

## PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP E-SHAPED FRAKTAL TRIPLEBAND UNTUK SISTEM KOMUNIKASI SELULER

### DESIGN AND REALIZATION OF TRIPLEBAND E-SHAPED FRACTAL MICROSTRIP ANTENNA FOR MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

<sup>1</sup> Arif Rahman Harahap <sup>2</sup> Tengku Ahmad Riza <sup>3</sup> Yuyu Wahyu

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

<sup>1</sup>arif160991@yahoo.com <sup>2</sup>tengkuahmadriza@telkomuniversity.ac.id <sup>3</sup>yuyuwahyusr@yahoo.com

---

#### ABSTRAK

Saat ini dikembangkan sebuah sistem teknologi baru yang dikenal dengan *small cell solution*. Sistem teknologi ini dibuat untuk mengoptimalkan jaringan seluler baik 2G,3G maupun 4G pada daerah yang padat trafik. Salah satu komponen penting dalam sistem komunikasi seluler adalah antena. Untuk mendukung sistem teknologi *small cell* ini dibutuhkan sebuah antena yang efektif dan efisien terutama dari segi ukuran agar tidak memakan banyak ruang dalam pengaplikasiannya. Permasalahan yang terjadi adalah bagaimana membuat antena yang efisien, berdimensi kecil, dan memenuhi spesifikasi untuk komunikasi seluler. Untuk saat ini banyak antena yang telah direalisasikan yang memenuhi spesifikasi antena BTS, seperti antena *sectoral*. Namun ukurannya terlalu besar jika diaplikasikan dalam sistem teknologi *small cell*. Maka dari itu, pada Tugas Akhir ini dirancang dan direalisasikan sebuah antena *microstrip E-shaped Fractal Tripleband* yang bekerja pada frekuensi GSM, UMTS dan LTE dalam satu antena yang mendukung teknologi komunikasi seluler yang bertujuan untuk efisiensi penggunaan antena. Antena mikrostrip dipilih karena struktur yang ringan dan dimensi yang kecil namun tidak mengurangi kualitas dari antena yang dirancang. Digunakan teknik *end parasitic* untuk meningkatkan gain dari antena.

**KATA KUNCI:** *E-shaped fractal, end parasitic, sectoral, small cell*

#### Abstract

Currently developed a new technology system known as *small cell solution*. The system technology is designed to optimize both cellular networks 2G, 3G and 4G in the congested area trafik. Salah an important component in the cellular communication system is an antenna. To support *small-cell technology* system needed an antenna that is effective and efficient, especially in terms of size so as not to take up much space in its application. The problem that occurs is how to create an efficient antenna, small dimension, and meets the specifications for mobile communication. For the time being many antennas that have realized that meet the specifications of the BTS antenna, such as *sectoral antenna*. But size is too big when applied in *small technology systems cell*. Maka of that, in this final project designed and realized an *E-shaped microstrip antenna Fractal Tripleband* which works on frequencies GSM, UMTS and LTE in a single antenna that supports mobile communications technology aimed at for efficient use of the antenna. *Microstrip antenna* chosen because the structure is lightweight and small dimensions but does not reduce the quality of the antenna designed. *End technique* used to increase the gain of the parasitic antenna.

**KEYWORDS:** *E-shaped fractal, parasitic end, sectoral, small cell*

---

#### 1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah pengguna layanan komunikasi seluler menyebabkan kepadatan trafik sehingga menurunkan kualitas layanan dan jaringan. Salah satu cara yang dilakukan operator untuk menangani hal ini adalah dengan membangun BTS baru. Namun pembangunan BTS baru membutuhkan biaya yang sangat besar dan juga penggunaan ruang yang tidak efisien karena setiap teknologi membutuhkan antena dengan frekuensi yang berbeda-beda. Sehingga diciptakan sebuah sistem teknologi terbaru yaitu *small cell solution* dengan biaya yang lebih murah namun tidak mengurangi kualitas dari layanan dan jaringan. Dengan memanfaatkan tiang-tiang lampu sebagai towernya. Maka dari itu dibutuhkan antena yang efektif dan efisien yang dapat mendukung sistem teknologi *small cell* ini.

