

PERANCANGAN & REALISASI ANTENA MIKROSTRIP *FRACTAL-BOWTIE* FREKUENSI DUAL BAND (900 MHz & 1800 MHz) PADA WIRELESS COMMUNICATION

DESIGN AND REALIZATION FOR *FRACTAL-BOWTIE* MICROSTRIP ANTENNA ON DUAL BAND FREQUENCY (900 MHz & 1800MHz) FOR WIRELESS COMMUNICATION

Ishak Garlie Delano Girsang¹

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ishakgarlie@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan semakin bertumbuhnya kebutuhan masyarakat untuk berkomunikasi, maka teknologi untuk berkomunikasi pun yang dulunya masih menggunakan telepon kabel biasa juga mengalami perkembangan yang begitu pesat juga. Wireless communication merupakan salah satu sistem komunikasi yang paling mampu untuk memenuhi kebutuhan manusia sekarang ini karena wireless communication memungkinkan kita untuk bisa berkomunikasi tanpa harus dibatasi oleh jarak yang ada.

Maka, pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan antenna mikrostrip fractal-bowtie yang bekerja pada frekuensi dual band yaitu pada frekuensi 900MHz dan 1800MHz sehingga bisa mendukung untuk komunikasi wireless pada GSM. Pembuatan antenna terlebih dahulu dilakukan perhitungan secara matematis lalu disimulasikan di software CST dan setelah di dapat spesifikasi yang tepat maka antenna akan dirancang, kemudian setelah antenna selesai dirancang akan dilakukan pengukuran secara langsung kepada antenna tersebut.

Kesimpulannya pada tugas akhir ini didapatkan antenna dengan penggunaan substrat FR-4 epoxy yang mampu bekerja di dua frekuensi yaitu 900 MHz dan 1800 MHz . Dengan return loss -10 dB , pola radiasi omnidirectional, dan bandwidth yang lebih besar yaitu 40 MHz pada frekuensi 900 MHz dan 100 MHz pada frekuensi 1800 MHz dengan ukuran dimensi antenna 6 cm x 10 cm.

Kata kunci : Antenna mikrostrip, bowtie, fractal, GSM.

Abstract

Along with the growth of the need for people to communicate, then the technology to communicate that formerly still use ordinary telephone wires also developed really fast. Wireless communication is one of a communication system that the ablest to meet the needs of current human beings because a wireless communication allows us to be able to communicate without having to be limited by the distance.

So, this final project will be designed and realized the microstrip fractal-bowtie antenna that works at the frequency of dual band that is at the frequency of 900mhz and 1800mhz so that it can support for wireless communication in GSM. The making of the antenna firstly done by the mathematical calculation and after that, it will be simulated in CST software and after obtaining a precise specification then the antenna will be designed after the antenna finished being designed, the measurement will be directed straight to the antenna.

Finally in this final project got antenna able to work in two frequency that is 900 MHz and 1800 MHz. With a return loss below -10, the omnidirectional radiation pattern, and a larger bandwidth of around 40 MHz and 100 MHz, the polarization produced by this antenna is also linear with dimensions or antenna size about 6 cm x 10 cm.

Keywords: Microstrip antenna, bowtie, fractal, GSM.

1. Pendahuluan

Informasi merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi manusia saat ini. Untuk memperoleh informasi , salah satunya dengan berkomunikasi. Oleh karena dipicu oleh kegiatan manusia yang begitu padat dan mobile, maka dibutuhkan alat komunikasi yang bisa membantu manusia untuk tetap bisa berkomunikasi, yang tidak menghalangi aktifitas manusia tersebut. Saat ini ,teknologi *communication wireless* sangatlah dibutuhkan, karena proses komunikasi tetap bisa berlangsung tanpa media kabel dan pengguna bisa tetap beraktifitas seperti biasa. Salah satu teknologi yang mendukung *communication wireless* tersebut adalah GSM (*Global System for Mobile Communication*) yang bekerja pada frekuensi 900MHz dan 1800MHz.

Dalam mendukung teknologi GSM yang bersifat *wireless* tersebut maka dibutuhkan *device* sebagai pengirim maupun penerima, yaitu sebagai *transformator* gelombang elektromagnetik di udara. Antenna merupakan *device* yang digunakan untuk melakukan proses tersebut. Pada sistem komunikasi GSM ini, dibutuhkan antenna yang mampu bekerja di frekuensi tinggi, *desain compact*, berukuran kecil, *bandwith* yang lebar, dan mampu bekerja pada frekuensi sistem operasi *mobile wireless*.

Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan akan telekomunikasi *wireless* tersebut maka, pada Tugas Akhir ini akan dirancang antenna yang mampu memenuhi kebutuhan dari system *communication wireless* tersebut adalah antenna mikrostrip. Namun, antenna mikrostrip sendiri memiliki kekurangan yaitu memiliki *bandwidth* dan *gain* yang kecil., sehingga untuk mengatasi kelemahan tersebut, antenna mikrostrip yang nantinya dirancang akan memiliki *patch* berbentuk *bowtie* agar membantu antenna yang memiliki *bandwidth* lebar. Untuk membantu antenna, agar bisa berfungsi di dua frekuensi maka *patch* antenna tersebut akan ditambahkan *fractal sierpinski gasket* untuk membuat antenna bekerja di frekuensi *dual band* yaitu 900MHz dan 1800 MHz pada aplikasi GSM.

2. Landasan Teori

2.1 Antena Mikrostrip

Definisi resmi IEEE dari suatu antenna yang diberikan oleh Stutzman dan Thiele (Stutzman, W. L. and Thiele, G. A. 1998) adalah: “Bagian dari sistem pengiriman dan penerimaan yang dirancang untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik.” Antena mikrostrip merupakan salah satunya.

Bentuk paling sederhana dari sebuah antenna mikrostrip adalah berupa sisipan dua buah lapisan konduktif yang saling parallel dan dipisahkan oleh suatu substrat diantaranya yang bersifat dielektrik. Konstanta dielektrik dari substrat berkisar dari 1,17 sampai kisaran 25, dengan loss tangent mulai dari 0,0001 sampai 0,004. Konduktor atas dapat berupa bentuk apapun seperti, persegi, persegi panjang, lingkaran, dsb (C. A. Balanis, Antenna Theory : Analysis & Design, John Wiley & Sons, Inc. 1997).

Bandwidth dan efisiensi antenna mikrostrip bergantung pada ukuran, bentuk, ketebalan substrat, konstanta dielektrik substrat, tipe feed point, dll. Untuk kinerja antenna yang baik, substrat dielektrik yang tebal dengan konstanta yang rendah tepat untuk bandwidth yang lebih besar, Karena efisiensi dan radiasi yang lebih baik, namun dengan ukuran antenna yang lebih besar. Untuk merancang antenna mikrostrip dengan ukuran yang lebih kecil membutuhkan konstanta dielektrik yang besar, namun bisa menyebabkan bandwidth dan efisiensi yang kecil (C. A. Balanis, Antenna Theory : Analysis & Design, John Wiley & Sons, Inc. 1997).

Sehingga disinilah kita memberikan rekayasa seperti perubahan bentuk patch, teknik pencatutan, dll untuk bisa mengatasi kekurangan dari bentuk antenna mikrostrip yang berukuran kecil ini. Oleh Karena itu, desain akhir dari sebuah antenna mikrostrip merupakan akhir atau titik temu dari dimensi dan kinerja antenna yang diinginkan .

2.2 Antena Fraktal Sierpinski Gasket

Secara umum fraktal didefinisikan sebagai bentuk geometri yang terbentuk dari bagian-bagian yang memiliki kesamaan bentuk apabila dilakukan proses pembesaran terhadap bentuk geometri tersebut. Fraktal dikatakan memiliki detail yang tak hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Pada banyak kasus, sebuah fraktal bisa dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola dalam proses rekursif atau iteratif.

Beberapa keuntungan utama dari bentuk antenna *fractal* adalah :

1. Fraktal, melalui bentuk *self-similar* mereka, adalah sebuah sistem alami dimana melalui kompleksitasnya menyediakan sifat antenna yang dicari saat ini. Antena fractal secara radikal mengubah hubungan antara bandwidth, gain, dan ukuran sehingga memungkinkan antenna untuk lebih kuat, serbaguna, dan kompak [4].
2. Fraktal antenna bisa menghasilkan semua bentuk dari fractal yang cocok untuk semua tipe antenna.
3. Teknologi antena fractal mampu memberi peningkatan yang unik pada antenna array, meningkatkan bandwidth-nya, memungkinkan untuk bekerja multiband, mengurangi bentuk atau ukuran, dan memungkinkan teknologi antenna cerdas bekerja secara optimal.
4. Meningkatkan bandwidth/multiband dan gain dalam ukuran yang lebih kecil.
5. Kualitas yang melekat pada fractal memungkinkan menghasilkan antenna dengan performansi tinggi yang biasanya 50 sampai 70 persen lebih kecil dari bentuk yang lama.

