

DESAIN DAN FABRIKASI ANTENA MIKROSTRIP *MEANDER-LINE* $\frac{1}{2}\lambda$ PADA FREKUENSI VHF (*VERY HIGH FREQUENCY*) UNTUK KOMUNIKASI D2D

Bambang Bagus H¹, Totok Warsito², Yuyun Suprpto³, Romma Diana P⁴

^{1,2,3,4} Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Bambangfarzardy@gmail.com

ABSTRAK

Telah direalisasikan sebuah desain dan fabrikasi antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ pada frekuensi VHF untuk komunikasi D2D. Antena mikrostrip *meander-line* merupakan jenis antena mikrostrip yang memiliki struktur *patch* persegi berliku-liku. Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan diantaranya menentukan spesifikasi antena, merancang desain antena menggunakan simulator Ansoft HFSS v13, dan fabrikasi. Antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ ini diaplikasikan untuk komunikasi komunikasi D2D pada frekuensi VHF (Very High Frequency). Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh dimensi antena dengan ukuran dimensi substrat yaitu 320 mm x 540 mm, dimensi *patch* 280 mm x 420mm, panjang saluran pencatu 90 mm dan lebar pencatu 3.5 mm. Pada perancangan dan pembuatan antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ memiliki nilai parameter yang telah memenuhi standar dan telah ditentukan. Pada proses perancangan antena *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ secara simulasi antena dapat beroperasi pada frekuensi 141 Mhz dengan nilai S-parameter sebesar -11.8 dB, VSWR sebesar 1.6. Namun pada hasil fabrikasi antena *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ beroperasi pada frekuensi 138.7 Mhz dengan nilai return loss sebesar -21.4 dB, dan nilai parameter VSWR sebesar 1.16. Antena *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ hasil fabrikasi memiliki kelebihan yaitu dapat bekerja pada frekuensi multiband diantaranya pada frekuensi 3.1 Ghz, 5 Ghz, dan 5.9 Ghz dengan kata lain antena mikrostrip *meander-line* bekerja di frekuensi gelombang mikro.

Kata Kunci: Antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$, *Bandwidth*, Frekuensi, *Return loss* (S-parameter), VSWR.

I. PENDAHULUAN

Majunya perkembangan teknologi di bidang telekomunikasi khususnya teknologi tanpa kabel (*wireless*) menyebabkan para perancang antena agar merancang suatu antena yang dapat mendukung teknologi tersebut. Antena merupakan salah satu elemen penting didalam terselenggaranya hubungan komunikasi nirkabel antara dua *user* atau lebih yang ingin berkomunikasi. Mengacu pada tabel alokasi spektrum frekuensi yang dikeluarkan secara resmi oleh International Telecommunication Union untuk wilayah 3 (ITU) pada peraturan Radio Edisi 2008 (*Radio Regulation, edition of 2008*)[1], berkaitan dengan alokasi frekuensi radio internasional pada pita frekuensi VHF (*Very High Frequency*) yang memiliki lebar frekuensi antara 30-300 Mhz yang sering digunakan pada peralatan *navigation, time signal*, ataupun *submarines*.