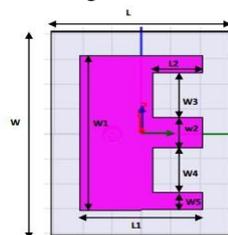
Antena *E-shaped fractal* merupakan salah satu jenis antena mikrostrip dengan bentuk dasar patch berupa persegi (square). Dimana bentuk patch menyerupai huruf E dan terdapat bagian yang dihilangkan secara simetris dengan memanfaatkan sifat dan karakteristik geometri *fractal* yaitu *self similitary*.

Maka dari itu penulis akan mencoba merancang dan merealisasikan antenna mikrostrip *E-shaped fractal* yang dapat diaplikasikan pada teknologi komunikasi seluler. Tujuan dipilihnya metode fraktal adalah untuk mendapatkan multiband, sehingga didalam satu antenna mencakup frekuensi-frekuensi yang digunakan pada sistem komunikasi seluler. Antena fraktal yang dirancang adalah antenna *E-shape fractal* dengan jumlah iterasi sebanyak 3 kali dengan tujuan mendapatkan jumlah frekuensi kerja yang banyak.

**2. Antena E-shaped**

Antena *E-shaped* adalah antenna mikrostrip yang memodifikasi bentuk *patch*nya dengan berdasarkan teknik *meandering*. Pada antenna ini dilakukan penyisipan sepasang celah yang diletakkan pada kedua ujung *patch*nya dan saling paralel yang berperan penting pada karakteristik antenna tersebut. Selain dari dimensi celah, letak titik catu serta ketebalan substrat yang akan digunakan juga mempengaruhi.

Sepasang celah yang diselipkan di ujung *patch* dimaksudkan untuk mengganggu aliran arus yang mengalir pada *patch* antenna, sehingga terjadi efek induktif lokal yang menjadi kunci utama pada eksitasi pada mode resonan yang kedua. Sedangkan dimensi dari celah yaitu panjang celah ( $L$ ), lebar celah ( $W1$  dan  $W2$ ) pada antenna *E-shaped* mengontrol frekuensi dari mode resonan yang kedua dan lebar bandwidth yang akan diterima. Penggabungan dari kedua mode yang berbeda akan menghasilkan antenna wideband.



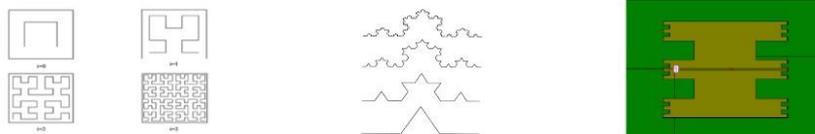
Gambar 2.1 Struktur antenna E-shaped

**3. Antena Fraktal**

Fractal merupakan antenna yang dirancang dengan bentuk gemoteri yang kompleks dimana bentuk tersebut tersusun dari bentuk geometri yang sama. Hanya saja dalam ukuran skala yang berbeda-beda yang disebut sebagai *self-similar* atau *self-symmetric*. Selain bentuk geometri, rancangan tersebut dapat juga berupa pola-pola yang selalu berulang. Biasanya hal ini disebut iniator atau generator. Beberapa jenis *fractal* :

a) *Space-filling fractal curve*

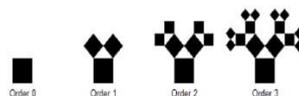
Geometri fractal pada tipe ini terbentuk bukan dari perpotongan-perpotongan antar struktur penyusunnya karena tipe fractal ini tidak memiliki titik potong antar struktur. Contoh dari fractal tipe ini adalah *Hilbert curve* dan *von Koch curve*. Geometri fractal ini juga digunakan pada tugas akhir ini sebagai dasar dalam pembuatan antenna *E-shaped fractal*.



