

## ANTENA VIVALDI ULTRA WIDE BAND UNTUK MOBILE COGNITIVE RADIO BASE STATION PADA JARINGAN WIRELESS PASCA BENCANA

### ULTRA WIDE BAND VIVALDI ANTENNA FOR MOBILE COGNITIVE RADIO BASE STATION IN DISASTER RECOVERY WIRELESS NETWORKS

Dammar Adi Sujiansyah<sup>1</sup>, Budi Syihabuddin<sup>2</sup>, Khoirul Anwar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[dammarsujiansyah@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:dammarsujiansyah@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[budisyihab@telkomuniversity.ac.id](mailto:budisyihab@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[anwarkhoirul@telkomuniversity.ac.id](mailto:anwarkhoirul@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Salah satu teknologi untuk penanganan pasca bencana adalah teknologi *Mobile Cognitive Radio Base Station (MCRBS)*. Tugas Akhir ini merancang antenna untuk MCRBS dengan kelas *Cavity* yaitu antenna Vivaldi. Antena ini dipilih karena dapat menghasilkan *Gain* tinggi, *Bandwidth* yang lebar sehingga dapat menerima sinyal dari sistem telekomunikasi generasi 2G sampai 5G dan dapat dicatu dengan daya yang besar. Tugas Akhir ini merancang antenna dengan frekuensi kerja pada rentang 700 MHz sampai 6 GHz. Bahan yang digunakan untuk realisasi antenna ini adalah aluminium dengan panjang 100 cm, lebar 50 cm, dan tebal 0.5 cm. Selain itu, antenna ini menggunakan konektor jenis *N Female*. Hasil realisasi dan pengukuran menunjukkan bahwa antenna ini memiliki beberapa karakteristik seperti *Return Loss*  $\leq -10$  dB, *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*  $\leq 2$ , *Polaradisi Unidirectional*, *Polarisasi elips* dan *Gain* lebih dari 8 dB. Antena berhasil didesain dengan nilai *Bandwidth* yang sangat lebar sampai dengan 5.3 GHz dengan karakteristik yang baik., hasil perancangan antenna ini bisa diterapkan pada MCRBS untuk jaringan kebencanaan masa depan yang dapat mencakup sistem telekomunikasi generasi 2G, 3G, 4G dan 5G.

**Kata kunci :** *MCRBS, Antena Vivaldi Ultra Wide Band, Bandwidth.*

#### Abstract

One of technology for post disaster management is *Mobile Cognitive Radio Base Station (MCRBS)*. this final project designed Vivaldi antenna which classified in *Cavity* class antenna for MCRBS. Vivaldi antenna has been chosen because this antenna has high *Gain*, wideband that could receive signal from 2G up to 5G, and also supplied with high power. in this final project designed antenna with frequency operation from 700 MHz up to 6 GHz. Aluminium is chosen for material to build this antenna, with 100 cm length, 50 cm width, and 0.5 cm for its thickness. Furthermore this antenna is using *N Female* for its connector type. From realization and measurement shows that this antenna have several result of characteristic as well as *Return Loss* value is  $RL \leq -10$  dB, *VSWR* value is  $VSWR \leq 2$ , radiation pattern is unidirectional, elips as its polarization, and also gain is  $G > 8$  dB. With these good results and wide bandwidth, this antenna can be implemented for MCRBS for future disaster network which can cover all generations of telecommunication from 2G, 3G, 4G, and 5G.