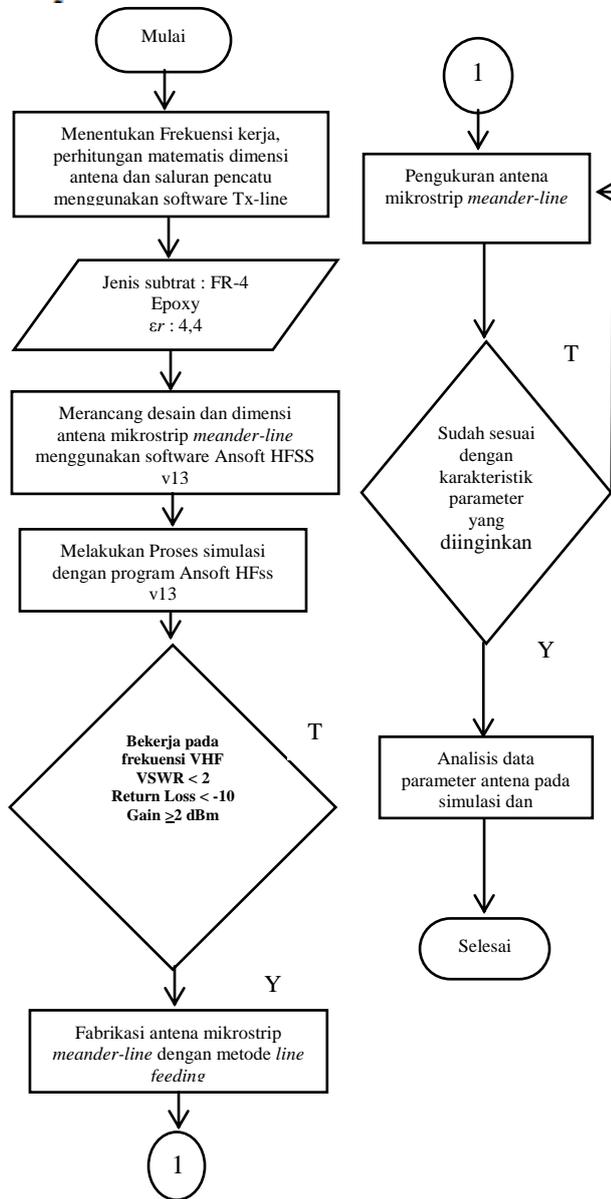
Antena mikrostrip saat ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi telekomunikasi. Hal ini dikarenakan antena ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya: bentuknya yang praktis, ringan, mudah dalam

perencanaan dan pabriaksi. Antena mikrostrip merupakan sebuah antena yang tersusun atas 3 elemen yaitu elemen peradiasi (*radiation*), elemen substrat (*substrate*), dan elemen pentanahan (*ground*)[2-6]. *Device to Device (D2D) communication* adalah cara dua *device* tukar data secara langsung satu sama lain tanpa ada node perantara dalam proses tukar datanya[7].

Pada penelitian ini akan diusulkan tentang perancangan antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ untuk simulasi komunikasi D2D pada frekuensi VHF secara indoor. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui performansi antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ hasil simulasi dan fabrikasi yang beroperasi pada frekuensi VHF (Very High Frequency). Sehingga pada penelitian ini diusulkan sebuah proposal yang berjudul "Desain dan Fabrikasi Antena Mikrostrip *Meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ pada frekuensi VHF (*Very High Frequency*) untuk Komunikasi D2D".

II. METODE PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MEANDER-LINE $\frac{1}{2}\lambda$

Pada bab metode perancangan ini akan dibahas mengenai *flowchart* perancangan mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ Yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Antena Meander-line $\frac{1}{2}\lambda$

Pada proses perancangan desain antenna mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ ini terdiri dari beberapa tahapan diantaranya menentukan frekuensi kerja yang diinginkan, jenis substrat yang digunakan, dan dimensi *patch* antenna mikrostrip serta lebar dan panjang pencatuan.

Berikut ini merupakan parameter dari substrat yang digunakan pada perancangan antenna mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$.

Tabel 1. Karakteristik Substrat FR-4 epoxy

Jenis Substrat	FR-4 Epoxy
Konstanta Dielektrik Relatif	4,4
Dielectric Loss Tangent	0,02
Ketebalan Substrat	1,6 mm

Antena mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ ini dirancang

untuk dapat bekerja pada frekuensi VHF (Very High Frequency). Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan yaitu

1. Frekuensi Kerja : VHF
2. Impedansi Terminal : 50 ohm *coaxial connector* SMA
3. VSWR : $0 \leq \text{VSWR} \leq 2$
4. *Return Loss* : ≤ -10 dB

Perhitungan dimensi antenna mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ dapat dicari berdasarkan frekuensi kerjanya dan parameter-parameter substrat yang digunakan[6]. Adapun desain dimensi dari antenna mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2}\lambda$ dapat dilihat dari beberapa persamaan berikut ini. Perhitungan lebar *patch* (w) berdasarkan persamaan 1.