Gambar 3.2 Beberapa stage dari pembentukan *Hilbert curve*, *Koch curve* dan *E-shaped fractal*

b) *Purelydeterministicor random fractal tree*

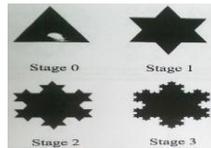
Geometri fractal pada tipe ini berbentuk cabang-cabang seperti ranting. Disebut *purely deterministic* jika pengulangan cabang-cabang tersebut memiliki pola yang pasti, dan disebut *random* jika polanya tidak teratur. Contoh dari fraktal tipe ini adalah *phytagoren fractal tree*.



Gambar 3.2 *Phytagoren fractal tree*

c) *Self-similar fractal*

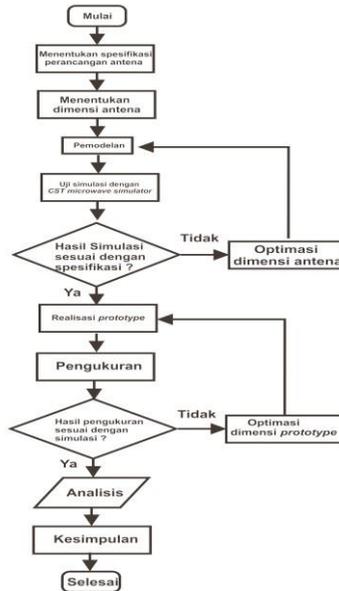
Geometri dari tipe fractal ini terbentuk dari perpotongan (*intersection*) struktur utama dengan pengulangan struktur tersebut pada skala yang berbeda, dimana perpotongan tersebut bisa saling menghilangkan bisa juga saling menambahkan pada geometri susunannya. *Sierpinski gasket* dan *carpet* merupakan contoh bentuk fraktal yang geometrinya terbentuk dengan menghilangkan sebagian objek dari struktur dasar antenna tersebut.



Gambar 3.3 Beberapa stage dari pembentukan Koch Snowflake Fractal

4. Perancangan dan Realisasi

Berikut adalah diagram blok dari perancangan antenna mikrostrip E-shaped fraktal:

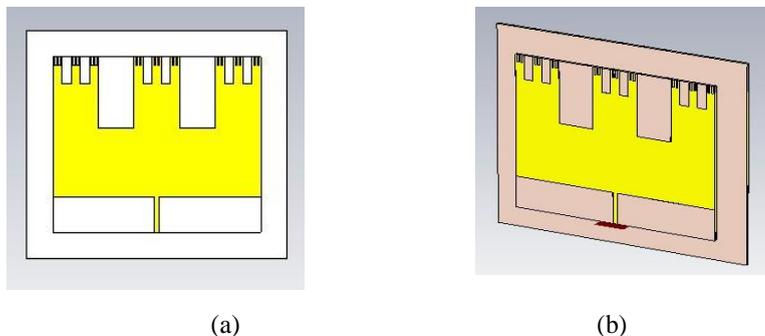


Gambar 4.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Spesifikasi antenna menjadi bagian yang penting dalam proses perancangannya. Antena yang akan dibuat adalah antenna mikrostrip berbrntuk fractal koch dengan spesifikasi:

- 1.Frekuensi kerja : 900 MHz, 1800 MHz dan 2100 MHz
- 2.VSWR :  $\leq 2$
- 3.Pola radiasi : *unidirectional*
- 4.Polarisasi : Linier
- 5.Gain :  $\geq 2$  dBi
- 6.Konektor : SMA Female
- 7.Bandwith :  $\geq 10$  MHz

Dengan melakukan kombinasi beberapa nilai parameter dimensi antenna, didapatkan hasil yang optimal adalah nilai parameter dimensi antenna sebelum dan sesudah optimalisasi adalah sebagai berikut

