

ANTENA MIKROSTRIP E-GANDA DENGAN CELAH T-GANDA UNTUK MULTI-PITA 2.4-3.4-5.8 GHZ

DOUBLE E SHAPED WITH DOUBLE T-SHAPED SLOTTED MICROSTRIP ANTENNA FOR MULTIBAND 2.4-3.4-5.8 GHZ

Hamdan Mubarakah¹, Heroe Wijanto², Yuyu Wahyu³

^{1,2}, Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, ³ Pusat Penelitian Elektronika Telekomunikasi (PPET) LIPI

¹hamdanmubarakah@students.telkomuniversity.ac.id, ²heroe@telkomuniversity.ac.id,
³yuyu@ppet.lipi.go.id

ABSTRAK

Perancangan antenna mikrostrip sebagai salah satu komponen pendukung komunikasi nirkabel merupakan salah satu solusi dalam pemenuhan desain antenna yang memiliki berbagai keunggulan. Salah satu keunggulannya adalah mikrostrip memiliki *patch* yang dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. *Double E-Shaped* merupakan salah satu bentuk modifikasi *patch* untuk antenna mikrostrip dengan beberapa variasi elemen yang membuat antenna ini memungkinkan untuk bekerja pada beberapa frekuensi berbeda. Pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan antenna *microstrip* modifikasi *patch Double E-Shaped* yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, 3.4 GHz, dan 5.8 GHz dalam satu perangkat antenna. Perancangan dilakukan dengan menggunakan tambahan slot pada *patch* antenna serta menggunakan pencatutan *microstrip* line feed. Lalu dilakukan analisis dengan menggunakan software *CST Studio Suite* untuk mendapatkan hasil berupa *Return Loss* < -10 dB, *VSWR* < 2, *bandwidth* 100 MHz untuk 2.4 GHz dan 3.4 GHz, 125 MHz untuk 5.8 GHz, *gain* > 3 dBi, pola radiasi unidireksional dan polarisasi jenis linier. Bahan yang digunakan untuk substrat adalah FR-4 *epoxy* dengan permitivitas relatif 4.4 dan ketebalan 1.6 mm. Hasil pengukuran menghasilkan *Return Loss* di masing-masing frekuensi kerja sebesar -11.72, -11.792, dan -21.33 dengan nilai *VSWR* 1.774, 1.683, 1.157. Impedansi yang didapatkan 43.28 ohm, 34.112 ohm, 43.082 ohm. *Gain* sebesar 3.47 dB, 3.51 dB, dan 3.53 dB, *bandwidth* 64.2 MHz, 67.52 MHz, dan 100.08 MHz, pola radiasi *unidirectional* dan polarisasi elips.

Kata Kunci : *Double E-Shaped*, mikrostrip, multiband

ABSTRACT

Microstrip antenna as one of the main components of wireless communication is one solution in compliance with the antenna design has a variety of advantages. Double E-Shaped is one of the method to modify the microstrip antenna with some element variation so it can work in several different frequency in one device antenna. The design is done with use of an extra slot on the design as well as with supply the microstrip line feeds. This final project have done a design, simulation, and realization of a double E shaped antenna with modified patch microstrip antenna working at a frequency of 2.4 GHz, 3.4 GHz, and 5.8 GHz. The design is done by using the CST Studio Suite to analyze the result, the results needs to meet the specification of Return Loss < -10 dB, VSWR < 2, bandwidth 100 MHz for 2.4 GHz and 3.4 GHz, 125 MHz for 5.8 GHz, gain > 3 dBi, unidirectional radiation pattern and linear type of polarization. The materials used for the substrate is FR-4 epoxy with the relative permittivity 4.4 and thickness of 1.6 mm. As the measurements results showed this antenna generates a Return Loss in each of the working frequency of -11.72, -11.792, -21.33 with a value of VSWR 1.774, 1.683, 1.157. Impedance obtained 43.28 ohm, 34.112 ohm, 43.082 ohm. Each gain of 3.47 dB, 3.51 dB, and 3.53 dB with 64.2 MHz, 67.52 MHz, and 100.08 MHz of bandwidth, unidirectional radiation pattern and ellips type of polarization.

