PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP REKTANGULAR BERCELAH UNTUK TRIPLE BAND (900 MHZ, 1800 MHZ, 2400 MHZ)

(DESIGN AND REALIZATION OF SLOTTED RECTANGULAR MICROSTRIP FOR TRIPLE BAND(900 MHZ,1800 MHZ AND 2400 MHZ)

Raja Patar Silitonga[1], Heroe Wijanto[2], Yuyu Wahyu[3]
[1,2]Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
[3]PPET-LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)
[1]rajasltg@gmail.com, [2]heroe@telkomuniversity.ac.id, [3]yuyu@ppte.lipi.go.id

Abstrak

Antena merupakan perangkat yang sangat penting dalam bidang telekomunikasi *wireless*. Antena sendiri berfungsi sebagai pengirim dan penerima informasi, yaitu sebagai transformator gelombang elektromagnetik di udara. Pada dasarnya antena memiliki banyak jenis, dari yang sederhana sampai bentuk yang sangat komplek, dan setiap jenis antena tersebut memiliki perbedaan karakteristiknya masing-masing. Tiap karakteristik antena tersebut tidak hanya diciptakan untuk alat yang ringan dan fungsi tunggal tetapi juga harus memenuhi syarat mampu beroperasi pada *triple band* maupun *multiband* sehingga dapat beroperasi pada beberapa band yang cukup mencakup operasi yang dimungkinkan.

Dalam tugas akhir ini, antena yang akan dirancang direalisasikan adalah antena mikrostrip yang memiliki bentuk rektangular dengan penambahan celah pada sisinya yang mampu bekerja pada frekuensi 900 MHz, 1800 MHz, dan 2400 MHz. Dengan karakteristik *triple band* frekuensi ini, maka antena dapat digunakan untuk mendukung komunikasi GSM (*Global System for Mobile Communication*) dan WiFi (*Wireless Fidelity*). Proses perancangan dimulai dengan perhitungan secara matematis, kemudian disimulasikan dengan menggunakan *software* CST Studio Suite. Pabrikasi *prototype* dilakukan dengan proses *photoetching*. Dan terakhir dilakukan pengukuran antena.

Hasil yang didapatkan dari perancangan dan realisasi antena mikrostrip rektangular dengan penambahan celah ini adalah bekerja pada frekuensi 900 MHz, 1800 Mhz yang kemudian bergeser menjadi 1869 MHz, dan 2400 MHz. Nilai VSWR yang didapatkan adalah 1.047 pada frekuensi 900 MHz, 1.442 pada frekuensi 1869 MHz, dan 1.052 pada frekuensi 2400 MHz . Kemudian pola radiasi yang didapatkan adalah *omnidireksional*.

Kata kunci: ***Antena Mikrostrip, Slot, Rektangular, Triple Band***

Abstract

Antenna is a device that is extremely important in the field of wireless telecommunications. The antenna itself serves as the sender and receiver of information, namely as a transformer of electromagnetic waves in the air. Basically the antenna has many types, from simple to very complex shape, and each of these has a different type of antenna characteristics of each. Each antenna characteristics are not only created for the tool lightweight and single function but also must qualify capable of operating on a triple band and multiband so that it can operate on multiple bands are quite cover operation possible.

In this thesis, the antenna will be designed to be realized is a microstrip antenna which has a rectangular shape with the addition of slits on the side that is able to work at 900 MHz, 1800 MHz, and 2400 MHz. With triple characteristic of this frequency band, the antenna can be used to support the communication of GSM (Global System for Mobile Communication) and WiFi (Wireless Fidelity). Design process begins with a mathematical calculation, then simulated using CST Studio Suite software. Prototype fabrication processes performed by photoetching. And the last measurement antenna.

Results obtained from the design and realization of rectangular microstrip antenna with the addition of this gap is to work at a frequency of 900 MHz, 1800 MHz which is then shifted to 1869 MHz, and 2400 MHz. VSWR value obtained was 1,047 at 900 MHz, 1442 at a frequency of 1869 MHz, and 1052 at a frequency of 2400 MHz. Then the radiation pattern obtained is omnidirectional.

Keywords: Microstrip antenna, slot, rectangular, Triple Band

1. Pendahuluan

Telekomunikasi merupakan salah satu bidang yang sangat penting dalam kehidupan modern saat ini. Kebutuhan akan informasi setiap orang menjadikan telekomunikasi sebagi salah satu media yang tidak lepas dari kehidupan mereka. Seiring dengan perkembangan teknologi dan aktifitas manusia yang sangat padat menjadikan perlunya suatu konsep teknologi telekomunikasi yang bisa diakses kapan pun dan dimana pun dengan mudah dan praktis. Oleh karena itu muncullah konsep *mobile wireless* untuk mendukung hal tersebut.

