

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR DENGAN METODE FRACTAL SIERPINSKI UNTUK TEKNOLOGI LONG TERM EVOLUTION 2300 MHz

DESIGN OF RECTANGULAR MICROSTRIP ANTENNA USING FRACTAL SIERPINSKI METHOD FOR LONG TERM EVOLUTION 2300 MHz TECHNOLOGY

Eka Setia Nugraha¹, Ilham Januar Ramdhani², Petrus Kerowe Goran³

^{1,2,3} Fakultas Teknik Telekomunikasi Dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
¹eka_nugraha@ittelkom-pwt.ac.id, ²17201010@ittelkom-pwt.ac.id, ³petrus@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Teknologi saat ini berkembang adalah *Long Term Evolution* (LTE) yang bekerja pada frekuensi 1800 MHz, 2100 MHz, dan 2300 MHz. Salah satu frekuensi LTE yang digunakan adalah 2300 MHz sehingga perlu adanya desain antena yang bekerja pada frekuensi tersebut. Salah satu jenis antena mikrostrip yang mendukung *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), dimana pada tipe ini dapat memungkinkan lebih dari satu antena, baik dalam sisi pengirim (transmitter) dan sisi penerima (receiver). Pada penelitian ini menggunakan suatu model antena mikrostrip MIMO dengan metode *fraktal sierpinski* yang bertujuan untuk meningkatkan nilai dari bandwidth sehingga dapat melakukan suatu transmisi data yang cepat. Pada antena ini menghasilkan nilai dari parameter return loss diperoleh nilai -12,05 dB untuk antena 1 dan -16,75 dB untuk antena 2 hasil pengukuran, dan pada hasil simulasi menghasilkan nilai -14,88 dB, untuk nilai impedansi diperoleh nilai pengukuran antena 1 yaitu 32,33 Ohm dan antena 2 43,4 Ohm, untuk simulasi menghasilkan nilai 50 Ohm, untuk gain pada saat simulasi menghasilkan nilai 5,084 dBi dan di pengukuran menghasilkan nilai 2,71 dBi, untuk nilai bandwidth simulasi bernilai 20 MHz, dan pada saat pengukuran antena 1 menghasilkan nilai 18 MHz dan antena 2 15 MHz, serta pola radiasi untuk hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan pola radiasi yaitu Unidirectional.

Kata kunci: Antena Mikrostrip, fraktal Sierpinski, LTE, MIMO.

Abstract

The technology currently developing is Long Term Evolution (LTE) which works at 1800 MHz, 2100 MHz, and 2300 MHz frequencies. One of the LTE frequencies used is 2300 MHz, so designing an antenna that works at that frequency is necessary. One type of microstrip antenna that supports Multiple Input Multiple Output (MIMO), which in this type can allow more than one antenna, both on the sending side (transmitter) and the receiving side (receiver). This study uses a MIMO microstrip antenna model with the Sierpinski fractal method, which aims to increase the bandwidth value so that it can perform fast data transmission. In this antenna, the value of the return loss parameter is -12.05 dB for antenna 1 and -16.75 dB for antenna 2. The measurement results and the simulation results produce a value of -14.88 dB. For the impedance value, the antenna measurement value is obtained. 1, which is 32.33 Ohm and antenna 2 43.4 Ohm, for the simulation it produces a value of 50 Ohm, for the gain during the simulation it produces a value of 5.084 dBi, and in the measurement, it produces a value of 2.71 dBi, for the simulation bandwidth value is 20 MHz, and at when the measurement of antenna 1 produces a value of 18 MHz and antenna 2 15 MHz, and the radiation pattern for the simulation and measurement results shows a Unidirectional radiation pattern.

Keywords: Microstrip Antenna, Sierpinski fractal, LTE, MIMO

1. PENDAHULUAN

Di era digital ini perkembangan teknologi semakin meningkat, hal tersebut mengakibatkan tuntutan akan kehidupan yang lebih cepat. Tidak terkecuali teknologi dalam penstransmisi data, media yang digunakan untuk penstransmisi data menggunakan teknologi nirkabel dengan memanfaatkan gelombang radio. Teknologi Radio yang saat ini digunakan adalah *Long Term Evolution* (LTE) atau disebut juga dengan teknologi 4G yang dikembangkan oleh 3GPP. Dimana pada teknologi ini sudah dimanfaatkan oleh pengguna protokol berbasis IP, data, dan Mobile Broadband [1].

