

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP MIMO BOWTIE PADA FREKUENSI 2,3 GHz  
UNTUK APLIKASI LTE  
*DESIGN AND REALIZATION OF MIMO BOWTIE MICROSTRIP ANTENNA ON FREQUENCY 2,3 GHz FOR  
LTE APPLICATION*

Halomoan Togatorop<sup>(1)</sup>, Dr. Heroe Wijanto, Ir., MT.<sup>(2)</sup>, Dr. Yuyu Wahyu, Ir., MT.<sup>(3)</sup>

Fakultas Teknik Elektro — Universitas Telkom

Jln. Telekomunikasi Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

[moantogatorop88@gmail.com](mailto:moantogatorop88@gmail.com)

[hrw@ittelkom.ac.id](mailto:hrw@ittelkom.ac.id)

[yuyuwahyusr@yahoo.com](mailto:yuyuwahyusr@yahoo.com)

---

## ABSTRAK

Teknologi telekomunikasi yang sedang dikembangkan saat ini adalah teknologi LTE, teknologi ini menawarkan kualitas komunikasi yang lebih baik dari teknologi-teknologi sebelumnya. Salah satu perangkat yang dibutuhkan pada teknologi tersebut adalah antenna. Teknik MIMO adalah teknik antenna yang dapat memperbaiki kualitas performansi dan kapasitas dari sistem LTE. Sistem ini menggunakan multiantena baik di sisi *transmitter* maupun di sisi *receiver*.

Pada tugas akhir ini akan dirancang dan direalisasikan antenna Mikrostrip MIMO Bowtie untuk LTE pada frekuensi tengah 2,3 GHz, pada range frekuensi 2,2647 GHz - 2,3336 GHz dengan pencapaian gain  $\geq 2$  dBi dan bandwidth mencapai 60 MHz.

Dari hasil simulasi dengan menggunakan software CST, didapatkan bandwidth yang sudah memenuhi syarat  $VSWR \leq 1,5$  dan Gain sekitar 1.02 dBi. Pada hasil pengukuran antenna didapatkan hasil  $VSWR \leq 1,5$  dengan bandwidth 60 MHz pada antenna pertama, 60 MHz pada antenna kedua, dan Gain sekitar 1,02 dB pada antenna pertama, 1,02 dB pada antenna kedua. Pola radiasi berbentuk bidireksional didapat ketika simulasi dan pengukuran. Polarisasi yang didapatkan adalah linier. Dari perancangan frekuensi, Bandwidth dan Gain ini, maka antenna ini dapat digunakan sebagai Antena indoor pada teknologi LTE.

**Kata Kunci: Antena, Mikrostrip MIMO Bowtie,LTE,VSWR**

---

## ABSTRACT

Telecommunications technologies that are being developed today is LTE technology , this technology offers a better quality of communication technologies before. One of the tools that are needed is antenna technology. MIMO antenna techniques is a technique that can improve the quality of the performance and capacity of LTE systems . This system uses multiantenna both the transmitter side and the receiver side .

In this final project will be designed and realized a MIMO Bowtie antenna for LTE at the center frequency of 2.3 GHz , the frequency range frekuensi 2,2647 GHz - 2,3336 GHz with achieving  $\geq 2$  dB gain and bandwidth up to 60 MHz .

From the results of simulation using CST software , available bandwidth is already qualified  $VSWR \leq 1.5$  and gain are around 1,02 dB. In the measurement results showed antenna  $VSWR \leq 1.5$  with a bandwidth of 60 MHz on the first antenna , the second antenna 60 MHz .Gain on the first antenna , 1.02 dBi on the second antenna , 1 .02 dB. Bidirectional shaped radiation pattern obtained when the simulation and measurement . Elliptical polarization is obtained . From the design frequency , bandwidth and gain , then it can be used as an indoor antenna on LTE technology

