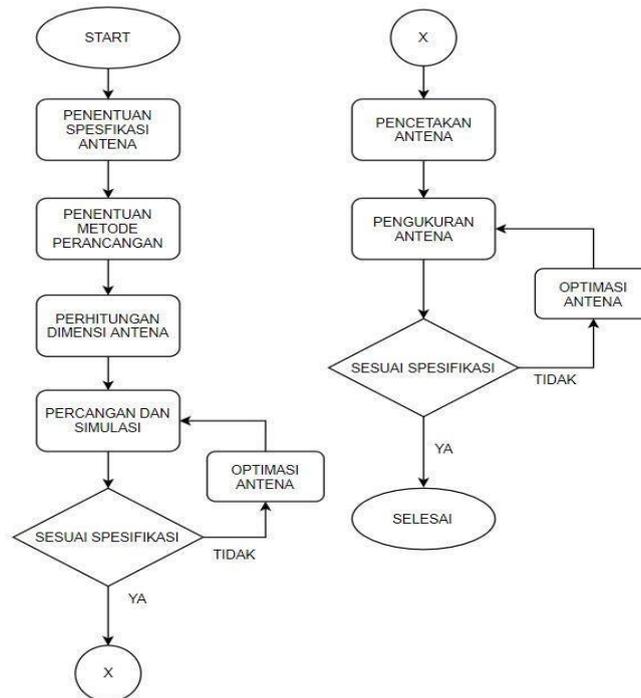
Gambar 2.9.



Gambar 3. Slotted U

3. Desain Antena

3.1. Diagram Alir



Gambar 4. Diagram Alir Perancangan

Tahapan awal dimulai dengan penentuan spesifikasi antena yang dibutuhkan, selanjutnya menentukan metode antena yang dirancang agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, dilanjutkan dengan menghitung dimensi antena, setelah mendapatkan dimensi antena dilanjutkan dengan perancangan awal antena dan melakukan simulasi. jika hasil simulasi tidak memenuhi spesifikasi, maka dilakukan optimasi antena agar mendapatkan spesifikasi yang diinginkan. Jika sudah sesuai dengan spesifikasi selanjutnya melakukan pencetakan antena. Setelah antena dicetak dilanjutkan dengan pengukuran antena, jika hasil tidak sesuai spesifikasi dilakukan optimasi antena kembali dan jika sudah sesuai spesifikasi maka tahapan selesai.

3.2. Spesifikasi Antena

Dalam perancangan tugas akhir ini, akan dirancang antena mikrostrip keping rectangular dengan celah bentuk-u yang di aplikasikan untuk LoRa 923 MHz Pada *cubesat* 1U. Langkah pertama sebelum melakukan perancangan antena adalah menentukan spesifikasi antena. Berikut spesifikasi antena yang akan dirancang :

Tabel 1 Spesifikasi Antena

Spesifikasi	Deskripsi
Frekuensi Kerja	923 MHz
Gain	2,5 dBi
Bandwidth	3 MHz
VSWR	≤ 1,5
Polarisasi	Sirkular
Polaradiasi	Ominidireksional

Bahan Dalam penelitian tugas akhir ini, bahan yang digunakan untuk pembuatan *patch*, *groundplane*, *feedline* adalah tembaga/*copper* yang memiliki ketebalan 0,035mm. Untuk pembuatan substrat menggunakan bahan dielektrik yaitu Roger 5880 yang memiliki permitivitas relatif (ϵ_r) = 2,2 dengan ketebalan 1,575 mm

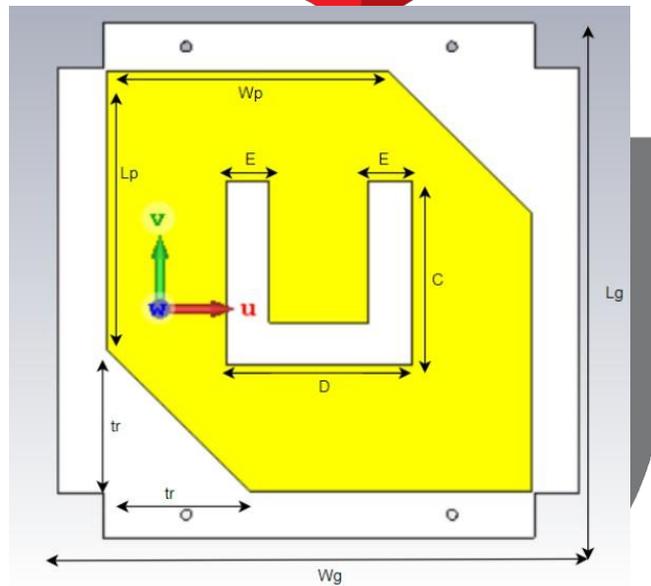
3.3. Perancangan Antena

Antena yang dirancang memiliki batas dimensi sebesar 98×98 mm dengan menyesuaikan bentuk *cubesat*

