

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP SLOT RECTANGULAR UNTUK WIFI 2.4 GHz DAN 5.68 GHz

DESIGN AND REALIZATION OF RECTANGULAR SLOT MICROSTRIP ANTENNA FOR WIFI 2.4 GHz and 5.68 GHz

Primananda Andhika Putra Priyatama¹ Heroe Wijanto² Yuyu Wahyu³

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

³Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI, Bandung

¹primbovz@gmail.com ²hero@telkomuniversity.ac.id ³yuyu@ppet.lipi.go.id

Abstrak

Pengurangan bentuk fisik dan kemampuan multiband adalah persyaratan penting untuk antenna pada perangkat *wireless* di masa yang akan datang. Antena mikrostrip adalah antenna berbentuk kecil, ringan dan murah sehingga penggunaannya lebih mudah untuk perangkat komunikasi yang kecil dan *portable*. Wifi (*Wireless Fidelity*) merupakan teknologi komunikasi *wireless* yang banyak digunakan saat ini, baik di perkantoran, pusat perbelanjaan maupun cafe-cafe. Wifi menggunakan antenna sebagai alat penerima dan pengirim informasi.

Pada Tugas Akhir ini akan dirancang dan direalisasikan antenna mikrostrip *dual band* menggunakan slot berbentuk *rectangular* untuk aplikasi Wifi. Substrat yang digunakan adalah FR-4 dengan nilai permitivitas relatif 4.6, menggunakan teknik pencatutan *Inset Feed*. Untuk penentuan dimensi antenna sebelum direalisasikan dilakukan cara perhitungan secara teoritis dan proses optimasi dengan simulator.

Untuk proses simulasi antenna ini, menggunakan CST *Studio Suite 2014*. Hasil realisasi menunjukkan bahwa antenna bekerja pada frekuensi 2.442 Ghz menghasilkan VSWR 1.330 gain 3.351 dBi dan *bandwidth* 36 MHz, sedangkan untuk frekuensi 5.68 dihasilkan VSWR 1.115 gain 4.101 dBi dan *bandwidth* 213 MHz. Pola radiasi antenna ini adalah *unidirectional* dengan polarisasi antenna berbentuk *elips* mendekati *linear*.

Kata kunci : Mikrostrip, Dual Band, Rectangular, Wifi

Abstract

Reduction of the physical form and multiband capabilities are essential requirements for the antenna on the wireless device in the future. Microstrip antenna is an antenna in the form of small, light and inexpensive so it's easier to use communication devices are small and portable. Wifi (*Wireless Fidelity*) is a wireless communication technology that is widely used today, whether in offices, shopping centers and cafes. Wifi use the antenna as a receiver and transmitter.

In this final project will be designed and realized microstrip dual band antenna using rectangular shaped slot for WiFi applications. The substrate used is FR-4 with a relative permittivity value of 4.6, using the technique of rationing of *Inset Feed*. To determine the dimensions of the antenna before it is realized to do the calculation method theoretically and process optimization with the simulator.

For this antenna simulation process, using CST *Studio Suite 2014*. The results show that the realization of the antenna works at a frequency of 2.442 GHz, The VSWR 1.330, has a gain of 3.351 dBi and with a bandwidth of 36 MHz, while the antenna works at a frequency of 5.68 GHz, The VSWR 1.115, has a gain of 4.101 dBi and with a bandwidth of 213 MHz. The radiation pattern of this antenna is a unidirectional antenna with elliptical polarization linear approach.

Keywords: Microstrip, *Dual Band*, *Rectangular*, Wifi

1. Pendahuluan

Kependekan dari "*wireless fidelity*", Wi-Fi merupakan salah satu standar komunikasi nirkabel yang paling populer di pasaran. Teknologi wifi hampir semata-mata digunakan untuk menghubungkan komputer maupun

laptop ke internet melalui jaringan LAN secara nirkabel. Berkat kemajuan teknologi yang semakin berkembang, teknologi wifi kini ditemukan dalam berbagai perangkat non-komputer seperti receiver home theater, konsol video game, kamera digital dan bahkan GPS.