Salah satu bagian proses penstransmisi data adalah sebuah antena. Ada beberapa tipe-tipe antena diantaranya antena mikrostrip. Alasan dipilihnya antena mikrostrip adalah faktor dimensi yang kecil dan bobot yang ringan, selain itu kemudahan untuk proses fabrikasinya dan biaya fabrikasi yang relatif murah, namun antena mikrostrip ini juga memiliki kekurangan yaitu bandwidth yang terbatas dan gain yang kecil [2]. Antena mikrostrip salah satu tipe antena yang dapat mengimplementasikan MIMO (multiple input multiple output) dimana pada tipe ini dapat menggunakan lebih dari satu antena, baik dalam sisi pengirim (transmitter) dan sisi penerima (receiver), antena tipe MIMO dapat mendukung dari karakteristik teknologi LTE.

Untuk mengatasi kekurangan dari antena mikrostrip ini seperti *bandwidth* dan *gain* yang kecil yaitu salah satu cara untuk mengatasinya dengan dilakukan optimasi dengan dan penggunaan metode *fraktal* pada bagian *patch* antena. Antena dengan menggunakan metode geometri fraktal sierpinski memiliki 2 sifat utamanya yaitu memiliki sifat kemiripan dengan diri sendiri (ukurannya) dan juga sifat mengisi ruang. Untuk sifat kemiripan diri digunakan untuk merancang sebuah bentuk dalam frekuensi kerja antena fraktal, dan untuk sifat yang mengisi ruang untuk memadatkan bentuk antena [3].

Dengan metode fraktal ini dapat meningkatkan bandwidth seiring dengan bertambah jumlah iterasi. Maka dengan metode ini dapat mengatasi kekurangan pada antena mikrostrip yang memiliki kekurangan pada ukuran bandwidth-nya [4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yang pertama adalah perancangan, perhitungan, dan simulasi dengan menggunakan software CST, dan yang kedua adalah Fabrikasi yang di lanjutkan dengan pengukuran.

2.1 Penentuan Spesifikasi

Dengan melakukan studi literatur terkait dengan antena 4G, dapat diperoleh informasi desain antena yang memiliki parameter seperti Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi antena

Frekuensi kerja	2300 MHz – 2330 MHz
Frekuensi tengah	2315 MHz
VSWR	≤ 2 dB
<i>Return loss</i>	-10 dB
<i>Gain</i>	≥ 5 dBi
<i>Impedance input</i>	50 + j0 Ohm
Kofisien korelasi	$\leq 0,2$

2.2 Perhitungan Dimensi Antena Microstrip Rectangular

Untuk menghitung dimensi nilai panjang dan lebar dari antena mikrostrip dapat menggunakan persamaan matematis sebagai berikut:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{50\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

$$W = \frac{c}{2 \times f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r}{2}}} \quad (4)$$

$$W_g = W_{patch} + 6h \quad (5)$$

$$W_{st} = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\pi} \right) \right] \quad (6)$$

$$\Delta L = 0,412 \times h \left| \frac{\left(\epsilon_{eff} + 0,3 \right) + \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{\left(\epsilon_{eff} - 0,258 \right) + \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)} \right| \quad (7)$$

$$L = \frac{1}{2 f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}} \sqrt{\mu_0 \epsilon_r}} - 2\Delta L \quad (8)$$

$$L_g = L_{Patch} + 6h \quad (9)$$

Dimana:

W = lebar *patch* (mm)

ϵ_r = Konstanta dielektrik

c = kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)

f_0 = Frekuensi kerja antena (Hz)

ΔL = Pertambahan panjang *patch*

h = Tebal *Substrate* (mm)

μ_0 = Konstanta dielektrik

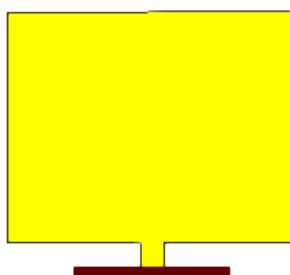
ϵ_r = Konstanta dielektrik efektif

L = panjang *Patch* (mm).