Dewasa ini, perkembangan teknologi komunikasi *mobile wireless* semakin cepat dan beragam. Beberapa teknologi tersebut adalah GSM (*Global System of Mobile Communication*) yang memiliki frekuensi kerja pada 900 MHz dan 1800 MHz dan teknologi WiFi (*Wireless Fidelity*) yang memiliki frekuensi kerja pada

2400 MHz. Pada teknologi GSM dan WiFi, antena memiliki peran penting sebagai pengirim dan penerima informasi, yaitu sebagai transformator gelombang elektromagnetik di udara. Antena yang mendukung untuk kedua teknologi tersebut adalah antena yang memiliki ukuran kecil, *design compact*, bandwith yang lebar, dan memenuhi frekuensi operasi untuk sistem komunikasi *mobile wireless*.

Antena yang sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan untuk teknologi komunikasi GSM dan WiFi adalah antena jenis mikrostrip yang memiliki ukuran yang kecil, mudah untuk di fabrikasi dan harganya relatif lebih murah. Namun antena mikrostrip memiliki kelemahan yaitu bandwith dan gain yang kecil. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dirancang dan direalisasikan antena jenis mikrostrip dengan patch berbentuk rectangular dengan penambahan celah (slot) yang akan menghasilkan frekuensi kerja lebih dari satu untuk dapat memenuhi kebutuhan teknologi komunikasi GSM dan WiFi sekaligus. Antena yang dirancang dan direalisasikan diharapkan bekerja pada frekuensi kerja 900 MHz, 1800 MHz dan 2400 MHz.

2. Dasar Teori

2.1 GSM

Global System for Mobile Communication disingkat GSM adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai pada tujuan. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi selular sekaligus sebagai teknologi selular yang paling banyak digunakan orang di seluruh dunia.

Di Eropa, pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada frekuensi 900 Mhz. Pada frekuensi ini, frekuensi uplinks-nya digunakan frekuensi 890–915 MHz , sedangkan frekuensi *downlink*nya menggunakan frekuensi 935–960 MHz. *Bandwith* yang digunakan adalah 25 Mhz (915–80 = 960–35 = 25 Mhz), dan lebar kanal sebesar 200 Khz. Dari keduanya, maka didapatkan 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk suara dan satu kanal untuk sinyal. Pada perkembangannya, jumlah kanal 124 semakin tidak mencukupi dalam pemenuhan kebutuhan yang disebabkan pesatnya pertambahan jumlah pengguna. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada band frekuensi di range 1800 Mhz dengan frekuensi 1710-1785 Mhz sebagai frekuensi *uplink* dan frekuensi 1805-1880 Mhz sebagai frekuensi *downlink*. GSM dengan frekuensinya yang baru ini kemudian dikenal dengan sebutan GSM 1800, yang menyediakan bandwidth sebesar 75 Mhz (1880-1805 = 1785–1710 = 75 Mhz). Dengan lebar kanal yang tetap sama yaitu 200 Khz sama, pada saat GSM pada frekuensi 900 Mhz, maka pada GSM 1800 ini akan tersedia sebanyak 375 kanal. Di Eropa, standar-standar GSM kemudian juga digunakan untuk komunikasi *railway*, yang kemudian dikenal dengan nama GSM-R.

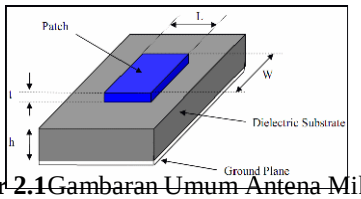
2.2 *Wireless Fidelity* (WiFi)

Wi-Fi dirancang berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11. Sekarang ini ada empat variasi dari 802.11, yaitu: 802.11a, 802.11b, 802.11g, dan 802.11n. Spesifikasi b merupakan produk pertama WiFi. Variasi g dan merupakan salah satu produk yang memiliki penjualan terbanyak pada 2005.

Di banyak bagian dunia, frekuensi yang digunakan oleh WiFi, pengguna tidak diperlukan untuk mendapatkan ijin dari pengatur lokal (misal, Komisi Komunikasi Federal di A.S.). 802.11a menggunakan frekuensi yang lebih tinggi dan oleh sebab itu daya jangkaunya lebih sempit, lainnya sama. Versi Wi-Fi yang paling luas dalam pasaran AS sekarang ini (berdasarkan dalam IEEE 802.11b/g) beroperasi pada 2.400 MHz sampai 2.483,50 MHz.