Antena mikrostrip memainkan peran utama dalam komunikasi nirkabel. Antena mikrostrip memiliki banyak keuntungan seperti bentuknya yang kecil, mudah untuk dibuat, mudah untuk diinstalasi, biaya yang rendah tetapi antena mikrostrip juga memiliki kerugian di antaranya *bandwidth* yang sempit. Hal ini menjadi tantangan bagi engineer untuk memenuhi data rate yang tinggi untuk berbagai aplikasi broadband. *Bandwidth* antena dapat ditingkatkan dengan berbagai metode seperti meningkatkan ketebalan substrat dengan nilai dielektrik konstan yang rendah, dengan *probe feeding*, memotong slot, serta dengan mencoba antena dengan bentuk-bentuk yang berbeda.

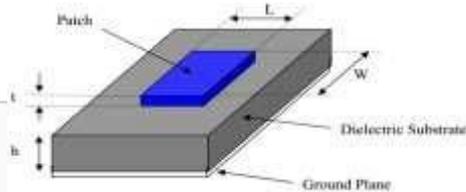
Frekuensi 2.442 GHz dan 5.68 GHz dipilih sesuai dengan standar IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n (2.412-2.484 GHz) dan IEEE 802.11a, 802.11n (5.47-5.725 GHz dan 5.725-5.825 GHz). *Inset feed* dipilih karena teknik pencatuannya lebih mudah dan murah karena hanya menggunakan satu substrat dibandingkan *single feed proximity*. Bahan substrat yang dipilih adalah FR-4 dengan konstanta dielektrik ($\epsilon_r=4.6$) disesuaikan dengan bahan yang tersedia di percetakan. Slot *rectangular* dipilih karena lebih mudah dalam melakukan simulasi dan optimasi dibandingkan dengan slot U serta menghasilkan nilai gain yang lebih tinggi.

Pada Tugas Akhir ini juga membandingkan hasil pengukuran antena secara simulasi yang telah digunakan sebelumnya dengan menggunakan *software CST Microwave Studio 2014* dengan pengukuran secara langsung.

2. Dasar Teori

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena yang memiliki bentuk seperti lempengan tipis. Antena mikrostrip dibuat pada substrat yang terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan *conducting patch*, *dielectric substrate*, dan *groundplane* [5].



Gambar 2.1 Antena Mikrostrip Umum (Sumber : [4])

Lapisan-lapisan pada substrat adalah sebagai berikut:

a) *Conducting Patch* [4]

Conducting patch atau patch terletak paling atas dari lapisan substrat antena mikrostrip. Patch terbuat dari bahan konduktor. Pada lapisan ini akan dibentuk menjadi suatu bentuk antena tertentu, seperti lingkaran, rektanguler, segitiga, ataupun berbentuk angular ring.

b) *Dielectric substrate*

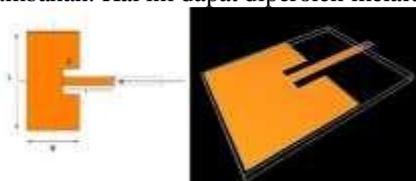
Dielectric substrate adalah lapisan tengah substrat yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah patch. Bagian ini menggunakan bahan dielektrik dengan permitivitas relatif tertentu sesuai dengan kebutuhan perancangan.

c) *Groundplane*

Groundplane adalah lapisan paling bawah dari substrat biasanya terbuat dari bahan konduktor yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.

2.2 Teknik Pencatuan Inset Feed

Inset Feed merupakan salah satu metode yang digunakan sebagai penyesuai impedansi pada patch. Teknik pencatuan *inset feed* merupakan salah satu contoh dari teknik pencatuan microstrip line. Pencatuan tipe ini dapat ditambahkan *inset feed* pada patch dan menyatu dengan *line feed*. Tujuan memberikan potongan menjorok (*inset*) ke dalam patch adalah untuk menyesuaikan impedansi saluran dengan patch tanpa memerlukan elemen penyesuai tambahan. Hal ini dapat diperoleh melalui pengaturan posisi *inset* yang benar.