Diperoleh disain awal sebagai berikut

Tabel 2 Dimensi antena hasil perhitungan

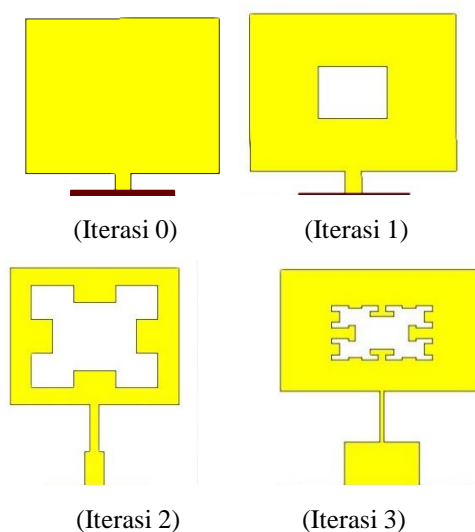
Variabel	Keterangan	Nilai (mm)
W	Lebar <i>patch</i>	42,96
L	Panjang <i>patch</i>	36,096
D	Jarak antar <i>patch</i>	34,35
Tp	Tebal <i>patch</i>	0,035
Ws	Lebar <i>substrate</i>	52,104
Ls	Panjang <i>substrate</i>	45,24
h	Tebal <i>substrate</i>	1,524
Wst	Lebar <i>stripline</i>	3,9163
Lst	Panjang <i>stripline</i>	22,2733



Gambar 1 antena mikrostrip desain Awal (iterasi 0)

2.3 Proses Iterasi Fraktal Sierpinski

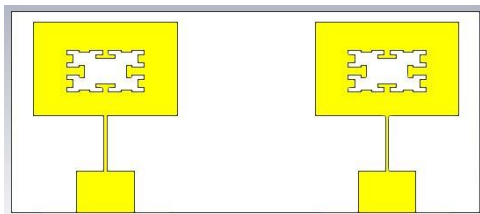
Pada antena mikrostrip *stage 3* optimasi ini merupakan hasil dari penurunan nilai dimensi dari *stage 0* yang bertujuan mengetahui pengaruh perubahan nilai parameter dari penurunan nilai dimensi antena. Pada saat mengoptimasi dibagian dimensi fraktal sehingga menghasilkan nilai yang maksimal pada parameter yang akan dicapai.



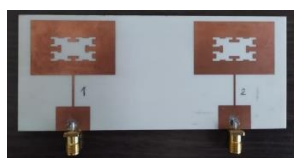
Gambar 2 Proses Antena mikrostrip fraktal

2.4 Desain dan Fabrikasi Antena MIMO

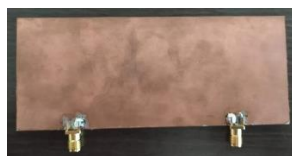
Setelah diperoleh desain antena fraktal dengan iterasi 3, yang sesuai dengan spesifikasi, maka proses selanjutnya adalah disusun MIMO dengan jarak antar antena adalah setengah lambda. Setelah mendapatkan hasil terbaik, dilakukan fabrikasi antena seperti gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3 Proses Antena mikrostrip fraktal MIMO



(a)



(b)

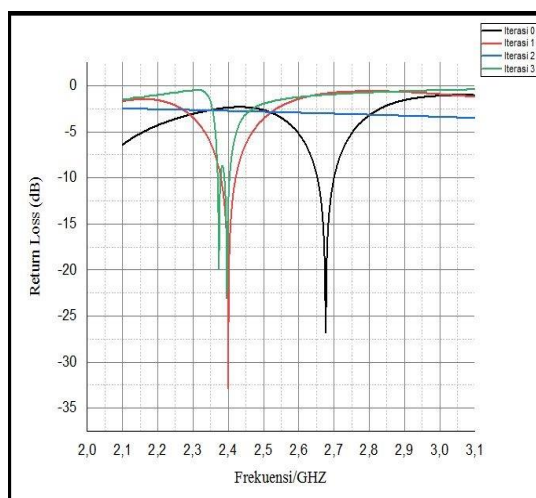
Gambar 4 Realisasi antena mikrostrip (a) depan (b) belakang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan optimasi setiap iterasi yang dimulai dari iterasi awal sampai iterasi ke-3 maka antara nilai parameter hasil dari pengukuran dan simulasi dibandingkan untuk mengetahui mana nilai yang paling bagus.