**Keywords : Keyword: Antenna, MIMO BOWTIE MICROSTRIP,LTE,VSWR**

1. Pendahuluan

Saat ini teknologi telekomunikasi berkembang begitu pesat, tak terkecuali teknologi *wireless* (nirkabel). Di masa mendatang dapat diperkirakan teknologi tersebut akan mendapatkan perhatian khusus, karena di masa depan layanan data akan lebih dibutuhkan dari pada layanan suara. Tentu saja teknologi telekomunikasi yang dibutuhkan harus mampu menjamin kecepatan transfer data yang tinggi dan QOS yang *reliable*. Salah satu teknologi telekomunikasi yang saat ini paling banyak dikembangkan adalah 3GPP *Long Term Evolution*, atau lebih dikenal dengan sebutan LTE dan dipasarkan dengan nama 4G. LTE merupakan sebuah standar komunikasi nirkabel berbasis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSDPA untuk akses data kecepatan tinggi menggunakan telepon seluler maupun perangkat mobile lainnya.

Banyak komponen-komponen yang mendukung implementasi LTE. Salah satu pendukungnya yaitu dari segi transmisi. Dibutuhkan sistem transmisi yang sesuai dengan karakteristik dari LTE itu sendiri. Perangkat transmisi itu adalah antenna. Antena mikrostrip dipilih karena murah dalam fabrikasi, bobotnya ringan dan dimensinya relatif kecil. Dalam teknologi LTE, banyak teknik yang dapat meningkatkan kualitas performansi LTE, salah satunya adalah teknik antena MIMO, antena MIMO adalah sistem *multiple* antena baik di sisi *transmitter* maupun di sisi *receiver*. Adapun pemilihan frekuensi kerja LTE tersebut berdasarkan pada penggunaannya di beberapa negara yang telah mengimplementasikan jaringan LTE, sedangkan di Indonesia frekuensi 2,3 GHz termasuk dalam frekuensi kandidat untuk teknologi LTE dan hingga kini masih dikaji oleh pihak Depkominfo. Untuk itu pada tugas akhir ini akan dirancang antena yang dapat difungsikan sebagai antena *indoor* yang dapat beroperasi pada frekuensi 2,2647 GHz-2,3336 GHz. Beberapa parameter yang disarankan untuk antena *indoor* adalah memiliki pola radiasi omnidireksional, Gain 2 dB dan menggunakan teknik MIMO dengan *mutual coupling*  $\leq -20$  dB.

Dalam tugas akhir ini akan dirancang antena mikrostrip MIMO Bowtie. Patch berbentuk Bowtie, dipilih *patch* berbentuk bowtie karena patch bowtie memiliki parameter-parameter yang lebih baik dibandingkan patch dengan bentuk lain [3], antena dirancang supaya dapat bekerja

di frekuensi 2,2647 GHz hingga 2,3336 GHz, diharapkan nantinya akan didapatkan  $VSWR \leq 1,5$ , Gain yang diharapkan  $\geq 2$  dB.

2. Deskripsi Antena Mikrostrip.

Bentuk geometri dari antena mikrostrip dapat dilihat pada gambar : 1 dan distribusi medan listrik pada antena

mikrostrip ditunjukkan pada gambar : 2 . Antena mikrostrip mempunyai struktur dari 3 lapisan yaitu :

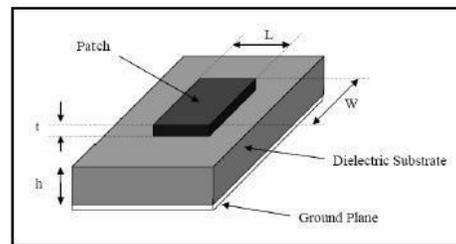
a. **Patch** bagian yang terletak paling atas dari antena dan

terbuat dari bahan konduktor ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara.

*Patch* dapat berbentuk lingkaran, persegi panjang, segitiga dsb.

b. **Substrat** berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari sistem pencatutan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter parameter antena. Ketebalan substrat berpengaruh pada bandwidth dari antena.

c. **Groundplane** yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.