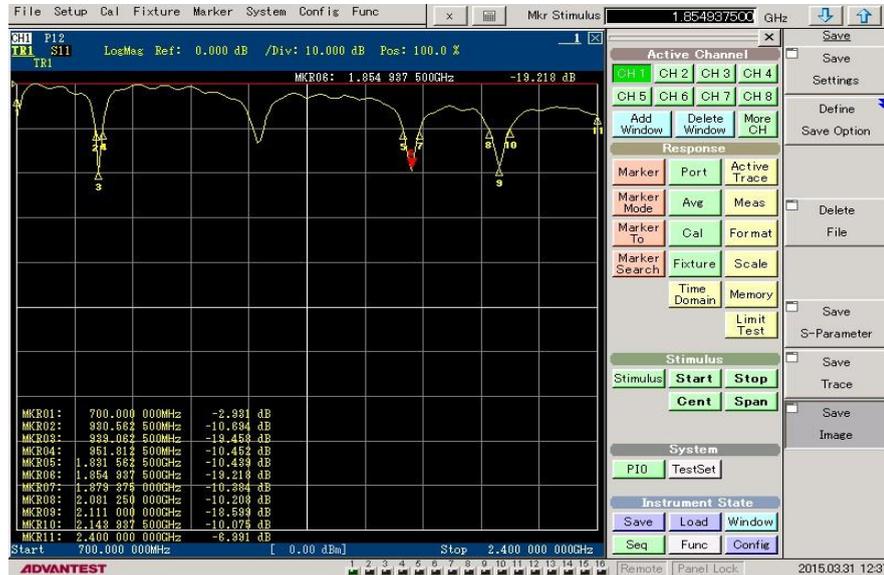


Gambar 6.1 Antena E-shaped fractal dengan parasitic (a) tampak depan (b) perspektif

Tabel 4.1 Dimensi antenna

Parameter	Pra Optimalisasi	Pasca Optimalisasi	Keterangan
Lg	100,596 mm	98,7 mm	Panjang <i>ground</i>
Lp	80,596 mm	78,7 mm	Panjang <i>patch</i>
Lf	20 mm	20 mm	Panjang <i>feed</i>
Ts1	50 mm	40 mm	Tinggi celah iterasi 1
Ts2	16,67 mm	15,384 mm	Tinggi celah iterasi 2
Ts3	5,56 mm	4,807mm	Tinggi celah iterasi 3
Wf	3,05 mm	2,5 mm	Lebar <i>feed</i>
Wg	101,6 mm	118,24 mm	Lebar <i>Ground</i>
Wp	101,6 mm	118,24 mm	Lebar <i>Patch</i>
Wx1	11,8 mm	20,12 mm	Lebar celah iterasi 1
Wx2	5,2 mm	5,2 mm	Lebar celah iterasi 2
Wx3	1,04 mm	1,04 mm	Lebar celah iterasi 3
W1	26 mm	26 mm	Jarak celah iterasi 1
W2	5,2 mm	5,2 mm	Jarak celah iterasi 2
W3	1,04 mm	1,04 mm	Jarak celah iterasi 3

