

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 2X2 PATCH PERSEGI PANJANG DENGAN U-SLOT UNTUK WIFI 5,8 GHZ

Harry Abrianto Ekaputra¹, Dharu Arseno², Yussi Perdana Saputera³

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

³ Radar Telekomunikasi Indonesia (RTI), Bandung

harryabrianto@students.telkomuniversity.ac.id ²darseno@telkomuniversity.ac.id

³yussips@gmail.com

Abstrak

Antena merupakan salah satu komponen yang penting dalam suatu sistem komunikasi yang mampu merubah arus listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkan ke ruang hampa atau sebaliknya. Terdapat berbagai macam antena salah satunya adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki beberapa kelebihan seperti ukurannya yang relatif kecil, fabrikasi yang relatif murah, sehingga membuat antena mikrostrip ini efektif dan efisien.

Perkembangan Wireless Fidelity (*wifi*) pada masa kini sangat cepat. Pengguna *wifi* saat ini tersebar di berbagai tempat di sekitar kita untuk membantu menyelesaikan pekerjaan, bermain game, dan hal lainnya. IEEE telah membuat standarisasi untuk mengatur penggunaan jaringan nirkabel ini. 802.11n adalah standarisasi dari IEEE untuk *wifi* di frekuensi 5,8 GHz.

Untuk mendukung standarisasi yang telah ditetapkan IEEE tersebut, pada tugas akhir ini dibuat antena mikrostrip array 2x2 patch persegi panjang dengan ditambahkan slot seperti huruf U untuk meningkatkan bandwidth yang bekerja di frekuensi 5,8 GHz untuk *wifi*.

Antena yang direalisasikan memiliki dimensi 69,60 mm x 68,26 mm, dapat bekerja pada frekuensi 5.9606-5.6724 GHz. Antena ini memiliki VSWR < 2 dan *return loss* sebesar -18,279 dB. Gain yang dihasilkan Antena 7,6492 dBi. Dan Antena ini memiliki pola radiasi unidireksional dan polarisasi berbentuk elips.

Kata Kunci: antena array, patch rectangular, *wifi*, Slot U.

Abstract

Antenna is one of the important components in a communication system that is able to convert electric current into electromagnetic waves and radiate into a vacuum or vice versa. There are various kinds of antennas, one of them is a microstrip antenna. Microstrip antennas have several advantages such as relatively small size, relatively inexpensive fabrication, thus making this microstrip antenna more effective and more efficient.

The development of Wireless Fidelity (wifi) at this time is very fast. Today's wifi users are scattered in various places around us to help complete our job, play games, and other things. IEEE has made standards to regulate the use of this wireless network. 802.11n is the IEEE standard for wifi at the 5.8 GHz frequency.

To support the standardization that has been set by the IEEE, in this final project, a 2x2 patch rectangular microstrip array antenna will be made with added slots such as the letter U to increase the bandwidth that works at a frequency of 5.8 GHz for wifi. This antenna has a unidirectional radiation pattern and linear polarization.

The Antenna that is realized has dimensions of 69.60 mm x 68.26 mm, it can work at a frequency of 5.9606-5.6724 GHz. This Antenna has a VSWR < 2 and a return loss of -18,279 dB. The gain produced by the Antenna is 7.6492 dBi. And this antenna has unidirectional radiation pattern and elliptical polarization.

Keywords: Array Antenna, patch rectangular, *wifi*, U-slotted.

1. Pendahuluan

Teknologi komunikasi dan penyebaran informasi di dunia semakin berkembang seiring dengan perkembangan zaman saat ini. Meningkatnya perkembangan ini berpengaruh terhadap cakupan dan kecepatan transfer data yang salah satunya ada di teknologi *wireless*. Teknologi *wireless* ini sudah sangat sering kita jumpai di era sekarang. Di masa mendatang, teknologi *wireless* ini membutuhkan perkembangan dalam hal peningkatan performa dan kualitas untuk memenuhi kebutuhan user yang selalu bertambah. Untuk meningkatkan kualitas teknologi *wireless* ini salah satu cara yang dapat dilakukan adalah meningkatkan komponen pendukungnya yaitu padasasi transmisinya. Diperlukan suatu perangkat transmisi yang sesuai dengan kinerja *wifi*. Perangkat transmisi yang dimaksud ialah antena.