dengan menambahkan potongan bentuk persegi setiap sudutnya dengan ukuran $S = 8,5$ mm dan menggunakan bahan dielektrik substrat Duroid RT5880 yang memiliki konstanta dielektrik 2.2 dengan menggunakan metode patch segi empat pojok terpotong untuk mendapatkan polarisasi sirkular. Berikut Dimensi pada antenna yang di rancang :

Tabel 2. Dimensi Antena

Parameter	Deskripsi	Nilai (mm)
W_g	Lebar Groundplane	98
L_g	Panjang Groundplane	98
W_p	Lebar Patch	80,1
L_p	Panjang Patch	80,1
E	Lebar slot atas	8
C	Panjang Slot Kanan Kiri	35
D	Lebar Slot Bawah	34,75
t	Tebal Coper	0,035
h	Tebal Substrat	1,575
tr	Panjang Truncated	27



Gambar 5. Desain antenna setelah optimasi

4. Analisis

4.1. Realisasi Antena

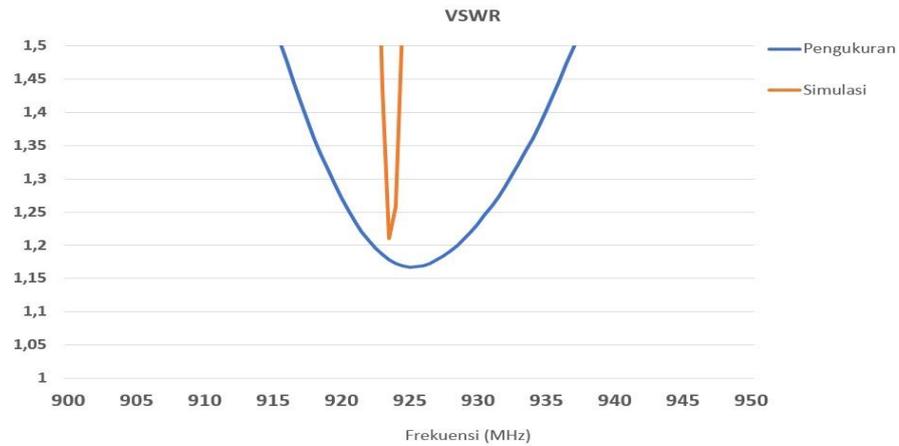
Antena mikrostrip yang telah di realisasikan bisa dilihat pada gambar berikut



Gambar 6. Realisasi Antena

4.2. Pengukuran VSWR dan Bandwidth

Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran VSWR dan bandwidth ditunjukkan pada Gambar Garis warna jingga menunjukkan hasil simulasi dengan nilai VSWR 1,21 pada frekuensi 923 MHz dengan lebar bandwidth 1,66 MHz sedangkan pada pengukuran yang ditunjukkan dengan garis warna biru mendapatkan hasil VSWR 1,18 pada frekuensi 923 MHz dengan lebar bandwidth 21 MHz. Dapat dilihat dengan nilai VSWR yang di dapatkan pada simulasi dan pengukuran sudah memenuhi spesifikasi.