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

Perhitungan nilai Efektif Dielektrik Konstan (ϵ_{eff}) dapat dihitung berdasarkan persamaan 2 :

$$\epsilon_{eff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right) + \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w_p}}} \right) \quad (2)$$

Perhitungan panjang *patch* (L_p) berdasarkan persamaan 3.

$$L = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 0.824h \left(\frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{w}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.259) \left(\frac{w}{h} + 0.8 \right)} \right) \quad (3)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan akan dijelaskan bagaimana hasil dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu perancangan antenna mikrostrip *meander-line* pada frekuensi VHF (Very High Frequency).

A. Simulasi Desain Antena Mikrostrip Meander-line $\frac{1}{2}\lambda$

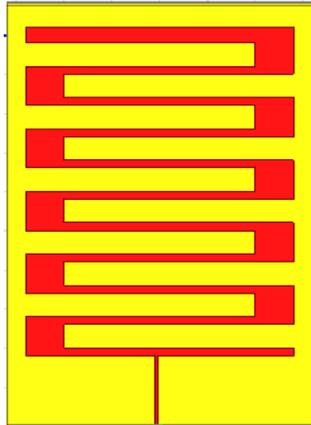
pada perancangan ini kami melakukan proses iterasi dan modifikasi dimensi antenna mikrostrip *meander-line* dengan ukuran $\frac{1}{2}\lambda$ dan spesifikasi yang ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2. Spesifikasi Dimensi Antena Mikrostrip Meander-line $\frac{1}{2}\lambda$

No	Parameter	simbol	Ukuran(mm)
1	Panjang Substrat	Ps	540
2	Lebar Substrat	Ls	320
3	Panjang Patch	Pp	420
4	Lebar Patch	Lp	280
5	Panjang Gap	Pg	30
6	Lebar Gap	Lg	250
7	Panjang Feed	Pf	90
8	Lebar Feed	Lf	3.5

Pada perancangan dengan perhitungan matematis dan modifikasi ini kemudian direalisasikan dengan

pembuatan desain menggunakan tool *software* Ansoft HFSS v13. Dapat dilihat pada Gambar 2.



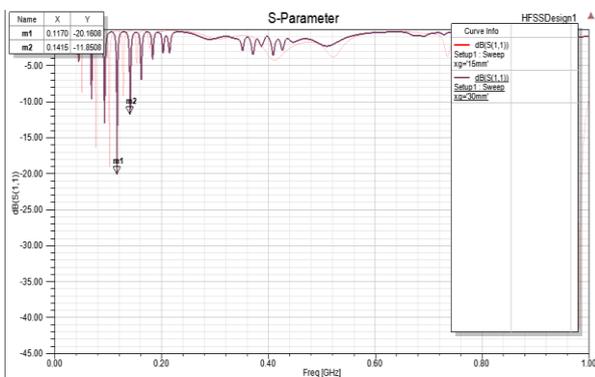
Gambar 2. Desain Antena Mikrostrip *Meander-line* $\frac{1}{2} \lambda$

B. Pengujian Parameter Antena Mikrostrip Meander-line $\frac{1}{2} \lambda$ Secara Simulasi

Pengujian hasil perancangan antenna ini dilakukan berdasarkan parameter uji yang berhubungan dengan antenna mikrostrip yaitu *return loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi, dan *bandwidth*. Pengujian secara simulasi ini digunakan untuk mengukur besaran parameter antenna dan hasil analisa pada *software* HFSSv13, serta bertujuan untuk mengetahui spesifikasi antenna hasil perancangan berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan.

- Pengujian Return loss (S-parameter)

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan[8]. Frekuensi kerja dari antenna yang baik adalah apabila nilai *return loss*-nya bernilai ≤ -10 dB sehingga 90% sinyal diserap dan hanya 10% yang dipantulkan kembali. Adapun hasil pengujian *return loss* secara simulasi meliputi grafik *plot* yang tampak seperti gambar 3.