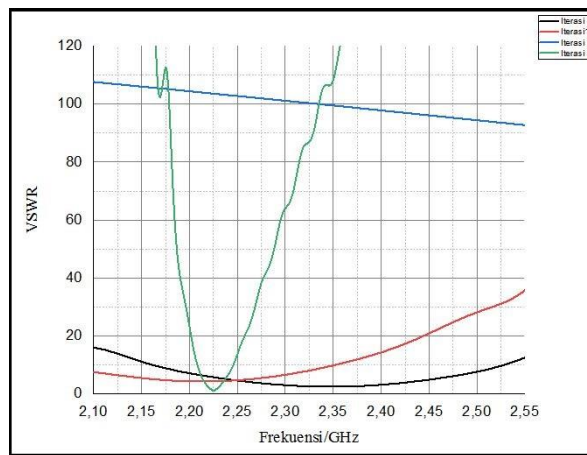
3.1 Hasil Parameter setelah iterasi

a. Nilai return loss



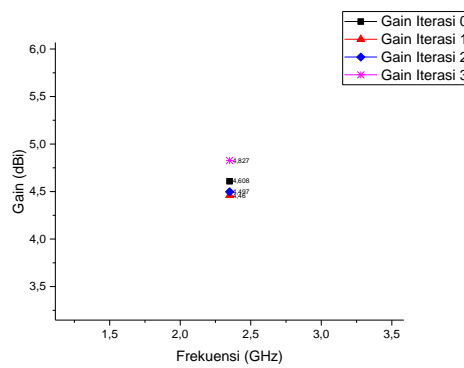
Gambar 5 Nilai simulasi Return loss iterasi 0 – iterasi 3

b. VSWR



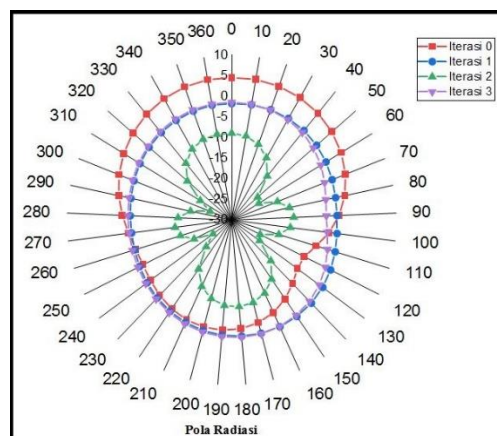
Gambar 6 Nilai VSWR

c. Gain



Gambar 7 Nilai Gain antenna

d. Pola Rasiasi



Gambar 8 Pola radiasi antenna fraktal

Tabel 3 Perbandingan nilai parameter fraktal

Parameter	Iterasi			
	0	1	2	3
Frekuensi kerja	2300 MHz- 2370 MHz	2300 MHz -2330 MHz	2300 MHz -2330 MHz	2300 MHz -2450 MHz
Frekuensi tengah	2335 MHz	2315 MHz	2315 MHz	2375 MHz
Return Loss	-7,5639 dB	-2.3579 dB	-0,17342 dB	-26,798 dB
VSWR	2,4399853	7,41246	100,16953	1,0958027
Gain	4.608 dBi	4.460 dBi	4.497 dBi	4,827 dBi
Pola Radiasi	<i>unidirectional</i>	<i>unidirectional</i>	<i>unidirectional</i>	<i>unidirectional</i>

Setelah melakukan iterasi dari 0 sampai 3, Hasil iterasi ke-3 dari antenna mikrostrip fraktal , paling sesuai dengan parameter yang ditentukan. Proses selanjutnya adalah di simulasikan konsep MIMO, dengan hasil seperti pada Tabel 3.

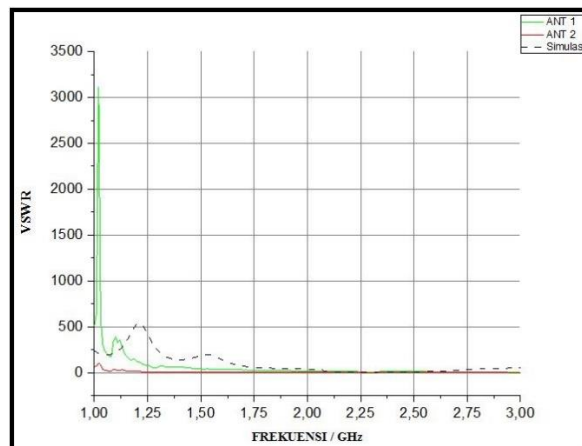
3.2 Hasil Perbandingan Simulasi dan Pengukuran

