

KAJIAN KARAKTERISTIK ANTENA MIKROSTRIP ARRAY PATCH FRAKTAL

Musthofa Abriantoro¹, Suprayogi², Bambang Sumajudin³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Antena merupakan sebuah perangkat penting dalam sistem telekomunikasi. Hal ini sejalan dengan penelitian tentang antena yang semakin berkembang. Dalam upaya efisiensi, dikembangkan suatu antena yang memiliki karakteristik dimensi yang relatif kecil dan juga handal dengan mempertimbangkan nilai-nilai parameter antena seperti bandwidth, gain, dan pola radiasi yang disesuaikan dengan kebutuhan, salah satunya adalah antena mikrostrip array patch fraktal. Antena mikrostrip array patch fraktal merupakan antena yang mampu bekerja dengan baik pada beberapa frekuensi resonan berbeda dan juga memiliki gain yang cenderung lebih tinggi dari mikrostrip tunggal. Ini sangat berguna untuk komunikasi seluler dan WLAN.

Di dalam tugas akhir ini, dilakukan simulasi terhadap beberapa antena fraktal menggunakan software HFSS 12. HFSS (High Frequency Structure Simulator) merupakan salah satu perangkat lunak yang sering digunakan di dalam perancangan dan analisis antena. HFSS memiliki ketelitian yang tinggi dan mampu digunakan untuk desain yang kompleks. Antena fraktal yang disimulasikan tersebut di rubah tingkat array dan ordenya, kemudian dibandingkan satu sama lain.

Karena nilai parameter antenna sangat berhubungan dengan kualitas antenna yang kita buat maka kita perlu suatu kajian masalah tersebut agar kita bisa menghasilkan antenna yang sesuai dengan kebutuhan dan juga memudahkan dalam perancangan. Dalam tugas akhir ini, telah dilakukan eksperimen dan simulasi berbagai bentuk antena fractal dan juga tingkat array yang berbeda-beda juga menggunakan simulator High Frequency Structure Simulator (HFSS) dimana hasil simulasi bisa memberikan informasi pengaruh perubahan tingkat array dan orde fraktal terhadap parameter antena. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat array dan orde maka akan berakibat semakin kecil nilai bandwidth, semakin tinggi nilai gain, semakin meruncing atau semakin unidireksional bentuk pola radiasi dan juga berakibat menambah jumlah dari sidelobe dan backlobe-nya.

Kata Kunci : Antena Fraktal, Orde Fraktal, HFSS, Bandwidth, Gain, Pola radiasi, sidelobe,

Telkom
University

Abstract

In telecommunication, antenna has an important rule. And it is in line with the increase of antenna development. In an effort to efficiency, developed an antenna that has the characteristics of relatively small dimensions and also reliable by considering the values of antenna parameters such as bandwidth, gain and radiation patterns are adjusted to the needs of one of them, is an of microstrip array antenna fractal patch. Microstrip array antenna fractal patch is an antenna that is able to work well on several different resonant frequencies and also has a gain that is higher than a single microstrip. This is very useful for cellular and WLAN communications

With in this final project, there are some simulations of some fractal antennas using HFSS software. HFSS (High Frequency Structure Simulator) is a software which is usually used in antenna design, simulation and analysis. Because it has high accuracy and capable of being used in complex design. The simulated fractal antenna in the array level and the order, then compared with each other.

Because the antenna parameter values highly correlated with the quality of the antenna that we make then we need a study for it so we can produce antennas that fit the needs and also facilitate in the design. In this thesis, we have performed experiments and simulation of various forms of fractal antenna and also levels of the different arrays are also using the simulator High Frequency Structure Simulator (HFSS) where the simulation results can provide the information effect of rate changes and the order of fractal arrays of antenna parameters. The simulation results show that higher levels of the array and the order will result in smaller values of bandwidth, the higher the gain, the more tapered or more unidirectional shape the radiation pattern and also result in increasing the number of sidelobe and backlobe.

Keywords : Fractal antenna, Fractal orde, HFSS, Bandwidth, Gain, Radiation pattern,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena merupakan salah satu komponen yang keberadaannya sangat mendukung sistem komunikasi *wireless*, dimana dibutuhkan antena yang memiliki *bandwidth* yang memadai, *gain* yang cukup bagus dan pola radiasi sesuai keperluan. Teknologi yang berkembang membutuhkan antena dengan ukuran kecil dan memiliki karakteristik yang bagus. Saat ini, antena fraktal sedang dalam penelitian dan pengembangan untuk menjawab permasalahan tersebut.

Dalam era komunikasi nirkabel dan perkembangan teknologi nirkabel, dibutuhkan suatu perangkat yang memiliki *bandwidth* yang cukup lebar, *multiband*, *gain tinggi*, *pola radiasi sesuai kebutuhan* dan *low profile* antena untuk keperluan komersial ataupun militer. Hal ini mengakibatkan terjadinya riset berbagai macam antena. Salah satunya adalah antena fraktal. Untuk mendesain, menganalisa bahkan menemukan bentuk antena dengan spesifikasi yang diinginkan, saat ini telah banyak software aplikasi yang dapat membantu para engineer telekomunikasi untuk mengembangkan keterampilan dan pengetahuannya dibidang antena. Salah satunya adalah *HFSS* (High Frequency Structure Simulator) yang memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Tetapi untuk mendesain dan menganalisa suatu antena dengan benar bukanlah hal yang mudah. Diperlukan teknik dan kemampuan yang baik dalam menguasai software aplikasi ini agar hasil yang didapatkan merupakan hasil yang memiliki tingkat validasi yang tinggi pula.

Pada Tugas Akhir ini dirancang antena mikrostrip fraktal rectangular yang memiliki tingkat array berbeda-beda dan tingkat orde fraktal yang berbeda juga. Dari situ di maksudkan untuk mengetahui pengaruh perubahan array dan orde fraktal terhadap karakteristik dari parameter-parameter antenna yang tentunya sangat berhubungan dengan kualitas antenna yang nantinya akan di buat. Sehingga untuk kedepannya bisa di peroleh suatu antenna yang handal dan sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu kita memerlukan suatu kajian tentang hal tersebut.

1.2 Manfaat dan Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini antara lain:

1. Dapat mensimulasikan antenna fractal rectangular dengan tingkat array dan orde yang berbeda-beda menggunakan *software Ansoft HFSS*
2. Dapat menentukan tingkat array dan orde antena fraktal agar didapatkan bandwidth yang bagus, gain tinggi, dan pola radiasi yang cocok sesuai dengan kebutuhan.
3. Dapat menyimpulkan korelasi atau pengaruh tingkat array dan orde fractal terhadap parameter antenna.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana mensimulasikan antenna fractal rectangular dengan tingkat array dan orde yang berbeda-beda menggunakan *software Ansoft HFSS* ?
2. Bagaimana menentukan lebar dan panjang saluran catuan agar di dapat kondisi matching ?
3. Bagaimana pengaruh tingkat array dan orde fractal terhadap parameter antenna ?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini antara lain:

1. Jenis antena fraktal yang disimulasikan adalah antenna fractal yang sejenis yaitu fractal rectangular untuk tingkat array dan untuk tingkat orde di tambahkan fractal square dan segitiga untuk antenna pembanding.
2. Simulasi menggunakan *software Ansoft HFSS Version 12.0.0*.
3. $VSWR \leq 1.5$.
4. Fokus penelitian adalah hubungan antara tingkat array dan orde antenna fractal dengan parameter antenna.
5. Parameter antenna yang di kaji hanya mencakup nilai *VSWR, Bandwidth, Gain, Pola radiasi, jumlah sidelobe* dan *backlobe*.
6. Frekuensi antenna direncanakan dan di simulasikan pada frekuensi 2,4 GHz.
7. Penelitian dilakukan berdasarkan eksperimen (simulasi) dan analisa.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah dengan melakukan pendekatan:

1. Studi Teoritis

Metode ini dilakukan dengan cara mencari dan mengumpulkan literatur-literatur berupa buku-buku, jurnal maupun browsing internet yang mendukung, bersesuaian dan menjelaskan tentang *antenna mikrostrip fraktal*.