Lebih lanjut, antenna fractal lebih andal dan lebih murah dalam pembuatan dibanding antenna tradisional dimana performansi antenna dapat dicapai melalui bentuk geometri dari konduktor, daripada harus melakukan akumulasi dari beberapa komponen yang terpisah atau beberapa elemen terpisah yang tentunya meningkatkan kompleksitas dan biaya.

2.3 Antena Bowtie

Antena *Bowtie* merupakan perkembangan dari antenna biconical dimana antenna biconical mengambil prinsip antenna dipole. Antenna biconical memiliki dimensi yang cukup besar terdiri dari dua buah corong berbentuk kerucut. Alasan dibuatnya antenna biconical adalah karena antenna biconical memiliki karakteristik bandwidth yang lebih besar daripada antenna dipole biasa.

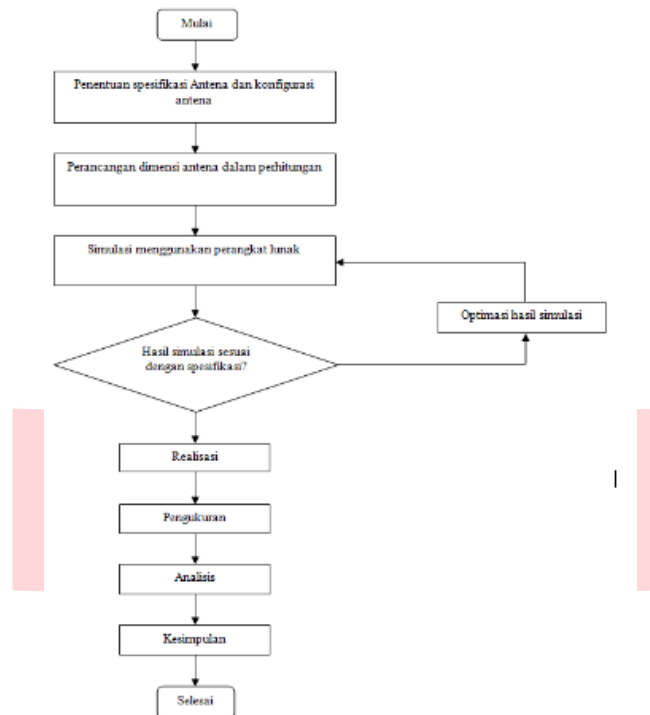
Kelebihan utama dari bowtie adalah desain yang sederhana dan impedansi yang lebar. Antenna bow-tie dibuat dengan dua buah lempeng segitiga yang terbuat dari logam dan diberi catutan di kedua sudutnya. Antenna jenis ini akan dipengaruhi oleh besar sudut dan memiliki frekuensi kerja yang bersifat bebas hanya jika panjang lengan segitiga tidak terbatas. Namun untuk membuat antenna bow-tie ini, kita harus memberi jarak antara dua lempeng segitiga tersebut dan panjang lengan kedua segitiga juga harus dibatasi. Hal ini akan membatasi bandwidth. Dimana panjang lengan antenna bowtie dibatasi sebesar :

$$0.5\lambda \quad (2.1)$$

$$\text{Dimana } \lambda = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.2)$$

2.4 Perancangan Kerja

Alur perancangan kerja dapat dilihat di gambar 2.3 :



Gambar 2.3 Alur Perancangan Kerja

2.5 Perhitungan Dimensi Antena

Untuk menghitung panjang maksimal dari patch bowtie antenna tersebut, maka kita harus mencari terlebih dahulu nilai λ dari antenna tersebut :

$$\lambda = \frac{c}{fr\sqrt{\epsilon_r}} = 158.5 \text{ mm}$$

Untuk menghitung tinggi antenna (h) maka perlu digunakan perhitungan trigonometri pada segitiga karena telah diketahui sebelumnya sudut dari segitiga tersebut dan panjang dari lengan tiap antenna. Maka tinggi patch dapat dicari dengan:

$$\tan 30^\circ = \frac{h/2}{39.625}$$

Jadi, $h = 45.755 \text{ mm}$.