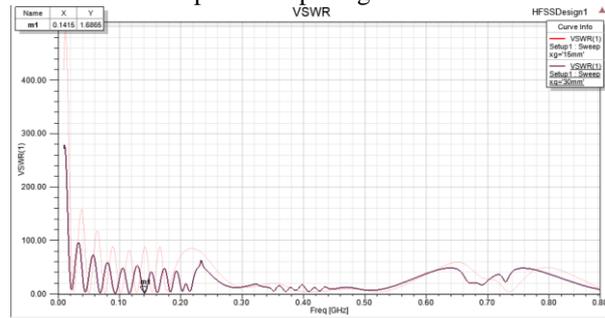


Gambar 3. Grafik Return loss (S-parameter)

Dari hasil perancangan antenna mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2} \lambda$ didapatkan frekuensi tengah berada pada frekuensi 141 Mhz dengan nilai *return loss* sebesar -11.8 dB. Berdasarkan nilai tersebut antenna hasil perancangan telah memenuhi standar kelayakan antenna dengan standar minimum nilai *return loss* < -10 dB.

- Pengujian VSWR

VSWR adalah daya refleksi yang ditimbulkan apabila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan *transceiver*[9]. VSWR memiliki standar nilai yang telah ditetapkan yaitu $0 \leq \text{VSWR} \leq 2$. Hasil pengujian VSWR secara simulasi dapat amati pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik VSWR

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh nilai VSWR sebesar 1,68 pada frekuensi 141 Mhz. Nilai tersebut telah memenuhi syarat standar kelayakan antenna.

- Pengujian bandwidth

Bandwidth dari suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dari kinerja suatu antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik yang sesuai dengan standar yang ditentukan. Hasil pengujian *bandwidth* dapat amati pada persamaan 4.

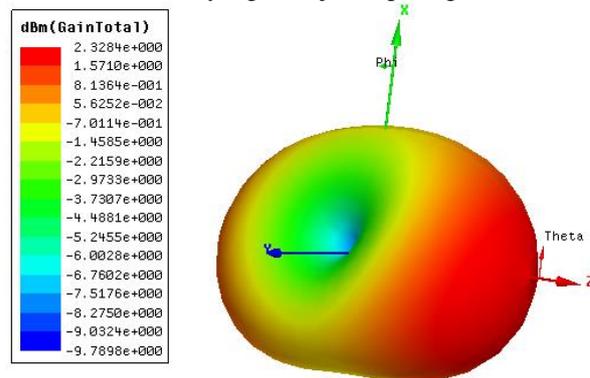
$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (4)$$

$$B_p = \frac{142 - 141.2}{141.5} \times 100\%$$

$$B_p = 0.5 \text{ Mhz}$$

- Pengujian Gain

Gain adalah perbandingan antara intensitas radiasi suatu antenna pada suatu arah utama dengan intensitas radiasi dari antenna isotropik yang menggunakan sumber daya masukan yang sama[2]. Hasil pengujian *gain* dalam bentuk satuan dBm yang ditunjukkan pada gambar 5.

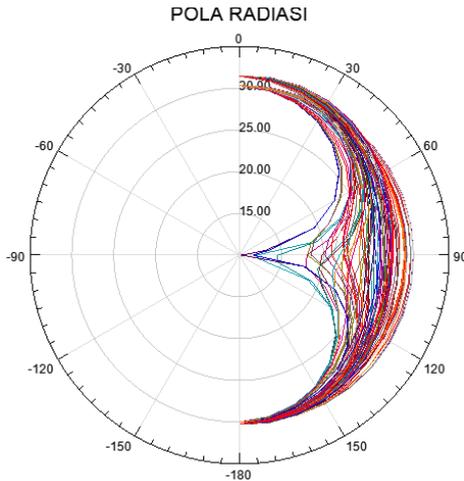


Gambar 5. 3D Gain (dBm)

Dari hasil simulasi diperoleh nilai *gain* maksimal sebesar 2.8 dBm dan minimal sebesar -9.7 dBm.