Keywords: *Double E-Shaped*, mikrostrip, multiband

1. Pendahuluan

Kemajuan dari perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya telekomunikasi mendorong pengembangan teknologi perangkat kearah yang lebih maju. Saat ini, perangkat tidak bisa hanya dilihat dari segi teknologi perangkat itu sendiri, melainkan juga kompatibilitas serta dimensi dari perangkat tersebut untuk mendukung kemampuan mobilitas yang tinggi, dengan memiliki *bandwidth* dan kecepatan yang baik pula. Untuk menjawab kebutuhan akan tingginya kebutuhan pelanggan akan komunikasi nirkabel yang handal maka dibutuhkan salah satu perangkat yaitu antenna. Antena mikrostrip merupakan salah satu pengembangan dengan berbagai keunggulan yang dimiliki antara lain rancangan antenna yang tipis, kecil, ringan dan proses produksi yang cukup mudah, dan bahan pembuatannya cukup banyak di pasaran. Dalam tugas akhir ini akan dirancang dan direalisasikan antenna mikrostrip menggunakan slot berbentuk *double E-shaped* yang bekerja pada tiga frekuensi yang berbeda. Kebutuhan akan perangkat yang bisa bekerja dengan multi frekuensi membuat sebuah perangkat antenna *microstrip* harus dimodifikasi agar bisa menghasilkan multi frekuensi. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini dilakukan modifikasi bentuk patch menyerupai bentuk double E-Shaped agar memiliki variasi bentuk elemen peradiasi sehingga memungkinkan antenna ini bekerja pada multi frekuensi pada 2.4 GHz, 3.4 GHz, dan 5.8 GHz. Antena dirancang dengan target spesifikasi *Return Loss* < 10 dB, *VSWR* < 2, *Gain* > 3dBi, *bandwidth* > 100 MHz untuk 2.4 GHz dan 3.4 GHz, 125 MHz untuk 5.8 GHz, Pola Radiasi unidireksional, serta polarisasi linier pada setiap frekuensi kerja. Antena ditargetkan untuk bekerja pada aplikasi WLAN/WIMAX dan digunakan untuk daerah dalam ruangan (*indoor*).

2. Dasar Teori

2.1 WLAN (Wireless Local Area Network)

WLAN (*Wireless Local Area Network*) merupakan suatu jenis gelombang radio yang dipakai untuk mentransmisikan data. Sering disebut juga dengan jaringan nirkabel, atau *wireless network*, dalam proses transmisi jaringan nirkabel ini membutuhkan beberapa perangkat pendukung, yang salah satunya adalah antenna yang akan dirancang pada tugas akhir ini. Jenis antenna yang dirancang pada tugas akhir ini digunakan pada sisi penerima, yang dikhususkan untuk WLAN yang frekuensi kerjanya ada pada 2.4 GHz, serta WIMAX pada 3.4 GHz dan 5.8 GHz. Standar yang digunakan adalah IEEE 802.11 b/g/n untuk 2.4 GHz dan 3.4 GHz, IEEE 802.16 untuk 5.8 GHz.

2.2 Antena Mikrostrip

Antena pada umumnya merupakan perangkat yang bertujuan untuk melakukan konversi suatu besaran listrik dari *guided wave* menjadi gelombang elektromagnetik, yang mana perubahan ini ditujukan agar bisa dilakukan proses transmisi ke ruang bebas. Sedangkan antenna *microstrip* merupakan salah satu pengembangan antenna, terutama dari segi dimensi dimana antenna ini akan memiliki dimensi yang lebih kecil sehingga akan meningkatkan mobilitas dari penggunaan antenna tersebut

2.3 Dimensi Antena Mikrostrip

Untuk mencari dimensi antenna mikrostrip (W dan L) harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang akan digunakan yaitu tebal dielektrik (h), konstanta dielektrik (ϵ_r) tebal konduktor (t) dan rugi-rugi bahan. Struktur dasar saluran mikrostrip terdiri atas panjang strip konduktor L , lebar strip konduktor W , tinggi substrat dielektrik h , dan tebal strip konduktor mikrostrip t dengan konstanta permitivitas dielektrik relatif ϵ_r

$$W = \frac{c}{2 \cdot f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

Kemudian menghitung konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff}) yang dirumuskan sebagai berikut ^{[1][2]} :