2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang berbentuk papan tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi.



Gambar 2.1 Gambaran Umum Antena Mikrostrip

Dari gambar dapat dilihat bahwa antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian:

1. *Conducting patch*, *patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara dan mendapatkan pola radiasi yang diinginkan, terletak paling atas dari keseluruhan sistem antena. *Patch* terbuat dari bahan konduktor, misal tembaga. Bentuk *patch* bisa bermacam-macam seperti lingkaran, *rectangular* (persegi), segitiga, fraktal *sierpinski carpet*, ataupun bentuk-bentuk lainnya.

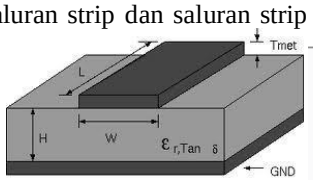
2. Substrat dielektrik, berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*. Substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antena adalah pada bandwidth. Semakin tebal substrat dan semakin kecil permitivitas relatif maka akan memperbesar bandwidth[7].
3. *Groundplane*, berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan. *Groundplane* antena mikrostrip biasanya terbuat dari bahan konduktor.

Kelebihan dan kekurangan dari antena mikrostrip antara lain:[3]

1. Kelebihan
   a. Memiliki ukuran yang kecil, ringan dan compact
   b. Pabrikasi mudah dan murah, dan diproduksi dengan menggunakan teknik printed circuit atau dengan teknik pemotongan biasa
   c. Bisa menghasilkan polarisasi sirkular maupun linier
   d. Bisa beroperasi pada single, dual, ataupun multi band
2. Kekurangan
   a. Bandwidth yang sempit, <1% (dengan teknik pencatuan konvensional)
   b. Gain yang rendah, berkisar 3-10 dBi untuk satu patch
   c. Membutuhkan substrate berkualitas baik (mahal)
   d. Sistem pencatuan yang kompleks untuk array
   e. Efisiensi rendah

2.4 Teknik Pencatuan Mikrostrip

Tugas akhir ini menggunakan metode *microstrip line* sebagai teknik pencatuannya. Pada teknik pencatuan *microstrip line* mempunyai karakteristik dapat di-*etching*-kan pada substrat yang sama sehingga struktur antena sepenuhnya planar. Akan tetapi membutuhkan rangkaian penyepadan dalam menyepadankan impedansi input dengan impedansi antena dan juga dapat terjadi radiasi yang tidak diinginkan dari line pencatuan. Teknik pencatuan ini akan terhubung pada saluran strip dan saluran strip tersebut akan terhubung pada antena.



Gambar 2.2 Teknik Pencatuan Microstrip Line

2.5 Konsep Dasar Mikrostrip Slot Antena

Untuk memperoleh operasi *multiband*, salah satu caranya dengan menambahkan slot pada *patch* antena. Penambahan slot pada pada *radiating patch* dengan panjang slot sama dengan atau mendekati 1/4 atau 1/2 panjang gelombang, hal tersebut akan memberikan sebuah mode tambahan yang dekat dengan mode dasar frekuensi resonansi dari *patch* dan menghasilkan respon frekuensi resonansi baru. [10] Dalam referensi lain dikatakan arus yang beredar di sekitar slot menghasilkan frekuensi kerja baru dan frekuensi yang lebih atas dapat dikontrol dengan mengubah panjang slot. [11]

3. Perancangan

3.1 Penentuan Spesifikasi

Tahap pertama yang dilakukan dalam perancangan adalah menentukan spesifikasi antena yang akan dirancang, dalam perancangan ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil, sebagai berikut :

1) Frekuensi Kerja : 890-960 MHz, 1710-1880 MHz, dan 2400-2484 MHz
2) VSWR : $\leq$ 1,5
3) Pola Radiasi : Omnidireksional
4) Polarisasi : Linier

3.2 Pemilihan Substrat

Ada beberapa jenis substrat yang dapat digunakan untuk merancang antena mikrostrip dengan nilai konstanta dielektrik (❖) bervariasi 2.2 $\leq$ ❖ $\leq$ 12. Kondisi yang paling handal dari antena mikrostrip adalah tebal substrat yang tipis dan nilai konstanta dielektrik yang rendah. Dalam kondisi ini antena mikrostrip memiliki efisiensi yang baik, *bandwidth* yang lebar, namun memiliki dimensi yang besar. Kondisi substrat yang tipis dengan nilai konstanta dielektrik yang tinggi menyebabkan efisiensi antena yang rendah, *bandwidth* yang sempit walaupun berukuran relatif lebih kecil. Sesuai dengan spesifikasi dari antena, ditentukan jenis substrat *FR-4 Epoxy* dengan nilai konstanta dielektrik 4.1 $\leq$ ❖ $\leq$ 4.6. Pemilihan FR-4 sebagai substrat dengan nilai konstanta dielektrik yang tidak terlalu rendah mengingat dari spesifikasi yang membutuhkan dimensi antena yang sekecil