**Keyword:** *MCRBS, Ultra Wide Band Vivaldi Antenna, Bandwidth.*

#### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat bencana yang cukup tinggi. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia di antaranya seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, dan angin puting beliung. Bencana alam dapat menimbulkan kerusakan pada perangkat komunikasi yang menyulitkan petugas *Search And Rescue (SAR)* atau relawan bencana alam untuk berkomunikasi dalam mengevakuasi korban. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat komunikasi yang mampu menggantikan jaringan yang rusak baik sebagian atau keseluruhan. *Mobile Cognitive Radio Base Station (MCRBS)* merupakan suatu teknologi yang berguna untuk mempermudah pencarian korban bencana alam, selain itu teknologi ini juga berguna sebagai *Base Tranceiver Station (BTS)* yang bergerak untuk mencakup daerah yang sulit mendapatkan jaringan komunikasi akibat bencana. Karena MCRBS mencakup semua layanan komunikasi, maka dibutuhkan antenna yang memiliki rentang frekuensi lebar untuk mencakup layanan 2G, 3G, 4G sampai frekuensi kandidat 5G. Pada Tugas Akhir ini mendesain antenna Vivaldi karena memiliki *Gain* yang tinggi, respon frekuensi yang lebar dan menghasilkan jenis polarisasi *Cross Linier Polarization*. Karakteristik dasar dari antenna yang dirancang untuk mendukung peralatan MCRBS diharapkan memiliki *Gain* lebih dari 8 dB,  $VSWR \leq 2$ ,  $Return Loss \leq -10$  dB, dan dapat bekerja pada rentang frekuensi 0.7 GHz sampai 6 GHz.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Antena Ultra Wide Band

Antena adalah sebuah perangkat pasif yang menghubungkan saluran transmisi dengan ruang bebas. Antena meradiasikan gelombang radio atau menerima gelombang radio yang berasal dari saluran transmisi menuju ruang bebas maupun sebaliknya[2].

*Ultra Wideband* (UWB) merupakan komunikasi yang berdasarkan pada transmisi pulsa pendek (*short pulse*) dengan penggunaan level energi yang relatif lebih rendah untuk komunikasi jarak dekat tetapi dengan bandwidth yang sangat lebar. Penggunaan teknologi ini mengalami peningkatan pada komunikasi nirkabel dan pendeteksian. UWB memiliki teknik resolusi waktu yang baik sehingga menjadikan UWB sebagai teknologi yang dapat digunakan untuk pendeteksian dengan tingkat akurasi yang baik. Selain itu, UWB juga dapat diintegrasikan dengan harga yang murah dan daya yang kecil [3]. Perlu dicatat bahwa Tugas Akhir ini tidak menggunakan sistem UWB, akan tetapi Tugas Akhir ini hanya memakai antena UWB karena keharusan melakukan sensing untuk spektrum yang sangat lebar.

### 2.2. Antena Vivaldi

Antena vivaldi salah satu antena yang banyak digunakan untuk aplikasi *Ultra Wide Band* (UWB). Antena vivaldi ini diciptakan oleh Gibson pada tahun 1979 . Antena vivaldi merupakan antena khusus dari *Tapered Slot Antena* (TSA) dengan bentuk eksponensial atau biasa dikenal dengan istilah *Exponentially Tapered Slot Antena* (ETSA)[5]. Antena vivaldi memiliki slot yang meruncing yang secara umum memiliki Bandwidth yang lebar, Direktivitas yang tinggi, dan mampu memancarkan pola radiasi yang simetris. Keunggulan antena ini adalah dapat memiliki Gain yang tinggi.

### 2.3. Parameter Link Budget

*Link budget* adalah kalkulasi dari rasio daya sinyal/noise di sisi penerima dari link transmisi yang dipengaruhi oleh medium transmisi serta karakteristik dari pemancar/ penerima. Hasil kalkulasi ini didapat dengan cara menghitung total dari *Power Gain*, redaman-redaman, serta kontribusi dari noise yang berada di penerima [6]. Beberapa parameter link budget yang berperan penting agar sinyal terima dapat diproses dengan baik diantaranya *Losses*, *Gain* Antena, *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) dan sensitifitas *receiver*. *Loss* adalah rugi-rugi daya transmisi yang terjadi pada komunikasi gelombang radio. dalam proses propagasi, gelombang radio mengalami beberapa *loss* seperti tumpukan reruntuhan bangunan setelah pasca bencana yang akan menjadi obstacle dari device yang dicari, namun yang nilainya paling signifikan yaitu *Free Space Loss* (FSL) yang berarti loss akibat propagasi pada ruang hampa. *Gain* adalah sebuah parameter antena yang mengukur kemampuan suatu antena dalam mengarahkan radiasi sinyalnya atau penerimaan sinyal dari arah tertentu, dengan kata lain gain menentukan seberapa besar sebuah antena memfokuskan energi pancarnya. Gain dari antena biasanya dinyatakan dalam desibel (dB). EIRP adalah total energi yang dipancarkan oleh suatu antena ke ruang hampa. Besarnya EIRP dipengaruhi oleh besar daya output, *gain* antena dan *loss* kabel. Sensitifitas *receiver* Merupakan daya minimum yang dapat diterima oleh *receiver* agar sinyal yang diterima dapat diproses dengan baik. Agar komunikasi dapat berlangsung, besardaya terima harus lebih besar dari sensitifitas *receiver*.