2. Perancangan

Dalam metode ini, dilakukan perancangan model antenna dengan melakukan perhitungan dimensi patch utama. Perancangan ini menghasilkan desain antenna fraktal dengan tingkat array dan orde yang berbeda-beda kemudian di simulasikan.

3. Software Simulation

Pada metode ini, dilakukan pensimulasian model antenna fraktal dengan menggunakan *software Ansoft HFSS* versi 12.0.0. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil perancangan antenna yang dilakukan.

4. Analisa

Metode ini dilakukan dengan menganalisa data yang diperoleh berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan sebelumnya.

5. Bimbingan dan Konsultasi

Penulis mendapatkan informasi dengan cara tukar pendapat dengan dosen pembimbing, para dosen dengan ilmu terkait, dan antar mahasiswa.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB 2: DASAR TEORI

Berisikan uraian landasan teori antenna yang berkaitan dengan antenna yang diteliti.

3. BAB 3: PERANCANGAN SISTEM DAN SIMULASI

Pada bab ini akan disajikan bagaimana proses perancangan *antenna mikrostrip fractal* dan simulasi yang dilakukan dengan *software Ansoft HFSS*.

4. BAB 4: HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini berisikan analisa dari hasil simulasi yang dilakukan pada bab sebelumnya.

5. BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan-kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari Tugas Akhir ini untuk perbaikan kinerja sistem antenna yang telah dibuat dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.

BAB IV

HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

4.1 Pendahuluan

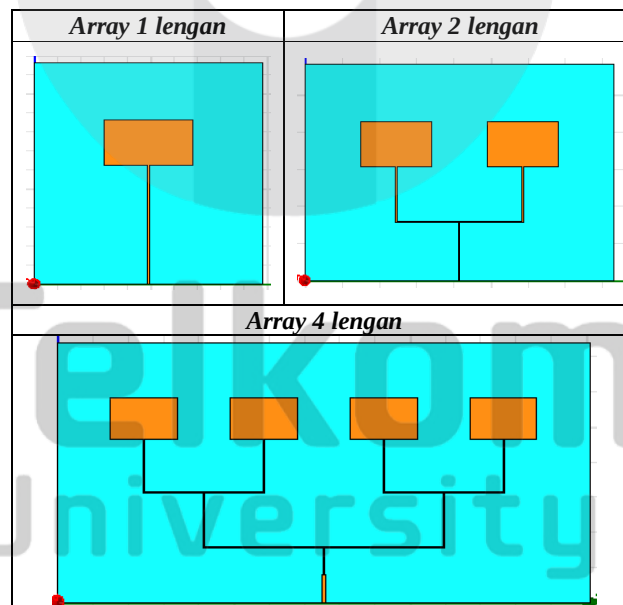
Simulasi yang dilakukan terhadap antenna fraktal bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik teknik antenna tersebut. Simulasi di sini difokuskan untuk mengetahui pengaruh array terhadap nilai parameter antenna fraktal yaitu meliputi nilai bandwidth, gain, pola radiasi dan juga banyaknya side lobe antenna. VSWR sebesar 1,5 ini adalah batas VSWR antenna yang biasa dipakai untuk antenna di pasaran. Dari batas VSWR tersebut kemudian ditentukan besarnya bandwidth. Untuk setiap antenna dilakukan simulasi sebanyak 3 kali yaitu untuk array 1 lengan, 2 lengan dan 4 lengan. Dan total jenis antenna fraktal yang disimulasikan sebanyak 3, yaitu antenna fractal rectangular orde 0 , orde 1 dan orde 2.

4.2 Hasil Simulasi Antena Fraktal Patch Rectangular

4.2.1 Antena Fraktal Orde 0

a. Antena

Tabel 4.1 Gambar Desain Antena Fraktal orde 0 array 1, 2 dan 4 lengan



b. VSWR (Besar Bandwidth) dan Impedansi

Tabel 4.2 Grafik VSWR Antena Fraktal orde 0 array 1, 2 dan 4 lengan

Array tingkat lengan ke-	Grafik VSWR	Besar Bandwidth (MHz)
1		133.8
2		122.8
4		52,7

Tabel di atas merupakan grafik nilai VSWR hasil simulasi dari antena mikrostrip fraktal orde 0 mulai dari array 1 lengan, 2 lengan dan 4 lengan dari nilai VSWR tersebut akan di peroleh besar bandwidth masing-masing antena dengan menggunakan nilai batas maksimal VSWR adalah 1,5 sesuai nilai ketetapan yang digunakan. Simulasi dilakukan pada sekitar wilayah kerja 2,4 GHz sesuai dengan perancangan sebelumnya.