Gambar 2.2 Pencatuan Inset Feed [7]

2.3 Antena Patch Rectangular

Salah satu yang paling mudah dan paling banyak digunakan dalam perancangan patch antena microstrip adalah bentuk rectangular patch. Pada rectangular patch, W bisa diperbesar untuk menanggulangi radiasi dari tepi patch. Sedangkan L harus $\lambda/2$, dimana λ adalah panjang gelombang medium dielektrik [3].

$$W = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{\epsilon_{\text{reff}} + 1}} \tag{2.1}$$

Dimana λ_0 adalah panjang gelombang ruang hampa dan ϵ_{reff} adalah konstanta dielektrik efektif patch. Nilai ϵ_{reff} dapat diperoleh dari persamaan [3]:

$$\epsilon_{\text{reff}} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right) + \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}}\right) \tag{2.2}$$

Sedangkan untuk mencari panjang L dapat digunakan persamaan berikut [3]:

$$\Delta L = 0.412 \frac{(\epsilon_r + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{W} \tag{2.3}$$

$$h = \frac{0.258}{(\epsilon_r + 0.8)} \tag{2.4}$$

$$L = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2\Delta L \tag{2.5}$$

$$L = L_{\text{eff}} - 2\Delta L \tag{2.5}$$

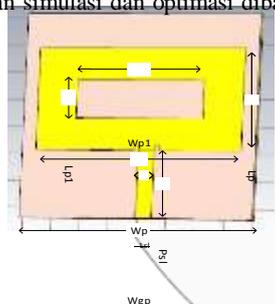
Ukuran Ground plane sama dengan ukuran substrat, yaitu [3]:

$$L_g \geq 6h + L \tag{2.6}$$

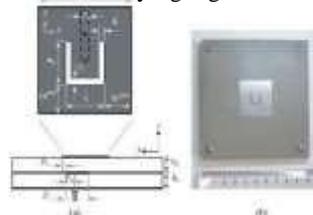
$$W_g \geq 6h + W \tag{2.7}$$

2.4 Antena dengan Slot Rectangular

Antena dengan slot Rectangular pada tugas akhir ini merupakan antena referensi Tugas akhir dari jurnal PIER (Progress In Electromagnetics Research) edisi ke 12 halaman 215-223 tahun 2010 yang berjudul A NEW DUAL-BAND MICROSTRIP ANTENA WITH U-SHAPED SLOT oleh J.Ghalibafan and A.R.Attari, Ferdowsi University of Mashhad, Iran yang berisi tentang bagaimana merancang dan merealisasikan antena mikrostrip yang dapat menghasilkan dua band frekuensi menggunakan slot patch berbentuk huruf U. Dua frekuensi yang didapat adalah 2.28 GHz dan 3.8 GHz. Pada tugas akhir ini, slot patch yang digunakan berbentuk rectangular karena lebih mudah dalam melakukan simulasi dan optimasi dibandingkan dengan slot U. Frekuensi yang digunakan adalah 2.442 GHz dan 5.68 GHz.



Gambar 2.3 Antena dengan slot rectangular



Gambar 2.4 Antena dengan slot U

2.5 Wifi

Wifi merupakan kependekan dari Wireless Fidelity yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang cepat. WiFi menggunakan standar komunikasi IEEE 802.11, hanya mencapai cakupan area tidak lebih dari ratusan meter saja. 802.11 adalah standar IEEE untuk W-LAN indoor.

