

Desain Dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Sirkular Pita Lebar Untuk Penerima Berbasis Lora Dan Ads-B Pada Satelit Kubus 2U

Zilliah Mankusa, Heroe Wijanto, Edwar, Dhoni Putra Srtiawan, Harfan Hian Ryanu

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu, Bandung 40257
zilliahmankusa@student.telkomuniversity.ac.id

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, truncated 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 Mikrostrip, Cubesat.

Abstrak

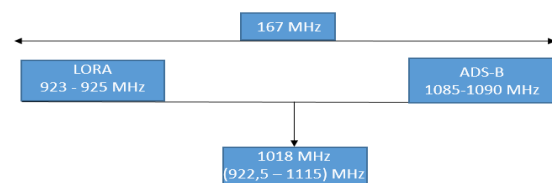
Cubesat merupakan satelit yang memiliki misi sebagai penerima sinyal ADS-B dan LoRa. Pada saat ini pengembangan antena untuk cubesat hanya didasarkan pada satu sistem saja. Maka dibutuhkan antena yang dapat digunakan pada kedua sistem. Antena yang dibutuhkan memiliki bandwidth yang lebar untuk memenuhi 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, truncated. didapatkan bandwidth 168,38 MHz untuk simulasi dan untuk pengukuran di dapatkan bandwidth 372 MHz. Hasil perancangan menunjukan 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.

I. 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]. ADS-B merupakan teknik pengawasan kooperatif yang digunakan dalam pengelolaan ruang lalu lintas udara dan aplikasi lain yang terkait. ADS-B memiliki rentang frekuensi 1085–1090 MHz. Selain pengenalan teknologi ADS-B, *Lacuna space* telah

mengembangkan *gateway* satelit dan bekerja sama dengan *Semtech* untuk mengembangkan teknologi LoRa untuk memungkinkan komunikasi langsung dari perangkat berbasis LoRa ke *gateway* satelit [2]. 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.

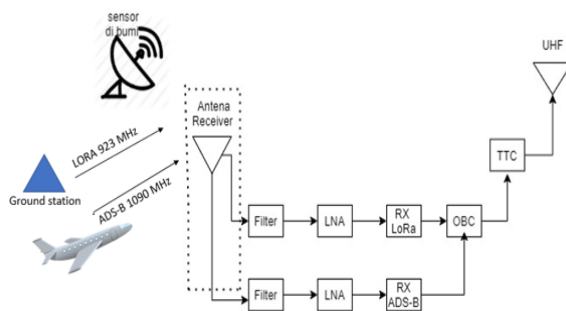


Gambar 1. Konsep penggabungan dua wilayah frekuensi pada satu antena

Pada penelitian ini mengusulkan antenna yang dapat mendukung komunikasi LoRa dan ADS-B dalam satu medium yang sama, untuk itu dipilih frekuensi kerja sebesar 1018 Mhz dan *bandwidth* 167 Mhz. Penelitian ini menggunakan metode *Ring Slot* dengan *Partial Groundplane* dan *Multilayer Substrat* untuk di dapatkan antenna dengan *bandwidth* yang lebar. Sehingga memungkinkan keduanya untuk digabungkan. Antena Mikrostrip dipilih karena memiliki bahan yang sederhana (*low profile*), struktur yang ringan, mudah diintegrasikan dengan sistem lainnya, sehingga cocok untuk sistem komunikasi satelit nano yaitu *cubesat* [3]. Antena mikrostrip yang dirancang sebagai komponen *receiver* memiliki polarisasi sirkular dan pola radiasi omnidirectional karena *cubesat* tidak memiliki kontrol maka dibutuhkan antenna dari semua arah. Untuk mendapatkan cakupan frekuensi LoRa dan ADS-B maka dirancang antenna mikrostrip dengan *bandwidth* yang lebar.

II. METODE

Antena merupakan perangkat dari sistem komunikasi yang dapat bekerja sebagai pemancar atau penerima gelombang. Untuk menentukan salah satu faktor jumlah antenna yang dirancang adalah berdasarkan perangkat pengirim atau penerima yang digunakan. Pada desain sistem ini hanya membahas antenna *receiver*.