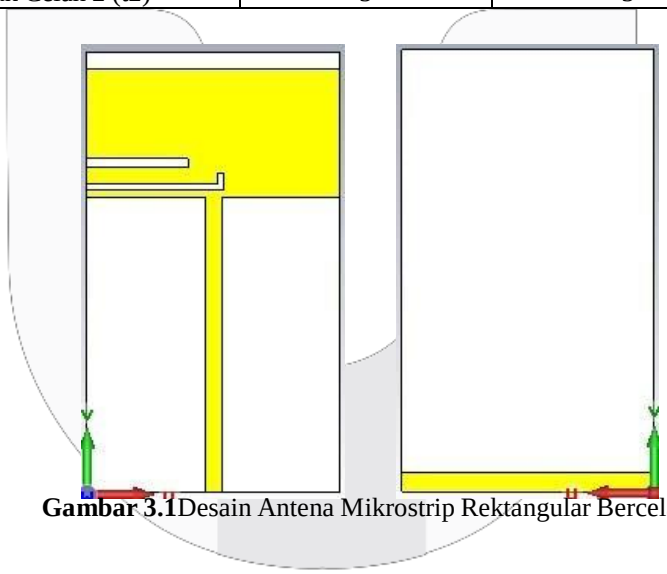
mungkin dan kebutuhan *bandwidth* yang tidak terlalu besar. Pertimbangan lain yaitu dari segi ekonomis, harga FR-4 relatif lebih murah dan lebih mudah didapatkan.

3.3 Perancangan Patch Antena

Untuk merealisasikan sebuah antena, diperlukan sebuah perancangan terlebih dahulu pada simulator. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil simulasi serta dimensi yang optimal dari suatu antena. Optimasi akan dilakukan jika hasil simulasi tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Optimasi dilakukan dengan cara mengubah bentuk maupun besaran parameter.

Tabel 3.1 Spesifikasi Dimensi Antena

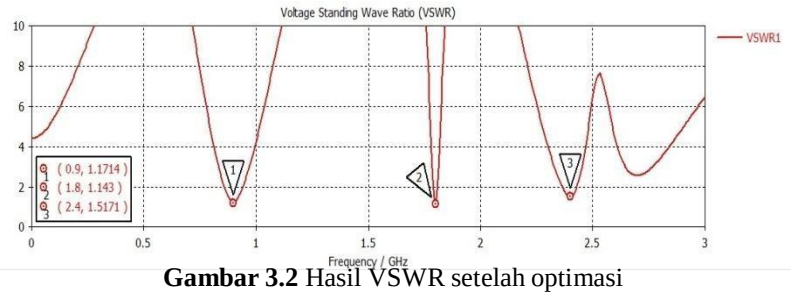
Parameter	Pra Optimasi (mm)	Pasca Optimasi (mm)
Panjang groundplane (Lg)	99.98	3.5
Lebar groundplane (Wg)	110.97	45
Panjang Subsrat (Lsub)	99.98	79
Lebar Substrat (Ws)	110.97	45
Panjang Patch (L)	80.596	23
Lebar Patch (W)	101.6	45
Panjang Saluran Transmisi (Lf)	5	53
Lebar Saluran Transmisi (Wf)	3.05	3
Panjang Celah 1 (Ls1)	17	23.18
Lebar Celah 1 (s1)	2	1
Jarak Celah 1 (t1)	2	1.25
Panjang Celah Vertikal (Lv)	4	3
Lebar Celah Vertikal (Wv)	1	1
Panjang Celah 2 (Ls)	15	18
Lebar Celah 2 (s2)	2	1.6
Jarak Celah 2 (t2)	3	3