Gambar : 1 . Geometri antena mikrostrip

Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena mikrostrip dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sqrt{\epsilon_r} = \frac{L}{h} \tag{1}$$

Dengan panjang *patch* (L) dirumuskan

$$L = \frac{L_{eff}}{\sqrt{\epsilon_r}} \tag{2}$$

Dimana h merupakan tinggi substrat atau tebal substrat dan  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik relatif yang dirumuskan sebagai berikut

$$\epsilon_r = \left( \frac{Z_0}{Z_L} \right)^2 \tag{3}$$

*Impedance matching* merupakan cara atau teknik yang dipakai untuk menyesuaikan dua impedansi yang tidak sama, yaitu impedansi karakteristik saluran ( $Z_0$ ) dan impedansi beban ( $Z_L$ ). Transformator  $\lambda/4$  adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi  $Z_T$  di antara dua saluran transmisi

yang tidak match. Panjang saluran transformator  $\lambda/4$  ini adalah:

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g \tag{4}$$

Dengan  $\lambda_g$  merupakan panjang gelombang pada bahan dielektrik yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\lambda_g = \frac{c}{f} \tag{5}$$

Dengan  $\lambda_0$  = panjang gelombang di udara bebas  
 $c = \dots$  (6)

Besarnya nilai  $w$  dapat dicari dengan formula sebagai berikut.

$$W2 = -\{ B - 1 - \ln(2B-1) + \frac{1}{\pi} [\ln(B-1) + 0,39 - \dots] \}$$

$$B = \frac{1}{\sqrt{\dots}} \tag{7}$$

Teknik pencatutan yang dipakai adalah Microstrip Line, substrat yang digunakan adalah FR4, simulator yang digunakan adalah CST Studio Suite 2010

**3. Desain Antena**

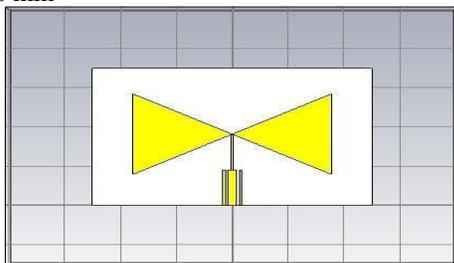
- a) Frekuensi kerja : 2264 – 2336 MHz
- b) Bandwidth : 60 MHz
- c) VSWR :  $\leq 1,5$
- d) Pola Radiasi : omnidireksional
- e) Polarisasi : linier
- f) Gain : 2 dB
- g) Diversity :  $9 \geq 9$  dB
- h) Koefisien Korelasi  $\approx 0$

Semua hasil pengukuran dan hasil simulasi di bawah hanya diambil untuk 1 antena sampel saja.

Dengan menggunakan rumus 1 dan 2 didapatkan ukuran patch antena

L= 18 mm

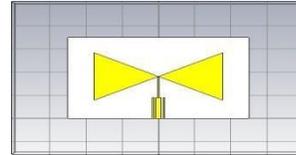
A=48 mm



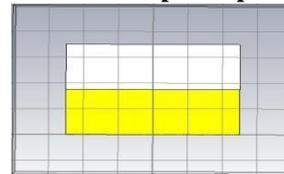
Tampilan antena di CST 2010

**VSWR dari hasil simulasi awal**

Hasil yang didapatkan masih belum baik, maka dilakukan optimasi dengan cara mengubah dimensi antena,