Gambar 2. Desain sistem

Sistem kerja penerima sinyal ADS-B pada *cubesat* yaitu pesawat menerima data navigasi dari *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Kemudian pesawat mengirimkan posisi, ketinggian dan informasi tambahan secara *broadcast* melalui *transmitter* ADS-B out, kemudian *receiver* (Antena Mikrostrip) dan LoRa *receiver* pada muatan satelit berperan sebagai penerima data tersebut. Penelitian ini berfokus pada perancangan antenna penerima sinyal ADS-B dan LoRa pada muatan *cubesat*.

A. ADS-B

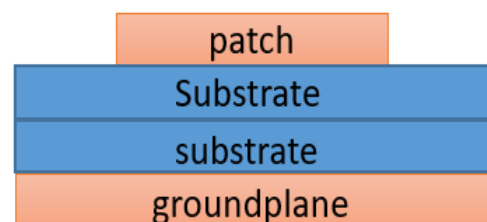
Automatic Dependent Surveillance- Broadcast (ADS-B) merupakan teknologi pengamatan yang diterapkan pada transportasi udara untuk pengendalian lalu lintas udara yang menggunakan kombinasi teknologi *Global Positioning System* (GPS) dari satelit atau *backup Flight Management System* (FMS) yang ada di pesawat masing-masing [4]. Data yang diterima tersebut selanjutnya digunakan oleh *Air Traffic Control* (ATC) dalam mengawasi pesawat terbang 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 berfungsi untuk mengirimkan informasi ke ADS-B *receiver* yang ada di darat (*ground station*).

B. LORA

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. Berdasarkan regulasi di Indonesia diatur oleh Kominfo dan akan mengikuti standar frekuensi LoRa yang ditetapkan oleh LoRa *Alliance* untuk kawasan Asia yaitu pada frekuensi 923–925 MHz. LoRa *Physical Layer Protocol* bekerja pada frekuensi sub-GHz pada pita frekuensi 433, 868, 915, 923 MHz bergantung pada regulasi masing masing negara [5].

C. Multilayer Substrat

Multilayer substrat adalah cara untuk meningkatkan *bandwidth*, berbagai metode telah diusulkan untuk meningkatkan *bandwidth*, meningkatkan ketebalan substrat untuk peningkatan *bandwidth* dapat dilakukan. Salah satu cara untuk meningkatkan *bandwidth* adalah mengapit substrat atau substrat susun.

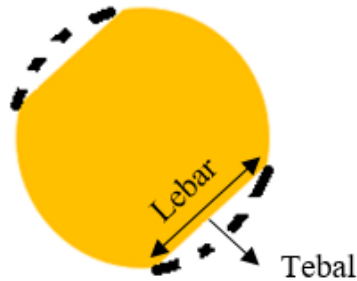


Gambar 3. Multilayer substrat

Desain Dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Sirkular
(Zilliah Mankusa, Heroe Wijanto, dkk : 59 - 64)

D. Truncated

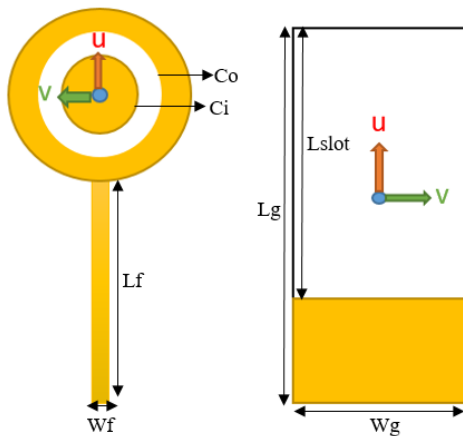
Teknik *truncated* merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan polarisasi sirkular, yaitu dengan cara memotong ujung dari *patch*. Struktur pada *truncated* meliputi tebal, sudut dan lebar. Bentuknya sederhana dengan sudut yang terpotong secara diagonal atau menyilang pada *patch*.