## 3. Perancangan

### 3.1 Spesifikasi Antena

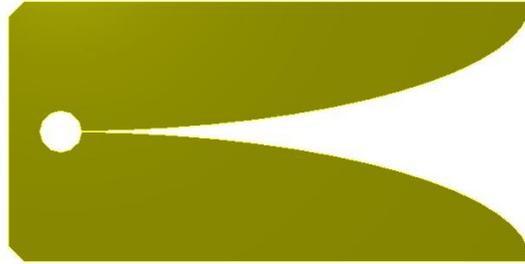
Berdasarkan spesifikasi dan study literature, Tugas Akhir ini menetapkan spesifikasi antena yang sesuai sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi antena.

No	Parameter	Spesifikasi
1	Frekuensi Kerja	0.7 – 6 GHz
2	<i>Return Loss</i>	$\leq -10$ dB
3	Pola Radiasi	Unidireksional
4	Polarisasi	<i>Linier Cross Polarization</i>
5	<i>Gain</i>	$\geq 8$ dB

### 3.2 Perhitungan Dimensi Antena

Proses perhitungan nilai dimensi antena dimulai dengan memasukkan nilai frekuensi untuk menentukan nilai panjang dimensi antena ( $W$ ) dan nilai lebar antena ( $L$ ) yang telah dijelaskan pada persamaan (2.2). Selanjutnya karena antena vivaldi merupakan jenis antena *Exponentially Tapered Slot Antena* (ETSA) maka frekuensi yang dipakai untuk perhitungan dimensi tinggi antena merupakan frekuensi rendah yaitu dengan frekuensi 700 MHz sehingga didapatkan dimensi tinggi antena sebesar 42,85 cm.



Gambar 1. Desain simulasi antena.

Tabel 2. Dimensi antena.

Parameter	Ukuran (cm)	Keterangan
$W$	50	Lebar Antena
$L$	90	Panjang Antena
$S$	4	Diameter slot
$t$	0.5	Tebal Antena

### 4. Realisasi dan Pengukuran

Setelah antena selesai direalisasikan kemudian dilakukan pengujian parameter-parameternya, hasil dari pengujian parameter ini akan dibandingkan dengan hasil simulasi. Dengan adanya hasil perbandingan antara simulasi dan realisasi tersebut dapat dibuat suatu analisis bila terdapat perbedaan hasil dan dapat dicari penyebab perbedaan hasilnya. Sehingga nantinya dapat dilakukan penelitian baru yang bisa dijadikan pedoman. Pengukuran parameter antena hasil realisasi ini dilakukan di dua tempat, untuk pengukuran parameter dalam dilakukan di Laboratorium *Wireless Communication* yang berada di Fakultas Ilmu Terapan Telkom University dan untuk pengukuran parameter luar dilakukan di lapangan rektorat yang berada di Fakultas Teknik Elektro Telkom University. Adapun parameter antena yang diukur meliputi *Return Loss*, *Polarisasi*, *Pola Radiasi*, *Gain*. Pengukuran yang dilakukan menggunakan 11 frekuensi kerja yang berbeda agar meningkatkan akurasi dari pengukuran antena.

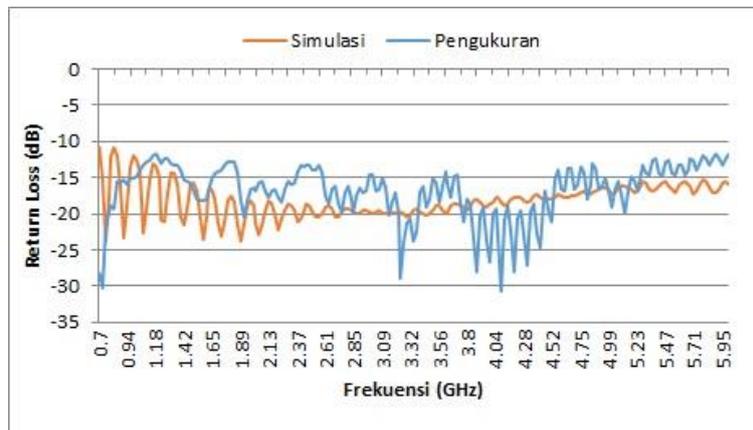


Gambar 2. Realisasi antena.