5. Pengukuran Return Loss dan Bandwidth

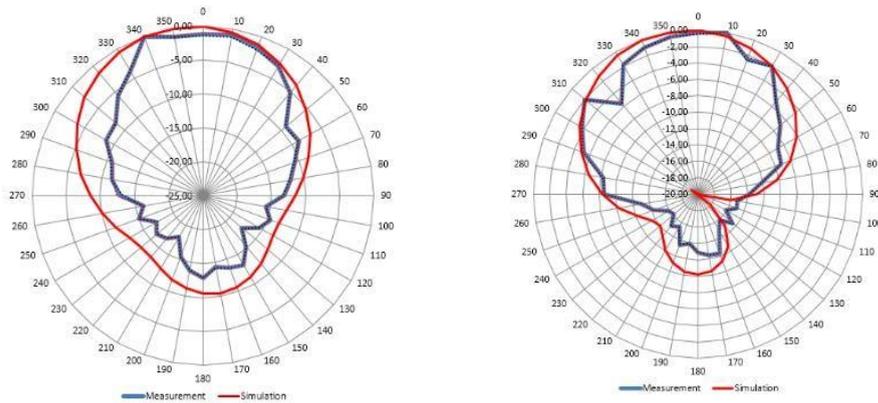


Gambar 5.1 Hasil pengukuran return loss

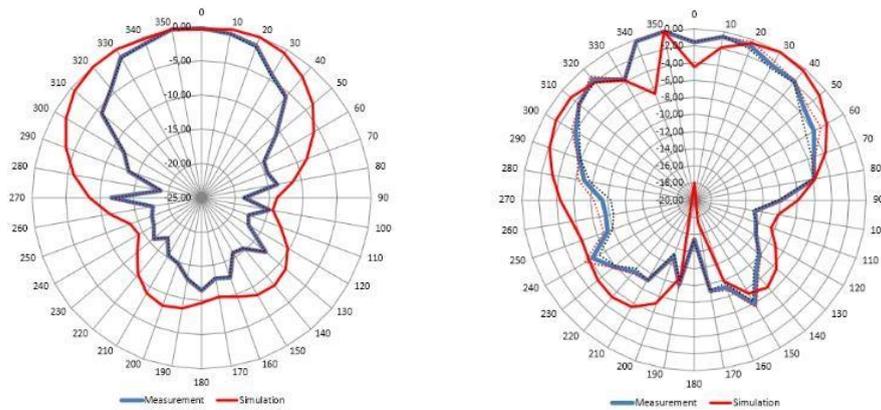
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa antenna bisa bekerja pada frekuensi sebagai berikut :

- Frekuensi 930,562-952,812 MHz dengan frekuensi tengah 939,062 MHz yang memiliki nilai return loss -19.458 dB dan nilai VSWR 1,246 dengan lebar *bandwidth* 22.25 MHz.
- Frekuensi 1,831-1,879 GHz dengan frekuensi tengah 1,854 GHz yang memiliki nilai return loss -19.218 dB dan nilai VSWR 1,247 dengan lebar *bandwidth* 48 MHz.
- Frekuensi 2,081-2,143 GHz dengan frekuensi tengah 2,111 GHz yang memiliki nilai return loss -18.599 dB dan nilai VSWR 1,266 dengan lebar *bandwidth* 62 MHz.

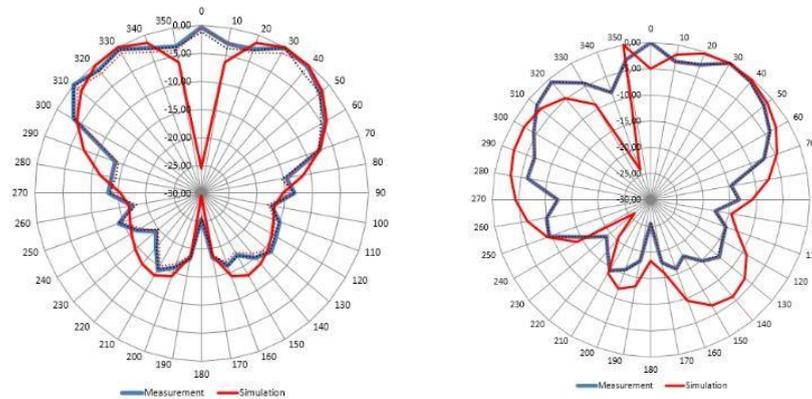
### 6. Pengukuran Polaradiasi



**Gambar 6.1** Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran polaradiasi frekuensi 939 MHz arah kiri (*azimuth*) dan kanan (*elevasi*)