Di Indonesia terdapat ketetapan pemerintah dalam hal penggunaan pita frekuensi radio 2,4 GHz dan 5 GHz untuk penyediaan jaringan internet *wifi*. Pita frekuensi radio yang diperbolehkan adalah pada rentang 5150-5825 MHz. Penggunaan *outdoor* hanya diperbolehkan pada pita frekuensi radio 5725-5825 MHz. Untuk *outdoor* diperlukan antena dengan *gain* yang cukup besar. Salah satu solusinya adalah dengan membuat antena dengan metode *array* untuk memperbesar nilai *gain* suatu antena. Maka dari itu pada tugas akhir ini dibuat Antena *array* yang dapat mendukung *wifi* pada pita frekuensi radio 5725-5825 MHz..

Pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan antena mikrostrip *array* 2x2 dengan slot menyerupai huruf U dengan patch persegi panjang untuk teknologi 802.11n pada frekuensi 5,8 GHz. Dengan menambahkan modifikasi slot berupa huruf U pada patch, *bandwidth* dan antena ini dapat meningkat dan *gain* akan berkurang karena slot mempengaruhi *bandwidth* dan *gain* antena.

2. Konsep Dasar

2.1 Wifi

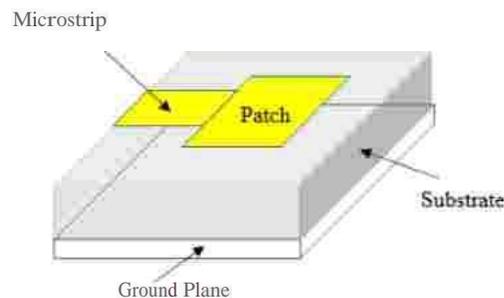
Wireless Fidelity (*Wifi*) yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang cepat. *Wifi* berguna sebagai jembatan komunikasi antar perangkat elektronik tanpa menggunakan kabel. Dalam kata lain *wifi* adalah pengganti dari adanya jaringan kabel. *Wifi* memudahkan baik dalam perancangan jaringan sebab tidak memerlukan kabel untuk media transmisi. Meskipun kehadiran teknologi ini tidak menggantikan peran jaringan kabel secara keseluruhan, namun sejak kehadirannya teknologi ini telah memudahkan penggunaannya untuk terkoneksi ke jaringan global.

2.2 Antena

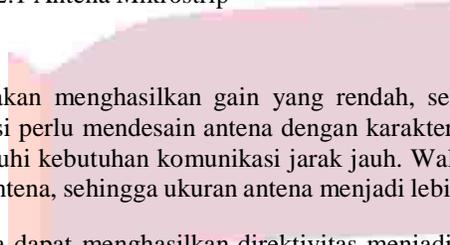
Antena adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya, yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Antena juga tergolong sebagai transduser karena dapat mengubah suatu bentuk energi ke bentuk energi lainnya. Antena merupakan salah satu komponen atau elemen terpenting dalam suatu rangkaian dan perangkat elektronika yang berkaitan dengan frekuensi radio ataupun gelombang elektromagnetik.

2.3 Antena Mikrostrip

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri atas dua kata, yaitu *micro* (sangat tipis/kecil) dan *strips* (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/kecil.



Gambar 2.1 Antena Mikrostrip



2.4 Antena Array

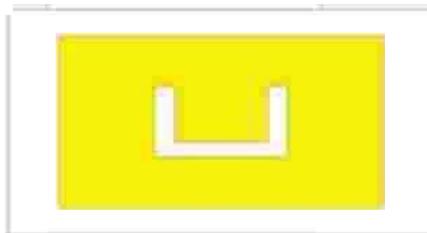
Pada umumnya antena dengan satu patch akan menghasilkan gain yang rendah, sehingga pola radiasi antena yang dihasilkan melebar. Beberapa aplikasi perlu mendesain antena dengan karakteristik yang memiliki directivity tinggi. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan komunikasi jarak jauh. Walaupun hal ini dapat dicapai dengan cara memperbesar dimensi suatu antena, sehingga ukuran antena menjadi lebih besar [1].