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Lalu untuk menghitung panjang patch yang digunakan menggunakan persamaan ^{[1][2]}:

$$L = \frac{c}{2 \cdot f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2 \cdot \Delta L \quad (3)$$

Dengan nilai koefisien dirumuskan sebagai ^{[1][2]} :

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \cdot \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (4)$$

Untuk panjang (W) dan lebar (L) Substrat di rumuskan :

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

$$L=6h + L_{\text{patch}} \quad (6)$$

2.4 Microstrip Line Feed

Pada tipe pencatutan ini, bagian konduktor dihubungkan secara langsung dengan bagian tepi *patch* mikrostrip. Lebar *strip* konduktor lebih kecil dari pada elemen peradiasi antenna mikrostrip. Tipe pengaturan pencatutan semacam ini mempunyai keuntungan yaitu pencatutan dapat diberikan pada substrat yang sama untuk menyediakan suatu struktur planar. Untuk mencari dimensi saluran transmisi maka dirumuskan sebagai berikut [1][2] :

$$\frac{W_f}{h} \begin{cases} \frac{8e^A}{e^{2A}-2} & \text{for } \frac{W_f}{h} < 2 \\ \frac{2}{\pi} [B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \{ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_{reff}} \}] & \text{for } \frac{W_f}{h} > 2 \end{cases} \quad (7)$$

Dimana nilai B dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

3. Perancangan Antena

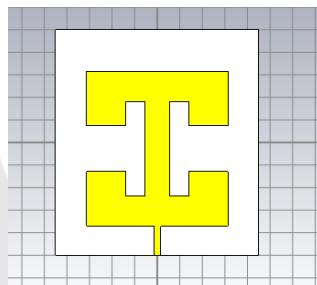
3.1 Spesifikasi Antena

Untuk merancang Antenna dengan spesifikasi yang diinginkan, maka pada perancangan antenna double E-Shaped ini dibutuhkan spesifikasi dengan ketentuan sebagai berikut :

Frekuensi kerja	: 2.4 GHz, 3.4 GHz, 5.8 GHz.
Gain	: $\geq 3\text{dBi}$
Bandwidth	: $\geq 100\text{ MHz}$ untuk 2.5 GHz dan 3.4 GHz, 125 MHz untuk 5.8 GHz
VSWR	: ≤ 2
Impedansi masukan	: 50 ohm
Pola Radiasi	: Unidirectional
Polarisasi	: Linear
Return Loss	: $\leq -10\text{ dB}$

Untuk bahan substrat yang digunakan pada perancangan ini menggunakan FR-4 epoxy dengan permitivitas relatif 4.4 dan ketebalan 1.6 mm.

3.2 Rancangan Simulasi Antena Double E-Shaped



Gambar 3. 1 Antena Double E-Shaped

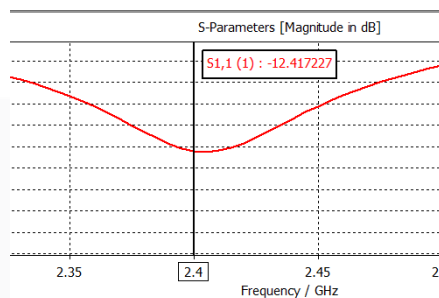
Setelah melakukan perhitungan dimensi awal untuk menentukan berapa dimensi untuk memodifikasi patch untuk membentuk model *double E-shaped* yang tepat agar antenna ini bekerja pada 3 frekuensi berbeda, dilakukan optimasi parameter sehingga antenna ini dirancang dengan dimensi seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. 1 Dimensi Antena

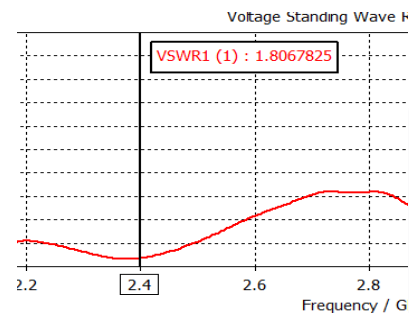
Parameter	Dimensi (mm)	Keterangan
t	0.035	tebal konduktor
h	1.6	tebal dielektrik
wf	3.06625	lebar feedline
lc	8.5	panjang patch 5.8
lb	10.875	panjang patch 3.4
lf	13	panjang feedline
wc	13.4	lebar patch 5.8
la	17.3	panjang patch 2.4
wb	22.849	lebar patch 3.4
wa	24.2	lebar patch 2.4
wg	90	lebar substrat
lg	100	panjang substrat
x	76	pengatur groundplane