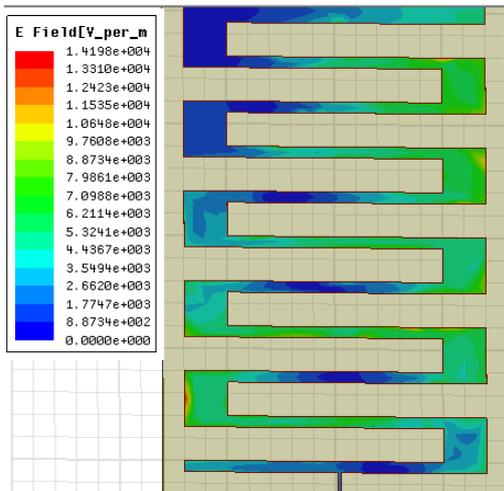
- Pengujian Pola Radiasi

Pola radiasi antenna didefinisikan sebagai "fungsi matematik atau representasi grafis dari sifat-sifat radiasi dari antenna sebagai fungsi koordinat ruang"[2]. Pola radiasi pada antenna biasanya digambarkan dengan bentuk pola 3 dimensi, pola antenna 3 dimensi ini biasanya dibentuk dari dua pola radiasi yaitu berupa pola elevasi dan pola azimuth. Hasil pengujian pola radiasi dapat diamati pada gambar 6.

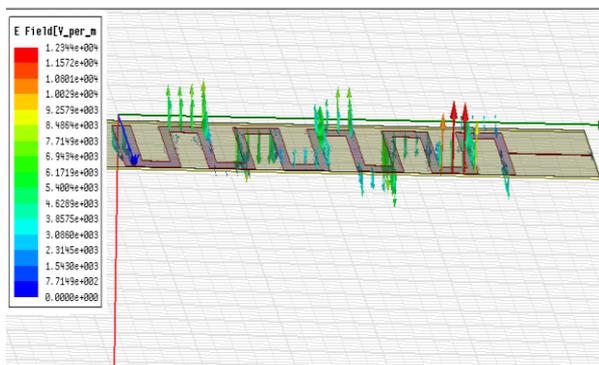


Gambar 6. Grafik 2D Pola radiasi

- Pengujian Medan listrik dan Pergerakan Arus
 Berikut ini gambar yang menunjukkan medan listrik dan vektor pergerakan arus, yang ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Visualisasi Medan listrik



Gambar 8. Vektor Pergerakan Arus

- Fabrikasi antenna Mikrostrip Meander-line $\frac{1}{2} \lambda$

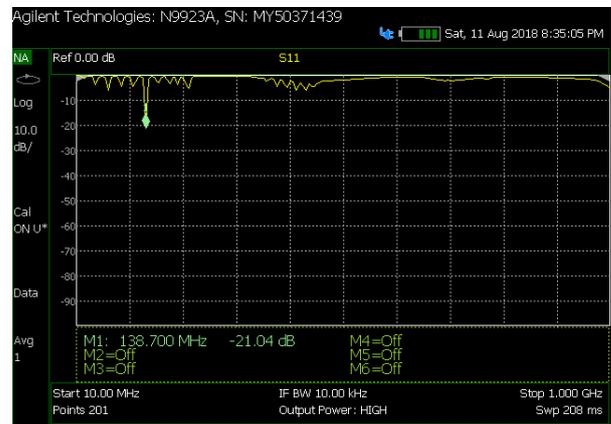
Setelah melakukan perancangan antenna dan pengujian menggunakan *software* HFSS dan didapatkan parameter-parameter sesuai dengan standar kelayakan antenna, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan antenna hasil perancangan menggunakan jenis *substrat* PCB FR-4

Epoxy dengan dimensi 320 mm x 540 mm. Hasil pembuatan antenna mikrostrip *meander-line* $\frac{1}{2} \lambda$ yang telah terpasang konektor Sma *Female* tampak seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Fabrikasi Antena mikrostrip meander-line $\frac{1}{2} \lambda$