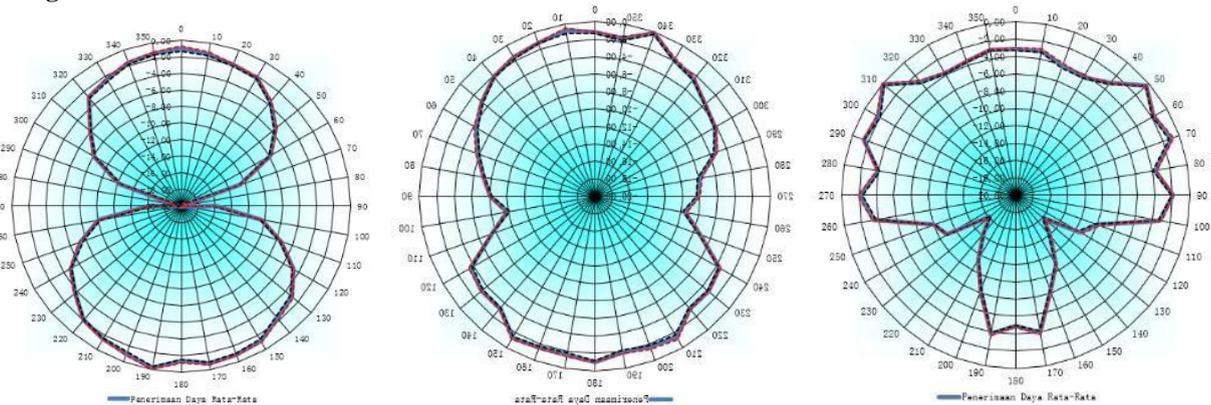
**Gambar 6.2** Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran polaradiasi frekuensi 1,85 GHz arah kiri (*azimuth*) dan kanan (*elevasi*)



**Gambar 6.3** Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran polaradiasi frekuensi 2,11 GHz arah kiri (*azimuth*) dan kanan (*elevasi*)

Ketiga gambar diatas merupakan gambar perbandingan hasil simulasi dan pengukuran polaradiasi antenna berdasarkan frekuensi tengah antenna. Diketahui bahwa terdapat perbedaan antara keduanya. Namun perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan dan masih bisa ditoleransi karena masih memenuhi spesifikasi HPBW. Berdasarkan ketiga gambar di atas, menunjukkan bahwa polaradiasi terkuat mengarah pada *main lobe* mengarah hanya pada satu arah. Selain memiliki *main lobe*, hasil pengukuran antenna ini juga memiliki *back lobe* dan *side lobe* yang tidak terlalu dominan. Sehingga berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan pola radiasi yang dihasilkan adalah *unidirectional*, hanya saja berbeda pada nilai HPBW masing-masing. Perbedaan nilai pada sudut-sudut tertentu diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang kurang ideal pada saat pengukuran sehingga memunculkan nilai variasi medan

**7. Pengukuran Polarisasi**



**Gambar 7.1** Hasil pengukuran polarisasi frekuensi 0,939 GHz, 1,85 GHz, dan 2,11 GHz

**Tabel 7.1** Perbandingan *axial ratio* hasil simulasi dan pengukuran

		Frekuensi (GHz)		
		0,938	1,85	2,1
Axial Ratio (dB)	Simulasi	40	40	40
	Pengukuran	5,10	2,32	2,64

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai *axial ratio* yang sangat jauh antara hasil pengukuran dengan simulasi. Untuk frekuensi 0,938 nilai *axial ratio* > 5dB, maka tipe polarisasinya adalah *elips*. Untuk frkekuensi 1,85 dan 2,11 GHz, nilai *axial ratio* < 3 dB, maka dapat dikatakan polarisai dari antenna adalah *circular* direntang frekuensi kerjanya. Sehingga polarisasi yang didapatkan pada pengukuran antenna berbeda dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu polarisasi linear. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh beberapa faktor. Salah faktor yang utama adalah tempat pengukuran polarisasi antenna tidak ideal. Pengukuran antenna yang dilakukan tidak pada ruang *anechoic chamber* sangat memungkinkan mendapat pengaruh dari sinyal liar yang tidak diinginkan. Selain itu terjadi pantulan gelombang pada benda sekitar karena kondisi ruangan yang tidak memungkinkan. Selanjutnya adalah alat ukur yang masih manual sehingga masih melibatkan kesalahan pengukur.