Panjang saluran transmisi dari antenna pada tugas akhir ini sendiri adalah :

1. Lebar Saluran Transmisi

- $Z_0 = 50 \Omega$

$$B = \frac{377 \pi}{2 \times Z_0 \times \sqrt{\epsilon_r}} = 5.646 \quad (2.3)$$

$$\frac{W_0}{\text{Tebal Dielektrik}} = \frac{2}{\pi} [B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} (\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r})] \quad (2.4)$$

$$W_0 = 3.17 \text{ mm} = \text{lebar feed } 50 \Omega$$

- $Z_0 = 100 \Omega$

Dengan cara yang sama maka dapat ditentukan bahwa lebar nya adalah 0,626mm

2. Panjang Saluran Transmisi

$$Z_0 = 50 \Omega$$

$$L_f = 19.875 \text{ mm}$$

$$Z_0 = 100 \Omega$$

$$L_f = \lambda/4 = 158.5/4 = 39.625 \text{ mm}$$

Jadi, panjang total saluran transmisi = $19.875 \text{ mm} + 39.625 \text{ mm} = 59.5 \text{ mm}$

Lalu, untuk menghitung panjang (ls) dan lebar (ws) substrat dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$L_s = 6(\text{tebal dielektrik}) + h + L_{\text{striptotal}} \quad (2.5)$$

Pada percobaan ini, tebal dielektrik yang digunakan adalah sebesar 1,6mm , dengan tinggi patch 45.755 dan panjang total saluran transmisi adalah 59.5 maka panjang substrat adalah 114.855mm

Sedangkan rumus untuk mencari lebar substrat adalah :

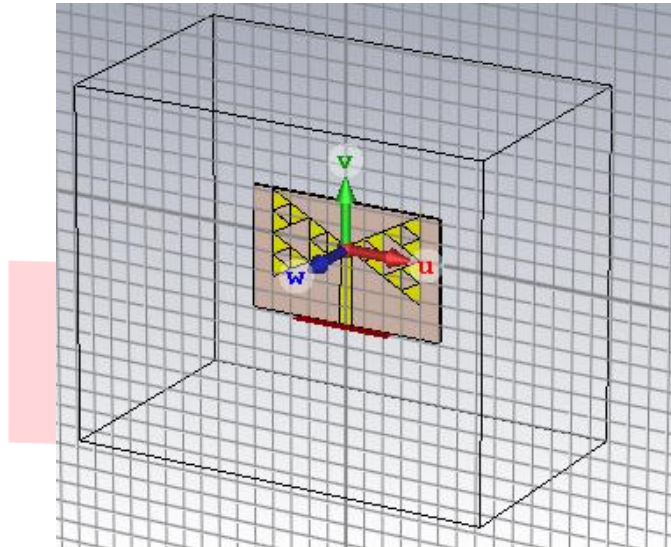
$$W_s = 6(\text{tebal dielektrik}) + \text{panjang lengan} \quad (2.6)$$

Pada percobaan ini, tebal dielektrik yang digunakan adalah sebesar 1.6 mm dan panjang lengan adalah 79.25mm sehingga dapat diketahui lebar dari substrat adalah 88.85mm.

Untuk groundplane sendiri dilakukan modifikasi dari bentuk groundplane itu sendiri dari yang biasanya berbentuk sama dengan substrat tetapi pada percobaan ini dilakukan beberapa percobaan dalam menentukan *groundplane* antenna dengan cara *partial groundplane*. Yaitu dimana terjadi pemotongan baik secara horizontal maupun vertical terhadap bentuk dari groundplane tersebut.

Tujuan penggunaan *partial groundplane* adalah tentunya untuk memperbaiki karakteristik ataupun parameter – parameter dari antenna tersebut. Proses dari penggunaan *partial groundplane* ini untuk menghasilkan hasil yang terbaik sebenarnya juga hanya dilakukan dengan cara *trial and error*.