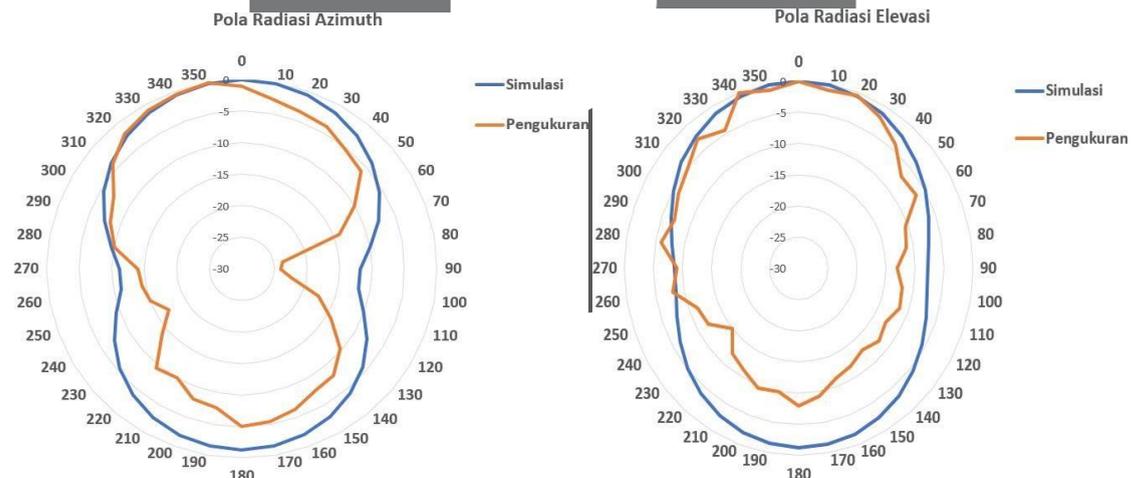
Gambar 7. Hasil VSWR Simulasi dan Pengukuran

Tabel 3. Perbandingan hasil Simulasi dan Pengukuran

Hasil	VSWR	Bandwidth (MHz)	Frequency Range (MHz)
Simulasi	1,21	1,66	922,43 - 923,96
Pengukuran	1,18	21	916 - 937

4.3. Pola Radiasi dan Gain

Dalam simulasi diperoleh hasil pola radiasi bidireksional dengan gain 1,83 dBi pada frekuensi 923 MHz sedangkan pada hasil pengukuran diperoleh hasil pola radiasi bidirectional dengan gain 2,04 dBi frekuensi 923 MHz.



Gambar 8. Pola Radiasi Simulasi dan Pengukuran

4.4. Polarisasi

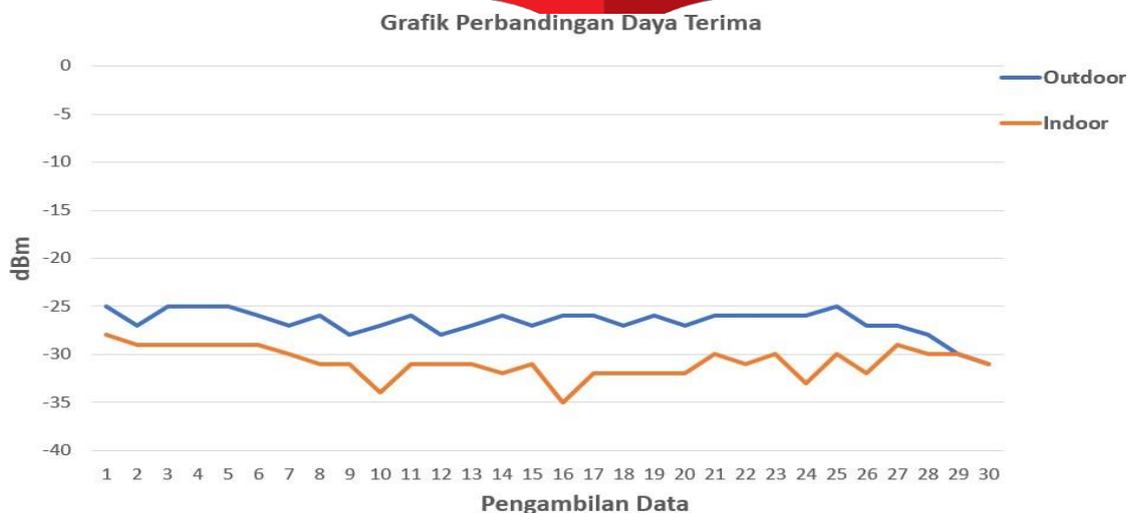
Hasil pengukuran polarisasi dapat dilihat pada Tabel yang didapatka dari perbandingan nilai medan listrik maksimu dan minimum. Didapatkan nilai axial ratio pada simulasi yaitu 14,33 dB sedangkan pada pengukuran didapatkan nilai axial ratio yaitu 1,2 dB yang menunjukkan bahwa antenna memiliki polarisasi sirkular dengan nilai axial ratio < 3 dB

Tabel 4 .Nilai Axial Ratio

Parameter	Simulasi	Pengukuran
Axial Ratio (dB)	14,33	1,2

4.5. Validasi Menggunakan Modul LoRa

Pengambilan data menggunakan modul LoRa dilakukan dengan 2 kondisi yaitu saat kondisi *outdoor* dan *indoor*. Untuk pengambilan data outdoor dilakukan di area Danau Telkom University dan untuk indoor dilakukan di dalam Gedung Serba Guna Telkom University. Dapat dilihat pada grafik pengukuran dengan pengambilan data sebanyak 30 kali di kedua kondisi, saat pengambilan data saat kondisi *outdoor* mendapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan pada saat melakukan pengambilan data saat kondisi *indoor* dikarenakan adanya banyak pantulan yang disebabkan oleh tembok dan beberapa benda lainnya sedangkan saat kondisi outdoor tidak banyak pantulan yang terjadi karena di area terbuka.