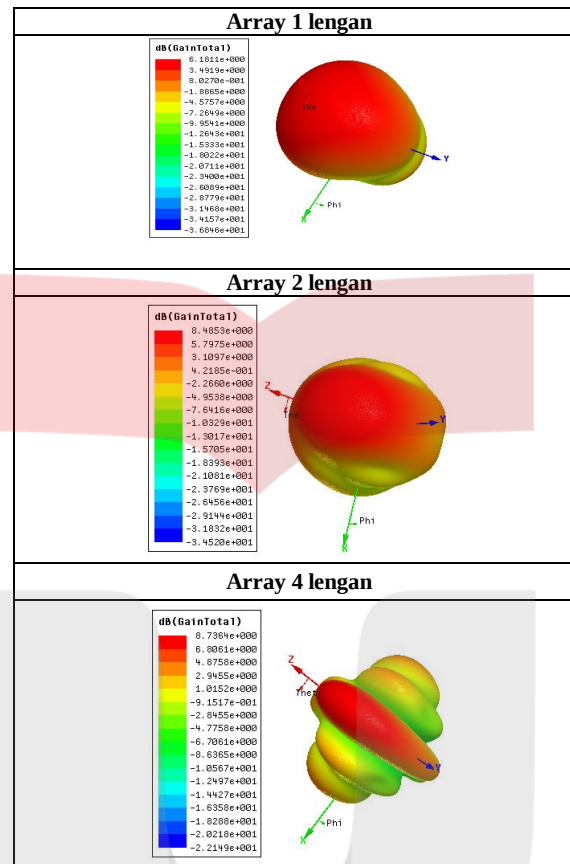
c. Pola Radiasi

Tabel 4.3 Pola Radiasi 3D Antena Fraktal orde 0 array 1, 2 dan 4 lengan

Array 1 lengan	Array 2 lengan	Array 4 lengan

d. **Gain**

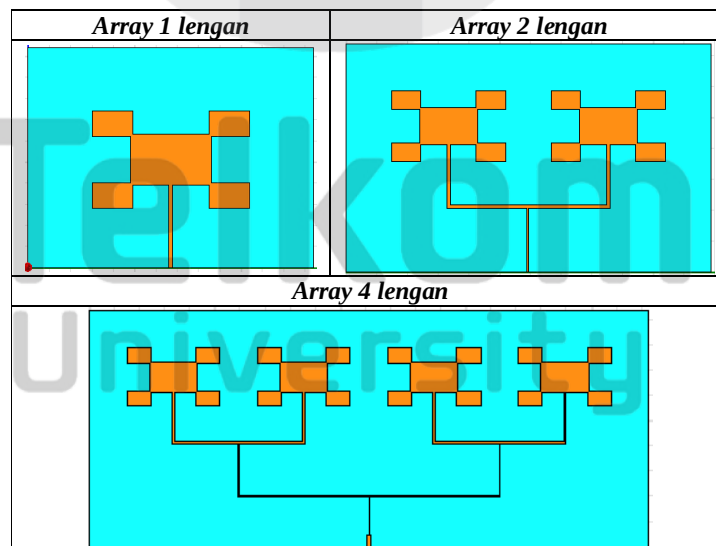
Tabel 4.4 Gain Antena Fraktal orde 0 array 1, 2 dan 4 lengan



4.2.2 **Antena Fraktal Orde 1**

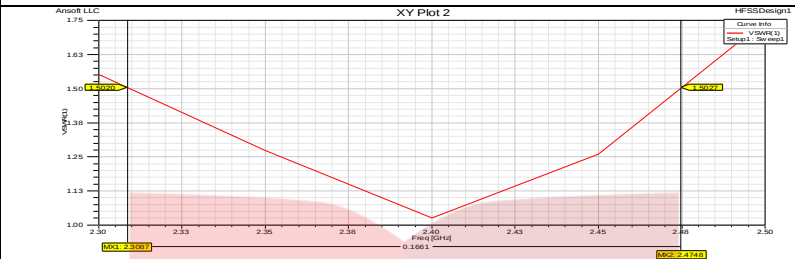
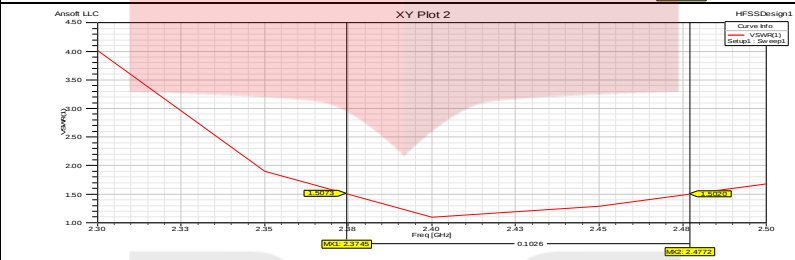
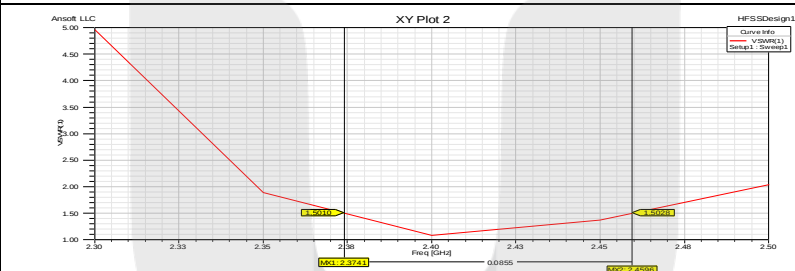
a. **Antena**

Tabel 4.5 Gambar Desain Antena Fraktal orde 1 array 1, 2 dan 4 lengan



b. VSWR (Besar Bandwidth) dan Impedansi

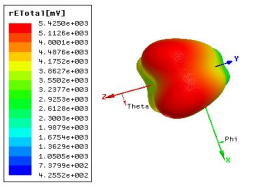
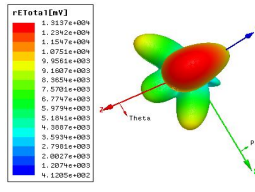
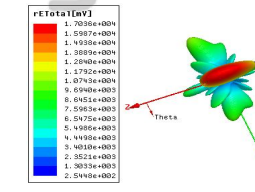
Tabel 4.6 Grafik VSWR Antena Fraktal orde 1 array 1, 2 dan 4 lengan

Array tingkat ke-	Grafik VSWR	Besar Bandwidth (MHz)
1		166.1
2		102.6
4		85.5

Tabel di atas merupakan grafik nilai VSWR hasil simulasi dari antena mikrostrip fraktal orde 1 mulai dari array 1 lengan, 2 lengan dan 4 lengan dari nilai VSWR tersebut akan di peroleh besar bandwidth masing-masing antena dengan menggunakan nilai batas maksimal VSWR adalah 1,5 sesuai nilai ketetapan yang digunakan. Simulasi dilakukan pada sekitar wilayah kerja 2,4 GHz sesuai dengan perancangan sebelumnya.

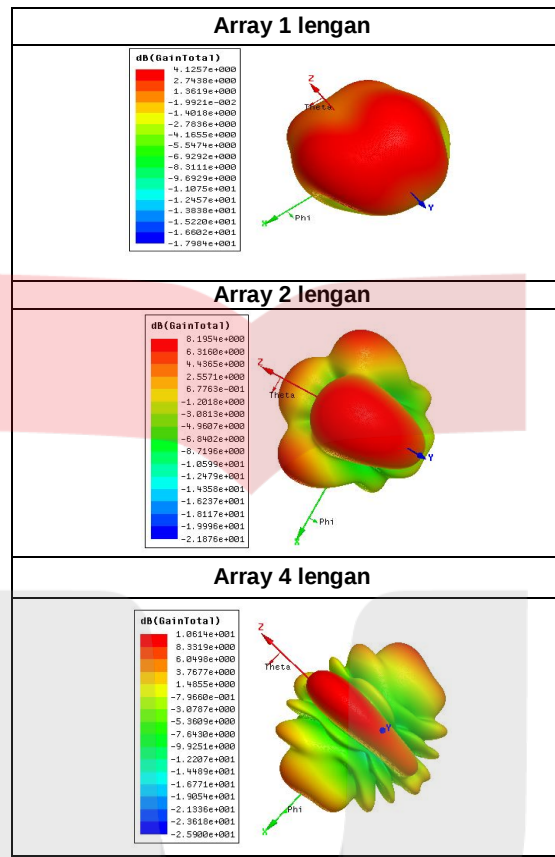
c. Pola Radiasi

Tabel 4.7 Pola Radiasi 3D Antena Fraktal orde 1 array 1, 2 dan 4 lengan

Array 1 lengan	Array 2 lengan	Array 4 lengan
		

d. **Gain**

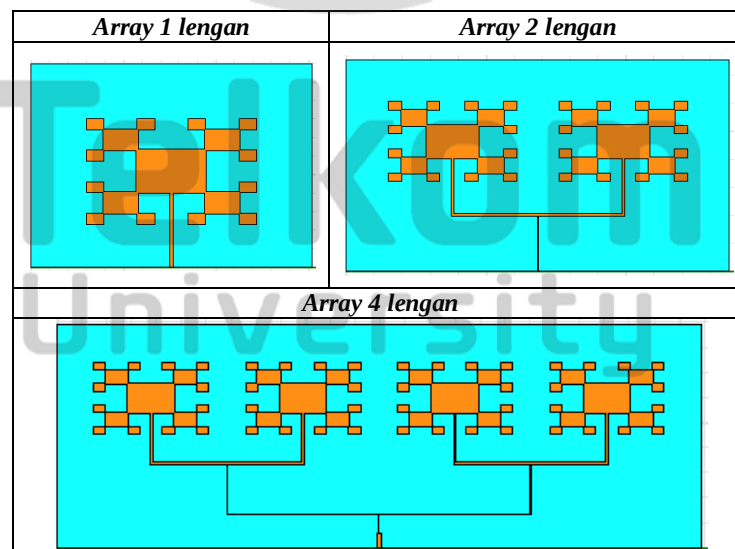
Tabel 4.8 Gain Antena 3D Fraktal orde 1 array 1, 2 dan 4 lengan