Gambar 3.1 Desain Antena Mikrostrip Rektangular Bercelah

3.3 Hasil Simulasi

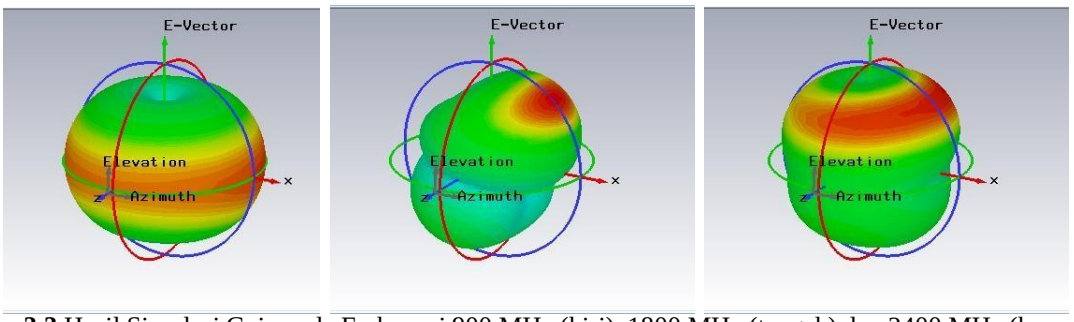
3.3.1 VSWR



Gambar 3.2 Hasil VSWR setelah optimasi

Dari grafik diatas menunjukkan VSWR pada frekuensi 900 MHz bernilai 1.1714, VSWR pada frekuensi 1800 MHz bernilai 1.143, dan VSWR pada frekuensi 2400 MHz bernilai 1.5171. Ketiga frekuensi tersebut telah memenuhi spesifikasi yang menyatakan kurang dari sama dengan 2.

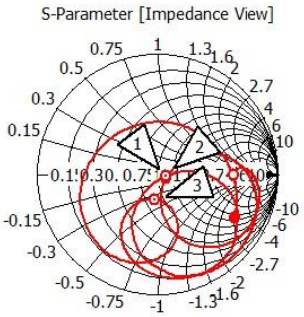
3.3.2 Gain



Gambar 3.3 Hasil Simulasi Gain pada Frekuensi 900 MHz (kiri), 1800 MHz (tengah) dan 2400 MHz (kanan)

Untuk frekuensi 900 MHz gain yang dihasilkan adalah 1.883 dB. Untuk frekuensi 1800 MHz gain yang dihasilkan yaitu 1.503 dB dan frekuensi 2400 MHz gain yang dihasilkan adalah 2.56 dB. Sehingga antena sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

3.3.3 Impedansi

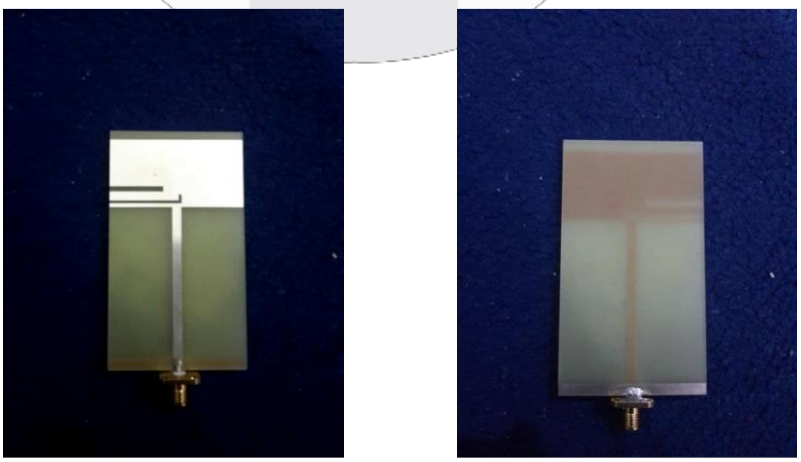


Gambar 3.4 Hasil Simulasi Impedansi

Hasil Impedansi dari frekuensi 900 MHz adalah 57.775 – j3.463 Ω. Untuk frekuensi 1800 MHz yaitu 57.118 + j0.664 Ω. Sedangkan frekuensi 2400 MHz nilai impedansinya adalah 44.117 – j18.820 Ω

3.4 Realisasi Antena

Tahap Selanjutnya antena yang telah dirancang dan disimulasikan dengan perangkat lunak bantu CST Microwave Studio 2014, kemudian direalisasikan dengan menggunakan bahan yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu substrat FR-4 Epoxy di pabrik percetakan dengan menggunakan jasa pencetakan Antenna Printed Circuit Board (PCB).