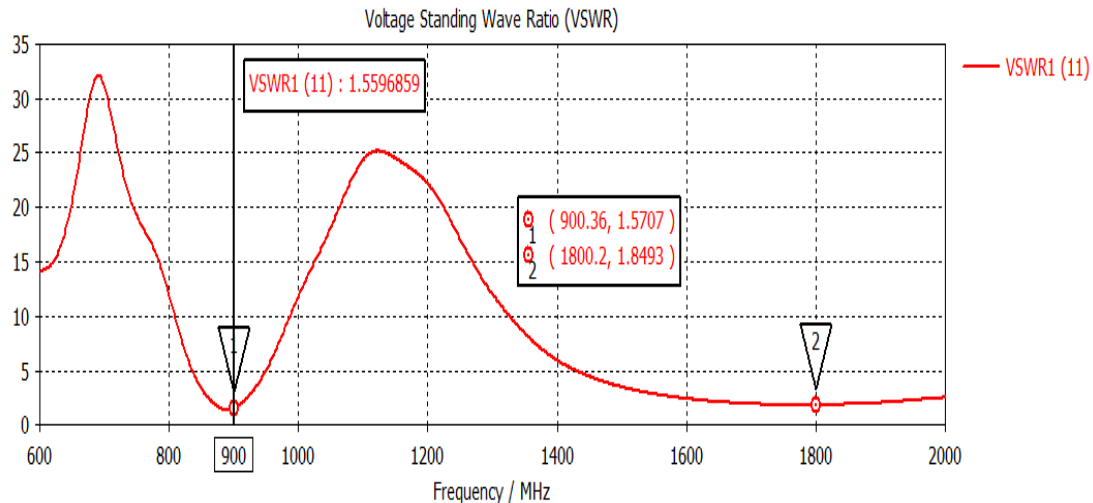
Sehingga dari hasil perhitungan tersebut gambar antenna simulasi dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2.4 Hasil Antena pada CST

3. Pembahasan Hasil Simulasi

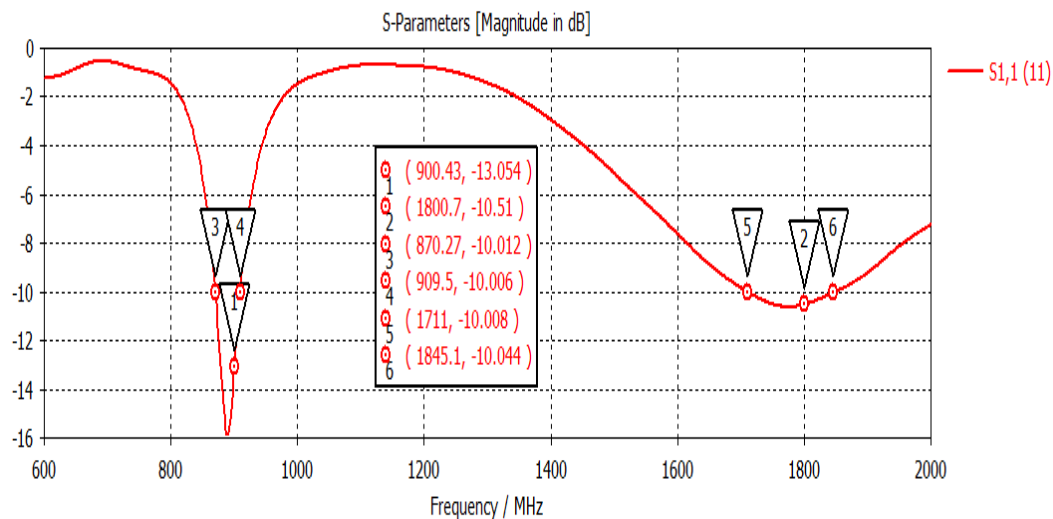
3.1 VSWR



Gambar 3.1 VSWR

VSWR dari antenna tersebut baik pada 900MHz dan 1800MHz telah memenuhi spesifikasi yaitu ≤ 2 .