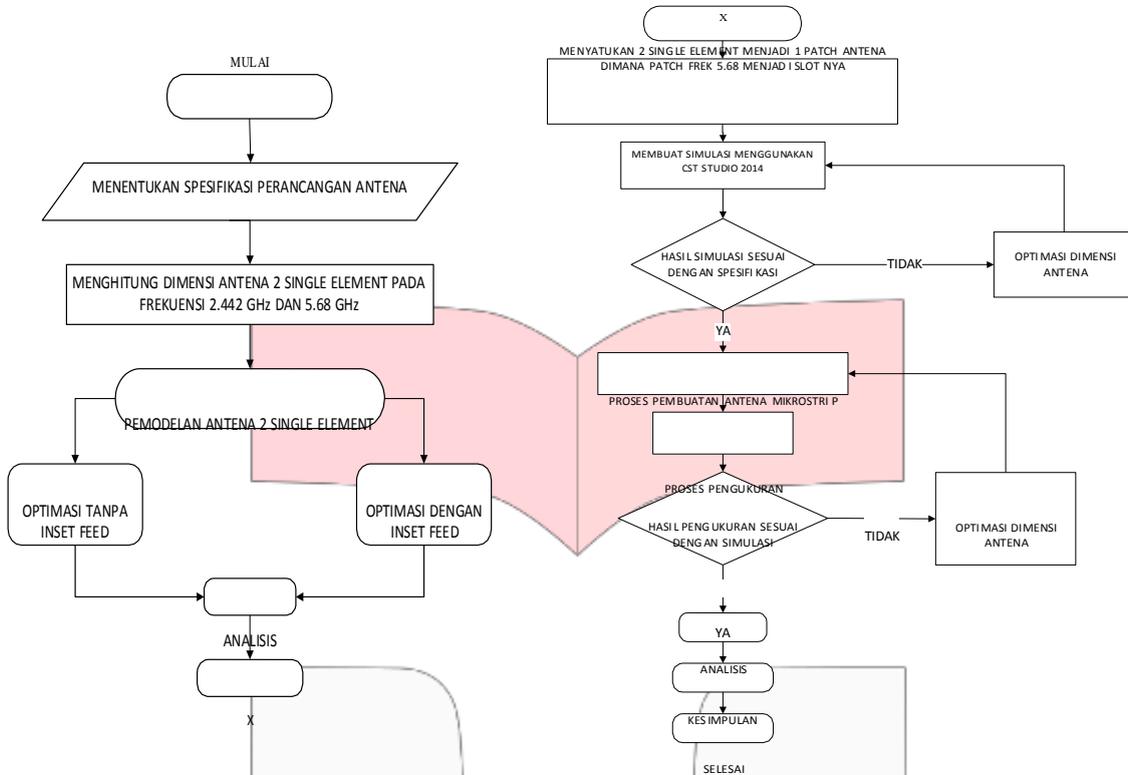
Standard IEEE 802.11 memiliki beberapa varian IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11y, IEEE 802.11ac dan lain-lain. Pada tugas akhir ini menggunakan frekuensi kerja di 2.442 GHz yang digunakan pada standar IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n dan frekuensi 5.68 GHz yang digunakan pada standar IEEE 802.11a, 802.11n.

2.6 Spesifikasi Antena

Dalam perancangan antena, langkah awal adalah menentukan spesifikasi teknis antena. Spesifikasinya sebagai berikut:

- Frekuensi : 2.442 GHz dan 5.68 GHz
- Impedansi : 50 Ω
- VSWR : ≤ 1.5

- Bandwidth : ≥ 22 MHz
- Pola Radiasi : Unidireksional
- Polarisasi : Linier
- Bahan substrat : FR4 (epoxy)



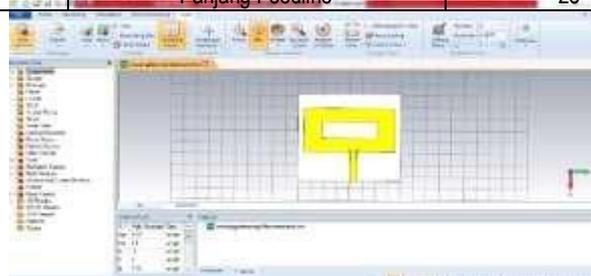
Gambar 0-1 Diagram Alir Pembuatan Antena

2.7 Simulasi

Melalui perhitungan dan optimasi didapat dimensi yang menghasilkan performansi yang mendekati spesifikasi awal. Komponen dimensi simulasi ditunjukkan pada tabel 2-1.

