

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP 3.5 GHz UNTUK APLIKASI 5G MENGGUNAKAN METODE COMPLEMENTARY RHOMBUS RESONATOR UNTUK MENINGKATKAN BANDWIDTH

MICROSTRIP ANTENNA 3.5 GHz FOR 5G APPLICATION USING COMPLEMENTARY RHOMBUS RESONATOR METHOD TO INCREASE BANDWIDTH

Muthia Afifi^{1a}, Yulindon^{2a*}, Uzma Septima^{3a}

^aPoliteknik Negeri Padang, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Kampus Limau Manis, Padang

^bPoliteknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Elektro, Kampus Limau Manis, Padang

e-mail: muthiaafifi.ma@gmail.com, yulindon@pnp.ac.id, uzmaseptima@pnp.ac.id

ABSTRACT

In this research, a 3.5 GHz microstrip antenna was designed for 5G applications using the Complementary Rhombus Resonator method. This antenna has a substrate dimension of 27 mm x 27 mm with a patch length of 23 mm and a patch width of 19.33 mm. The antenna design uses FR4-Epoxy material with a dielectric constant specification of 4.4, a substrate thickness of 1.6 mm, and a copper thickness of 0.035mm. 5G applications require antennas with high performance where this technology is expected to be able to increase data rates and network capacity which is very capable. Based on the simulation results of microstrip antennas with the Complementary Rhombus Resonator method working at a frequency of 3.5 GHz with a return loss of 26.89 dB. Resulting in the improvement of the antenna bandwidth parameter to 249 MHz where the bandwidth increases by 20% from the initial design. The initial design has a bandwidth of 208 MHz. This antenna works on the n78 frequency band where this frequency band has a range of 3300-3800 MHz.

Keywords: *Antena Mikrostrip, 5G, Complementary Rhombus Resonator, Bandwidth*

I. PENDAHULUAN

Teknologi selular sangat dibutuhkan dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan zaman sekarang. Perkembangannya semakin cepat yang ditandai dengan adanya teknologi 5G atau Fifth Generation. 5G merupakan istilah teknologi generasi kelima sebagai fase lanjutan dari pengembangan teknologi 4G atau Long Term Evolution (LTE) [1].

Kriteria teknologi 5G berpedoman pada International Mobile Telecommunication 2020 (IMT-2020). Semua spesifikasi 5G harus memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan. Berdasarkan ini puncak kecepatan transfer data 20 Gbps Downlink (DL) dan 10 Gbps Uplink (UL). 5G diharapkan 20 kali lipat lebih cepat dari 4G dimana IMT-Advanced menentukan puncak kecepatan transfer data 4G 1 Gbps DL dan 0.05 Gbps UL. Latency atau delay end to end mengalami penurunan dari 10 ms (4G) menjadi 1 ms (5G). Sedangkan bandwidth maksimal yang menggunakan single carrier 20 MHz diperoleh agregasi sampai 100 MHz (4G) agar single maupun multi carrier dapat mencapai 1 Gbps (5G) [2]. Teknologi 5G memasuki pasar dunia sejak akhir 2018 dan terus berkembang sampai sekarang. Indonesia sudah menggunakan teknologi 5G sejak tahun 2021 [3].

Antena mikrostrip memiliki bentuk fisik yang sederhana, kecil, ringan, tipis serta biaya produksi yang relatif murah. Selain itu, antena mikrostrip lebih mudah dimodifikasi sesuai spesifikasi yang diinginkan [4], [5].

Berbagai variasi bentuk antena untuk teknologi 5G telah dirancang para peneliti dalam beberapa tahun terakhir. Di antaranya antena mikrostrip pada frekuensi 3.5 GHz yang dirancang menggunakan metode Defected Ground Structure (DGS) menghasilkan koefisien refleksi sebesar -17.436 dB dan bandwidth 168 MHz [6]. Selanjutnya, penambahan slot X untuk meningkatkan koefisien refleksi menghasilkan bandwidth sebesar 151 MHz dan koefisien refleksi -37.54 dB [7], begitu juga rancangan berupa jenis multiband dengan struktur patch circular [8]. Sementara itu rancangan pada frekuensi 3,5 berbentuk kaitan (hook shaped) GHz [9] serta berupa patch kecil. Sedangkan rancangan berbentuk 3 buah slot menggunakan ground dari bahan metamaterial [10]. Adapun rancangan dengan struktur rhombus resonator menghasilkan peningkatan bandwidth di antaranya dengan struktur rhombus resonator.