a. Return loss



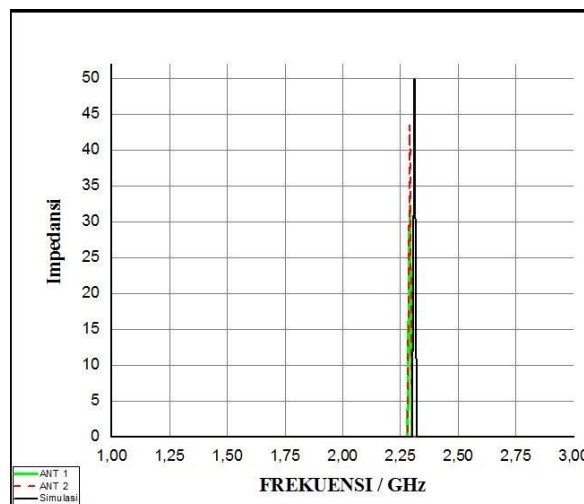
Gambar 9 Perbandingan simulasi dan pengukuran Return Loss

b. VSWR



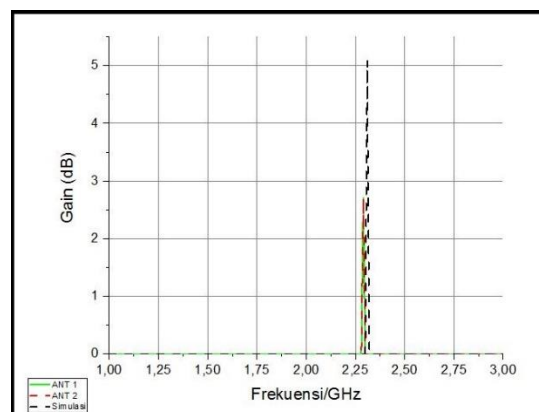
Gambar 10 Perbandingan Nilai VSWR simulasi dan pengukuran

c. Impedansi



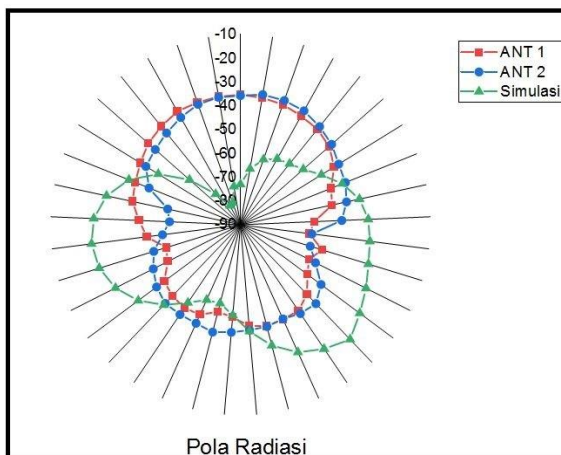
Gambar 11 Perbandingan Nilai impedansi simulasi dan pengukuran

d. Gain



Gambar 12 Perbandingan nilai *gain* simulasi dan pengukuran

e. Pola radiasi



Gambar 13 Perbandingan Pola radiasi simulasi dan pengukuran

Tabel 4 Perbandingan hasil simulasi antena 1 dan pengukuran antena 1

Parameter	Hasil Simulasi (Antena 1)	Pengukuran Antena 1
Frekuensi kerja	2300 MHz -2330 MHz	2280 MHz – 2300 MHz
Frekuensi tengah	2315 MHz	2290 MHz
Return Loss	-14,883 dB	-12,05508 dB
VSWR	1,4405	1,665
Bandwidth	20 MHz	18 MHz
Impedansi	50 Ohm	32,330 Ohm
Gain	5,083 dBi	2,7 dBi
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional
Koefisien Korelasi	0,0069272801048059	0,00692725

Tabel 5 Perbandingan hasil simulasi antena 2 dan pengukuran antena 2

Parameter	Hasil Simulasi (Antena 2)	Hasil Pengukuran (Antena 2)
Frekuensi Kerja	2300 MHz -2330 MHz	2280 MHz – 2300 MHz
Frekuensi Tengah	2315 MHz	2290 MHz
Return Loss	-14,883 dB	-16,75449 dB
VSWR	1,4405	1,34001
Bandwidth	20 MHz	15 MHz
Impedansi	50 Ohm	43,481 Ohm
Gain	5,083 dBi	2,7 dBi
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional
Koefisien Korelasi	0,0069272801048059	0,0051634525