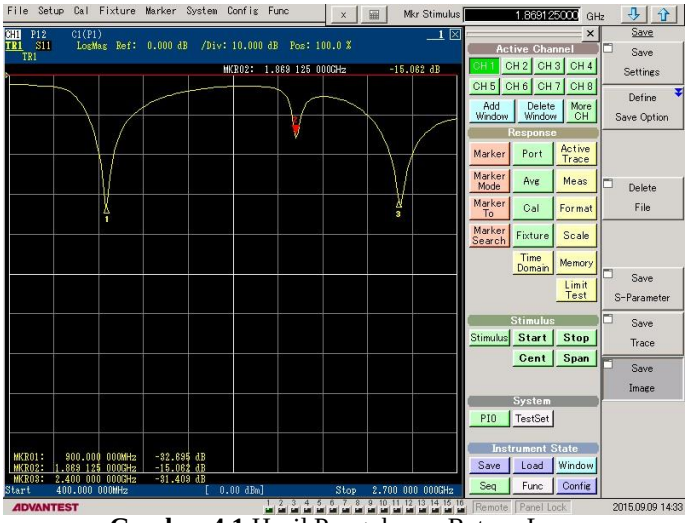


Gambar 3.5 Realisasi Antena

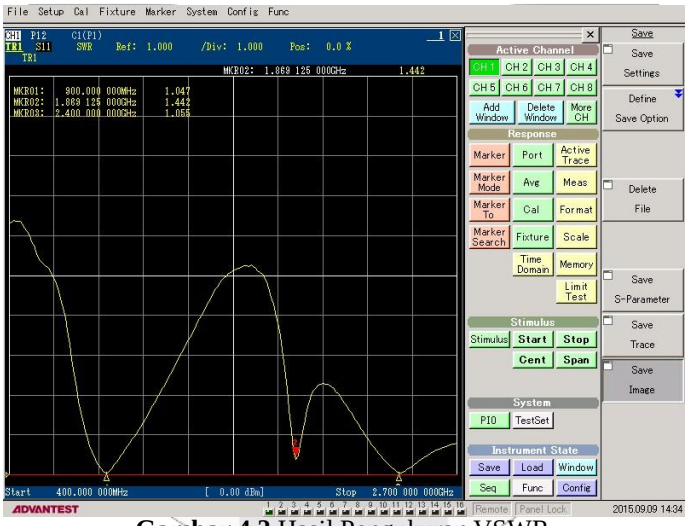
4. Pengukuran dan Analisis

Setelah dilakukan realisasi antena hasil optimal dari simulasi maka dilakukan tahap selanjutnya yaitu pengukuran. Pengukuran VSWR, return loss, bandwidth dan impedansi antena dilakukan menggunakan perangkat Network Analyzer dan Pengukuran polaradiasi, polarisasi, dan gain. Perangkat yang digunakan yaitu Signal Generator, Spectrum Analyzer, AUT, dan Antena Horn. Berikut adalah perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran.

4.1 Return Loss dan VSWR



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Return Loss

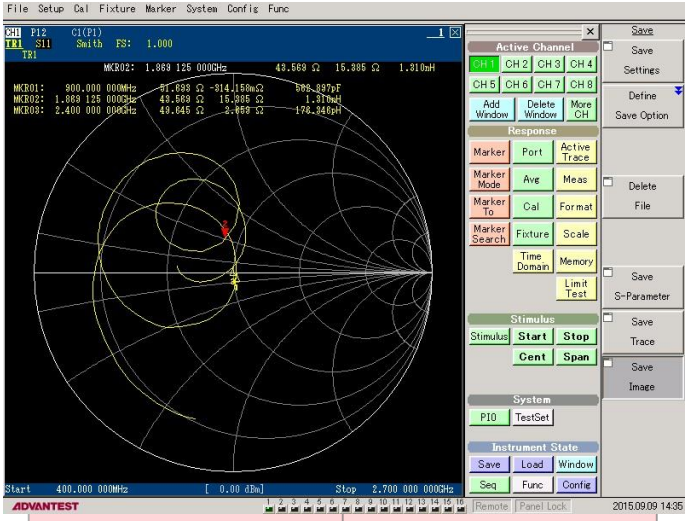


Gambar 4.2 Hasil Pengukuran VSWR

Pengukuran VSWR bertujuan untuk mengetahui seberapa besar gelombang berdiri akibat dari superposisi sinyal datang and sinyal pantul yang terjadi. Semakin besar nilai VSWR maka semakin buruk kemampuan antena untuk transfer daya maksimum dan dapat merusak perangkat. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini nilai VSWR diharapkan tidak lebih dari 1.5. Pada **Gambar 4.2** dan **4.3** hasil pengukuran menunjukkan bahwa antena bisa bekerja pada frekuensi sebagai berikut :

- Frekuensi 930,562-952,812 MHz dengan frekuensi tengah 900 MHz yang memiliki nilai *return loss* -32.695 dB dan nilai VSWR 1.047.
- Frekuensi 1,831-1,879 GHz dengan frekuensi tengah 1869 MHz yang memiliki nilai *return loss* -15.062 dB dan nilai VSWR 1.442.
- Frekuensi 2,081-2,143 GHz dengan frekuensi tengah 2400 MHz yang memiliki nilai *return loss* -31.409 dB dan nilai VSWR 1,055 dengan.