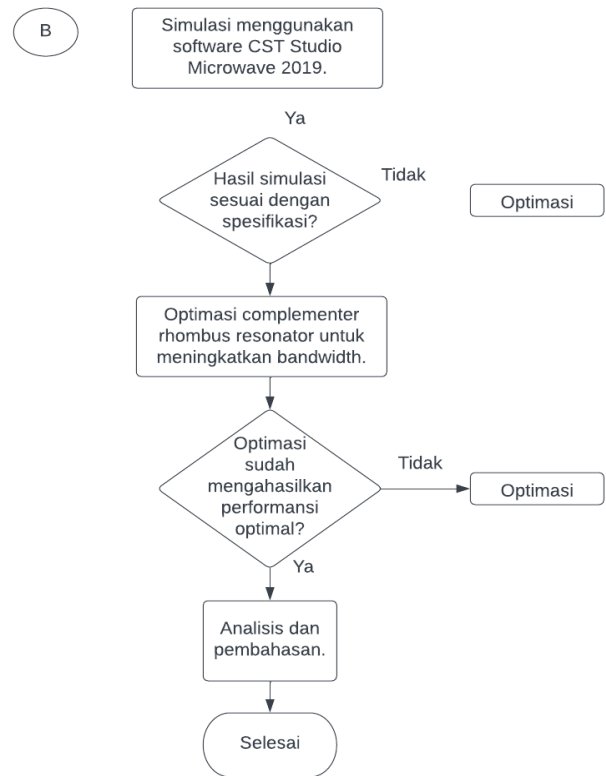
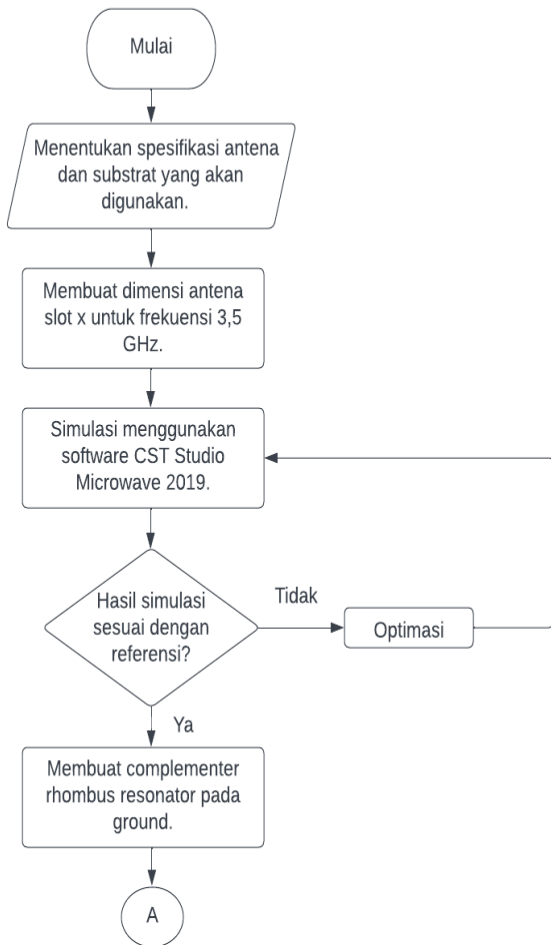
Pada paper ini akan meneliti penggabungan

struktur X slot [7] dan juga adanya rhombus resonator pada desain antenna [11] untuk penerapan pada jaringan 5G pada frekuensi 3,5 GHz

II. METODE

Perancangan antenna dilakukan melalui beberapa tahap. Pada tahap pertama dilakukan pemilihan spesifikasi antenna dan jenis substrat yang akan digunakan. Selanjutnya menghitung dan membuat dimensi antenna slot X sesuai dengan frekuensi yang dipilih yaitu, 3.5 GHz. Kemudian melakukan perancangan antenna menggunakan CST Studio Suite 2019. Jika hasil simulasi belum sesuai dengan parameter yang diinginkan maka dilakukan optimasi. Selanjutnya menambahkan metode Complementary Rhombus Resonator (CRR) untuk meningkatkan bandwidth. Saat hasil simulasi belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan maka proses optimasi dilakukan untuk mendapatkan kinerja antenna yang paling optimal. Diagram alir perancangan antenna ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Diagram Alir Penelitian Antena 3.5 GHz CCR