#### 4.1. Return Loss

Hasil pengukuran *Return Loss* yang didapat saat pengukuran terdapat perbedaan tingkat kecuraman dari grafiknya dimana nilai *Return Loss* untuk frekuensi 700 MHz sampai 6 GHz pada simulasi lebih stabil dibandingkan dengan hasil realisasi. Pada simulasi sebelumnya tingkat kecuraman kurva *Return Loss* tersebut

dipengaruhi oleh titik catuan yang menggunakan *Discret Port*, Namun pada realisasi antenna menggunakan konektor *N Female* yang dibeli dipasaran memiliki impedansi yang berbeda dari yang diharapkan dikarenakan susunan bahan dari konektor dipasaran kurang ideal seperti disimulasi, sehingga terjadinya ketidakspadanan impedansi dari konektor *N Female* yang mengakibatkan hasil kurva *Return Loss* pengukuran berbeda dibandingkan dengan hasil simulasi. Hasil pengukuran antenna realisasi sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan memiliki perbedaan dengan hasil simulasi yang tidak terlalu besar sehingga antenna dapat dikatakan sudah bekerja dengan baik.



Gambar 3. Perbandingan *Return Loss* hasil simulasi dan pengukuran.

#### 4.2. Gain

Pengukuran *Gain* dilakukan dengan metode tiga antenna referensi, di mana antenna referensi yang akan digunakan adalah antenna Horn dan antenna Microstrip. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan kombinasi daya yang masuk ke antenna pengirim dengan daya yang diterima antenna penerima. Pada masing-masing kondisi percobaan, diambil 20 sampel level daya yang diterima, yang kemudian dapat dihitung untuk mengetahui *Gain* dari antenna AUT.

Pengukuran *Gain* tidak dilakukan di *Anechoic Chamber* oleh karena itu pengukuran dilakukan menggunakan beberapa frekuensi, antara lain frekuensi untuk *Mobile Communication* (0.8 GHz, 0.9 GHz, 1.8 GHz, 1.9 GHz, 2.1 GHz, 2.3 GHz, dan 6 GHz) dengan frekuensi kosong atau frekuensi yang belum dipakai untuk sistem komunikasi (1.3 GHz, 3.3 GHz, 3.5 GHz, dan 5.6 GHz). Pada pengukuran *Gain* menggunakan frekuensi kosong mendapatkan selisih nilai *Gain* hasil simulasi dengan pengukuran yang tidak terlalu signifikan dikarenakan pada saat pengukuran tidak ada perangkat sistem komunikasi yang menggunakan frekuensi tersebut. Data pencatatan level daya terima dapat dilihat pada lampiran dan perbandingan antara nilai *Gain* simulasi dengan pengukuran dituliskan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan *Gain* hasil simulasi dan pengukuran.

Frekuensi	Simulasi	Pengukuran
0.8 GHz	9.63 dB	6.64 dB
0.9 GHz	10.4 dB	8.57 dB
1.3 GHz	10.7 dB	9.50 dB
1.8 GHz	11.5 dB	10.6 dB
1.9 GHz	11.7 dB	9.90 dB
2.1 GHz	11.8 dB	10.57 dB
2.3 GHz	12.2 dB	10.89 dB
3.3 GHz	13.1 dB	8.92 dB
3.5 GHz	13.5 dB	9.78 dB
5.6 GHz	16.1 dB	10.32 dB
6 GHz	16.3 dB	14.74 dB

### 4.3. Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi dilakukan untuk melihat perbandingan daya radiasi antenna ke berbagai arah. Untuk mengukur pola radiasi membutuhkan antenna pengirim dan antenna referensi. Jarak pengujian antar kedua antenna berada pada jarak minimum medan jauh dengan jarak  $R = 40$  m. Pada Tabel 7 merupakan hasil perbandingan simulasi dan pengukuran di sumbu azimuth dan elevasi.

Tabel 7. Perbandingan Pola Radiasi hasil simulasi dan pengukuran.