Memperbesar dimensi elemen tunggal antena dapat menghasilkan direktivitas menjadi lebih terarah. Cara lain untuk memperbesar dimensi antena tanpa harus meningkatkan ukuran elemen-elemen tunggal adalah membentuk antena menjadi susunan array. Dalam implementasinya, elemen-elemen pada antena array adalah identik. Selain menghasilkan direktivitas yang tinggi, array juga dapat meningkatkan nilai gain maksimum suatu antena. Semakin tinggi gain suatu antena, maka direktivitas antena menjadi lebih besar atau terarah, sedangkan pola radiasinya cenderung menyempit sehingga menyebabkan nilai beamwidth menjadi kecil [1].

2.5 Metode U-Slot

Antena Mikrostrip memiliki kelebihan pada proses fabrikasinya namun memiliki kelemahan utama di bandwidth yang relatif sempit. Untuk meningkatkan nilai bandwidth dapat diberikan beberapa slot pada bagian patch tersebut. Slot Antena memiliki bentuk yang beragam seperti U, H, T, V dan E [5]. Slot pada *patch* selain untuk memperbesar nilai bandwidth ternyata pada beberapa pengujian dapat juga meningkatkan nilai parameter-parameter antena lainnya menjadi lebih baik [2]. Penambahan slot yang berbentuk huruf U memiliki bentuk yang sederhana dan telah terbukti pada penelitian sebelumnya dapat meningkatkan bandwidth antena [4].

Penambahan nilai bandwidth karena pengurangan faktor kualitas Q dari resonator patch, yang disebabkan oleh sedikit energi yang tersimpan di bawah patch dan radiasi yang lebih tinggi. Dalam mikrostrip slot antena kopling diinduksikan secara induktif yang diberikan dari saluran catu ke slot. Semakin besar efek kopling yang terjadi akan menurunkan faktor kualitas (Q) rangkaian. Semakin menurunnya faktor kualitas rangkaian maka bandwidth akan semakin meningkat [3].



Gambar 2.2 U-Slot

2.6 Catuan Antena

Untuk mencatu energi elektromagnetik dari saluran *lossless* ke antena, terdapat berbagai macam teknik seperti *aperture coupling*, *coaxial feed*, *coplanar waveguide* dan *microstrip feed line*. Berbagai macam teknik tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Teknik catuan yang digunakan bertujuan untuk transfer daya yang efisien antara struktur *feeding* dengan struktur peradiasi dan impedansi keduanya harus *matched*.

Pada penelitian ini, catuan menggunakan metode *microstrip feed line*. Metode tersebut lebih sesuai untuk diterapkan pada perancangan antena yang disusun secara array. Selain itu, antena yang disusun secara array membutuhkan teknik pembagi daya, sehingga arus yang mengalir pada saluran transmisi dapat seimbang. Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi ZT di antara dua saluran transmisi yang tidak match. Saluran pencatu mikrostrip 70,7 merupakan transformator $\lambda/4$ antara saluran pencatu 100 dan 50.

3. Perancangan Sistem

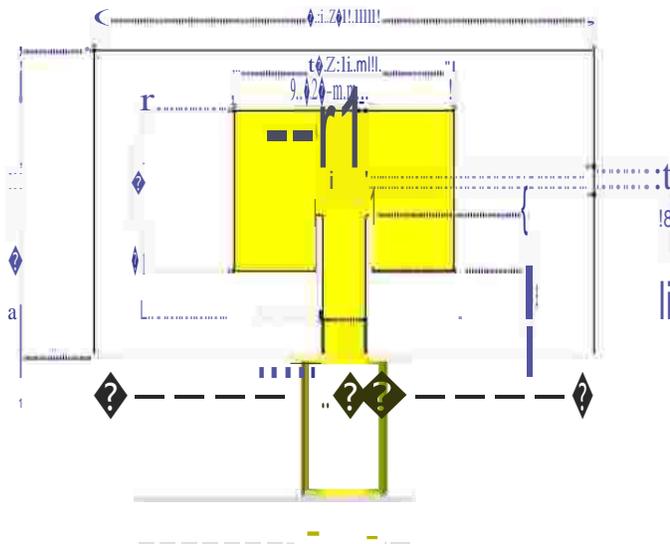
3.1 Spesifikasi Antena

Antena yang akan dirancang dan direalisasikan pada tugas akhir ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Jenis antena	Array 2x2 dengan penambahan U slot
Frekuensi kerja	5800 MHz
VSWR	< 2
Pola Radiasi	Unidirectional
Polarisasi	Linier
Gain	≥7 dB
Impedansi	50 Ω
Bandwidth	≥60 MHz