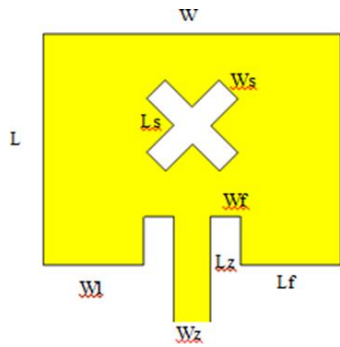
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Perancangan Antena

Pada penelitian ini digunakan substrat FR-4 dimana substrat ini memiliki karakteristik ketebalan (h) = 1.6 mm, konstanta dielektrik (εr) = 4.4. Patch dan ground antenna berbahan tembaga (copper). Antena akan dialokasikan pada frekuensi kerja 3.5 GHz. Pita frekuensi 5G 3.5 GHz berada pada band frekuensi n78 dimana band ini memiliki range frekuensi sebesar 3300-3800 MHz, sehingga frekuensi kerja antenna yang akan dirancang harus berada pada range tersebut.

Perancangan antenna dilakukan dengan menggunakan Software CST Suite Studio 2019, bertujuan untuk mendapatkan hasil simulasi yang diperlukan dalam menganalisa data. Parameter yang akan diteliti adalah frekuensi resonansi, return loss, bandwidth, dan VSWR. Dalam perancangannya akan didesain sebuah antenna dengan rancangan awal berupa slot X pada patch radiator tanpa memodifikasi bentuk ground plane. Selanjutnya penerapan CRR, yaitu menambahkan slit belah ketupat pada bagian ground plane. Untuk desain awal antenna dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3, dengan rincian parameter dimensi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Desain antenna setelah penambahan metode CRR, yaitu dengan mendesain slit berbentuk belah ketupat pada bagian ground plane, dengan rincian parameter dimensi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Sementara desain patch radiator sama dengan sebelum penambahan metode CRR

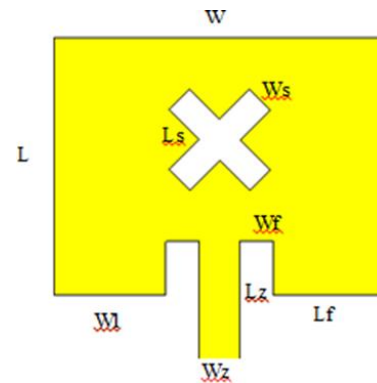


Gambar 2. Desain Antena Slot X Tampak Depan



Gambar 3. Desain Antena Slot X Tampak Belakang

Dalam hal ini terdapat penambahan dua buah parameter, yaitu $r1$ sebagai panjang sisi outer slit belah ketupat dan $r2$ sebagai panjang sisi inner belah ketupat. Desain setelah penambahan CRR dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5. Metode pengumpulan data berupa studi parametrik, dimana dilakukan observasi terhadap setiap perubahan ukuran antenna baik pada patch radiator, ground plane, maupun slot-slot untuk mengetahui pengaruhnya terhadap parameter-parameter antenna



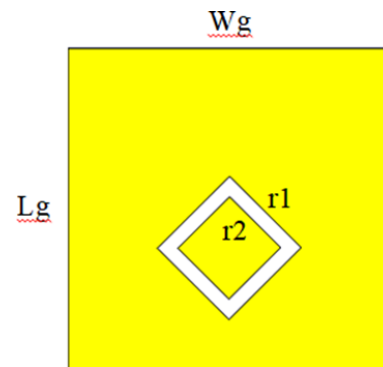
Gambar 4. Desain Antena Tampak Depan dengan CRR

Tabel 1. Parameter Dimensi Antena Desain Awal

Parameter	Unit
Lg	27 mm
Wg	27 mm
W	23 mm
L	19.33
Wl	8.5 mm
Wz	3 mm
Wf	2.5 mm
Ws	2 mm
Lf	9 mm
Ls	8 mm

Tabel 2. Parameter Dimensi Antena dengan CRR

Parameter	Unit
Lg	27 mm
Wg	27 mm
W	23 mm
L	19.33
Wl	8.5 mm
Wz	3 mm
Wf	2.5 mm
Ws	2 mm
Lf	9 mm
Ls	8 mm
r1	6 mm
r2	4.3 mm