Gambar Grafik Daya Terima

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari proses perancangan dan hasil simulasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil VSWR pengukuran realisasi antenna diperoleh sebesar 1,18 dengan lebar bandwidth 21 MHz dimana hasil yang dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan.
2. Polaradiasi Polaradiasi yang dihasilkan dari hasil pengukuran memiliki bentuk $\textit{bidireksional}$ dengan daya pancar maksimum berada pada sudut 0 dan 180 pada azimuth sedangkan pada elevasi di sudut
3. Nilai gain yang didapatkan sebesar 2,04 dB yang mengalami kenaikan dari hasil simulasi yaitu 1,83 dBi.
4. Hasil pengukuran polarisasi didapatkan dengan nilai axial ratio 1,2 dB dimana hasil tersebut memenuhi kriteria polarisasi sirkular.
5. Antena yang dirancang dapat menerima daya transmit dari modul transmiiter LoRa dengan dua kondisi yang berbeda yaitu outdoor dan indoor.

Referensi:

- [1]A. A. Doroshkin, A. M. Zadorozhny, O. N. Kus, V. Y. Prokopyev, and Y. M. Prokopyev, "Experimental study of lora modulation immunity to doppler effect in cubesat radio communications," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 75 721– 75 731, 2019.
- [2]B. SATRIYOTOMO, "Antena mikrostrip segi empat pojok terpotong untuk penerima sinyal ads-b pada satelit nano," 2020.
- [3]M. Oredsson, "Electrical power system for the cubestar nanosatellite," Master's thesis, 2010.
- [4]M. Chessab Mahdi, J. Sadiq, and S. AL-Razak, "Design and implementation of an effective electrical power system for nano-satellite," *International Journal of Scientific and Engineering Research*, vol. 5, pp. 29–35, 05 2014.
- [5]M. C. Mahdi, *Attitude Stabilization for CubeSat: Concepts and Technology*. Cambridge Scholars Publishing, 2018.
- [6]A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. M. Townsley, "A study of lora: Long range & low power networks for the internet of things," *Sensors*, vol. 16, no. 9, p. 1466, 2016.
- [7]A. J. Wixted, P. Kinnaird, H. Larijani, A. Tait, A. Ahmadinia, and N. Strachan, "Evaluation of lora and lorawan for wireless sensor networks," in *2016 IEEE SENSORS*. IEEE, 2016, pp.
- [8]A. Zourmand, A. L. K. Hing, C. W. Hung, and M. AbdulRehman, "Internet of things (iot) using lora technology," in *2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)*. IEEE, 2019, pp. 324–330.
- [9](2015) white paper: A technical overview of lora and lorawan. [Online]. Available: <https://www.tuv.com/media/corporate/products/1/electronic-components-and-lasers/TUeV-Rheinland-Overview-LoRa-and-LoRaWANtmp.pdf>
- [10]I. P. Sari and T. Hariyanto, "Sistem pengiriman data antar mesin menggunakan modul radio lora hc-12 pada prototipe smart water meter berbasis mikrokontroler," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 11, no. 1, 2020, pp. 481–487.
- [11]C. A. Balanis, "Antenna theory third edition analysis and design," *John Wiley & Sons Inc*, pp. 811–842, 2005.
- [12]M. F. Iskander, *Electromagnetic fields and waves*. Waveland Press, 2013.
- [13]L. AMMAI, "Miniaturisasi antena mikrostrip menggunakan defected ground structure pada frekuensi fixed wimax 3.65 ghz," 2017.
- [14]P. Daud, D. Mahmudin, A. Fathnan, I. Syamsu, T. Estu, and Y. Wijayanto, "Inset-fed u-slotted patch antenna array for 10ghz radio-over-fiber applications," in *2016 IEEE International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE)*. IEEE, 2016, pp. 117–120.