3.2 Simulasi dan Optimasi Antena Mikrostrip 1 elemen

Setelah menghitung semua parameter yang penting pada antena, langkah yang harus dilakukan adalah melakukan simulasi dari hasil perhitungan di software CST Studio Suite. Jika hasil belum mencapai spesifikasi yang ditentukan, maka optimasi dilakukan sampai hasil yang didapat sesuai spesifikasi yang diinginkan.

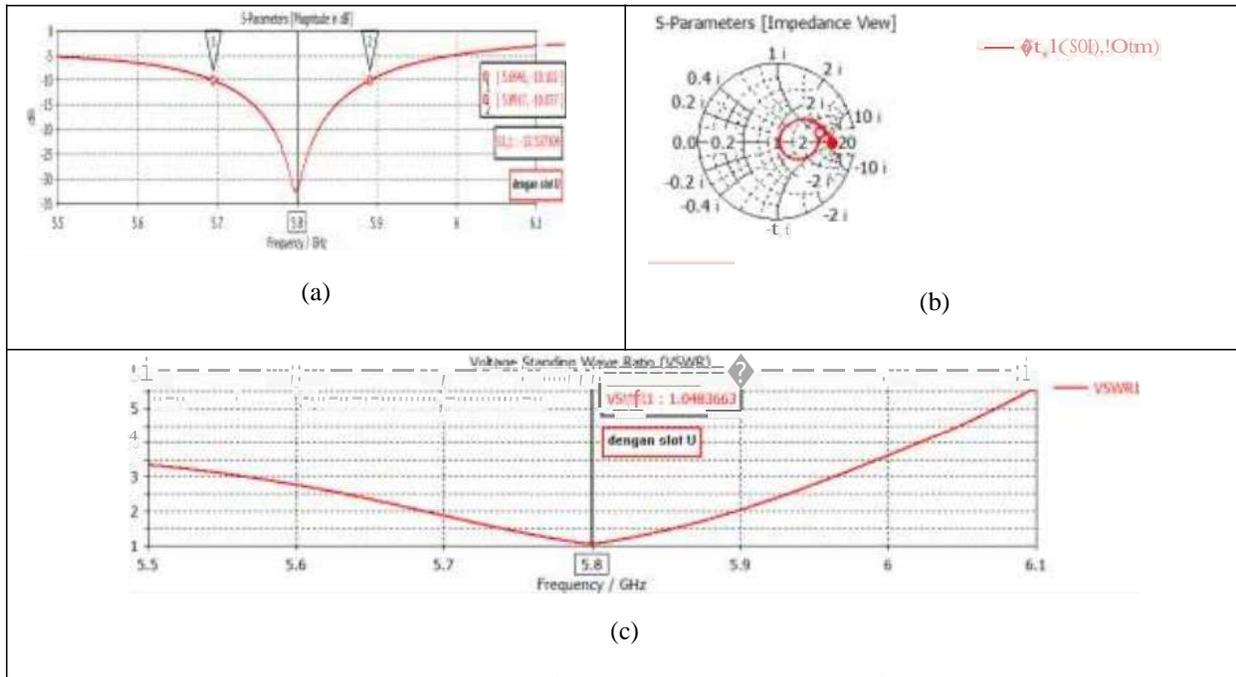


Gambar 3.1 Desain Antena Rectangular 1 Elemen dengan slot U

3.3 Simulasi Antena Array 2 Elemen

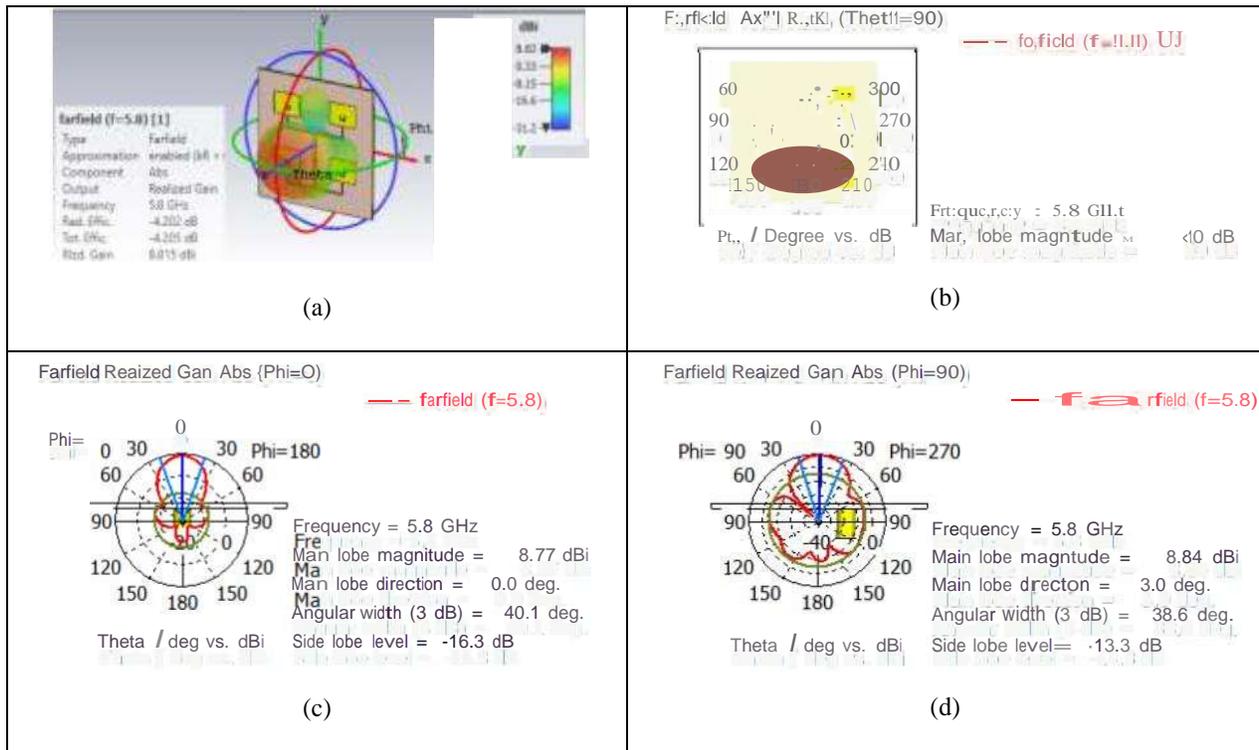
Satu modul antena terdiri dari dua patch antena yang dipisahkan jarak sejauh $\lambda/2$. Pada simulasi ini menggunakan catuan feed parallel agar tiap elemen mendapatkan daya yang sama atau daya yang maksimal. Pada perancangan antenna array 2 elemen, catuan yang disebut sebagai parallel feed atau corporate feed dengan dua saluran mikrostrip yaitu 50Ω dan 70.7Ω .

Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik impedance matching dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi Z_T di antara dua saluran transmisi yang tidak match. Saluran pencatu mikrostrip $70,7$ merupakan transformator $\lambda/4$ antara saluran pencatu 100 dan 50 . Nilai impedansi transformator $\lambda/4$ ini diperoleh dari persamaan $Z_T = \sqrt{Z_1 Z_2} = \sqrt{100 \times 50} = 70,7$



Gambar 3.4 Hasil Simulasi (a) Return Loss (b) Impedansi (c) VSWR

Hasil Pengukuran medan jauh pun sesuai dengan spesifikasi awal yang diinginkan yaitu Gain 8.815 dBi, pola radiasi Unidireksional, dan polarisasi Linier.