4.2 Impedansi



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Impedansi

Gambar 4.3 merupakan hasil pengukuran impedansi antena. pada gambar terlihat bahwa nilai impedansi yang terukur pada frekuensi 900 MHz adalah 51.693 Ω - j314.15 mΩ. Untuk frekuensi 1800 MHz, yang kemudian bergeser menjadi 1869 MHz memiliki nilai impedansi yang terukur adalah 43. 569 Ω + j15.305. Dan untuk frekuensi 2400 Hz nilai impedansi yang terukur adalah 49.645 Ω + j2.059.

4.3 Analisis Hasil Pengukuran Return Loss, VSWR, dan Impedansi

Tabel 4.1 Hasil Simulasi

Frekuensi	Frekuensi Tengah	Return Loss	VSWR
861.67 – 938.41 MHz	900 MHz	-22.055 dB	1.171
1790.5 – 1806.8 MHz	1800 MHz	-23.512 dB	1.143
2368.0 – 2426.7 MHz	2400 MHz	-13.746 dB	1.517

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran

Frekuensi	Frekuensi Tengah	Return Loss	VSWR
851.78 – 941.24 MHz	900 MHz	-32.695 dB	1.047
1854 – 1874.3 MHz	1869 MHz	-15.652 dB	1.442
2367.1 – 2432.8 MHz	2400 MHz	-31.409 dB	1.055

Persepsi awal yang menyebabkan hal ini terjadi adalah fabrikasi antena yang dilakukan secara manual (buatan tangan) tidak dapat menghasilkan antena yang presisi seperti simulasi. Terlebih pada tingkat ketelitian dimensi antena dimana dalam antena ini ada dua buah celah dalam skala milimeter. Serta kualitas dan

karakteristik bahan pembuatan. Sehingga hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya pergeseran frekuensi kerja antena.

Persepsi yang kedua yaitu kondisi ketika melakukan pengukuran. Dimana, tempat pengukuran harus memenuhi syarat untuk melakukan pengukuran. Serta memperhatikan keadaan alat ukur yang harus ideal, seperti kabel, konektor dan *network analyzer* itu sendiri. Kondisi yang tidak ideal dapat menyebabkan perubahan nilai *return loss*, VSWR dan Bandwidth. Di dalam melakukan pengukuran ini digunakan kabel koaksial yang terhubung dengan *port* pada *network analyzer* dengan standart 50 Ω. Untuk kondisi ideal yang diharapkan adalah terjadinya transfer daya maksimum, yang didapatkan dengan besarnya impedansi antena yang bersifat resistif murni sebesar 50 Ω.

Impedansi antena dengan impedansi saluran transmisi yang kurang sepadan juga dapat memicu perbedaan hasil pengukuran dengan simulasi. Hal ini menyebabkan daya yang datang tidak akan ditansmisikan semuanya dan ada yang dipantulkan sebagian dikarenakan ketidaksepadanan. Keadaan ketidaksepadanan ini akan mempengaruhi nilai dari koefisien pantul dan akan berpengaruh pada nilai VSWR. Semakin tidak *match* impedansi antena dengan impedansi saluran transmisi, maka nilai koefisien pantul akan semakin besar dan nilai VSWR juga akan semakin besar. Pada **Gambar 4.4** dapat dilihat nilai impedansi yang terukur. Jika impedansi diperoleh tepat 50 Ω maka VSWR akan sangat kecil, yaitu sebesar 1,00, yang artinya tidak terjadi pantulan, dengan kata lain $\Gamma = 0$, maka $Z_{saltran} = Z_{antena}$. Maka untuk frekuensi yang memiliki nilai VSWR mendekati 1, memiliki nilai impedansi yang terukur mendekati 50 Ω. Pada umumnya, saluran transmisi kabel koaksial alat ukur memiliki nilai impedansi standar 50 Ω.