Gambar 4. Metode *truncated*

E. 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 Groundplane merupakan teknik dengan menghilangkan atau memotong sebagian bidang ground antenna [6].



Gambar 5. Ring slot dan *partial groundplane*

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Spesifikasi Antenna

Pada bagian ini akan dijelaskan spesifikasi antenna yang diperlukan untuk menunjang misi penerima sinyal ADS-B dan LoRa pada CubeSat. Seperti pada Tabel 1.

TABEL 1. PARAMETER ANTENA

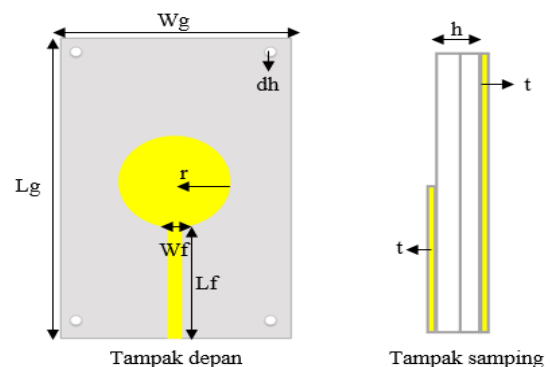
<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
Frekuensi	1018 Mhz
Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>
Polarisasi	Sirkular
<i>Bandwidth</i>	167 Mhz
VSWR	< 2
<i>Gain</i>	1-3 dBi

B. Desain Antena

Dalam perancangan antenna bahan yang digunakan yaitu FR-4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dengan ketebalan 1,6 mm serta menggunakan tembaga dengan ketebalan 0,035 mm sebagai elemen peradiasinya. Dengan lebar feedline 3,1 mm dan panjang feedline 35 mm. Ukuran bolongan mur sebesar 2 mm. Dengan bentuk antenna mengikuti ukuran satelit kubus 2U. Seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. DIMENSI ANTENA

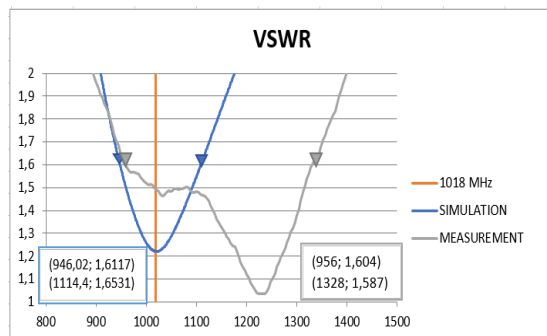
<i>Parameter</i>	<i>Parameter</i>	<i>Dimensi (mm)</i>
Lebar <i>Feed Line</i>	<i>Wf</i>	3,01
Panjang <i>Feed Line</i>	<i>Lf</i>	35,00
Lebar <i>Ground Plane</i>	<i>Wg</i>	200,00
Panjang <i>Ground Plane</i>	<i>Lg</i>	98,00
Tebal Konduktor	<i>t</i>	0,03
Tebal Substrat	<i>h</i>	1,60
Jari-Jari	<i>r</i>	38,20
Ukuran Bolongan Mur	<i>dh</i>	2,00