4.2.3 Antena Fraktal Orde 2

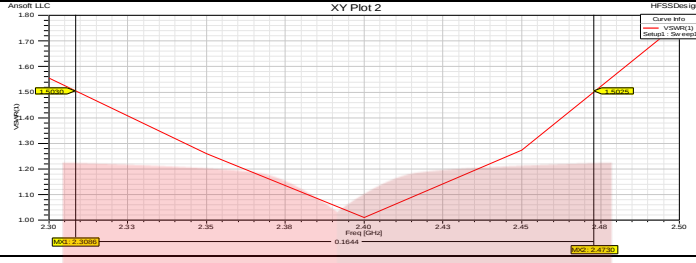
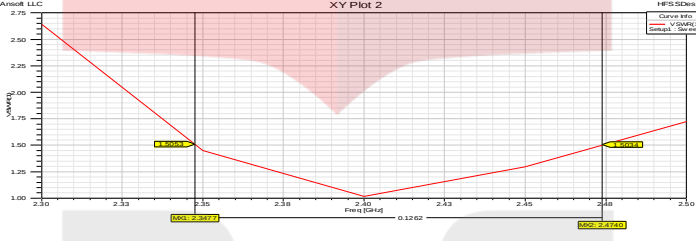
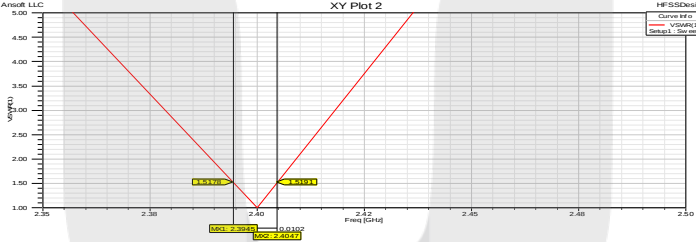
a) **Antena**

Tabel 4.9 Gambar Desain Antena Fraktal orde 2 array 1, 2 dan 4 lengan



b) VSWR (Besar Bandwidth)

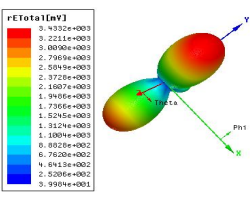
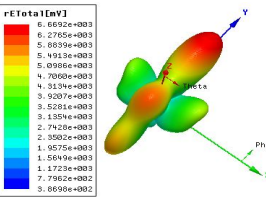
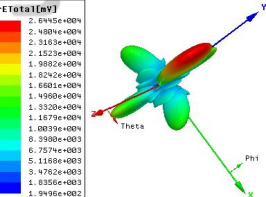
Tabel 4.10 Grafik VSWR Antena Fraktal orde 2 array 1, 2 dan 4 lengan

Array tingkat ke-	Grafik VSWR	Besar Bandwidth (MHz)
1		164.4
2		126.2
4		10.2

Tabel di atas merupakan grafik nilai VSWR hasil simulasi dari antena mikrostrip fractal orde 0 mulai dari array 1 lengan, 2 lengan dan 4 lengan dari nilai VSWR tersebut akan di peroleh besar bandwidth masing-masing antena dengan menggunakan nilai batas maksimal VSWR adalah 1,5 sesuai nilai ketetapan yang digunakan. Simulasi dilakukan pada sekitar wilayah kerja 2,4 GHz sesuai dengan perancangan sebelumnya.