4.4 Gain

Tabel 4.3 Perbandingan *gain* hasil simulasi dan pengukuran

Frekuensi (MHz)	Gain (dBi)	
	Simulasi	Pengukuran
900	1.883	2,644
1869	1.503	4,068
2400	2.56	3,008

Dari tabel diatas, kita melihat bahwa *gain* yang dihasilkan pada simulasi memiliki perbedaan dengan *gain* yang dihasilkan dari pengukuran realisasi antena. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Kondisi pengukuran yang kurang ideal
2. Fabrikasi antena yang tidak se-ideal dibandingkan dengan yang disimulasikan
3. Kondisi antena referensi yang kurang ideal
4. Transfer daya belum maksimum akibat pe-*matching*-an yang kurang ideal
5. Kesalahan pembacaan level daya yang sangat mungkin terjadi akibat fluktuasi daya terima yang terukur di *spectrum analyzer*

Apabila melihat hasil yang diperoleh baik dari simulasi maupun dari pengukuran, *gain* yang diperoleh sudah memenuhi spesifikasi awal yang ditentukan, yaitu ≥ 2 dBi

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi ini adalah sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip rektangular bercelah yang telah dibuat dapat bekerja pada tiga frekuensi kerja yaitu 900 MHz dengan *bandwidth* sebesar 89.46 MHz pada rentang frekuensi 851.78 – 941.24 MHz dan pada frekuensi kerja 1800 MHz dengan *bandwidth* sebesar 30.3 MHz pada rentang frekuensi 1854 – 1874.3 MHz serta pada frekuensi kerja 2400 MHz dengan bandwidth sebesar 65.8 MHZ pada rentang frekuensi 2081-2143 MHZ dengan nilai VSWR ≤ 2. Dengan demikian antena mikrostrip rektangular bercelah dapat digunakan pada aplikasi GSM dan WiFi
2. Penambahan dua buah slot pada elemen peradiasi antena menghasilkan respon frekuensi baru.
3. Dari hasil pengukuran pola radiasi baik secara azimut maupun elevasi didapat hasil pola radiasi *omnidirectional*. Ini dapat disimpulkan bahwa pola radiasi antena adalah omnidirectional tetapi dengan level daya yang berbeda disetiap sudutnya.
4. Polarisasi antena berdasarkan hasil pengukuran berbeda dengan hasil simulasi yang menghasilkan polarisasi liniear. Hasil yang didapat tidak sesuai dengan spesifikasi awal yang ditentukan.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi antena yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan ke depannya, antara lain:

1. Untuk mendapatkan hasil antena mikrostrip yang lebih baik, disarankan untuk lebih selektif dalam memilih bahan *substrat* yang akan digunakan dan penentuan dimensi antena.
2. Untuk meningkatkan performansi antena, selain beberapa faktor di atas, disarankan juga untuk memperhatikan faktor-faktor lain, seperti: ketelitian dalam pemasangan konektor dan pengukuran antena sebaiknya dilakukan di ruangan yang ideal seperti *anechoic chamber* dan menggunakan alat yang ukur yang ideal.
3. Fabrikasi antena sebaiknya dilakukan dengan lebih presisi agar didapatkan hasil realisasi antena yang sesuai dengan simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Balanis, Constantine A.," *Antenna Theory : Analysis and Design, Second Edition*", New York : John Willey & Sons Inc, 1997

[2] Deshmukh, A.A., Tirodkar, T., Ray, K.P., "*Analysis of slot cut Multi-band Rectangular Microstrip Antenna*", Advances in Technology and Engineering (ICATE), Jan, 2013

[3] Hapsari, Nurita Dwi, "*Rancang Bangun Antena Mikrostrip Multiband Rectangular Dengan Metode Inset Feed*". Tugas Akhir: Telkom University

[4] Harahap, Arif Rahman, "*Perancangan dan Implementasi Antena Mikrostrip E-Shaped Triple Band Untuk Sistem Komunikasi Seluler*". Tugas Akhir: Telkom University. 2015

[5] Hidayatullah, Achmad Syahid, "*Perancangan Antena Mikrostrip Multiband untuk Sistem Electromagnetic Harvesting*". Tugas Akhir.

[6] J.R James and P.S. Hall, "*Handbook of Microstrip Antennas*", Peter Pereginus Ltd, London, 1989

[7] Kathrein France, 2011, Cables, Connectors & Accessories RF Catalogue, Prancis

[8] Kishk, Ahmed A., "*Fundamentals of Antennas*", Center of Electromagnetic System Research (CEDAR), Depertment of Electrical Engineering, University of Missisipi

[9] Kraus, John D. and Marhefka Ronald J., "*Antennas For All Aplication*", New York : McGraw-Hill Book Company, 1988

[10] Kurniawan Usman, Uke, "*Pengantar Ilmu Telekomunikasi*", Bandung: Penerbit Informatika, 2010

[11] Ramesh,G, Bratiash, Prakash, "*Microstrip Antena Design Handbook*", Artech House: London, 2000