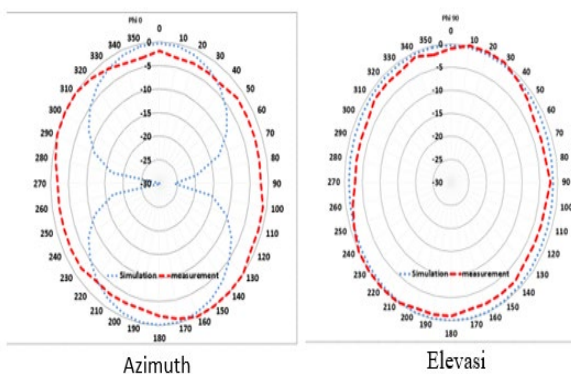
Gambar 6. Desain Antena

C. Hasil Simulasi Antena Mikristrip

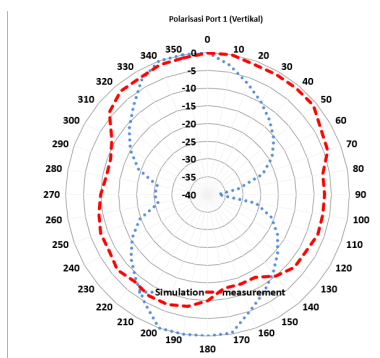
Antena mikrostrip yang dirancang disimulasikan oleh aplikasi CST. Antena mikrostrip yang dirancang ditujukan pada Gambar 5. Dari simulasi didapatkan bandwidth sebesar 168,38 MHz, nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi antenna wideband dengan bandwidth spesifikasi yaitu 167 MHz. Pada simulasi parameter VSWR didapatkan 1,2 MHz, nilai tersebut telah memenuhi kriteria spesifikasi yaitu kurang dari dua. Antena memiliki gain sebesar 2,1 dBi pada simulasi. Pola radiasi yang dihasilkan yaitu bidirectional serta polarisasi yang dihasilkan pada simulasi yaitu linear. Pada parameter polarisasi masih belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu sirkular.



Gambar 7. Kurva perbandingan VSWR simulasi dan pengukuran



Gambar 8. Pola radiasi azimuth dan elevasi



Gambar 9. Polarisasi

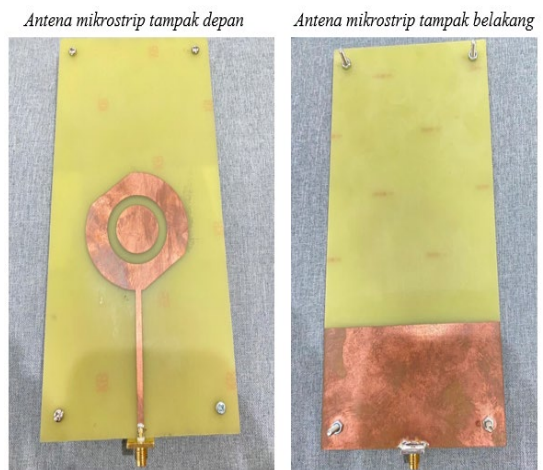
D. Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip

Hasil antenna fabrikasi didapatkan nilai bandwidth sebesar 372 MHz nilai tersebut mengalami pergeseran dari nilai simulasi, hal ini yang menyebabkan bandwidth menjadi lebih lebar karena adanya pergeseran VSWR dari 1,2 MHz menjadi 1,49 MHz. Dengan gain yang dihasilkan yaitu 2,23 dBi dan polarisasi ellips serta polaradiasi omnidirectional.

TABEL 3. PERBANDINGAN PARAMETER ANTENA

Parameter	Spesifikasi	Pengukuran
Frekuensi	1018 MHz	1018 MHz
Pola radiasi	Omnidirectional	Omnidirectional
Polarisasi	Sirkular	Ellips
Bandwidth	167,00 MHz	372,00 MHz
Gain	1-3 dBi	2,23 dBi
VSWR	< 2	1,49

Terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi spesifikasi yaitu polarisasi pada simulasi dan pengukuran. Perbedaan ini disebabkan karena faktor ketidak telitian dari proses fabrikasi dan pengukuran antenna. Pada metode *multilayer substrat* terdapat *loss* yang lebih dikarenakan pada proses fabrikasi memungkinkan terdapat kerenggangan diantara kedua *substrat* dan pada proses fabrikasi.