Parameter antenna 1 maupun antenna 2 , dapat diperoleh informasi terjadi pergeseran frekuensi pusat sebesar 25 MHz dari yang di rencanakan antara antenna simulasi dengan fabrikasi , namun parameter Return Loss, VSWR, Bandwidth, Impedansi hampir memenuhi yang direncanakan, Pola radiasi, dan Koefisien Korelasi sudah memenuhi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data simulasi dan pengukuran yang ada dalam pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan simulasi dan pengukuran diperoleh informasi beberapa parameter memenuhi target diantaranya Koefisien Korelasi dan Pola Radiasi. Pada pengukuran maupun simulasi di parameter Pola radasi membentuk pola radiasi yang berbentuk *Unidirectional*. Kemudian dihasilkan nilai koefisien korelasi pada simulasi dan pengukuran, pada simulasi diperoleh nilai koefisien korelasi lebih kecil dari 0,2. Dan antenna mikrostrip fraktal terjadi pergeseran frekuensi antara hasil simulasi dan pengukuran yaitu sebesar 35 MHz ke arah kiri dan nilai *return loss* yang dihasilkan pada pengukuran di frekuensi 2290 MHz sebesar -12,05508 dB untuk antenna 1 dan -16,75449 dB MHz, pada simulasi bernilai -14,883 dB pada frekuensi 2315 MHz. Nilai VSWR mengalami pergeseran frekuensi yaitu di frekuensi 2290 MHz, pada antenna 1 bernilai 1,665 dan antenna 2 bernilai 1,34001, dan hasil pada saat simulasi bernilai 1,44. Nilai impedansi pada pengukuran untuk antenna 1 dan antenna 2 yaitu 32,330 Ohm dan 43,481 Ohm, dan untuk nilai impedasni pada saat simulasi yaitu 50 Ohm. Nilai *gain* pada saat pengukuran untuk antenna 1 dan antenna 2 memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 2,7 dBi, dan pada saat simulasi nilai *gain* bernilai 5,083 dBi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Affandi, E. S. Nugraha, and D. Alia, "Perancangan Antena Mikrostrip Mimo2x2 Array Rectangular Patch Dengan I-Slot Untuk Aplikasi Lte," pp. 326–331, 2018.
- [2] kraus D. john and marhefka J. Ronald, *Antennas For All Applications*, 3 rd. New York, 2002.
- [3] A. Pandey, *Practical Microstrip and Printed Antenna Design*. London, 2019.
- [4] Y. J. Sung, "Bandwidth enhancement of a wide slot using fractal-shaped sierpinski," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 8, pp. 3076–3079, 2011.
- [5] H. K. Hirway, "Comparison of Low Profile Sierpinski and Koch Fractal Antenna for Wireless Application," *2018 Int. Conf. Curr. Trends Towar. Converging Technol.*, pp. 1–6, 2018.
- [6] N. Lu, "Sierpinski Carpet Fractal Antenna In Third Iteration," no. 2, pp. 2–5, 2013.
- [7] N. Popržen and M. Gaćanović, "Fractal Antennas : Design , Characteristics and Application," *Fractals An Interdiscip. J. Complex Geom. Nat.*
- [8] F. Fauzi, G. S. Harly, and H. Hs, "Analisis Penerapan Teknologi Jaringan Lte 4G Di Indonesia," *Maj. ilmiah UNIKOM*, vol. 10, no. 2, pp. 281–290, 2012.
- [9] N. Wahyu, A. Setiawan, H. Vidyaningtyas, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Optimasi Layanan Data Pada Jaringan Lte Dengan Genex Assistant Di Delanggu Klaten Optimization of Data Service Lte Network With Genex Assistant in Delanggu Klaten," vol. 4, no. 3, pp. 3532–3539, 2017.
- [10] E. Wahyudi, E. S. Nugraha, and T. S. Munthe, "Antena Mikrostrip Multiple Input Multiple Output dengan Patch Rectangular pada Long Term Evolution," pp. 15–17, 2017.
- [11] R. Emilia and M. Mujirudin, "Sistem Mimo dan Aplikasi Penggunaannya," *Rekayasa Teknol.*, vol. 6, no. 6, pp. 14–20, 2013.
- [12] A. S. Nugraha and Y. Christyono, "Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip dengan

- Frekuensi 850 MHz untuk Aplikasi Praktikum Antena,” vol. 13, no. 1, pp. 39–45, 2011.
- [13] CONSTANTINE A. BALANIS, *ANTENNA THEORY Analysis and Design*. NEW YORK: John Wiley & Sons, Inc., 1982.
- [14] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*. John Wiley & Sons, Inc.2012.
- [15] D. E. Bockelman, W. R. Eisenstadt, and S. Member, “Combined Differential and Common-Mode Scattering Parameters:,” vol. 43, no. 7, 1995.