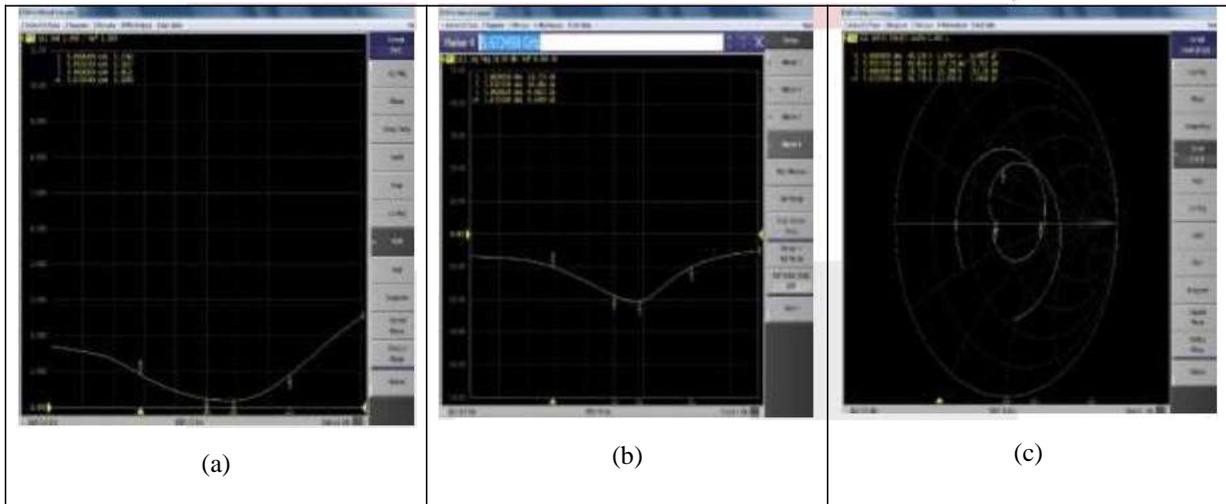
Gambar 3.5 Hasil Simulasi (a) Gain (b) Polarisasi (c) Pola radiasi Azimuth (d) Pola radiasi Elevasi

4. Hasil Perancangan dan Analisis Antena Array 2X2

Selanjutnya akan dilakukan pengukuran terhadap antena prototype untuk dibandingkan dengan performansi saat simulasi. Pengukuran dilakukan dengan syarat serta alat-alat pengukuran pada lab RTI.

4.1 Pengukuran Medan Dekat

Pengukuran medan dengan menggunakan Network Analyzer untuk mengukur parameter VSWR, *return loss*, impedansi dan *bandwidth*.



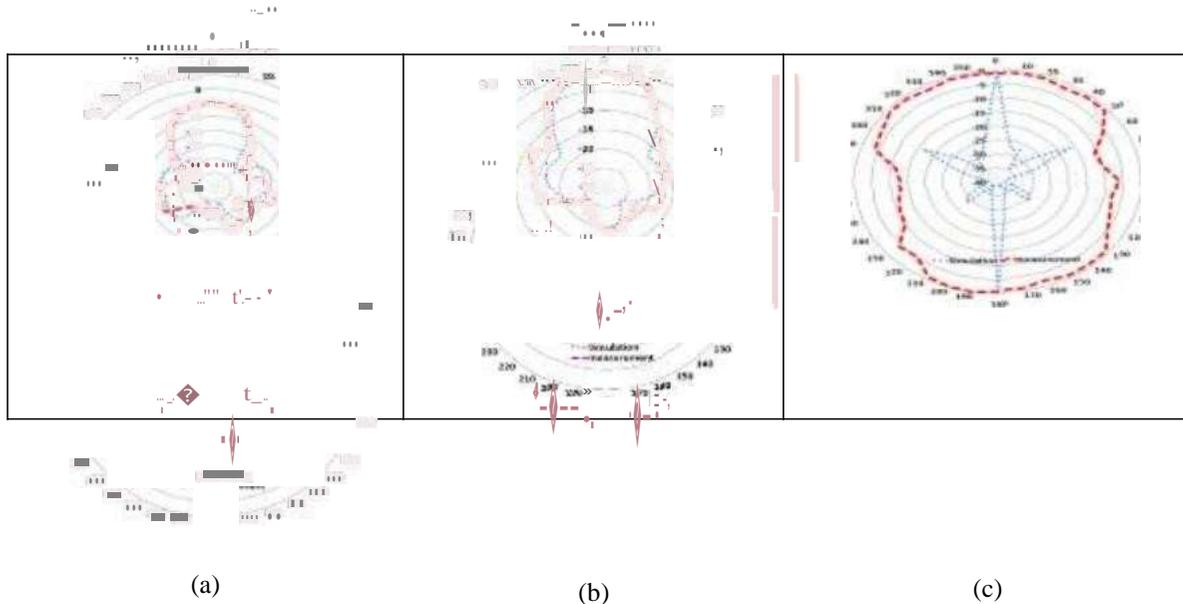
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran (a) VSWR (b) *Return loss* (c) Impedansi