3.3 Hasil Simulasi

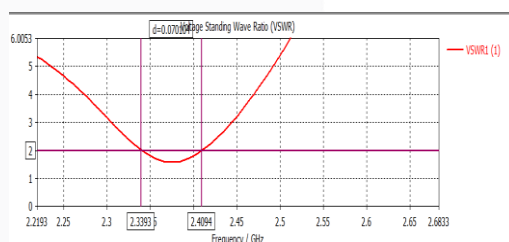
3.3.1 Frekuensi 2.4 GHz



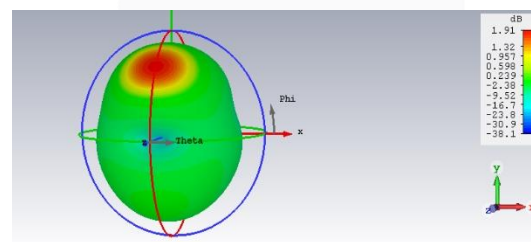
Gambar 3. 2 Return Loss 2.4 GHz



Gambar 3. 3 VSWR 2.4 GHz



Gambar 3. 4 Bandwidth 2.4 GHz

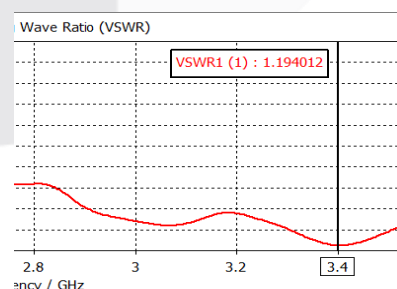
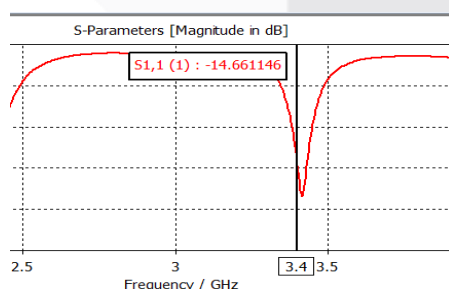


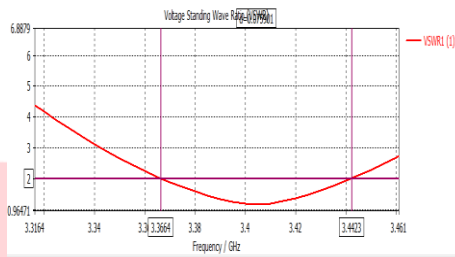
Gambar 3. 5 Gain 2.4 GHz

Berdasarkan data pada gambar 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5 untuk simulasi pada 2.4 GHz didapatkan hasil sebagai berikut : *Return Loss* -12.41, *VSWR* 1.80, *bandwidth* 70.1 MHz, *gain* 1.91 dBi

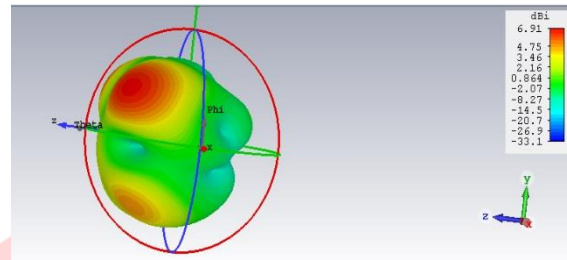
3.3.2 Frekuensi 3.4 GHz

Data hasil simulasi yang didapatkan pada frekuensi 3.4 GHz adalah sebagai berikut :