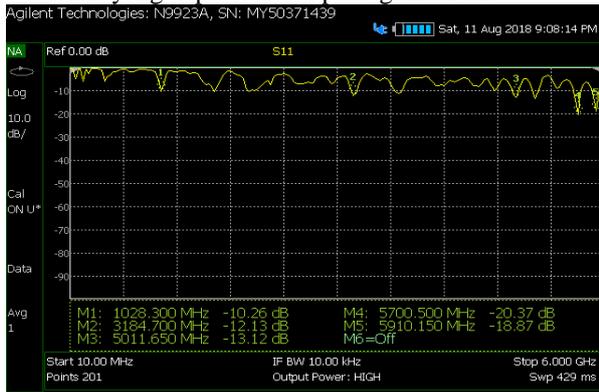
- Pengukuran Return Loss
 Pada proses pengukuran *return loss* (S-parameter(S11)) dilakukan dengan menggunakan alat ukur vector network analyzer (VNA). Langkah pertama yang dilakukan untuk mengukur nilai S11 antenna meander-line $\frac{1}{2} \lambda$ dengan mengatur pilihan measure pada tombol VNA kemudian klik pilihan S11, setelah itu setting frekuensi sweep yaitu pada pengujian pertama disetting frekuensi sweep dari 10 – 1000 Mhz. Sehingga diperoleh hasil yang sesuai pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengukuran Return Loss dengan Frekuensi sweep 10-1000 Mhz

Proses selanjutnya ialah membuat maker pada frekuensi operasi antenna menader-line $\frac{1}{2} \lambda$ hasil pengukuran diantaranya yaitu pada maker 1 dengan frekuensi operasi 138.7 Mhz diperoleh nilai S11 sebesar -21.04 dB,

Proses selanjutnya melakukan uji pengukuran return loss (S-parameter [S11]) dengan frekuensi sweep dari 10 – 6000 Mhz. yang dapat diamati pada gambar 11.



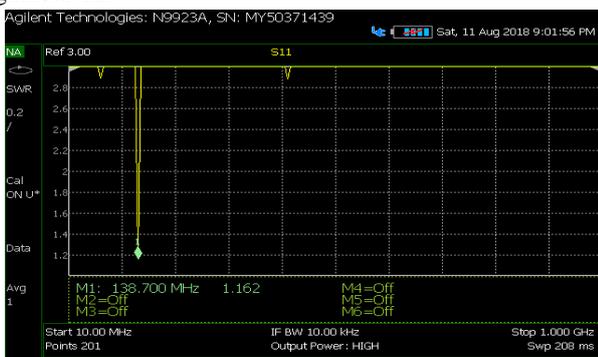
Gambar 11. Hasil Pengukuran Return Loss dengan Frekuensi sweep 10-6000 Mhz

Dari hasil pengukuran dapat diketahui bahwa antenna rancangan mikrostrip meander line $\frac{1}{2} \lambda$ memiliki frekuensi operasi multiband yang dalam hal ini merupakan kelebihan dari antenna mikrostrip meander-line. Proses selanjutnya ialah membuat maker pada frekuensi operasi antenna menader-line $\frac{1}{2} \lambda$ hasil pengukuran diantaranya

yaitu pada maker 1 dengan frekuensi operasi 1028 Mhz diperoleh nilai S11 sebesar -10.26 dB, maker 2 dengan frekuensi operasi 3184 Mhz diperoleh nilai S11 sebesar -12.13 dB, maker 3 dengan frekuensi operasi 5011 Mhz diperoleh nilai S11 sebesar -13.12 dB, pada maker 4 dengan frekuensi operasi 5700 Mhz diperoleh nilai S11 sebesar -20.37 dB, maker 5 dengan frekuensi operasi 5910 Mhz diperoleh nilai S11 sebesar -18.87.

- Pengukuran VSWR

Langkah pertama yang dilakukan untuk mengukur nilai VSWR antenna meander-line $\frac{1}{2} \lambda$ dengan mengatur pilihan measure pada tombol VNA kemudian klik pilihan VSWR, setelah itu setting frekuensi sweep yaitu pada pengujian pertama disetting frekuensi sweep dari 10 – 1000 Mhz. Sehingga diperoleh hasil yang sesuai pada gambar 12.