Gambar 5. Desain Antena Tampak Belakang dengan CRR

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

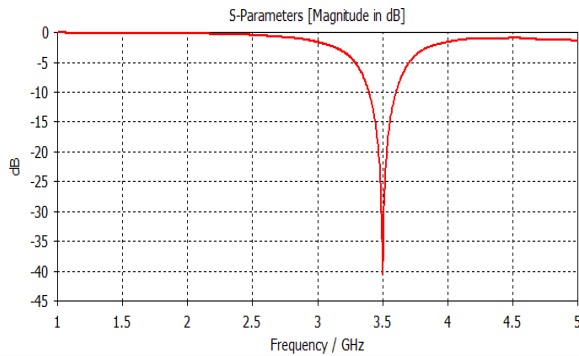
A. S-Parameter

Pada simulasi awal dihasilkan antenna yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz dengan return loss sebesar -40.6822 dB. Frekuensi *upper* sebesar 3.6022 GHz dan frekuensi *lower* sebesar 3.3942 GHz. Grafik perbandingan return loss dengan bandwidth antenna sebelum penambahan metode CRR dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk besar bandwidth sebelum penambahan metode CRR dapat dihitung dengan:

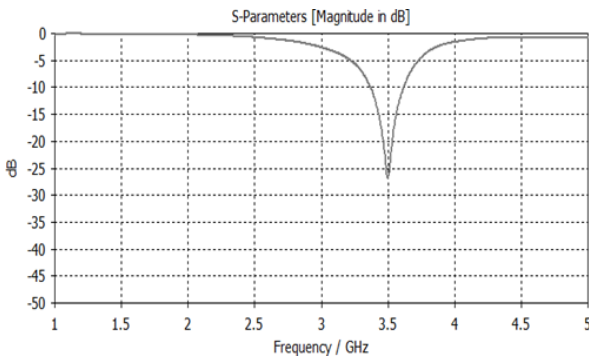
$$BW = Upper Freq - Lower Freq$$

$$BW = 3.6022 \text{ GHz} - 3.3942 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.208 \text{ GHz} = 208 \text{ MHz}$$



Gambar 6. S-Parameter Simulasi Awal



Gambar 7. S-Parameter Simulasi dengan CRR

Sementara S-Parameter pada simulasi setelah penambahan metode CRR menunjukkan antenna bekerja pada frekuensi 3.5 GHz dengan return loss sebesar -26.89 dB. frekuensi upper sebesar 3.6141 GHz dan frekuensi lower sebesar 3.3647 GHz. Gambar 8 merupakan perbandingan antara *return loss* dengan *bandwidth* antenna setelah penambahan metode CRR. Untuk besar *bandwidth* dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}
 BW &= \text{Upper Freq} - \text{Lower Freq} \\
 BW &= 3.6141 \text{ GHz} - 3.3647 \text{ GHz} \\
 BW &= 0.249 \text{ GHz} = 249 \text{ MHz}
 \end{aligned}$$

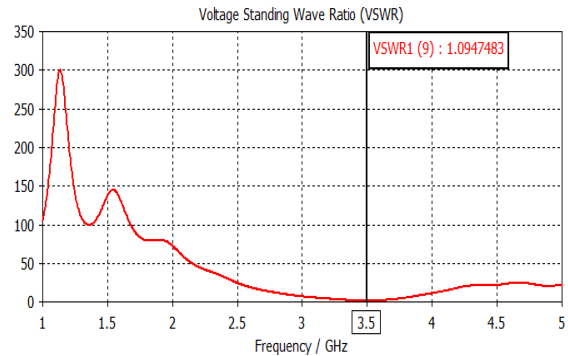
Simulasi antenna sebelum penambahan metode CRR memiliki *bandwidth* sebesar 208 MHz, sedangkan simulasi antenna setelah penambahan CRR memiliki *bandwidth* senilai 249 MHz. Selisih sebesar 41 MHz menunjukkan bahwa antenna dengan metode CRR memiliki *bandwidth* yang jauh lebih baik dari antenna sebelum penambahan metode CRR. Tabel 3. menunjukkan perbandingan S-Parameter sebelum dan sesudah penambahan metode CRR.

Tabel 3. Perbandingan S-Parameter

Parameter	Tanpa CRR	Dengan CRR
Freq	3.5 GHz	3.5 GHz
RI	-40.6822 dB	-26.89 dB
UFreq	3.6022 GHz	3.6141 GHz
LFreq	3.3942 GHz	3.3647 GHz
BW	208 MHz	249 MHz