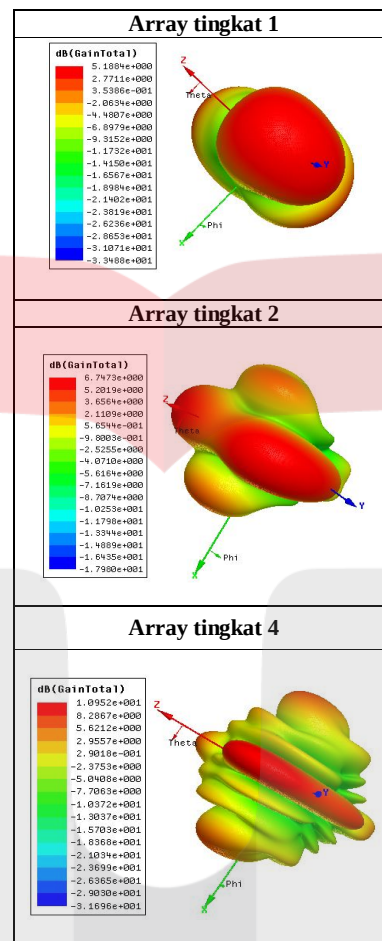
c) Pola Radiasi

Tabel 4.11 Pola Radiasi 3D Antena Fraktal orde 2 array 1, 2 dan 4 lengan

Array 1 lengan	Array 2 lengan	Array 4 lengan
		

d) **Gain**

Tabel 4.12 Gain Antena 3D Fraktal orde 2 array 1, 2 dan 4 lengan

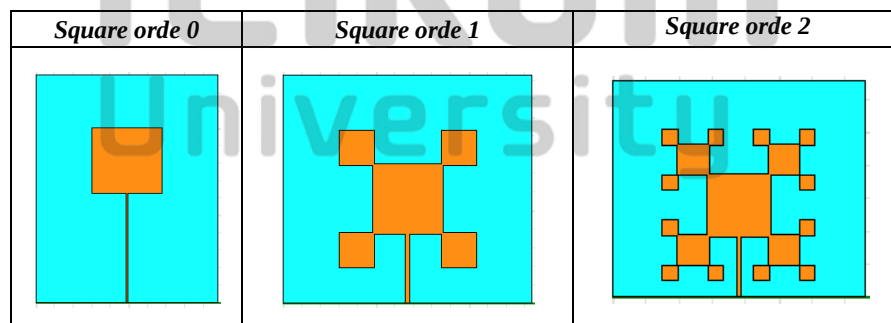


4.3 Hasil Simulasi Antena Pembanding tingkat Orde

4.3.1 Antena Fraktal Patch Square (persegi)

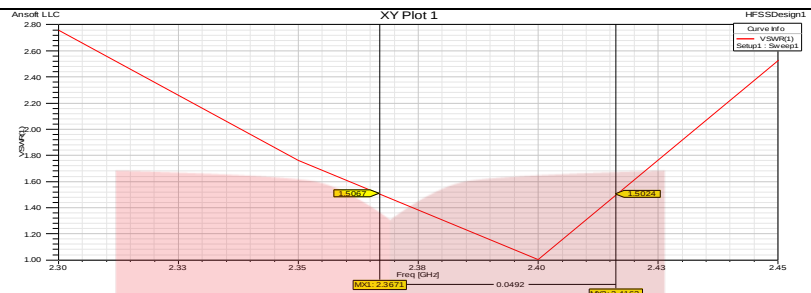
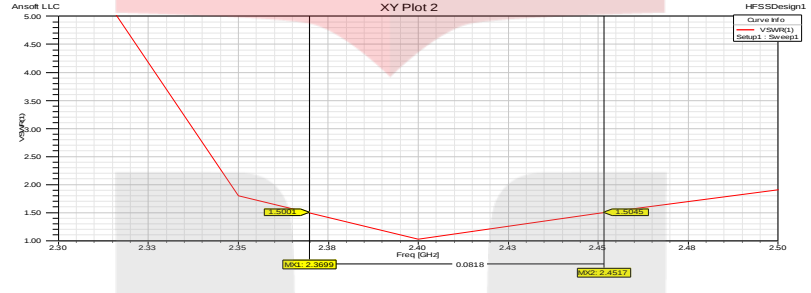
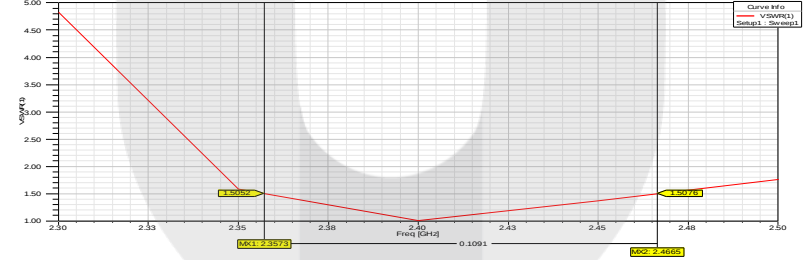
a) **Antena**

Tabel 4.13 Gambar Desain Antena Fraktal Patch Square orde 0, 1 dan 2



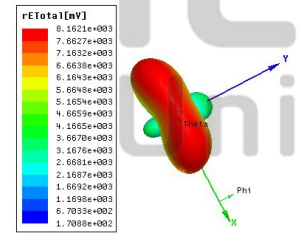
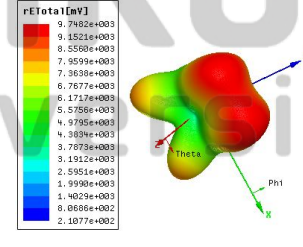
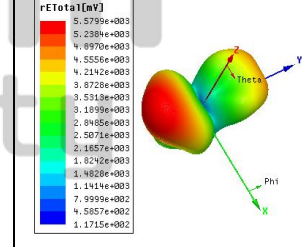
b) VSWR (Besar Bandwidth)

Tabel 4.14 Grafik VSWR Antena Fraktal Patch Square orde 0, 1 dan 2

Tingkat orde ke-	Grafik VSWR	Besar Bandwidth (MHz)
0		49.2
1		81.8
2		109.1

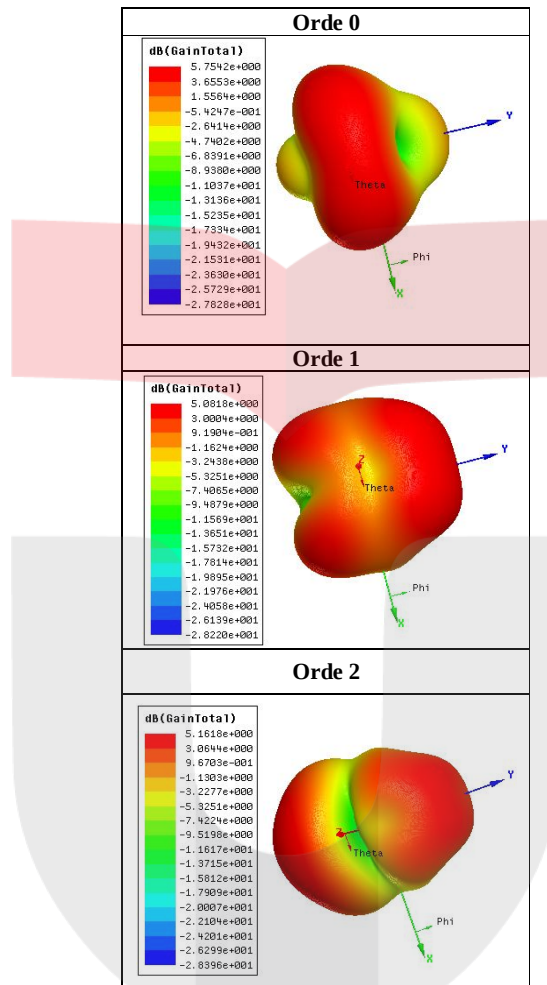
c) Pola Radiasi

Tabel 4.15 Pola Radiasi 3D Antena Fraktal Patch Square orde 0, 1 dan 2

Orde 0	Orde 1	Orde 2
		

d) **Gain**

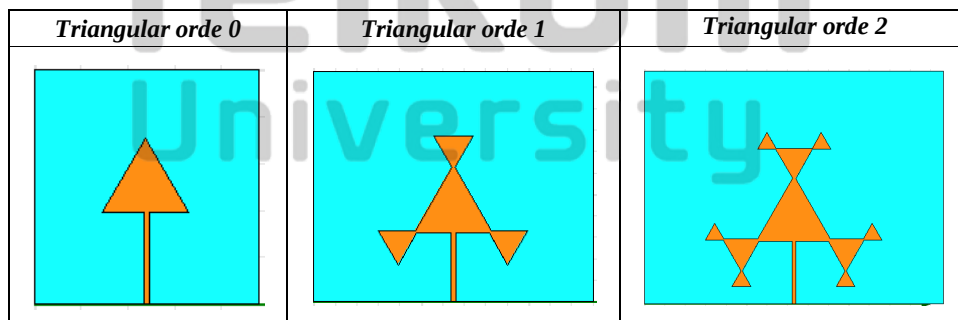
Tabel 4.16 Gain Antena 3D Fraktal Patch Square orde 0, 1 dan 2



4.3.2 Antena Fraktal Patch Triangular (segitiga)

a) **Antena**

Tabel 4.17 Gambar Desain Antena Fraktal Patch Triangular orde 0, 1 dan 2



b) VSWR (Besar Bandwidth)