Tabel 2-1 Dimensi Setelah Optimasi

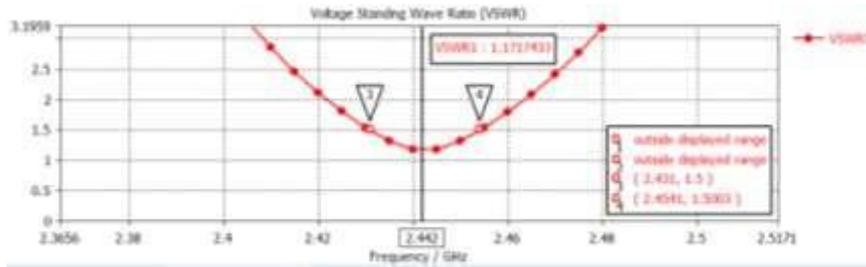
Parameter	Keterangan	Nilai (mm)
wp	Lebar Patch	71.24
lp	Panjang Patch	37.5892
wp1	Lebar Slot	44
lp1	Panjang Slot	14.094
wi	Lebar Insetfeed	1.5
li	Panjang Insetfeed	2
ki	Letak Insetfeed	-3
Wg	Lebar Groundplane dan Substrat	80.84
Lg	Panjang Groundplane dan Substrat	75.2146
lsl	Lebar Feedline	5.5
psl	Panjang Feedline	25



Gambar 2.5 Desain Simulasi

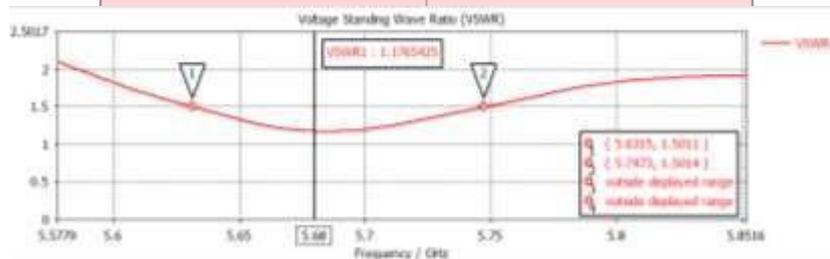
2.8 Hasil Simulasi

- VSWR dan Bandwidth



Gambar 2.6 Nilai VSWR dan Bandwidth 2.442 GHz

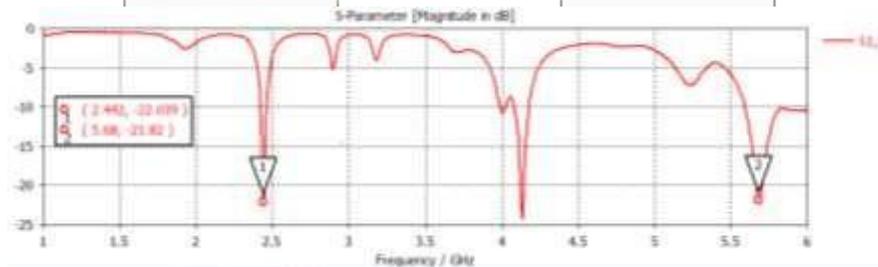
VSWR yang dihasilkan pada frekuensi 2.442 GHz adalah sebesar 1.1717433 dan selisih band frekuensi atas (marker 2) dan band frekuensi bawah (marker 1) pada saat VSWR 1.5 menunjukkan bandwidth yang dihasilkan sebesar 23.1 Mhz



Gambar 2.7 Nilai VSWR dan Bandwidth 5.68 GHz

VSWR yang dihasilkan pada frekuensi 5.68 GHz adalah sebesar 1.1765425 dan selisih band frekuensi atas (marker 2) dan band frekuensi bawah (marker 1) pada saat VSWR 1.5 menunjukkan bandwidth yang dihasilkan sebesar 115.8 Mhz