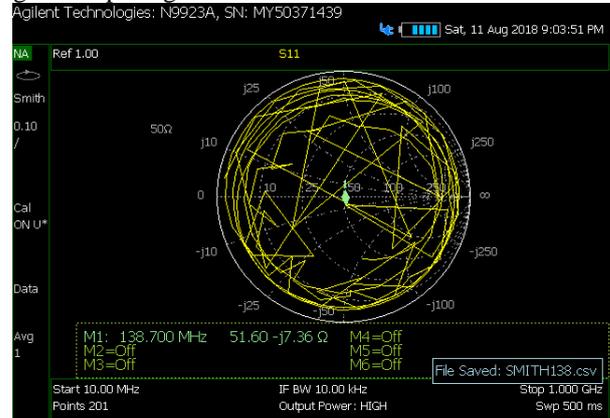
Gambar 12 . hasil Pengukuran VSWR

Proses selanjutnya ialah membuat maker pada frekuensi operasi antenna menader-line $\frac{1}{2} \lambda$ hasil pengukuran diantaranya yaitu pada maker 1 dengan

frekuensi operasi 138.7 Mhz diperoleh nilai VSWR sebesar 1.162 dB.

- Pengukuran Smith Chart

Langkah pertama yang dilakukan untuk mengukur nilai smith chart antenna meander-line $\frac{1}{2} \lambda$ dengan mengatur pilihan measure pada tombol VNA kemudian klik pilihan Smith Chart, setelah itu setting frekuensi sweep yaitu pada pengujian pertama disetting frekuensi sweep dari 10 – 1000 Mhz. Sehingga diperoleh hasil yang sesuai pada gambar 13.



Gambar 13. Hasil Pengukuran Smith Chart

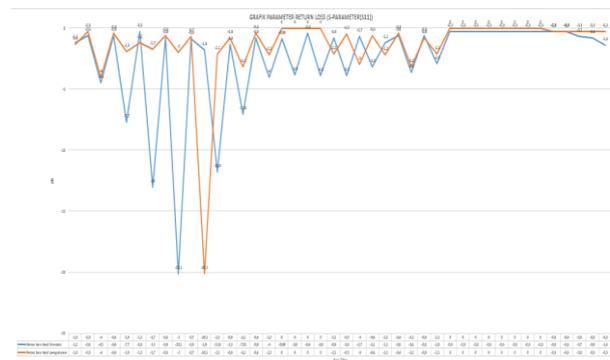
Proses selanjutnya ialah membuat maker pada frekuensi operasi antenna menader-line $\frac{1}{2} \lambda$ hasil pengukuran diantaranya yaitu pada maker 1 dengan frekuensi operasi 138.7 Mhz diperoleh nilai sebesar 51.60Ω.

- Analisa Hasil Simulasi dan Pengukuran

Pada bagian ini akan dianalisis mengenai perbedaan hasil simulasi dengan hasil pengukuran yang meliputi parameter return loss (S-parameter), VSWR, dan smith chart. Analisis perbedaan hasil tersebut akan dijelaskan pada sub sub bab berikut, selain itu akan dihitung error persen perbedaan hasil simulasi dengan pengukuran.

- Perbandingan Parameter return Loss (S-parameter) Hasil Simulasi dan Pengukuran

Pada gambar 14 menunjukkan grafik return loss dari hasil simulasi dan pengukuran pada antenna mikrostrip meander-line $\frac{1}{2} \lambda$. Dari data grafik dapat diamati bahwa terjadi pergeseran bandwidth dan frekuensi kerja antenna mikrostrip meander-line $\frac{1}{2} \lambda$.