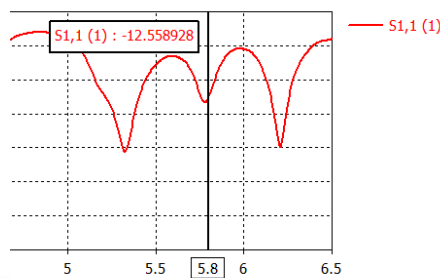
Gambar 3. 8 Bandwidth 3.4 GHz



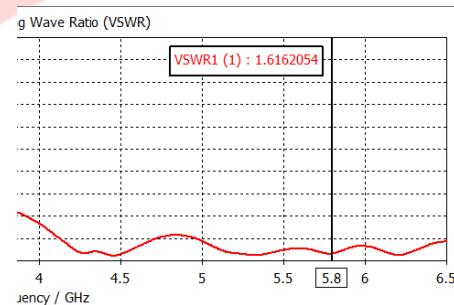
Gambar 3. 9 Gain 3.4 GHz

Berdasarkan data pada gambar 3.6, 3.7, 3.8, dan 3.9 untuk simulasi pada 3.4 GHz didapatkan hasil sebagai berikut : *Return Loss* -14.66, *VSWR* 1.19, *bandwidth* 75.9 MHz, *gain* 6.91 dBi

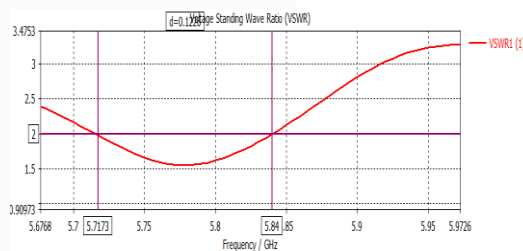
3.3.3 Frekuensi 5.8 GHz



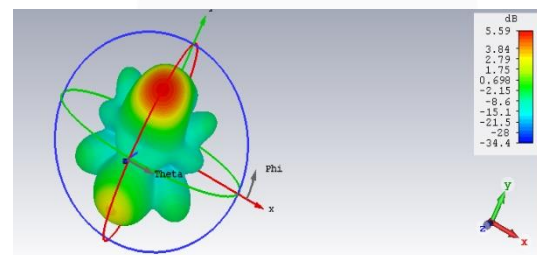
Gambar 3. 10 Return Loss 5.8 GHz



Gambar 3. 11 VSWR 5.8 GHz

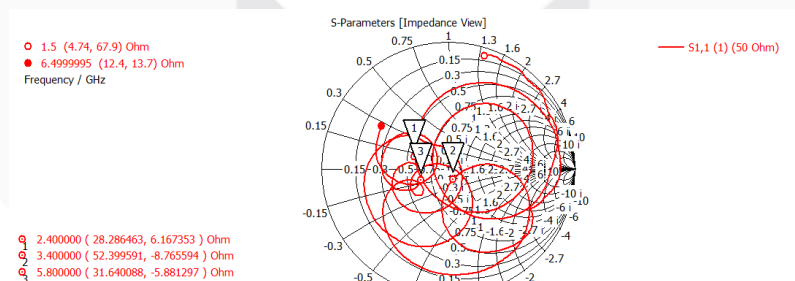


Gambar 3. 12 Bandwidth 5.8 GHz



Gambar 3. 13 Gain 5.8 GHz

Berdasarkan data pada gambar 3.10, 3.11, 3.12, dan 3.13 untuk simulasi pada 5.8 GHz didapatkan hasil sebagai berikut : *Return Loss* -12.55, *VSWR* 1.616, *bandwidth* 122.7 MHz, *gain* 5.59 dBi. Sedangkan untuk hasil impedansi didapatkan Impedansi pada 2.4 GHz senilai 28.286 ohm, pada 3.4 GHz senilai 52.399 ohm dan pada 5.8 GHz adalah senilai 31.640 ohm.