**8. Pengukuran Gain**

Pada proses pengukuran, pengambilan data dilakukan sebanyak sepuluh kali karena adanya fluktuasi dilevel daya penerimaan yang kemudian nantinya diambil rata-rata. Untuk pengambilan datanya dilakukan pada frekuensi tengah antenna yaitu 0,939 GHz, 1,85 GHz, dan 2,11 GHz. kemudian *gain* antenna hasil pengukuran dihitung dengan Persamaan.

$$GAUT(dBi) = PAUT(dBm) - PREF(dBm) + 12 dBi$$

Keterangan,

- GAUT(dBi) = gain antenna yang diukur
- PAUT(dBm) = level daya terima AUT
- PREF(dBm) = level daya terima antenna referensi

Berdasarkan hasil pengukuran. *Gain* yang diperoleh adalah 2,6441 dBi untuk frekuensi 0,939 GHz, 4,068 dBi untuk frekuensi 1,85 GHz dan 3,008 dBi untuk frekuensi 2,11 GHz.

**Tabel 8.1** Perbandingan *gain* hasil simulasi dan pengukuran

Gain (dBi)	
Simulasi	Pengukuran
2,769	2,644
3,858	4,068
3,033	3.008

## 9. Kesimpulan

Pada jurnal ini, telah di rancang dan direalisasikan antena mikrostrip *E-shaped fractal*. Jumlah iterasi ternyata tidak menentukan banyaknya frekuensi yang dihasilkan. Namun diperlukan kombinasi dari setiap iterasi untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan. Antena mikrostrip *E-shaped fractal* yang telah dibuat dapat bekerja pada tiga frekuensi kerja yaitu 939 MHz dengan *bandwidth* sebesar 22,5 MHz pada rentang frekuensi 930,562-952,812 MHz dan pada frekuensi kerja 1850 MHz dengan *bandwidth* sebesar 48 MHz pada rentang frekuensi 1831-1879 MHz serta pada frekuensi kerja 2111 MHz dengan *bandwidth* sebesar 62 MHz pada rentang frekuensi 2081-2143 MHz dengan nilai  $VSWR \leq 2$ . Aplikasi antena ini tidak cocok sebagai antena *sectoral*. Namun dapat diaplikasikan pada teknologi *small cell* yang memiliki coverage yang kecil sehingga tidak membutuhkan gain yang besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Desmukh and G. Kumar, "Compact broadband E-shaped microstrip antennas", *Electron.Lett*, vol.41, no. 18, pp.989-990, Sep.2005, 1st.
- [2] Balanis, Constantine A. "Antenna theory analysis and design". JWS. Vol.3. 2005
- [3] Fang, D. G. "Antenna theory and microstrip antennas". Newyork
- [4] Farizd, Muchammad, "Perancangan dan realisasi antena mikrostrip E-shape termodifikasi untuk triple band". Digilib.Ittelkom.ac.id.2010.
- [5] Fransoy, Alejandro. "Aperture Coupled Microstrip Antenna for DTUosat". Orsted.2006
- [6] Hidayat, Taufik. Zulkifli, Fitri Yuli. "Pengembangan antena mikrostrip dengan pencatutan aperture coupled pada frekuensi S-Band". Depok : Universitas Indonesia.2012
- [7] Prasaja, Panji. "Perancangan dan realisasi antena array mikrostrip bentuk rectangular pada X-Band untuk aplikasi radar pengawas pantai". Bandung : Institut Teknologi Telkom.2012
- [8] Pushpanjali. Konda. Mulgi. "Design of wideband equilateral triangular microstrip antenna". Gulbarga : Gulbarga University.2006
- [9] Ramesh, G, Bratiash, Parkash, "Microstrip antena design handbook". Artech House.London.2000
- [10] Sharma, Shandya, Kumar, Sachin. "Design and simulation of E-shape microstrip patch antenna for wideband applications". IJSCE. vol. 2. July. 2012
- [11] Surrender, Kaur, "Antenna size miniaturization using E-shaped fractal". IJETAE. India.2014
- [12] Tiwari, Ankita, Gupta, Isha. "Review on:fractal antenna design geometries and its application". IJECS. Vol. 3, pp. 8270-8275, Sep.2014.