3.2 Return Loss dan Bandwidth



Gambar 3.2 VSWR dan Bandwidth

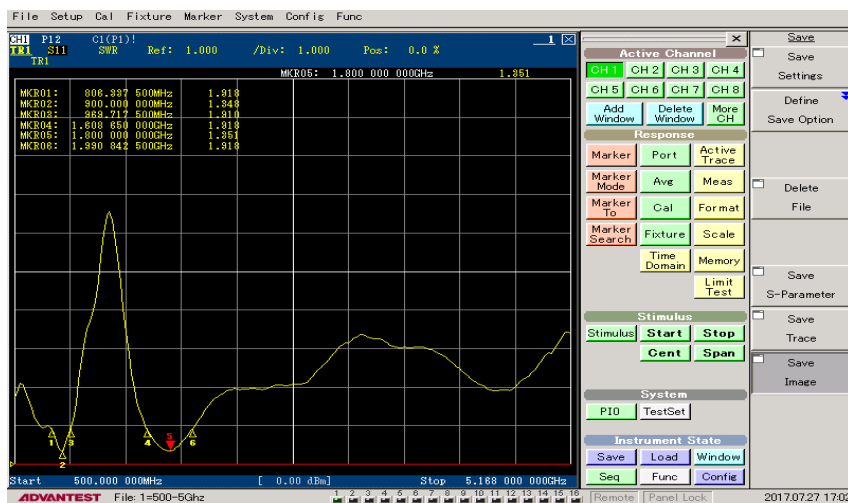
Return Loss di dua frekuensi yaitu pada 900MHz dan 1800MHz sudah memenuhi persyaratan dimana harus lebih besar dari -10db dimana pada 900MHz = -13.054 dan pada 1800MHz = -10.51.

Untuk Bandwidth sendiri dapat dilihat bahwa bandwidth dari antenna tersebut sudah semakin lebar dan juga telah memenuhi spesifikasi yaitu pada frekuensi 900MHz bandwidth mencapai 38.73 MHz dan pada 1800MHz mencapai 134 MHz .

4. Hasil dan Pembahasan

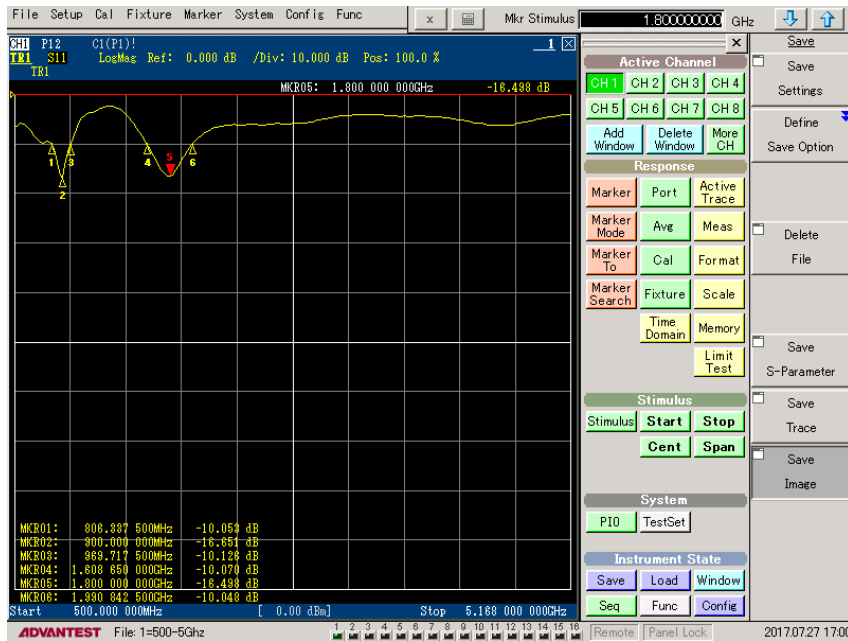
4.1 Hasil Realisasi

- VSWR



Gambar 4.1 Gambar VSWR

- Return Loss dan Bandwidth



Gambar 4.2 Return Loss dan Bandwidth

4.2 Pembahasan

- VSWR

Terlihat di Gambar 4.1 bahwa adanya terjadi perbedaan antara hasil perhitungan VSWR di simulasi dan realisasi, dimana di hasil perhitungan realisasi terjadi sedikit pergeseran pada grafik VSWR tersebut. Hal ini mungkin disebabkan karena pada proses simulasi, tidak ada gangguan dari luar sedangkan saat realisasi banyak factor yang menyebabkan ketidaktelitian namun walaupun begitu nilai VSWR sebenarnya tidak terlalu jauh dan hasil realisasi juga VSWR masih dibawah 2 sehingga bisa ditolerir.