Tabel 4.18 Grafik VSWR Antena Fraktal Patch Triangular orde 0, 1 dan 2

Tingkat orde ke-	Grafik VSWR	Besar Bandwidth (MHz)
0		83.2
1		144.3
2		108.9

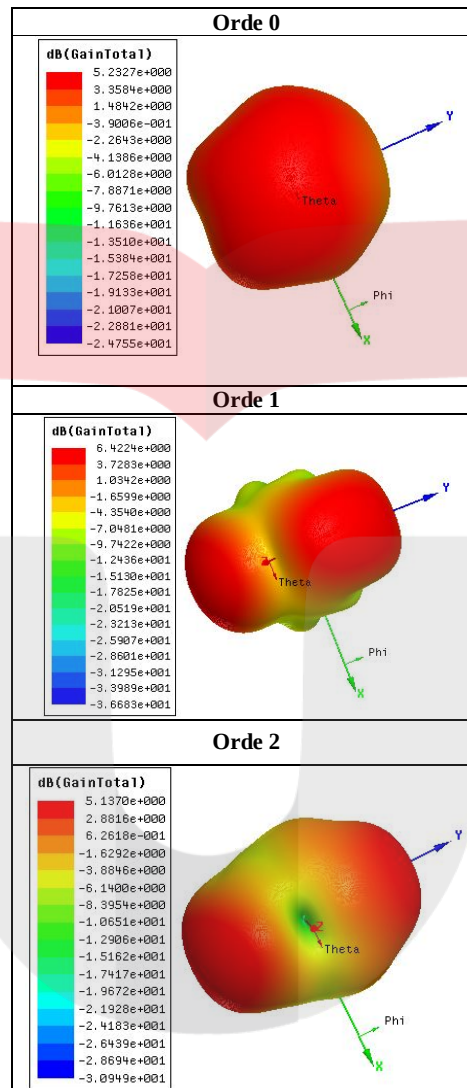
c) Pola Radiasi

Tabel 4.19 Pola Radiasi 3D Antena Fraktal Patch Triangular orde 0, 1 dan 2

Orde 0	Orde 1	Orde 2

d) Gain

Tabel 4.20 Gain Antena 3D Fraktal Patch Triangular orde 0, 1 dan 2



4.4 Analisis pengaruh array dan orde fractal terhadap parameter antenna

4.4.1 Pengaruh tingkat array dan orde fractal terhadap nilai VSWR dan Bandwidth

Untuk pengaruh tingkat lengan array dan orde terhadap nilai VSWR stabil dikarenakan pada simulasi ini di cari kondisi yang paling mendekati matching sehingga nilai VSWR terkecil mendekati 1 begitu juga untuk nilai VSWR antenna pembeding.

Tabel 4.21 Tabel korelasi *tingkat array* dengan *bandwidth*

Array tingkat lengan ke-	Bandwidth (MHz)		
	Fraktal orde 0	Fraktal orde 1	Fraktal orde 2
1	133.8	166.1	164.4
2	122.8	102.6	126.2
4	52.7	85.5	10.2
Korelasi	-0.9784	-0.8722	-0.9956

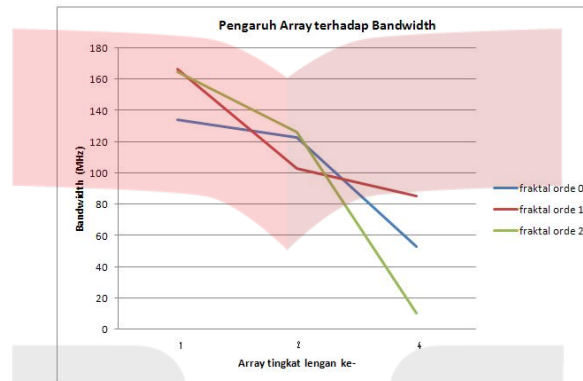
Pada tabel diatas, menunjukkan hubungan antara tingkat array dengan besarnya bandwidth antenna fractal. Pada fractal orde 0 di peroleh hasil korelasi -0.9784 atau mendekati nilai korelasi -1 artinya memiliki hubungan yang berkebalikan berarti bahwa pada fractal orde 0 semakin tinggi tingkat array maka semakin kecil nilai bandwidthnya, kemudian untuk fractal orde 1 di peroleh hasil korelasi -0.8722 mendekati nilai korelasi -1 juga, yang berarti bahwa pada fractal orde 1 semakin tinggi tingkat array maka semakin kecil nilai bandwidthnya, begitu juga untuk fractal orde 2 yang memiliki nilai korelasi -0.9956 yang juga mendekati nilai korelasi -1 yang berarti juga semakin tinggi tingkat array maka akan semakin kecil nilai bandwidth atau memiliki hubungan yang berkebalikan, atau dapat dikatakan memiliki hubungan yang berkebalikan. Hal ini bisa jadi dimungkinkan karena factor dari saluran pencatunya, karena semakin tinggi tingkat array maka di butuhkan saluran pencatu yang cenderung lebih banyak karena semakin banyak patch dalam satu substrat tersebut, sehingga berakibat total saluran impedansi pencatunya semakin panjang, yang akan berdampak terhadap mengecilnya nilai bandwidth. Karena semakin panjang saluran maka rugi-rugi atau redaman dari saluran juga akan semakin tinggi.

Tabel 4.22 Tabel korelasi *tingkat orde fraktal* dengan *bandwidth*

Fraktal orde ke-	Bandwidth (MHz)		
	Array 1 lengan	Array 2 lengan	Array 4 lengan
0	133.8	122.8	52.7
1	166.1	102.6	85.5
2	164.4	126.2	10.2
Korelasi	0.8416	0.1332	-0.5628

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai korelasinya cenderung positif meskipun kecil, hal ini berarti semakin tinggi orde maka semakin besar *bandwidth*-nya begitu juga

untuk antenna pembanding yang sangat jelas kelihatan bahwa semakin tinggi tingkatan orde maka semakin besar juga nilai *bandwidth*-nya baik untuk patch square maupun triangular. Hal ini dikarenakan factor penambahan jumlah patch untuk masing-masing tingkat orde sehingga berakibat penambahan wilayah frekuensi kerja dari antenna tersebut yang menyebabkan *bandwidth*-nya pun naik. Di bawah ini merupakan grafik yang menunjukkan hubungan kedua-nya.



Gambar 4.1 Grafik korelasi antara *tingkat array antenna* dengan besar *bandwidth*

4.4.2 Pengaruh *tingkat array* dan *orde fractal* terhadap nilai *Gain*

Tabel 4.23 Tabel korelasi *tingkat array* dengan *gain*

Array tingkat lengan ke-	Gain (dB)		
	Fraktal orde 0	Fraktal orde 1	Fraktal orde 2
1	6.18	4.12	5.18
2	8.48	8.19	6.74
4	8.73	10.61	10.95
Korelasi	0.8111	0.9441	0.9976

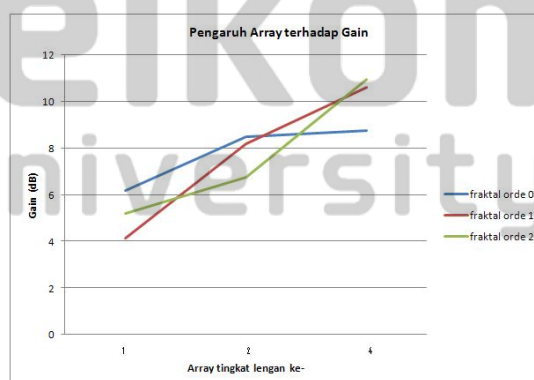
Pada tabel diatas, menunjukkan hubungan antara tingkat array dengan besarnya penguatan (*gain*) antena fractal. Pada fractal orde 0 di peroleh hasil korelasi 0.8111 atau mendekati nilai korelasi 1 artinya memiliki hubungan yang searah yang berarti bahwa pada fractal orde 0 semakin tinggi tingkat array maka semakin tinggi juga penguatannya atau nilai *gain*, kemudian untuk fractal orde 1 di peroleh hasil korelasi 0.9441 mendekati nilai korelasi 1 juga, yang berarti bahwa pada fractal orde 1 semakin tinggi tingkat array maka semakin tinggi juga nilai gainnya, begitu juga untuk fractal orde 2 yang memiliki nilai korelasi 0.9976 yang juga mendekati nilai korelasi 1 yang berarti juga semakin tinggi tingkat array maka akan semakin tinggi juga penguatannya, atau dapat dikatakan memiliki

hubungan yang searah. Hal ini dapat dimungkinkan karena semakin tinggi tingkat array maka semakin banyak juga patch yang digunakan sehingga kemungkinan masing-masing patch akan saling menumpuk atau menambahkan penguatan atau kuat daya, hal lainnya bisa berhubungan dengan substrat karena apabila tingkat array semakin tinggi makin dibutuhkan substrat yang lebih besar sehingga akan mempengaruhi besarnya penguatan (*gain*).