No	Frekuensi	Simulasi	Pengukuran
1.	0.8 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
2.	0.9 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
3.	1.3 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
4.	1.8 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
5.	1.9 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
6.	2.1 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
7.	2.3 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
8.	3.3 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
9.	3.5 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
10.	5.6 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
11.	6 GHz	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>

### 4.3. Polarisasi

Pengukuran polarisasi dilakukan untuk melihat arah rambat medan elektrik dari gelombang yang dipancarkan antenna. Dengan melihat perbandingan *axial ratio* yang didapat, polarisasi linier yang diharapkan dicapai bila AR adalah  $\infty$ . Hasil level daya yang telah dicatat kemudian dinormalisasi dan dihitung *axial ratio* masing-masing maka akan didapatkan gambar perbandingan hasil simulasi dengan pengukuran. Pada Tabel 8 merupakan hasil perbandingan simulasi dan pengukuran polarisasi antenna.

Tabel 7. Perbandingan Polarisasi hasil simulasi dan pengukuran.

No	Frekuensi	Simulasi	Pengukuran
1.	0.8 GHz	Cross Linier	Elips
2.	0.9 GHz	Cross Linier	Elips
3.	1.3 GHz	Cross Linier	Elips
4.	1.8 GHz	Cross Linier	Elips
5.	1.9 GHz	Cross Linier	Elips
6.	2.1 GHz	Cross Linier	Elips
7.	2.3 GHz	Cross Linier	Elips
8.	3.3 GHz	Cross Linier	Elips
9.	3.5 GHz	Cross Linier	Elips
10.	5.6 GHz	Cross Linier	Elips
11.	6 GHz	Cross Linier	Elips

## 5. Kesimpulan

Tugas Akhir ini telah mengusulkan antenna MCRBS untuk jaringan *wireless* pasca bencana sehingga bisa dipakai untuk sistem komunikasi dengan *bandwidth* sangat lebar sampai 5.3 GHz agar dapat melayani komunikasi dari sistem telekomunikasi generasi 2G sampai 5G. Antenna telah dirancang dengan menggunakan *software* CST Studio 2017 dan telah difabrikasi untuk bekerja sesuai dengan frekuensi 0.7 GHz sampai 6 GHz. Antenna telah berhasil dirancang dan memiliki nilai *Return Loss* dengan nilai  $RL \leq -10$  dB, *Gain* dengan nilai  $G > 8$  dB serta berpolarisasi cross linier agar antenna MCRBS dapat menerima sinyal informasi dari perangkat seluler dengan posisi dari arah manapun. Antenna yang didesain juga telah ditambahkan slot lingkaran pada tengah antenna sehingga dapat menurunkan nilai *Return Loss*. Hasil realisasi antenna Vivaldi ini dapat digunakan untuk MCRBS dalam berkontribusi untuk jaringan pasca bencana masa depan.

**Daftar Pustaka**

- [1] N. N. Azila, "Bencana alam di indonesia 10 tahun terakhir," 2013. [Online]. Available: [http://www.academia.edu/4066595/Bencana Alam di Indonesia 10 Tahun Terakhir](http://www.academia.edu/4066595/Bencana_Alam_di_Indonesia_10_Tahun_Terakhir)
- [2] C. A. Balanis, *Antena Theory: Analysis and Design*, 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc, 2005.
- [3] Soemaryato and Rustini, "Balun untuk bidang frekuensi lebar," Bandung, 2001.
- [4] T. I. of Electrical and I. Electronics Engineers, in "IEEE Standard for Ultrawideband Radar Definition", New York, 2017.
- [5] P. J. Gibson, in "The Vivaldi Aerial", in Proc. the 9th European Microwave Conference, 1979, pp. 101–105.
- [6] F. N. Anyaegbunam, in "Design Element of Satellite Telemetry, Tracking, and Control Subsystems for the Proposed Nigerian Made Satellite", *International journal of Engineering Science Invention*, 2014.
- [7] AWG-15, "Information of mobile operators frequencies, technologies and license duration in asia pacific countries," Tech. Rep., 2013.
- [8] W. Eko, W. A. Priyono, and D. Fadilla, in "Pengaruh Multipath Fading Terhadap Performansi pada Downlink Jaringan CDMA2000 1X EV-DO Revision A ", Universitas Brawijaya, 2014. 37