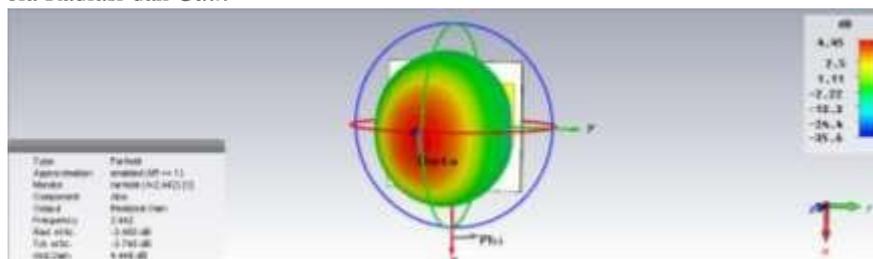
- Return Loss



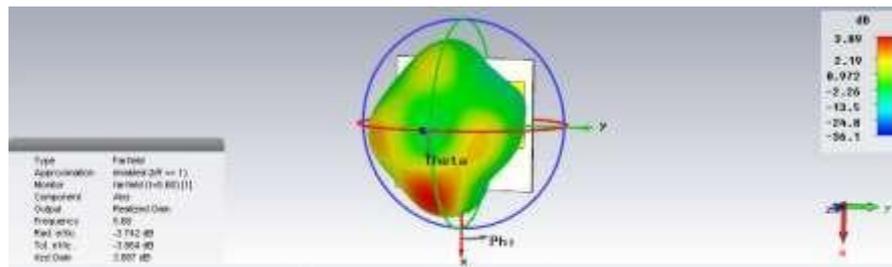
Gambar 2.8 Nilai Return Loss

Nilai return loss pada frekuensi 2.442 GHz adalah sebesar -22.039 dB, sedangkan nilai return loss pada frekuensi 5.68 GHz adalah sebesar -21.82 dB.

- Pola Radiasi dan Gain



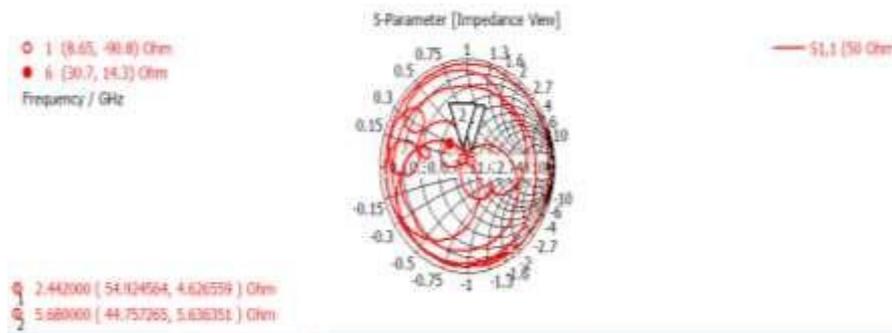
Gambar 2.9 Grafik Pola Radiasi dan Nilai Gain 2.442 GHz



Gambar 2.10 Grafik Pola Radiasi dan Nilai Gain 5.68 GHz

Pola radiasi yang dihasilkan adalah *unidirectional* dengan *gain* pada frekuensi 2.442 GHz sebesar 4.449 dB, sedangkan *gain* pada frekuensi 5.68 GHz sebesar 3.887 dB.

- Impedansi



Gambar 2.7 Grafik Impedansi hasil simulasi pada frek 2.442 GHz dan 5.68 GHz

3 Pembahasan

3.1 VSWR, Bandwidth, dan Return Loss

Pengukuran dengan *Network Analyzer* ini dilakukan dengan rentang frekuensi dari 2 GHz sampai dengan 6 GHz. Hasil pengukurannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik Pengukuran VSWR dan Bandwidth



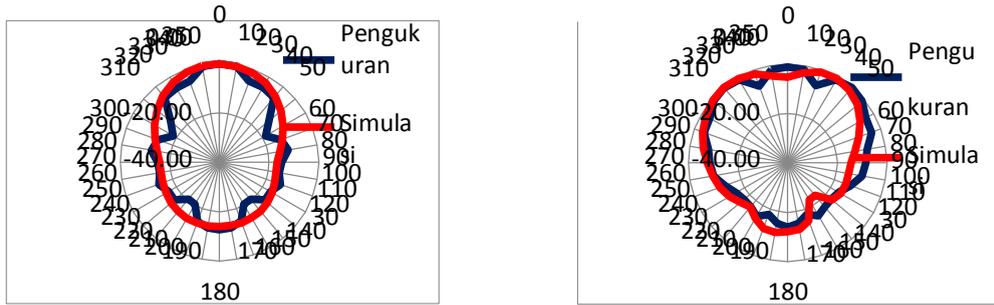
Gambar 3.2 Grafik Pengukuran Return Loss

Dari hasil pengukuran pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa pada frekuensi tengah 2.442 GHz dicapai pada $VSWR \leq 1.330$ dengan *bandwidth* 36 MHz sedangkan pada frekuensi tengah 5.68 GHz dicapai pada $VSWR \leq 1.115$ dengan *bandwidth* 213 MHz. Hasil pengukuran pada gambar 3.2 menunjukkan *return loss* pada frekuensi tengah 2.442 GHz adalah -20.372 dB, sedangkan pada frekuensi tengah 5.68 GHz adalah -26.572 dB.