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Medan Dektat Antena

Parameter	Hasil Pengukuran
VSWR	1.2562
<i>Return loss</i>	-18,279 dB
Impedansi	40,128 Ohm
<i>Bandwidth</i>	288 MHz

4.2 Pengukuran Medan Jauh

Pengukuran medan jauh menggunakan spectrum analyzer dan sweep oscilator untuk mengukur pola radiasi, polarisasi, dan gain.



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran (a) Pola Radiasi Azimuth (b) Pola Radiasi Elevasi (c) Polarisasi

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Medan Jauh Antena

Parameter	Hasil Pengukuran
Pola Radiasi	Unidirectional
Polarisasi	Elips

4.3 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

Hasil Pengukuran dari Simulasi dan Pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
VSWR	< 2	1.0483	1.2562
Return loss	-10 dB	-32,537 dB	-18.279 dB
Bandwidth	≥ 60 MHz	198 MHz	288 MHz
Impedansi	50 Ohm	51,07 Ohm	40,128 Ohm
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional
Polarisasi	Linier	Linier	Elips
Gain	≥7 dB	8,815 dBi	7,6492 dBi

Dari tabel diatas terlihat bahwa hasil antenna pengukuran dengan simulasi identik sama dan memenuhi target spesifikasi yang telah ditentukan di awal perancangan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan:

1. Antena yang dirancang dan direalisasikan dapat bekerja pada rentang frekuensi 5,67 GHz – 5,96 GHz dengan VSWR bernilai 1.2562. *Bandwidth* yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi yaitu 288 MHz.
2. Pola radiasi yang dihasilkan Antena adalah *unidirectional*, sedangkan polarisasi yang dihasilkan

Antena adalah Elips.

3. Nilai Gain yang terdapat pada simulasi sebesar 8,815 dBi dan pengukuran sebesar 7,6492 dBi memiliki nilai ≥ 7 dimana sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
4. Hasil pengukuran tidak sama persis dengan yang ada pada simulasi. Hal ini dapat terjadi karena ruang lingkup yang tidak ideal dan faktor dari tingkat ketelitian.

5.2 Saran

1. Bisa menggunakan bahan substrat *Roger RT5880* dengan permitivitas relatif 2,2 dengan ketebalan 1,588 mm, akan tetapi dari segi harga sedikit mahal jika dibanding FR-4.
2. Dalam proses fabrikasi Antena lebih baik dilakukan dengan lebih presisi dan ketelitian yang tinggi agar hasilnya sesuai dengan simulasi karena perubahan sekecil apapun akan mempengaruhi hasil pada saat pengukuran.
3. Lakukan pengukuran di tempat ideal yang minim daya pantul dan juga steril dari interferensi agar mendapat hasil yang maksimal.

Reference

- [1] Balanis, C. A. 2005. Antena Theory Analysis and Design 3rd Edition. USA: Wiley Interscience.
- [2] Panchatapa Bhattacharjee, Vivek Hanumante, Sahadev Roy 2013. Design of U-Slot Rectangular Patch Antenna for Wireless LAN at 2.45GHz. Department of Electronics & Communication Engineering.
- [3] Prasad, SN. & S. Vajah 2002. Design and modeling of proximity coupled patch antenna. USA: Dept. of Electr. & Comput. Eng., Bradley Univ., Peoria, IL.
- [4] Sinaga, K. J., Nur, L. O., & Syihabuddin, B. 2017. Perancangan Antena Array 1×2 Rectangular Patch Dengan U-Slot Untuk Aplikasi 5G. Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017, (hal. B34.1 - B34.9). Malang.
- [5] Ather, S. N., & Singhal, P. K. 2013. Truncated Rectangular Microstrip Antenna with H and U Slot for Broadband. International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST), 114-118.