- Return Loss dan Bandwidth

Dapat dilihat bahwa perbedaan Return Loss pada simulasi dan realisasi sangatlah sedikit. Return Loss pada realisasi juga lebih kecil dari -10 jadi walaupun ada perbedaan tetapi pada dasarnya parameter yang dihasilkan antenna realisasi juga sudah sesuai dengan spesifikasi.

Namun sedikit berbeda pada bandwidth karena pada bandwidth antenna ternyata di dapati bahwa ada perbedaan bandwidth yang ada di simulasi dan di realisasi dimana bandwidth antenna realisasi terlihat sedikit lebih lebar walaupun tidak terlalu banyak atau signifikan. Perbedaan ini mungkin sebagian besar disebabkan karena saat proses pengukuran banyak alat elektronik yang memancarkan gelombang elektromagnetik di ruangan pengukuran sehingga bisa menyebabkan sedikit perbedaan antara simulasi dan realisasi.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Antena microstrip fractal – bowtie yang dirancang dan direalisasikan dapat bekerja pada range frekuensi sesuai dengan spesifikasi, yaitu 900MHz dan 1800MHz dimana itu merupakan frekuensi kerja dari GSM dengan $VSWR \leq 2$.
2. Kombinasi antara saluran transmisi, bentuk patch fractal – bowtie, dan *groundplane* yang berbentuk *partial* mampu menurunkan nilai VSWR kebatas minimum, sehingga membuat *bandwidth* menjadi lebih lebar dan memenuhi spesifikasi.
3. Polaradiasi yang dihasilkan antenna adalah *omnidirectional*, dan polarisasi antenna adalah linier.

Saran yang bisa diberikan adalah :

1. Menggunakan bentuk fraktal yang berbeda dari fraktal sierpinski gasket.
2. Pemilihan bahan substrat yang tepat dapat menghasilkan hasil yang optimal pada antenna yang dirancang.
3. Pemasangan konektor dapat dilakukan serapih mungkin agar meminimalisir redaman yang mengakibatkan hasil yang kurang optimal.

4. Pengukuran sebaiknya dilakukan diruangan yang sangat minim gangguan dan pantulan dari perangkat elektronik lain.

Daftar Pustaka

- [1] Adhi mahendra, Perancangan Antena Microstrip Bow-tie pada Aplikasi Ultra Wideband, Universitas Pancasila, 2012
- [2] Balanis, C. (1982.). *Antenna Theory Analysis And Design*.
- [3] C. Puente Baliarda, C. Borja Borau, M. Navarro Rodero and J. Romeu, 'An iterative model for fractal antenna : application to the Sierpinski gasket antenna', *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 48, No. 5, pp. 713-719, 2000.
- [4] David M. Pozar, Daniel H. Schaubert, "Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays", John Wiley & Son, inc, 1995
- [5] Iqbal Adhiyogo, "Perancangan dan Realisasi Antena Microstrip Fractal Sierpinski Gasket Pada Beberapa Range Frekuensi (Multiband) dengan Menggunakan Substrat Rogers 4003", Universitas Telkom, Bandung, 2011.
- [6] J.R. James and P.S. Hall, "*Handbook of Microstrip Antennas*", London: United Kingdom, 1989.
- [7] Kurnia Sari, Dian, "Simulasi Dan Implementasi Antena Mikrostrip Bowtie Untuk Aplikasi ISM Pada Frekuensi 2,4GHz", Universitas Telkom, Bandung, 2008
- [8] M.K.A. Rahim, M.Z.A. Abdul Aziz, C.S. Goh, "Bow-tie Microstrip Antenna Design," in *IEEE, Wireless Communication Centre, Faculty of Electrical Engineering, University Teknologi Malaysia*, 2005.
- [9] Mufti, Nachwan A, ST. Edisi Revisi (2001). Modul Sistem Antena. Jakarta : *Mobile Communication Laboratory*.
- [10] Pozar and Schaubert, "Microstrip Antennas," *Proceedings of the IEEE*, vol. 80, 1992.
Cohen. N.L., "Fractal Antennas Part I," *Communications Quarterly*, Summer, pp. 5-23 (1995).
- [11] Ramesh Garg, Prakash Bhartia, Inder Bahl, Apisak Ittipoboon, "*Microstrip Antenna Design Handbook*", Artech House, inc, Norwood, 2001.
- [12] Stutzman, W. L. and Thiele, G. A., *Antenna Theory and Design*, John Willey & Sons, Inc., 1998.