Gambar 10. Realisasi antenna mikrostrip

E. Pengujian Deteksi Pesawat Dengan RTL-SDR

Pengukuran jarak didapat dari *path* pada *Google Earth* dengan memilih titik pada koordinat tempat

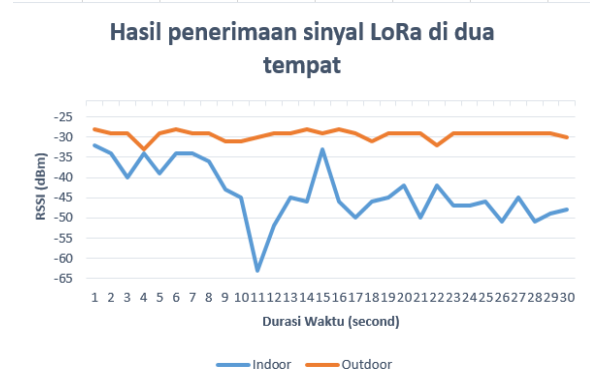
pengukuran dan titik pada koordinat yang didapat dari data pesawat. Dari pengukuran didapatkan data dengan jarak terjauh 12,37 km, hal tersebut terjadi karena adanya *delay* pada sistem database yang disebabkan adanya selang waktu yang di butuhkan oleh *radarbox* untuk menerima proses dari data *feeder*, maka jarak akurasi dari data tersebut adalah $\pm 12,37$ km. Dan juga didapatkan nilai terdekat 0,31 km.

TABEL 4. PENGUJIAN DETEKSI PENERIMA ADS-B DI LAPANGAN

Penerima ADS-B di lapangan		Selisih jarak koordinat (km)
Latitude	Longitude	
-5.810039	107.75339	1,57
-7.16071	108.31478	4,64
-5.96223	108.05994	2,67
-6.42258	107.24461	0,65
-6.17464	107.45538	1,34
-6.74784	109.10939	1,44
-7.02589	106.92560	0,31
-6.90935	105.78796	12,37
-6.33320	107.50340	3,43
-5.95404	108.48855	3,37

F. Pengujian Daya Receive

Pengukuran daya yang diterima di dapat dari software Arduino IDE dengan memilih daya yang diterima dari modul receive LoRa. Jarak pengukuran daya sebesar 10 km. Pengujian daya receive LoRa pada Gambar 5 Grafik tersebut menjelaskan durasi dalam waktu berapa data tersebut berhasil atau gagal di terima. Pengujian daya *receive* di Lapangan danau Telkom university menunjukkan hasil yang lebih baik, terlihat dari jumlah daya yang di terima lebih besar ketika di uji pada *outdoor* hal ini dikarenakan sedikitnya pantulan dari sekitar. Pengujian daya diambil 30 sample dengan daya rata rata yang diterima pada ruangan outdoor sebesar -29 dBm serta daya yang diterima di Gedung serba guna menunjukkan hasil yang kurang baik dikarenakan daya yang diterima lebih kecil, hal ini terjadi karena adanya akibat dari *multipath fading* yang menyebabkan *inter symbol interference*, daya rata rata yang diterima pada ruangan indoor sebesar -45 dBm.



Gambar 11. Grafik Penerima LoRa

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Antena mikrostrip yang telah dirancang memiliki dimensi $10 \times 10 \times 20$ cm sesuai untuk digunakan pada struktur nano satelit dengan ukuran 2U.
2. Antena mikrostrip dengan metode ring slot dan partial groundplane serta truncated 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 antena 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*.

DAFTAR PUSTAKA

- [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] Space, Lacuna, "Lacuna Space Achieves Major Milestone for LoRa® in Space," URL: <http://lacuna.space/2019/06/12/lacuna-spaceachieves-major-milestone-for-lora-in-space>.(visited on 01/08/2019),2019.
- [3] A.H.Rambe, "Antena Mikrostrip : Konsep dan Aplikasinya," Jitekh, Edisi I, VOL.01, 86-92 September 2012.
- [4] Y.N.Susanti , W. Ardhia, "Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di indonesia," Perhubungan Udara, vol. 40, 2014.
- [5] Semtech corporation , LoRa™ Modulation Basics, 2015.
- [6] H.M. Lee, "Effect of Partial Ground Plane Removal on the Radiation Characteristics of a Microstrip Antenna," 2013.