Tabel 4.24 Tabel korelasi tingkat orde fraktal dengan gain

Fraktal orde ke-	Gain (dB)		
	Array 1 lengan	Array 2 lengan	Array 4 lengan
0	6.18	8.48	8.73
1	4.12	8.19	10.61
2	5.18	6.74	10.95
Korelasi	-0.4853	-0.9332	0.9283

Pada tabel di atas diketahui bahwa nilai korelasinya ada yang positif dan negatif, tetapi justru mendekati stabil atau hanya mengalami perubahan yang sangat kecil. Begitu juga untuk antenna pembanding baik patch square maupun triangular yang nilai *gain*-nya stabil atau tetap untuk perubahan tingkat orde. Hal ini bisa dikarenakan pada setiap perubahan orde penambahan lebar substrat yang tidak terlalu besar karena patch tambahan pada orde tingkat atasnya cenderung jauh lebih kecil dari pada patch utamanya. Sehingga pengaruhnya terhadap nilai gain tidak terlalu besar, tapi bisa jadi pada saat tingkat orde tertentu bisa berpengaruh terhadap nilai gain khususnya pada orde tinggi, kalau pada orde rendah tidak terlalu berpengaruh. Berbeda dibandingkan dengan pengaruh tingkat array yang langsung kelihatan perbedaannya karena perubahan lebar substratnya pun cukup besar. Di bawah ini merupakan grafik yang menunjukkan hubungan keduanya.



Gambar 4.2 Grafik korelasi antara tingkat array antenna dengan besar gain

4.4.3 Pengaruh tingkat lengan array dan orde fractal terhadap Pola Radiasi

Dari hasil simulasi antenna fractal dapat di lihat bahwa semakin banyak tingkatan lengan array maka pola radiasi nya cenderung semakin meruncing atau semakin *unidireksional* (mengarah ke satu arah tertentu) dan perubahannya cukup signifikan. Begitu juga untuk perubahan orde, semakin tinggi orde maka semakin unidireksional juga pola radiasinya meskipun tidak terlalu signifikan perubahannya, Dan untuk antenna pembanding untuk tingkat orde semakin tinggi tinkatan orde maka semakin *unidireksional* pola radiasi-nya baik untuk patch square maupun triangular.

Hal ini dikarenakan semakin tinggi orde maka akan semakin banyak patch di luar patch utama yang bisa jadi menyebabkan terjadinya sidelobe maupun backlobe yang akan mengurangi nilai kekuatan pancaran dari antenna tersebut,karena tidak semua patch sekunder memiliki arah pola radiasi yang sama dengan patch primer bahkan bisa jadi berlawanan sehingga kemungkinan bisa mengurangi kekuatan pancaran dari antenna tersebut, meskipun perubahannya tidak terlalu signifikan. Hal ini bisa dijadikan pertimbangan untuk membuat suatu antenna yang menginginkan pola radiasi ke arah tertentu khususnya untuk antenna mikrostrip array.

4.4.4 Pengaruh tingkat lengan array dan orde fractal terhadap jumlah sidelobe dan backlobe

Tabel 4.25 Tabel korelasi tingkat array dengan jumlah sidelobe dan backlobe

Array tingkat lengan ke-	Jumlah sidelobe dan backlobe		
	Fraktal orde 0	Fraktal orde 1	Fraktal orde 2
1	3	4	2
2	4	7	6
4	6	14	13
Korelasi	1	0.9993	0.9994

Dari hasil tabel korelasi di atas diketahui bahwa secara masing-masing nilai korelasinya mendekati 1, berarti secara umum dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat array maka jumlah sidelobe dan backlobe-nya pun semakin banyak atau memiliki hubungan yang searah. Hal ini bisa dikarenakan semakin tinggi tingkat array makan jumlah patchnyapun semakin banyak dan jumlah pencatunyapun semakin banyak di tiap-tiap patch dalam satu substrat sehingga masing-masing patch memancarkan radiasinya

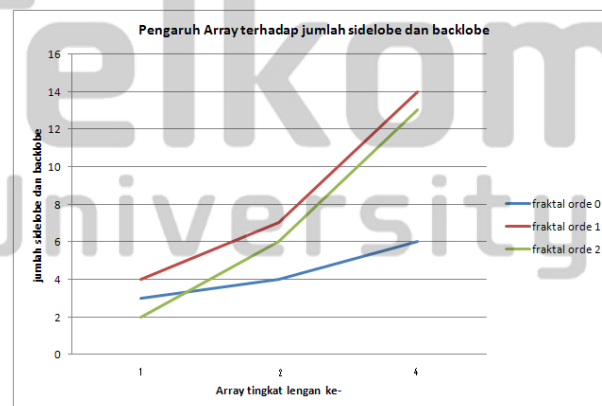
yang tentu tidak akan sama semua arah radiasinya sehingga bisa jadi menyebabkan timbulnya sidelobe maupun backlobe tidak hanya itu dengan bertambahnya saluran mikrostrip di mungkinakan juga akan memicu terjadinya sidelobe maupun back lobe.

Tabel 4.26 Tabel korelasi *tingkat orde fraktal* dengan *jumlah sidelobe dan backlobe*

Fraktal orde ke-	Jumlah sidelobe dan backlobe		
	Array 1 lengan	Array 2 lengan	Array 4 lengan
0	3	4	6
1	4	7	14
2	2	6	13
Korelasi	-0.5	0.6545	0.8029

Dari data di atas secara umum dapat diketahui bahwa nilai korelasinya berubah-ubah tapi cenderung ke arah korelasi positif yang artinya semakin tinggi tingkat orde maka semakin banyak pula jumlah sidelobe dan backlobenya meskipun tidak terlalu signifikan perubahannya, hal ini bisa jadi karena semakin tinggi orde fraktal maka akan mulai muncul patch baru meskipun besarnya tidak sebesar patch utama, tetapi dengan munculnya patch baru ini akan sedikit berpengaruh terhadap munculnya sidelobe maupun backlobe meskipun cenderung kecil. Begitu juga untuk antenna pembanding, semakin tinggi tingkatan orde maka semakin banyak juga jumlah *sidelobe* dan *backlobe*.

Dari jumlah sidelobe dan backlobe hasil simulasi di atas dapat di buat sebuah grafik yang bisa menunjukkan hubungan antara tingkat array fraktal orde 0 sampai 2 dengan banyaknya jumlah sidelobe dan backlobe antenna tersebut. Di bawah ini merupakan grafik yang menunjukkan hubungan keduanya.