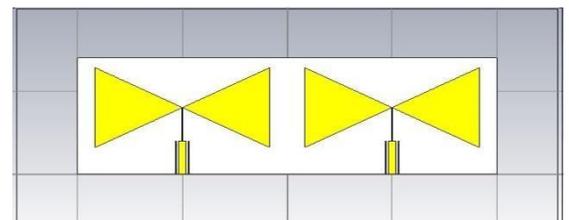
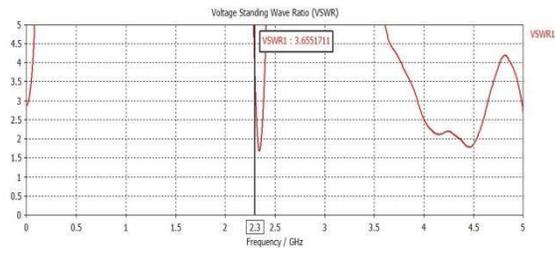
Antena tampak depan

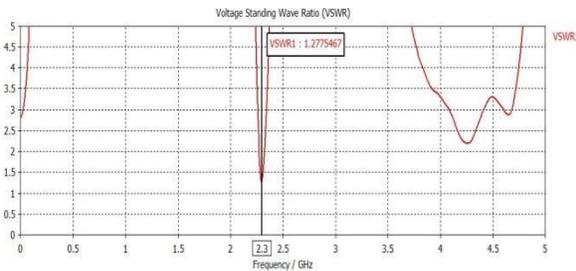


Antena tampak belakang

No.	Dimensi Antena (mm)	Ukuran (mm)
1.	A	48
2.	Gap	1
3.	L1	20
4.	L2	20
5.	W1	0.5
6.	W2	3.5
7.	Wc	0.025
8.	X	70
9.	Y	100

Tabel Dimensi Antena Setelah Dioptimasi

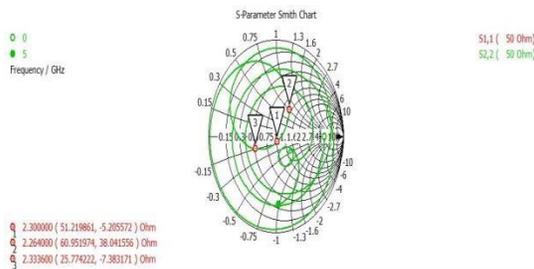




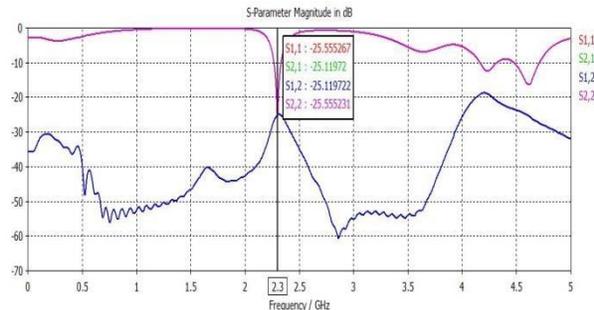
Konfigurasi antenadelemen

**VSWR hasil optimasi**

VSWR yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi antenna yaitu di bawah 1,27

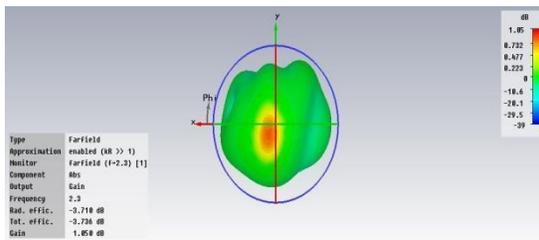


**Impedansi hasil optimasi**



**Return Loss hasil optimasi**

Dari hasil simulasi didapatkan Return Loss dibawah -20 dB, dan Gain sebesar 4,112 dB

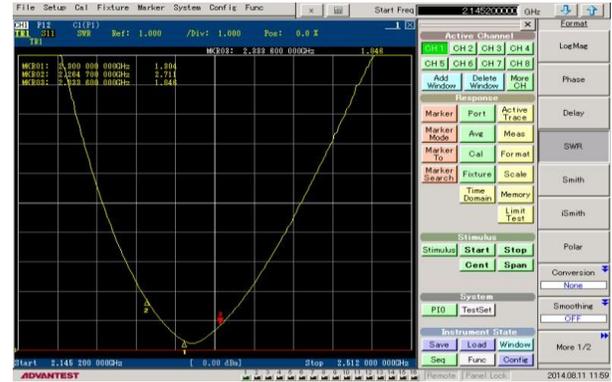


Gain antenna hasil optimasi

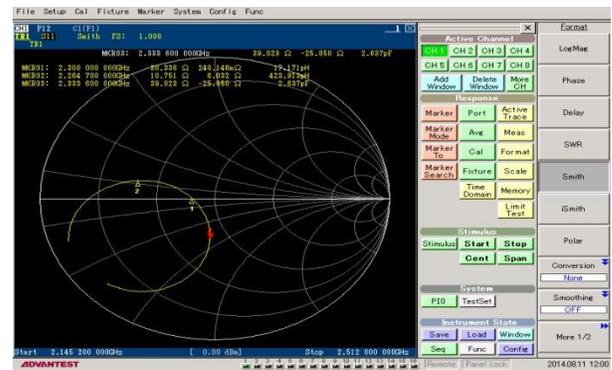
**4. Hasil Pengukuran dan Analisa .**

**a.Pengukuran VSWR, Return Loss dan Input Impedansi.**

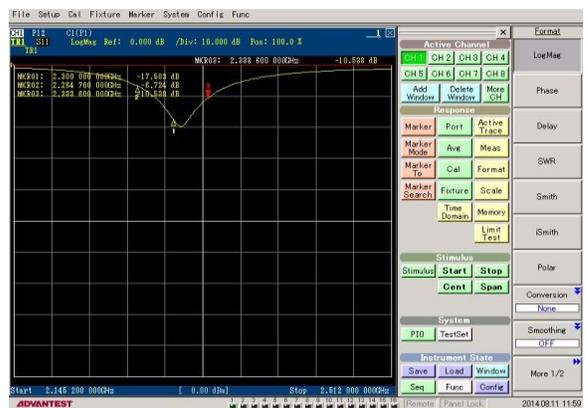
Pengukuran dari patch antenna ini menghasilkan VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) yang berhubungan dengan *Return loss* yaitu rasio logaritmik yang diukur dalam dB yang membandingkan daya yang dipantulkan dengan daya yang akan masuk kedalam Antena penerima. *return loss* dan Pengukuran Impedansi input , masing-masing dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini



VSWR hasil pengukuran



Impedansi hasil pengukuran



Return Loss hasil pengukuran



Mutual Coupling antara 2 antena

Frekuensi (GHz)	VSWR	Return Loss (dB)	Mutual Coupling (dB)	Impedansi
2,3	1,111	-25.555	-25.119	51.219+j5.205
2,264	2.023	-9.430	-27.056	60.951+j38.041
2,3336	2.000	-9.562	-25.314	25.774+j7.3831

Dari hasil pengukuran yang diperoleh, maka dapat diambil analisa bahwa VSWR, Return Loss, Mutual Coupling dan Impedansi yang didapat sudah sesuai dengan spesifikasi, namun nilainya berbeda dengan hasil simulasi, ini dikarenakan kondisi pengukuran yang tidak ideal

**b. Pengukuran Gain Antena.**

Gain antena yaitu perbandingan antara intensitas radiasi maksimum antena terhadap intensitas radiasi maksimum antena referensi dengan daya input yang sama. Gain antena hasil pengukuran dihitung berdasarkan persamaan

$$G_{AUT(dBi)} = P_{AUT(dBm)} - P_{REF(dBm)} + 5,3 \text{ dBi}$$

Keterangan,

$G_{AUT(dBi)}$  = gain antena yang diukur

$P_{AUT(dBm)}$  = level daya terima AUT

$P_{REF(dBm)}$  = level daya terima antena referensi

Hasil pengukuran Gain

Pengukuran	Antena		
	I	II	Referensi
1	-27,90	-27,95	23,78
2	-27,79	-28,25	23,33
3	-28,72	-27,79	23,46
4	-27,90	-27,90	23,45
5	-27,99	-27,99	23,87
6	-27,63	-27,72	23,49
7	-28,09	-27,89	23,71
8	-28,02	-27,32	23,84
9	-28,15	-27,95	23,76
10	-27,06	-27,80	23,85
<b>Rata-rata</b>	<b>-27,92</b>	<b>-27,85</b>	<b>23,65</b>

Maka gain antena 1 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Gain antena 1 (dBi)} &= PAUT - PRef + 5,3 \text{ dBi} \\ &= -27,92\text{dBm} - (-23.65\text{dBm}) \\ &\quad + 5,3 \text{ dBi} \\ &= 1.03 \text{ dBi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain antena 2 (dBi)} &= PAUT - PRef + 5,3 \text{ dBi} \\ &= -27,85\text{dBm} - (-23.65\text{dBm}) \\ &\quad + 5,3 \text{ dBi} \\ &= 1.1 \text{ dBi} \end{aligned}$$

Gain antena yang didapatkan pada pengukuran sebesar 1.03 dBi untuk antena pertama, 1.1 dBi untuk antena kedua, sedangkan pada simulasi didapatkan 1.5 dBi. Dengan demikian gain hasil pengukuran memiliki nilai yang lebih baik daripada hasil simulasi. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah:

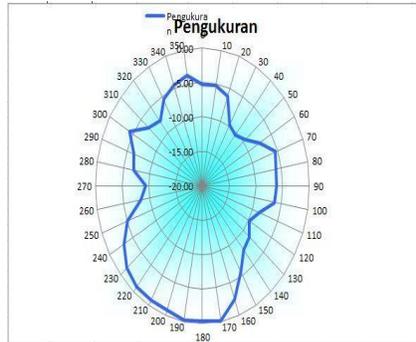
1. Baik atau buruknya kondisi antena referensi dengan gain 5,3 dBi.
2. Pembacaan level daya pada *spectrum analyzer* yang dilakukan secara manual memungkinkan terjadinya kesalahan.
3. Kesalahan pembacaan level daya yang sangat mungkin terjadi akibat fluktuasi daya terima yang terukur di *spectrum analyzer*

Apabila melihat hasil yang diperoleh baik dari simulasi maupun dari pengukuran, gain yang

diperoleh sudah memenuhi spesifikasi awal yang ditentukan, yaitu  $\geq 1$  dBi.

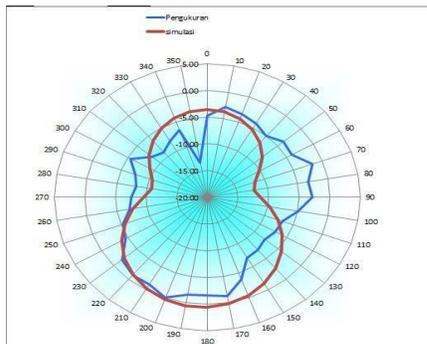
### c. Polarisasi

Polarisasi suatu antenna pada arah tertentu adalah suatu jejak arah medan elektrik dari gelombang yang dipancarkan oleh antenna. Hasil polarisasi antenna mikrostrip patch persegi ini, berpolarisasi ellips yang mendekati circular yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



.Polarisasi Antena

### d. Pola Radiasi



#### Pola Radiasi

Hasil Pola radiasi antenna mikrostrip patch Bowtie, yang membentuk pola radiasi *omnidirectional*, dimana ini merupakan gambaran dari intensitas pancaran antenna sebagai fungsi dari koordinat bola ( $\theta$ ,  $\phi$ ). Pengukuran pola radiasi dilakukan pada medan jauh (*Far Field*), dimana Dari hasil ini keakuratan data masih diragukan, karena pengukuran dilakukan di ruang terbuka, tidak dilakukan di *anechoic chamber*. Hal ini memungkinkan tidak menutup adanya interferensi dari luar yaitu terjadinya pantulan-pantulan sinyal luar, sehingga level yang diterima tidak murni dari pancaran maksimum antenna tersebut.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna mikrostrip MIMO Bowtie adalah sebagai berikut:

1. Semua Antena yang dirancang dan direalisasikan dapat bekerja pada rentang frekuensi yang sesuai dengan spesifikasi yaitu 2.264 GHz – 2.3336 GHz dengan  $VSWR \leq 1.5$ . *Bandwidth* yang dihasilkan juga memenuhi spesifikasi yaitu untuk antenna pertama 68 MHz, antenna kedua 68 MHz,. *Mutual Coupling* kedua antenna dari hasil pengukuran  $\leq -20$  dB, *Gain* antenna pertama 1,05 dB, antenna kedua 1,05 dB.
2. Pengurangan *ground plane* hingga seperempat ukuran *ground plane* awal mengurangi *lower limit* pada *Return Loss* sehingga membuat *bandwidth* menjadi lebar dan *VSWR* menjadi lebih baik
3. Pola radiasi yang dihasilkan antenna adalah *omnidirectional*. Sedangkan polarisasi yang dihasilkan antenna adalah linier.

### SARAN

Untuk mendapatkan performansi antenna yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan ke depannya, antara lain:

1. Untuk mendapatkan hasil antenna mikrostrip yang lebih baik, disarankan untuk lebih selektif dalam memilih bahan *substrat* yang akan digunakan dan penentuan dimensi antenna.
2. Untuk meningkatkan performansi antenna, selain beberapa faktor di atas, disarankan juga untuk memperhatikan faktor-faktor lain, seperti: ketelitian dalam pemasangan konektor dan pengukuran antenna sebaliknya dilakukan di ruangan yang ideal seperti *anechoic chamber* dan menggunakan alat yang ukuran ideal.
3. Fabrikasi antenna sebaiknya dilakukan dengan lebih presisi agar didapatkan hasil realisasi antenna yang sesuai dengan simulasi.

### Daftar Pustaka

- [1] Constantine A. Balanis, 'Antenna Theory Analysis And Design', New Jersey John Willey & Sons, Inc, 2005.
- [2] Fang, D. G. (2010). Antenna Theory and Microstrip Antennas. New York.
- [3] Rahmat Dwi Cahyo, Yuli Christyono, Imam Santoso. Perancangan dan Analisis

Antena Mikrostrip *Array* Dengan Frekuensi 850 MHz Untuk Aplikasi Praktikum Antena. Semarang. Tugas Akhir.2008

[4]Ridwan Sanusi. Implementasi dan Analisis Antena PIFA Mimo 4 X 4 Untuk Aplikasi Handset Tdd-LTE Pada Frekuensi 2.3 GHz dan 2.6 GHz.Bandung.Tugas Akhir. 2013

[5] Wahyu Nur Saputra.Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Segitiga Susun Dua Dengan Lapisan Emas Pada Frekuensi 2400-2450 MHz Untuk Satelit Nano Berbentuk Heksagonal.Bandung.Tugas Akhir.2012

[6] Syarifah Muthia Putri. Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Fraktal Sierpinski Gasket MIMO Pada Range Frekuensi 2,6 GHz – 2,7 GHz.Bandung.Tugas Akhir.2012

[7] Mace Steve, 2013, -Antenna Considerations for 4G/LTE|| ,diakses pada 1 Februari 2014, <http://www.solwise.co.uk/learningcentre/antenna-considerations-for-4glte/>

[8] Tilmann Wittig,Vratislav Sokol.2009. -MIMO Antenna Simulation|| ,diakses pada 3 Februari 2014, <https://www.cst.com/Content/Events/UGM2009/3-1-4-MIMO-Antenna-Simulation.pdf>

[9] Garg Nitali, Design of Microstrip Dipole Antenna at Various Ground Plane. India. Journal, 2012