Gambar 3. 14 Impedansi Simulasi

4. Pengukuran dan Analisis

4.1 Perbandingan Parameter Simulasi dan Pengukuran

Berikut adalah data perbandingan hasil pengukuran dan simulasi dari parameter *Return Loss*, *VSWR*, dan impedansi

Tabel 4. 1 Perbandingan *Return Loss*

Returnloss	Frekuensi	Simulasi	Pengukuran
S11	2.4 GHz	-12.41	-11.72
S11	3.4 GHz	-14.66	-11.792
S11	5.8 GHz	-12.55	-21.33

Tabel 4. 2 Perbandingan *VSWR*

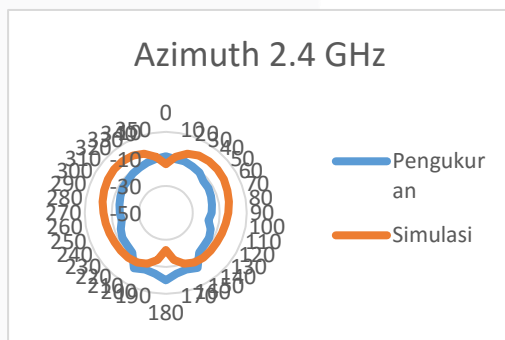
VSWR	Frekuensi	Simulasi	Pengukuran
1	2.4 GHz	1.806	1.774
2	3.4 GHz	1.194	1.683
3	5.8 GHz	1.616	1.157

Tabel 4. 3 Perbandingan Impedansi

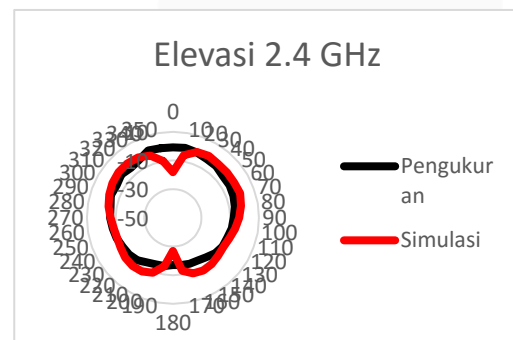
Impedansi ke-	Frekuensi	Simulasi	Pengukuran
1	2.4 GHz	28.286 Ω	43.28 Ω
2	3.4 GHz	52.399 Ω	34.112 Ω
3	5.8 GHz	31.640 Ω	42.032 Ω

Dari data tabel 4.1, 4.2, dan 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan tidak berbeda jauh dengan hasil simulasi, ini menunjukkan bahwa kerja antenna sudah cukup optimal sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang di awal. Perbedaan yang tidak terlalu signifikan umumnya disebabkan karena fabrikasi dan pemasangan port antenna yang mempengaruhi konduktor feedline sehingga mempengaruhi hasil pengukuran yang dilakukan.

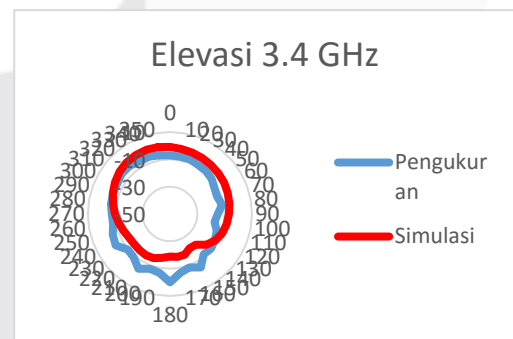
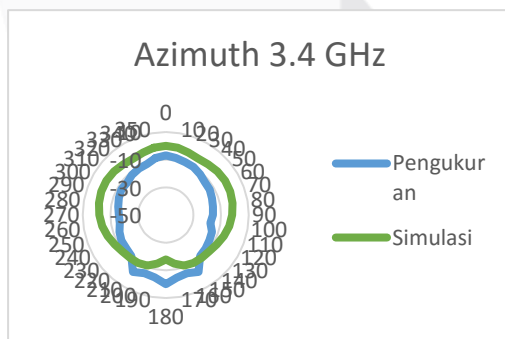
4.2 Pengukuran Pola Radiasi dan Polarisasi