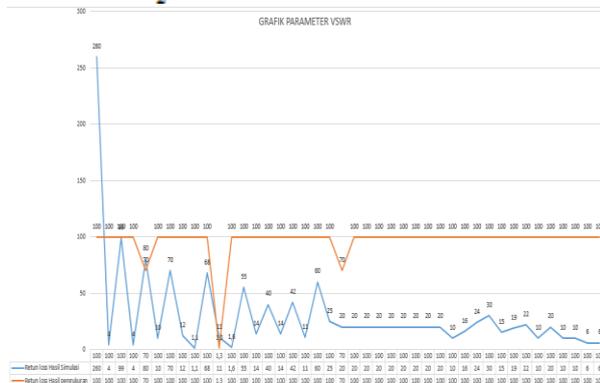


Gambar 14. Grafik Perbandingan Parameter Return Loss (S-parameter) hasil simulasi dan pengukuran Antena meander-line $\frac{1}{2} \lambda$ hasil simulasi dan fabrikasi

memiliki pergeseran frekuensi kerja yaitu sebesar 2.3 Mhz dengan selisih S-parameter sebesar -10 dB.

- Perbandingan Parameter VSWR hasil simulasi dan Pengukuran

Berikut gambar 15 menampilkan grafik VSWR dari hasil simulasi dan pengukuran pada antena mikrostrip meander-line $\frac{1}{2} \lambda$.



Gambar 15. Grafik Perbandingan Parameter VSWR hasil simulasi dan pengukuran

IV. PENUTUP

Simpulan

Dari hasil perancangan dan fabrikasi antena mikrostrip meander-line yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses perancangan antena meander-line secara simulasi antena dapat beroperasi pada frekuensi 141 Mhz dengan nilai return loss sebesar -11.8 dB namun pada hasil fabrikasi antena meander-line dapat beroperasi pada frekuensi 138.7 dengan return loss 21.4 dB.
2. Antena meander-line hasil fabrikasi memiliki kelebihan yaitu dapat bekerja pada frekuensi multiband diantaranya pada frekuensi 3.1 Ghz, 5 Ghz dan 5.9 Ghz, dengan kata lain antena mikrostrip meander-line dapat bekerja di frekuensi gelombang mikro.
3. Antena meander-line hasil simulasi dan fabrikasi memiliki pergeseran frekuensi kerja yaitu sebesar 2.3Mhz dengan selisih return loss sebesar -10 dB.

Saran

Disarankan pada penelitian selanjutnya perancangan desain antena mikrostrip meander-line untuk diaplikasikan pada frekuensi kerja Gigahertz – Terahertz karena memiliki dimensi yang lebih kompatibel dengan panjang gelombangnya, serta lebih mudah dalam proses fabrikasi dan low cost.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alsegar, A. F. (2011). Design and Analysis of Microstrip Patch Antenna Arrays,16
- [2] A. Elrashidi, H. Bajwa and K. Elleithy, "Input Impedance, VSWR and Return Loss of a Conformal Microstrip Printed Antenna for TM01 Mode Using Two Different Substrates," *International Journal of Networks and Communications* 2012., vol. 2, pp. 13-19, 2012
- [3] Balanis, C. A. (2005). *ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- [4] H. K. Gupta and B. Gautem, "Design of Very Low Return Loss, Rectangular Microstrip Patch Antenna for Cellular and Mobile Communication," *International Journal of Electronics and Electrical Engineering* , vol. 1, pp. 195-198, 2013.
- [5] Hendra, R. J., Rahayu, Y., & Safrianti, E. (2015). ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP ARRAY BENTUK LINGKARAN DAN PERSEGI PANJANG MENGGUNAKAN SIMULASI UNTUK APLIKASI LTE FREKUENSI 2.3 GHZ. *Jom FTEKNIK Volume 2* , 2
- [6] M. Haus, M. Waqas and A. Y. Ding, "Security and Privacy in Device-to-Device (D2D) Communication: A Review," *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, pp. 1-27, 2016.
- [7] Manchanda, S. (2014). Design of Meander Line Antenna for Operating Frequency of 2.5 GHz. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), 1-2
- [8] n. T. U. (. Library, Radio Regulation, Geneva, 2008.
- [9] Stutzman, W. L., & Thiele, G. A. (2013). *Antenna Theory and Design*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc