Antena mikrostrip berpolarisasi lingkaran pada daerah *ultra high frequency* dan *super high frequency*

Nurjanijan Madhatillah¹, Hepi Ludyati², Bagus Edy Sukoco^{3*}, Yaya Sulaeman⁴

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia

^{3,4}Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Jl. Cisitu, Sangkuriang Bandung, Jawa Barat 40135, Indonesia

¹nurjanijan.madhatillah.tcom417@polban.ac.id, ²hepi.ludyati@polban.ac.id, ^{3*}Bagus.ppet@gmail.com,
⁴yayasulaeman@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa tahun terakhir terjadi peningkatan penggunaan teknologi komunikasi WiFi dan teknologi komunikasi 5G. Kedua teknologi tersebut akan terus melayani kebutuhan manusia secara simultan. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan sebuah peralatan yang mampu mengakomodasi kedua jaringan yang berada pada frekuensi kerja daerah *ultra high frequency* (UHF) dan *super high frequency* (SHF) tersebut dalam satu perangkat khususnya antena untuk meningkatkan efisiensi penggunaan perangkat. Pada makalah ini telah dilakukan perancangan dan simulasi sebuah antena yang bersifat *dual-band* menggunakan metode *multi-patch dual-frequency antennas*, serta penambahan metode *truncated corner* untuk menghasilkan polarisasi lingkaran. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa antena mikrostrip *dual-band* dengan metode *truncated corner* memiliki frekuensi kerja 2,378 MHz dan 3540,8 MHz, *bandwidth* minimal 50 MHz, pola radiasi *unidirectional*, *gain* minimal 3 dBi, dan *axial ratio* mendekati 1,00.

Kata kunci: *axial ratio, dual-band, multi-patch dual-frequency antennas, UHF, SHF*

ABSTRACT

In recent years there has been an increase in the use of WiFi communication technology and 5G communication technology. Both technologies will continue serve human needs simultaneously. Therefore, it is urgently needed equipment that can accommodate both networks that are in the working frequency of the *ultra high frequency* (UHF) and *super high frequency* (SHF) areas in one device, especially an antenna to increase the efficiency of the use of the device. In this paper, the design and simulation of a *dual-band* antenna have been carried out using the *dual-frequency multi-patch antenna* method, as well as the addition of the *truncated corner* method to produce circular polarization. From the simulation result, it is found that the *dual-band* microstrip antenna with the *truncated corner* method has a working frequency of 2.378 MHz and 3540.8 MHz, minimum bandwidth 80 MHz, *unidirectional* radiation pattern, and minimum gain 5dBi and *axial ratio* close to 1.00.

Keywords: *axial ratio, dual-band, multi-patch dual frequency antenna, UHF, SHF*

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan manusia akan teknologi komunikasi semakin tinggi. Saat ini dibutuhkan layanan telekomunikasi dengan kecepatan tinggi, handal, efisien dan efektif. Teknologi komunikasi saat ini yang sedang meningkat penggunaannya adalah teknologi komunikasi nirkabel (*wireless*). Teknologi ini menawarkan *wireless fidelity* (WiFi) [1] yang bekerja pada daerah *ultra high frequency* (UHF) dan teknologi generasi 5 (5G) [2] pada daerah *super high frequency* (SHF). Kedua teknologi ini memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing, namun dapat saling mendukung dalam sistem komunikasi jaringan *wireless*. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan sebuah peralatan yang mampu mengakomodasi kedua jaringan yang berada pada frekuensi kerja daerah UHF dan SHF tersebut dalam satu perangkat khususnya antena.

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena populer yang digunakan dalam sistem telekomunikasi. Antena mikrostrip memiliki keunggulan dimensi yang kecil, desain yang kuat, dan

mudah dimodifikasi [3]. Antena mikrostrip dengan sifat *dual-band* dapat menjadi solusi efisiensi agar antena mampu bekerja pada dua daerah frekuensi sekaligus dalam sebuah perangkat. Desain antena mikrostrip *dual-band* didapatkan dengan beberapa metode, yaitu *multi-patch dual-frequency antennas*, *orthogonal mode dual-frequency patch antennas*, dan *reactively-loaded dual-frequency patch antennas* [2]. Pada literatur [4], [5], dan [6] membuktikan bahwa penggunaan metode *multi-patch dual-frequency antennas* terbukti menghasilkan antena yang bekerja pada dua frekuensi dan penggunaan metode ini mudah untuk diimplementasikan. *Multi-patch dual-frequency antennas* adalah satu jenis antena mikrostrip yang mempergunakan lebih dari satu elemen antena dimana masing-masing elemen mempunyai frekuensi resonansi yang berbeda [4].

Umumnya antena mikrostrip menggunakan *FR4-Epoxy* dikarenakan mudah didapat dan harganya terjangkau namun permitivitas relatif yang dimiliki rendah. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perancangan dan simulasi menggunakan bahan substrat lainnya yaitu *rubber*. Subrat *rubber* ditujukan untuk penggunaan bahan yang ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan *rubber/karet* bekas, kemudian bahan yang digunakan bersifat lebih tahan lama. Terdapat beberapa penelitian seperti pada literatur [7] dan [8] yang juga menggunakan substrat berbahan *rubber* dengan jenis *rubber* yang berbeda-beda dan diterapkan pada aplikasi yang berbeda. Pada [7] dan [8] antena *patch* mikrostrip menggunakan substrat *rubber* dengan permitivitas pada 3,1 dan ketebalan 1,8 mm dikembangkan dengan *return loss* masing-masing pada -30,92 dB dan -18dB.

Penelitian ini mengusulkan rancangan antena mikrostrip berpolarisasi lingkaran pada daerah UHF dan SHF. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan antena mikrostrip yang bersifat *dual-band* dengan metode *multi-patch dual-frequency antennas* dengan substrat *rubber* dan untuk mendukung efektivitas antena mikrostrip dilakukan modifikasi untuk menghasilkan polarisasi lingkaran sehingga antena dapat menerima gelombang sinyal dari segala arah dengan metode *truncated corner*. Penggunaan metode *truncated corner* ini digunakan karena telah terbukti pada penelitian [9] dan [10] dimana nilai *axial ratio* yang dihasilkan kurang dari 3dB. Teknik pencatu yang digunakan adalah *proximity coupling* untuk memperlebar *bandwidth*, namun pada penelitian ini tidak akan bahas lebih lanjut.

2. METODE PENELITIAN

Pada antena ini digunakan substrat *rubber* yang memiliki nilai ketebalan substrat (h) 1 mm, permitivitas relatif (ϵ_r) 3 yang bersifat elastis, sedangkan *patch*, pencatu, dan *ground plane*-nya menggunakan kuningan dengan 0,2 mm dan konduktivitas $2,74 \times 10^7$ S/m. Adapun diagram alur perancangan antena ini diberikan pada Gambar 1 dan parameter antena yang ditargetkan ditampilkan dalam Tabel 1.

Gambar 1. Alur perancangan antena mikrostrip yang diusulkan

Tabel 1. Parameter antena mikrostrip

Parameter	Keterangan
Frekuensi kerja	2,4 GHz dan 3,5 Ghz
<i>Bandwidth</i>	≥ 50 MHz
<i>Return loss</i>	≥ 10 dB
<i>Gain</i>	≥ 3 dBi
<i>Axial ratio</i>	$1 \leq \text{Axial ratio} \leq 2$ atau mendekati 0 dB

2.1 Perhitungan Dimensi Antena

Pada subbab ini dilakukan perhitungan dimensi bagian-bagian antena mikrostrip yaitu *patch*, *microstrip line*, substrat, dan *ground plane* menggunakan persamaan matematik berdasarkan pada literatur [11]. Pada penelitian ini, adanya *fringing effect* diabaikan sehingga persamaan matematik untuk menghitung lebar dari *patch* antena (W_p) dan panjang *patch* antena (L_p) menggunakan persamaan (1) berikut.

$$W_p = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

dengan ϵ_r adalah konstanta dielektrik, c adalah kecepatan cahaya, dan f_r adalah frekuensi resonansi.

Persamaan matematik yang digunakan untuk menghitung lebar substrat dan *ground plane* antena (W_g) ditunjukkan pada Persamaan (2) dan persamaan matematik yang untuk menghitung panjang substrat antena dan *ground plane* antena (L_g) ditunjukkan pada Persamaan (3) berikut ini.

$$W_g = 6h + W_p \quad (2)$$

$$L_g = 6h + L_p + L_f \quad (3)$$

dengan L_f adalah panjang saluran.

Persamaan matematik untuk menghitung lebar saluran mikrostrip 50 Ohm (W_f) ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right] \quad (4)$$

dimana

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

dengan Z_0 adalah impedansi saluran.

Persamaan matematik untuk menghitung panjang saluran mikrostrip 50 Ohm (L_f) ditunjukkan pada Persamaan (6).

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g \quad (6)$$

dimana

$$\lambda_g = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (7)$$

$$\lambda_o = \frac{c}{f} \quad (8)$$

dengan λ_o adalah panjang gelombang dan λ_g adalah panjang gelombang *guide* pada saluran.

Polarisasi lingkaran pada antena mikrostrip ini didapatkan dengan metode *truncated corner*, yaitu pemotongan pada sudut *patch* persegi secara melintang sebesar 45° . Persamaan (9) digunakan untuk menghitung ukuran *truncated corner* [12].

$$x = y = \frac{1}{2} \times \sqrt{2} \times r \quad (9)$$

dimana

$$r = \frac{1}{4} L_p \quad (10)$$

dengan x adalah sisi depan, y adalah sisi samping, dan r adalah sisi miring.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dipaparkan hasil dari simulasi yang telah dilakukan. Pada antena mikrostrip ini terdiri dari dua lapisan. Lapisan pertama merupakan substrat dan *patch* yang telah ditambah metode *truncated corner* dan lapisan kedua merupakan substrat, *microstrip line*, dan *ground plane*. Untuk desain dari antena yang telah disimulasikan diperlihatkan pada Gambar 2 dengan detail nilai dimensi antena yang dirangkum pada Tabel 2.

Gambar 2. Desain antena mikrostrip *dual-band* dengan penambahan metode *truncated corner*:
 (a) tampak dari atas lapisan 1, (b) tampak dari samping, (c) tampak dari atas lapisan 2, (d) tampak dari bawah lapisan 2

Tabel 2. Dimensi antena mikrostrip setelah dioptimasi

Keterangan	Simbol	Ukuran dimensi (mm)
Tebal substrat	h	1,00
Tebal tembaga	t	0,15
Lebar dan panjang <i>patch</i> 2,4 GHz	W_{p1} / L_{p1}	36,3
Lebar dan panjang <i>patch</i> 3,5 GHz	W_{p2} / L_{p2}	25,5
Lebar substrat dan <i>ground plane</i>	W_g	106,05
Panjang substrat dan <i>ground plane</i>	L_g	73,3
Lebar saluran 50 Ohm 2,4 GHz dan 3,5GHz	W_{f1} / W_{f2}	3
Panjang saluran 50 Ohm 2,4 GHz	L_{f1}	24
	L_{f11}	18,7
Panjang saluran 50 Ohm 3,5 GHz	L_{f2}	18,3
	L_{f22}	18,7
Lebar saluran 70,7 Ohm	W_{f3}	1,55
Panjang saluran 70,7 Ohm	L_{f3}	23
Lebar saluran <i>input</i>	W_{f4}	3
Panjang saluran input 50 Ohm	L_{f4}	8
Lebar saluran 50 Ohm 2,4 GHz dan 3,5GHz	W_{f1} / W_{f2}	3
Panjang saluran 50 Ohm 2,4 GHz	L_{f1}	24

3.1 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Dual-Band*

Pada subbab dipaparkan hasil simulasi antena mikrostrip *dual-band*. Terdapat beberapa parameter yang dilakukan simulasi yaitu parameter- S_{11} , *gain*, dan *axial ratio*. Hasil simulasi antena mikrostrip berupa grafik parameter- S_{11} ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini.

Gambar 3. Grafik parameter- S_{11} fungsi frekuensi dari antena mikrostrip *dual-band*

Gambar 3 menunjukkan nilai *return loss* yang didapatkan antena mikrostrip ini bernilai 24,18 dB pada frekuensi 2,378 MHz dan 24,42 dB pada frekuensi 3540,8 MHz. Nilai *bandwidth* didapatkan dengan cara menghitung selisih frekuensi atas dan frekuensi bawah pada *return loss* 10 dB, sehingga berdasarkan hasil simulasi didapatkan nilai *bandwidth* 50,3 MHz dan 183 MHz pada *return loss* 10 dB

berturut-turut pada frekuensi UHF dan SHF. Hasil tersebut telah memenuhi parameter yang ditargetkan namun terjadi pergeseran frekuensi akibat penambahan metode *truncated corner* namun tidak signifikan.

Gambar 4. Pola radiasi dan gain antena mikrostrip: (a) frekuensi 2,4 Ghz, (b) frekuensi 3,5 Ghz

Gambar 4 menunjukkan antena mikrostrip yang dirancang memiliki pola radiasi *unidirectional*. Pada daerah UHF antena mikrostrip ini menghasilkan nilai *gain* sebesar 6,33 dBi, sedangkan pada daerah SHF antena ini menghasilkan nilai *gain* sebesar 7,02 dBi. Nilai *gain* tersebut telah memenuhi parameter yang ditargetkan yaitu > 3 dBi.

Gambar 4. Grafik axial ratio dari antena mikrostrip dual-band

Gambar 4 menunjukkan nilai *axial ratio* yang dihasilkan antena mikrostrip. Nilai *axial ratio* ini merupakan perbandingan magnitudo medan listrik di arah vertikal ($\phi = 0$ derajat) terhadap magnitudo medan listrik di arah horizontal ($\theta = 0$ derajat) yang keduanya saling tegak lurus dan tegak lurus pula dengan arah propagasi gelombang yang dihasilkan oleh antena. Pada kondisi ideal, nilai *axial ratio* dari sebuah antena berpolarisasi lingkaran adalah 0 dB atau 1,0. Namun untuk tataran praktis, kondisi ideal tersebut sulit didapatkan, sehingga disepakati bahwa *axial ratio* < 3 dB sudah dapat dikatakan berpolarisasi lingkaran [11]. Pada daerah UHF dan SHF berturut-turut dihasilkan nilai *axial ratio* 1,3569 dB dan 1,5189 dB, yang mana nilai tersebut telah memenuhi syarat berpolarisasi lingkaran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi antena mikrostrip yang didapatkan maka disimpulkan bahwa antena mikrostrip dapat bekerja pada dua daerah frekuensi, yaitu pada daerah UHF pada frekuensi 2353-2403 MHz yang memiliki frekuensi tengah 2378 MHz dan daerah SHF pada frekuensi 3397-3582 MHz yang memiliki frekuensi tengah 3540,8 MHz. Hasil simulasi didapatkan nilai *bandwidth* pada daerah UHF dan SHF berturut-turut 50,3 MHz dan 183 MHz. Antena ini memiliki nilai *gain* sebesar 6,33 dBi pada daerah UHF dan 7,02 dBi pada daerah SHF serta memiliki nilai *axial ratio* ≤ 3 dB, sehingga dapat dikatakan antena ini berpolarisasi lingkaran. Dengan demikian, penelitian ini telah memenuhi parameter antena yang ditargetkan. Terdapat beberapa saran seperti penggunaan jenis *patch* lingkaran atau segitiga, jenis substrat yang lain, serta metode lain untuk menghasilkan antena bersifat *dual-band* sebagai bahan pembandingan untuk pengembangan dalam penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyelesaian penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bandung atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

REFERENSI

- [1] A. Meodia and M. R. D. Putri, "Penggunaan Wifi secara global meningkat selama pandemi corona," 1 April 2020. [Online]. Available: WWW.anatarnnews.com. [Diakses 3 Maret 2021].
- [2] "Ericsson Mobility Report: More than half a billion 5G subscriptions by the end of 2021," Telefonaktiebolaget LM Ericsson 1994-2021, 16 Juni 2021. [Online]. Available: www.ericson.com. [Diakses 11 Juli 2021].
- [3] H. Hafidzah, "Perbandingan Desain Antena Mikrostrip Patch Tunggal," *Jurnal Ilmiah Teknologi Rekayasa*, vol. 21, no. 1, pp. 32-40, 2016.

-
- [4] R. R. K. Nisa, A. Atmaja, and H. Nugroho, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Segiempat Dual Band Dengan Menggunakan Teknik Pencatutan Proximity Coupled," *Jurnal JIT*, vol. 3, no. 1, pp. 57-68, 2019.
 - [5] A. Atmaja, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dual Band untuk Aplikasi LTE dan Wimax Menggunakan Teknik Pencatutan Proximity Coupled," in *Prosiding SENTER 2019: Seminar Nasional Teknik Elektro 2019*, 2019, pp. 211-219.
 - [6] F. Deriko and A. H. Rambe, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Array Patch Segiempat Dual-Band (2,3 GHz dan 3,3 GHz) Dengan Pencatutan Proximity Coupled," *SINGUDA ENSIKOM*, vol. 12, no. 32, pp. 18-22, 2015.
 - [7] J. S. Chougule and D. U. V. Wali, "Design of Flexible Microstrip Antenna for Wearable Application," *International Journal for Research in Emerging Science and Technology*, vol. 2, no. 6, p. 144-147, 2015.
 - [8] J. Kurian, U. Rajan, and S. K. Sukumaran, "Flexible microstrip patch antenna using rubber substrate for WBAN applications," *International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*, 2014, pp. 983-986.
 - [9] A. Syah and W. Hendrik, "Perancangan Antena Mikrostrip Truncated Corner Untuk Aplikasi Lte 2.300 Mhz Dengan Polarisasi Melingkar," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 06, no. 24, pp. 381-388, 2017.
 - [10] N. Kanawat and M. Kamon, "Corner Truncated Patch Circularly Polarized Antenna for UHF RFID Applications," in *International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB16)*, Thailand, 2018, pp. 433-436.
 - [11] C. A. Balanis, *Antenna Theory Third Edition*, Canada: John Wiley Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2005.
 - [12] M. Z. Zulfikar, H. Ludyati, and D. Saefudin, "Antena Mikrostrip MIMO 4x4 Frekuensi 1800MHz dengan Dielektrik Artifisial," *Prosiding 11th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, vol. 11, no. 1, 2020, pp. 656-662, 2020.