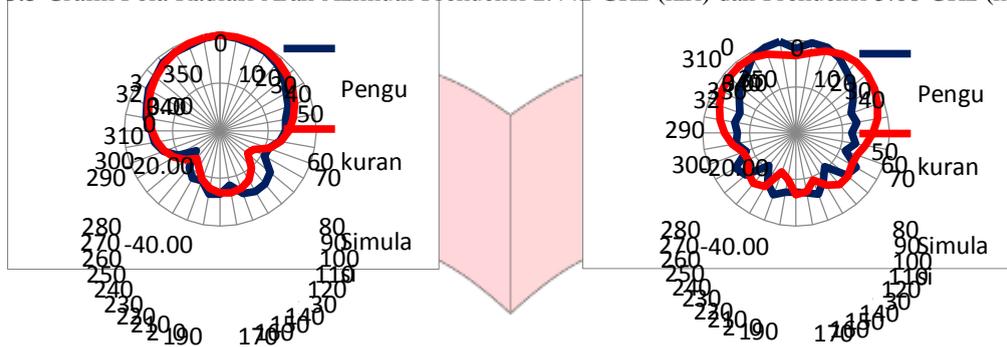
3.2 Gain

Dari hasil pengukuran yang diperoleh, maka kita dapat mengetahui *gain* yang dihasilkan oleh antenna pada frekuensi 2.442 GHz sebesar 3.351 dBi dan pada frekuensi 5.68 GHz didapatkan gain sebesar 4.101 dBi

3.3 Pola Radiasi



Gambar 3.3 Grafik Pola Radiasi Arah Azimuth Frekuensi 2.442 GHz (kiri) dan Frekuensi 5.68 GHz (kanan)



Gambar 3.4 Grafik Pola Radiasi Arah Elevasi Frekuensi 2.442 GHz (kiri) dan Frekuensi 5.68 GHz (kanan)

3.4 Polarisasi



Gambar 3.5 Grafik Polarisasi Frekuensi 2.442 GHz (kiri) dan Frekuensi 5.68 GHz (kanan)

3.4.1 Hasil Pengukuran Polarisasi Frekuensi 2.442 GHz dan 5.68 GHz

Berikut ini merupakan tabel perbandingan axial ratio simulasi dan pengukuran :

Tabel 4-4 Perbandingan axial ratio hasil simulasi dan pengukuran

		Frekuensi	
		2.442 GHz	5.68 GHz
Axial Ratio	Simulasi (dB)	40	38.725885
	Pengukuran (dB)	7.7815	5.667

Berikut ini adalah jenis polarisasi antenna berdasarkan nilai axial rasionya :

- Nilai *axial ratio* sirkular adalah 0 – 3 dB
- Nilai *axial ratio* ellips adalah 3 dB < AR < 40 dB.
- Nilai *axial ratio* linear adalah ≥ 40 dB.

Dan antenna yang telah direalisasikan memiliki nilai *axial ratio* sebesar 7.7815 dB di frekuensi 2.442 GHz dan 5.667 dB di frekuensi 5.68 GHz yang artinya antenna tersebut memiliki polarisasi ellips. Pengukuran polarisasi bisa dibilang tidak ideal karena tidak dilakukan di *anechoic chamber* sehingga banyak pantulan-pantulan yang terjadi.

3.5 Perbandingan Spesifikasi, Simulasi, dan Pengukuran

Berikut adalah tabel perbandingan parameter antenna berdasarkan spesifikasi awal yang dibutuhkan, hasil simulasi dan hasil pengukuran langsung antenna realisasi.

Tabel 3-2 Perbandingan parameter antenna

Parameter	Spesifikasi Awal		Hasil Simulasi		Hasil pengukuran	
	2.442 GHz	5.68 GHz	2.442 GHz	5.68 GHz	2.442 GHz	5.68 GHz
Frekuensi Tengah	2.442 GHz	5.68 GHz	2.442 GHz	5.68 GHz	2.442 GHz	5.68 GHz
VSWR	≤ 1.5	≤ 1.5	1.17136	1.17655	1.330	1.115
Bandwidth	≥ 22 MHz	≥ 22 MHz	23 MHz	115 MHz	36 MHz	213 MHz
Gain (dBi)	≥ 2.5 dB	≥ 2.5 dB	4.449 dB	3.887 dB	3.351 dB	4.101 dB
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional
Polarisasi	Linear	Linear	Linier	Elips	Elips	Elips

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna mikrostrip dengan slot rectangular untuk wifi adalah sebagai berikut: Antena mikrostrip yang dirancang dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 2.442 GHz dan 5.68 GHz dengan VSWR ≤ 1.5 , Bandwidth hasil pengukuran yang diperoleh sebesar 36 MHz pada frekuensi 2.442 GHz dan 213 MHz pada frekuensi 5.68 GHz sedangkan bandwidth hasil simulasi sebesar 23 MHz pada frekuensi 2.442 GHz dan 115 MHz pada frekuensi 5.68 GHz, Bentuk pola radiasi yang diperoleh adalah unidireksional dan gain pengukuran pada 3,351 dBi (2.442 GHz), 4,101 dBi (5.68 GHz), sedangkan gain hasil simulasi pada 4,449 (2.442 GHz), 3,887 (5.68 GHz), Polarisasi yang didapat dari hasil simulasi yaitu linear sedangkan hasil pengukuran realisasi yaitu elips (AR = 7.7815 dB (2.442 GHz), AR = 5.667 dB (5.68 GHz), Penambahan slot rectangular pada patch antenna membuat antenna mampu bekerja pada frekuensi dual-band.

DAFTAR PUSTAKA

1. P. Kumar, C. dan R. K. Prasad, "Design of U Shaped Microstrip Patch Antenna for Dual Band Frequency Application," *Conference on Advances in Communication and Control Systems 2013 (CAC2S 2013)*, pp. 249-251, 2013.
2. CISCO, "Radio Channel Frequencies," no. Inc., 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134-1706 USAers., pp. 1-6, 2008.
3. C. A. Balanis, "Antenna Theory : Analysis and Design", *Haper & Row, Publisher, New York.*, 1982.
4. K.-L. Wong, ". Compact and Broadband Microstrip Antennas," *Wiley & Sons, Inc.*, no. .New York, 2002.
5. D. E. Kurniawan, ".PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP LINEAR ARRAY 6 ELEMEN", *Fakultas Elektro Dan Komunikasi, IT Telkom, Bandung*, 2010.
6. P. S. Nakar, "Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Wireless/Cellular Devices", *The Florida State University Thesis*, no. Thesis, 2004.
7. A. K. Y. R. S. S. G. C. Anushi Arora1, "Comparative study of different Feeding Techniques for Rectangular Microstrip Patch Antenna," *INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN ELECTRICAL, ELECTRONICS, INSTRUMENTATION AND CONTROL ENGINEERING*, vol. Vol. 3, no. Issue 5, p. 33, May 2015.
8. F. 5. Mahyuddin, "TEORI DASAR ANTENA DAN KOMUNIKASI SELULAR", *Universitas Sumatera Utara, Medan*, 2011.
9. Ghalibafan, A. R. Attari and F. H. Kashani, "A NEW DUAL-BAND MICROSTRIP ANTENNA WITH U-SHAPED SLOT," *Progress In Electromagnetics Research C*, vol. Vol. 12, 2010
10. F. O. o. E. a. Technology, "'905462 D06 802.11 Channel Plans New Rules v01". apps.fcc.gov., p. 1, Retrieved 2015-08-08.
11. Yosefariko, "PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP DUAL-BAND MENGGUNAKAN SLOT BERBENTUK U UNTUK APLIKASI WIFI," *Tugas Akhir Universitas Telkom*, 2015.