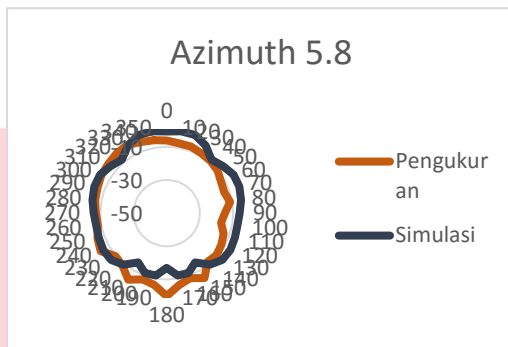


Gambar 4. 1 Pola Radiasi Azimuth 2.4 GHz

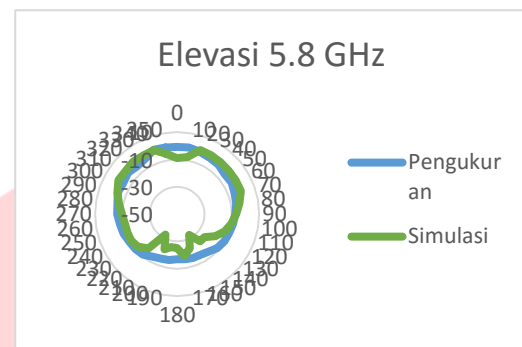


Gambar 4. 2 Pola Radiasi Elevasi 2.4 GHz

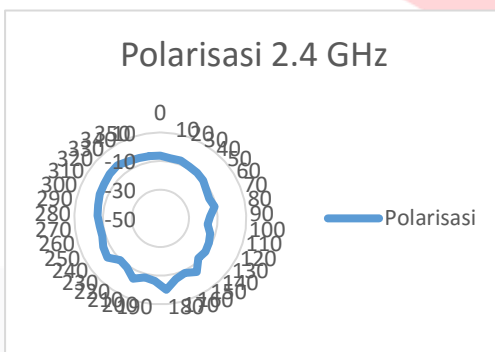




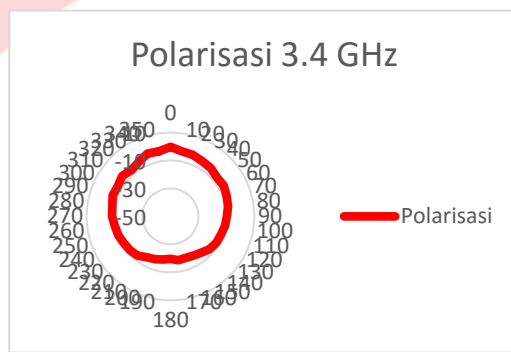
Gambar 4. 5 Pola Radiasi Azimuth 5.8 GHz



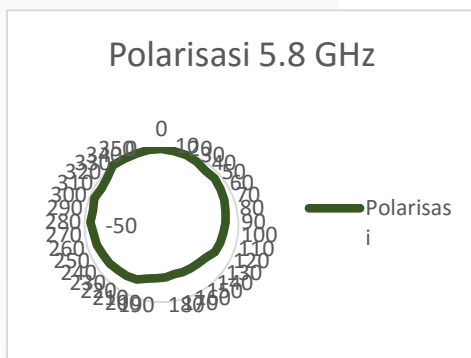
Gambar 4. 6 Pola Radiasi Elevasi 5.8 GHz



Gambar 4. 7 Polarisasi 2.4 GHz



Gambar 4. 8 Polarisasi 3.4 GHz



Gambar 4. 9 Polarisasi 5.8 GHz

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
Return Loss (dB)	< -10	-12.41	-11.72
		-14.66	-11.792
		-12.55	-21.33
VSWR	< 2	1.8	1.774
		1.194	1.683
		1.616	1.157
Gain (dBi)	> 3 dBi	1.91	3.47
		6.91	3.51
		5.59	3.53
Impedansi (ohm)	50 ohm	28.286	43.28
		52.399	34.112
		31.64	43.082
Bandwidth (MHz)	> 100 MHz untuk 2.4 GHz dan 3.4 GHz, 125 MHz untuk 5.8 GHz	70.1 MHz	64.2
		75.9 MHz	67.52
		122.7 MHz	100.08

Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Simulasi dan Pengukuran

Dari data gambar dan tabel diatas menunjukan bahwa pola radiasi yang dihasilkan adalah unidireksional karena daya terbesar mengarah pada salah satu sudut, sedangkan polarisasi yang dihasilkan adalah elips.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, simulasi, dan pengukuran, pada antenna *microstrip* double E-Shaped, kesimpulan yang dapat ditarik dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Antena yang dirancang dan di fabrikasi mampu menghasilkan 3 frekuensi kerja yaitu pada 2.38 GHz, 3.39 GHz, dan 5.82 GHz
2. *Return Loss* yang dihasilkan pada realisasi *antenna* yaitu masing masing -11.72 dB, -11.792 dB, dan -21.33 dB yang menunjukan bahwa target pada perancangan *antenna* ini sudah tercapai.
3. Penyusunan bentuk *patch* dengan 3 dimensi berbeda akan menghasilkan variasi frekuensi kerja yang akan bekerja pada *antenna*.
4. *VSWR* yang didapat yaitu 1.774, 1.683, 1.157 pada masing-masing frekuensi kerja yang ditargetkan yang menunjukan level pantulan pada *antenna* ini cukup rendah dan sudah sesuai dengan perancangan.
5. *Gain* yang didapat yaitu 3.47 dBi, 3.51 dBi, dan 3.53 dBi dimana *gain* yang ditargetkan pada perancangan awal adalah 3 dBi. Kriteria *gain* ini sudah memenuhi kondisi pemasangan *antenna* dalam kondisi *indoor*.
6. *Bandwidth* yang dihasilkan belum cukup lebar yakni 64.2 MHz, 67.52 MHz, dan 100.08 MHz.
7. Bentuk Polarisasi yang dihasilkan pada masing masing frekuensi kerja yang diinginkan adalah elips.

5.2 Saran

Untuk pengembangan kedepannya, ada beberapa parameter pada antenna *microstrip* double E-Shaped ini yang masih dapat diperbaiki. Diantaranya adalah :

1. Pengukuran sebaiknya dilakukan di anechoic chamber agar tidak terlalu banyak gangguan dari luar.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam sisi dimensi, sebaiknya menggunakan bahan Rogers (Duroid) yang memiliki permitivitas relative yang lebih kecil dibandingkan dengan FR-4 Epoxy.
3. Pendimensian pada saat pencetakan dan pemasangan port konektor harus diperhatikan karena cukup mempengaruhi hasil pengukuran.
4. Untuk memperbaiki *Bandwidth* bisa dikombinasikan dengan metode Inset Feed.
5. Untuk meningkatkan nilai *gain* bisa mencoba pencatutan metode selain *microstrip* line feed serta mengubah ukuran substrat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, C. A. (2005). *Antena Theory Analisis and Design 3rd Edition*. United Science: Wiliey Inter Science.
- [2] Krauss, J. D. (1998). *Antennas*. United Stated: Wiliey Inter Science.
- [3] Laboratorium Antena Universitas Telkom. (2016). Modul Praktikum Antena dan Propagasi S1 Teknik Telekomunikasi.
- [4] Nakar, P. S. (2004). *Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Wireless/Cellular Devices*. The Florida State University.
- [5] P.Hamsagayathri, M. (2016). Design and Simulation of slotted double E-shaped *Microstrip* Patch Antenna for Multiband Applications. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*, 03(5).
- [6] P.K. Matthew, S. M. (2014). A DOUBLE E SHAPED MICROSTRIP PATCH ANTENNA FOR MULTIBAND APPLICATIONS. *ICTACT JOURNAL ON COMMUNICATION TECHNOLOGY: SPECIAL ISSUE ON ADVANCES IN WIRELESS SENSOR NETWORKS*, 05(02).
- [7] P.L. Shu, Q. Y. (2012). COMPACT TRI-BAND MONOPOLE ANTENNA WITH A PARASITIC E-SHAPED STRIP FOR WLAN/WIMAX APPLICATIONS. *Progress In Electromagnetics Research C*.
- [8] Radouane Karli, H. A. (2013). A SIMPLE AND ORIGINAL DESIGN OF MULTI-BAND MICROSTRIP PATCH ANTENNA FOR WIRELESS APLICATIONS. *International Journal of Microwaves Applications*.
- [9] Sohag Kumar Saha, A. I. (2013). E-SHAPE MICROSTRIP PATCH ANTENNA DESIGN FOR WIRELESS APLICATIONS. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*.
- [10] Sujati, I. (2010). *Antena Mikrostrip : Konsep dan Aplikasinya*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [11] *Microstrip Patch Antenna Calculator*. (2015). Retrieved from everythingRF: <https://www.everythingrf.com/rf-calculators/microstrip-patch-antenna-calculator>
- [12] Ramesh Garg, P. B. (2001). *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House Inc.