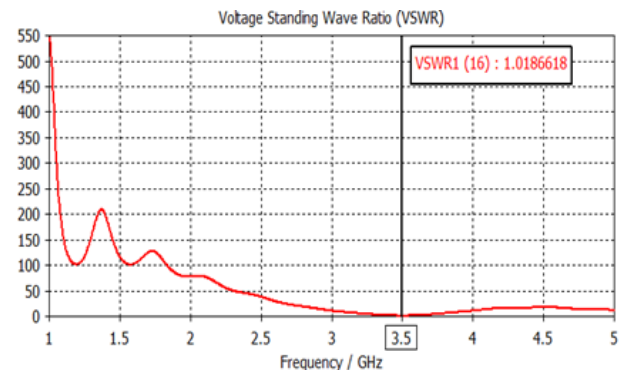
B. VSWR

Simulasi antenna sebelum penambahan metode CRR dihasilkan VSWR sebesar 1.0186618. Sedangkan setelah penambahan metode CRR dihasilkan VSWR sebesar 1.0947483.



Gambar 8. VSWR Simulasi Awal

VSWR antenna dikatakan baik apabila $1 < \text{VSWR} < 2$, semakin mendekati nilai 1 maka antenna memiliki kecocokan impedansi yang matching sempurna sehingga kinerja antenna semakin optimal. Berdasarkan data yang didapatkan VSWR antenna bernilai baik.



Gambar 9. VSWR Simulasi dengan CRR

Perbandingan VSWR sebelum dan sesudah penambahan metode CRR diilustrasikan pada Gambar 8 dan 9. Tabel 4. Menunjukkan perbandingan parameter VSWR sebelum dan sesudah penambahan metode CRR.

Tabel 4. Perbandingan S-Parameter

Parameter	Tanpa CRR	Dengan CRR
Freq	3.5 GHz	3.5 GHz
VSWR	1.0186618	1.0947483

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah diperoleh perancangan dan simulasi antenna mikrostrip dengan metode Complementary Rhombus Resonator (CRR) dengan frekuensi 3.5 GHz, *return loss* sebesar 26.89 dB dan VSWR sebesar 1.0947483.

Penambahan metode ini menghasilkan perbaikan parameter *bandwidth* antena menjadi 249 MHz dimana *bandwidth* meningkat sebesar 20% dari desain awal. Antena ini sudah memenuhi spesifikasi antena 5G yang bekerja pada band frekuensi n78.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih banyak kepada Politeknik Negeri Padang yang telah terlibat dalam memfasilitasi dan mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Yulianto, M. Haryanti, and S. T. Mt, "Perbaikan Dan Peningkatan Coverage Jaringan 4G LTE."
- [2] H. U. Mustakim, "Tantangan Implementasi 5G di Indonesia."
- [3] T. Trikolos, A. Sungkowo, R. R. Al Hakim, and A. Jaenul, "Kelebihan, Kekurangan, Peluang Teknologi 5G di Indonesia," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 43–49, Feb. 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i1.145.
- [4] Garg R and P. Bhartia, *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House, 2001.
- [5] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*. 2005.
- [6] D. PARAGYA and H. SISWONO, "3.5 GHz Rectangular Patch Microstrip Antenna with Defected Ground Structure for 5G," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 8, no. 1, p. 31, Jan. 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i1.31.
- [7] Y. K. Gultom, S. Alam, and I. Surjati, "Microstrip Antenna Reflection Coefficient with X Slot Addition Method for 5G Connection," *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, vol. 5, no. 2, pp. 532–544, Jan. 2022, doi: 10.31289/jite.v5i2.5944.
- [8] Y. G. Adhiyoga, T. N. Arifin, S. Iman, E. Wahyuningsih, D. Rusdiyanto, and A. Mahendra, "Highly Independent 5G Multiband Antenna using Circular Patch Structure," *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, vol. 21, no. 2, pp. 32–41, Dec. 2023, doi: 10.17933/bpostel.v21i2.364.
- [9] J. Jeevitha, G. Shine Let, H. V. Du John, and B. C. Pratap, "A Compact Hook-Shaped 3.5 GHz Microstrip Antenna for 5G Applications," *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 1, no. 5, pp. 90–92, 2023, doi: 10.15199/48.2023.05.16.
- [10] M. Vinoth and R. Vallikannu, "A compact triple slotted Rectangular Microstrip Patch Antenna with Metamaterial ground for Sub-6 GHz/5G communication," in *Proceedings - 2020 5th International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks, ICRCICN 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Nov. 2020, pp. 120–124. doi: 10.1109/ICRCICN50933.2020.9296184.
- [11] L. Tao *et al.*, "Bandwidth Enhancement of Microstrip Patch Antenna Using Complementary Rhombus Resonator," *Wirel Commun Mob Comput*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/6352181.