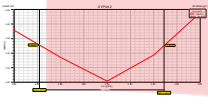
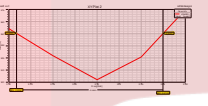
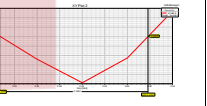
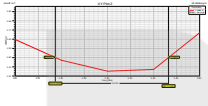
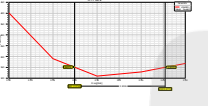
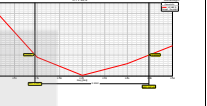
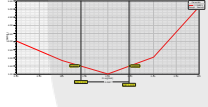
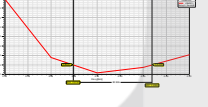
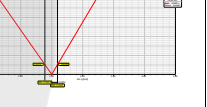


Gambar 4.3 Grafik korelasi antara *tingkat array antenna* dengan *jumlah sidelobe dan backlobe*

4.5 Analisis berbentuk matrik pengaruh *array* dan *orde* terhadap parameter antenna

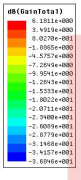
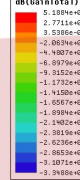
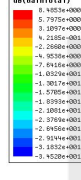
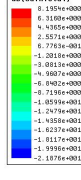
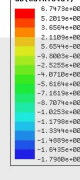
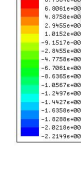
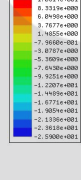
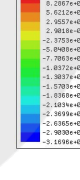
4.5.1 Pengaruh *array* dan *orde fractal* terhadap nilai *VSWR* dan *Bandwidth*

Tabel 4.27 Tabel matrik pengaruh *tingkat array* dan *orde fractal* terhadap *vswr* dan *bandwidth*

Fraktal Array	Orde 0	Orde 1	Orde 2	Keterangan
1 lengan	 133.8 MHz	 166.1 MHz	 164.4 MHz	Besar <i>bandwidth</i> cenderung stabil
2 lengan	 122.8 MHz	 102.6 MHz	 126.2 MHz	Besar <i>bandwidth</i> cenderung stabil
4 lengan	 52.7 MHz	 85.5 MHz	 10.2 MHz	Besar <i>bandwidth</i> cenderung stabil hanya pada orde2 turun agak jauh
Keterangan	Besar <i>bandwidth</i> semakin kecil	Besar <i>bandwidth</i> semakin kecil	Besar <i>bandwidth</i> semakin kecil	

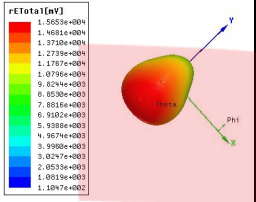
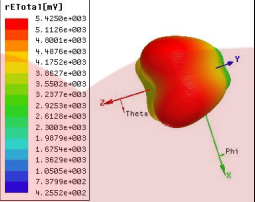
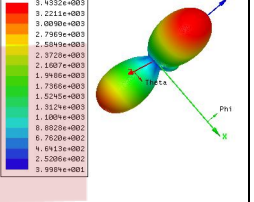
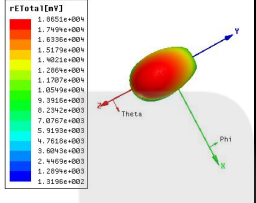
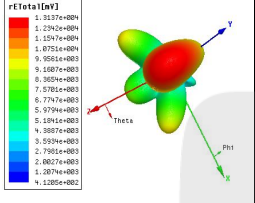
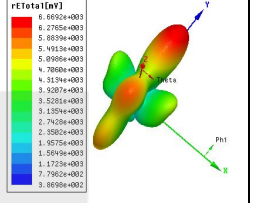
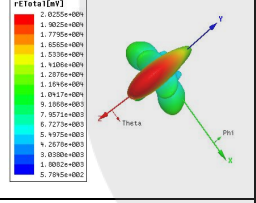
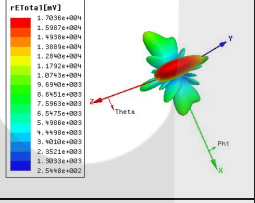
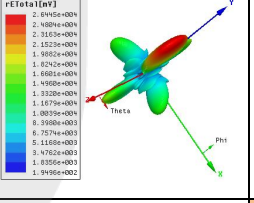
4.5.2 Pengaruh tingkat array dan orde fractal terhadap nilai Gain

Tabel 4.28 Tabel matrik pengaruh array dan orde fractal terhadap gain

Fraktal Array	Orde 0	Orde 1	Orde 2	Keterangan
1 lengan	 6.18 dB	 4.12 dB	 5.18 dB	Nilai gain cenderung stabil
2 lengan	 8.48 dB	 8.19 dB	 6.74 dB	Nilai gain cenderung stabil meskipun saat orde 2 cenderung berubah
4 lengan	 8.73 dB	 10.61 dB	 10.95 dB	Nilai gain cenderung semakin tinggi
Keterangan	Nilai gain semakin tinggi	Nilai gain semakin tinggi	Nilai gain semakin tinggi	

4.5.3 Pengaruh array dan orde fractal terhadap Pola Radiasi

Tabel 4.29 Tabel matrik pengaruh array dan orde fractal terhadap pola radiasi

Fraktal Array	Orde 0	Orde 1	Orde 2	Keterangan
1 lengan				Semakin unidireksional
2 lengan				Stabil tetapi cenderung sedikit semakin unidireksional
4 lengan				Stabil tetapi cenderung sedikit semakin unidireksional
Keterangan	Pola radiasi semakin meruncing (unidireksional)	Pola radiasi semakin meruncing (unidireksional)	Pola radiasi semakin meruncing (unidireksional)	

4.5.4 Pengaruh *tingkat* dan *orde fractal* terhadap jumlah *sidelobe* dan *backlobe*

Tabel 4.30 Tabel matrik pengaruh *array* dan *orde fractal* terhadap jumlah *sidelobe* dan *backlobe*

Fraktal Array	Orde 0	Orde 1	Orde 2	Keterangan
1 lengan	3 lobe	4 lobe	2 lobe	Banyak <i>lobe</i> cenderung stabil meskipun terjadi sedikit perubahan
2 lengan	4 lobe	7 lobe	6 lobe	Semakin banyak jumlah <i>lobe</i> , tetapi orde 1 dan 2 cenderung stabil
4 lengan	6 lobe	14 lobe	13 lobe	Semakin banyak jumlah <i>lobe</i> , tetapi orde 1 dan 2 cenderung stabil
Keterangan	Semakin banyak jumlah <i>lobe</i>	Semakin banyak jumlah <i>lobe</i>	Semakin banyak jumlah <i>lobe</i>	

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A, 1982, *Antenna Theory: Analysis and Design*, New York : Harper & Row Publisher Inc.
- [2] Adriansyah, Nachwan Mufti, 2004 , *Diktat Kuliah Sistem Antena*, STTTelkom.Bandung.
- [3] Douglas H. Werner and Suman Ganguly, "An Overview of Fractal Antenna Engineering Reserarch," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 45, 1, February 2003, pp.38-57.
- [4] Sahalos, N. Jhon, 2006, *Orthogonal Methods for Array Synthesis: Theory and the ORAMA Tool* .
- [5] Garg Rames, Bhartia Prakash, Bahl Inder, Ittipiboon Apisak, 2001, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Boston, Artech House, Inc.
- [6] Shukur bin Ja'afar, Abd. *Sierpinski Gasket Patch and Monopole Antenna*. Universiti Teknologi Malaysia. 2005
- [7] Nurmantris, Dwi Andi. *Simulasi Antena Mikrostrip Beamforming Berdasarkan Kombinasi Switch Gangguan Menggunakan High Frequency Structure Simulator (HFSS)*. Institut Teknologi Telkom. 2010
- [8] Pozar, David M., 1998, *Microwave Engineering*, New York, John Wiley & Sons, Inc.