

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular Untuk Aplikasi 5G

Diana Muttia Handika

Universitas Pancabudi, Indonesia

Received: 1 June 2022

Accepted: 6 June 2022

Published: 09 June 2022



Kata Kunci: 5G, Antena mikrostrip

DSI: Jurnal Data Science Indonesia is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak : Pada paper ini dirancang antena mikrostrip circular yang bekerja pada frekuensi resonansi 26 GHz dan 38 GHz. Frekuensi ganda dibangkitkan dengan menambahkan U-slot pada bidang patch, kemudian penyesuaian ketinggian bertingkat pada slot untuk mendapatkan frekuensi tengah yang diinginkan. Hasil simulasi dari rancangan mikrostrip circular untuk frekuensi 26 GHz diperoleh nilai return loss -21,75 dB, VSWR 1,17 dan bandwidth 236 MHz, sedangkan pada frekuensi 38 GHz return loss -25,49 dB, VSWR 1,11 dan bandwidth 719 MHz. Nilai gain sebesar 8,12 dBi dengan pola radiasi unidirectional. Hasil rancangan telah memenuhi standar antenna untuk jaringan 5G, dengan radius (a) = 3,14 mm dapat diaplikasikan pada perangkat komunikasi nirkabel yang membutuhkan miniaturisasi antenna

PENDAHULUAN

Gelombang millimeter (mmWave) merupakan pita frekuensi radio tertinggi berada di band frekuensi 30 GHz – 300 GHz. Ekplorasi mmWave untuk jaringan komunikasi seluler pita lebar sebagai solusi kekurangan bandwidth yang dihadapi operator nirkabel secara global [1]. International Telecommunication Union (ITU) World Radiocommunication Conference (WRC) 2019 menetapkan tiga pita frekuensi baru di mmWave untuk 5G yaitu 26 GHz, 40 GHz, dan 66 GHz. Jaringan 5G di beberapa negara sudah mulai digunakan dan dikembangkan untuk mendukung perkembangan industri IoT saat ini. Indonesia saat ini belum secara resmi mengadopsi jaringan 5G, namun apabila layanan tersebut akan diimplementasikan, band frekuensi 26 GHz adalah yang paling memungkinkan digunakan untuk 5G di Indonesia karena relatif kosong dibandingkan band frekuensi lain [2]. Dalam komunikasi nirkabel peranan antena sangat penting untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik [3]. Model rancangan antena mikrostrip yang beroperasi dual band 26 GHz dan 38 GHz dibuat untuk aplikasi jaringan komunikasi 5G di Indonesia. Beberapa literatur menjelaskan bahwa penambahan beban U-Slot dapat menghasilkan dua frekuensi yang berbeda [4]. Telah banyak penelitian menggunakan teknik U-slot dalam pembuatan antena mikrostrip untuk aplikasi wideband [5, 6, 7]. Target dari perancangan adalah dimensi antena yang dibuat sekecil mungkin namun tetap memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan, sehingga dapat digunakan pada perangkat komunikasi yang portabel dan compact. Kinerja antena yang diukur adalah return loss, VSWR, gain, Bandwidth, dan pola radiasi menggunakan software CST Studio Suite.

TINJAUAN LITERATUR

Dalam merancang sebuah antena, dibutuhkan beberapa parameter yang menjadi perhatian. Untuk merancang sebuah antena mikrostrip, juga dibutuhkan beberapa parameter, yaitu sebagai berikut :

1. Dimensi Antena

Langkah awal dalam merancang antena adalah menentukan bentuk dari patch serta dimensi patch tersebut. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, masing-masing bentuk antena memiliki rumusan matematis untuk menentukan dimensi dari patch tersebut.

Selain bentuk dan dimensi patch, jenis substrat serta ketebalan dari substrat juga menjadi hal yang penting. Dengan menentukan jenis substrat yang terbuat dari bahan dielektrik dan tentu memiliki konstanta dielektrik.

Dengan menggunakan nilai konstanta dielektrik dari bahan yang digunakan serta ketebalan bahan dielektrik tersebut, secara matematis dapat ditentukan ukuran-ukuran yang diperlukan dalam merancang patch antena mikrostrip.

2. Impedansi Input

Impedansi Input adalah adalah rasio tegangan dengan arus pada pasangan terminal atau rasio dari komponen yang bersesuaian dari medan listrik dengan medan magnetik pada suatu titik. Perbandingan tegangan dan arus pada terminal-terminal tanpa beban, memberikan impedansi masukan sebesar Persamaan 1.

$$Z_A = R_A + jX_A \quad (1)$$

Dimana Z_A : = impedansi antena (Ω)

R_A = resistansi antena (Ω)

X_A = reaktansi antena (Ω)

3. VSWR (Voltage Wave Standing Ratio)

VSWR merupakan perbandingan antara amplitud gelombang berdiri (standing wave) maksimum $|V_{max}|$ dan minimum $|V_{min}|$. Standing wave dihasilkan akibat adanya interferensi antara gelombang refleksi dan gelombang maju. Gelombang refleksi timbul akibat adanya perbedaan impedansi antara saluran transmisi dan pengirim. Sehingga besarnya gelombang berdiri (standing wave) bergantung pada besarnya daya dari gelombang refleksi. VSWR dapat dirumuskan dalam Persamaan 2 dan 3.

$$VSWR = (1 + \Gamma) / (1 - \Gamma) \quad (2)$$

Dimana,

$$\Gamma = (Z_{in} - Z_0) / (Z_{in} + Z_0) \quad (3)$$

Z_{in} = Impedansi input antena dan Z_0 merupakan karakteristik saluran transmisi

4. Bandwidth

Bandwidth adalah salah satu parameter yang penting dalam perancangan antena. Sebuah antena dirancang dapat bekerja pada Wideband ataupun Narrowband tergantung dari kebutuhan akan bandwidth. Bandwidth merupakan parameter antena yang menunjukkan batas minimum dan maksimum frekuensi dimana antena masih dapat bekerja secara optimal. Nilai dari antena dapat dipengaruhi oleh matching impedance dari antena tersebut, sehingga dalam merancang antena diperlukan perhatian mengenai matching impedance. Bandwidth dapat didefinisikan secara matematis dengan Persamaan 4.

$$B_w = (f_h - f_l) / f_c \times 100\% \quad (4)$$

Dimana :

B_w = Rasio Bandwidth f_l = Frekuensi Bawah

f_h = Frekuensi Atas f_c = Frekuensi Tengah

5. Return Loss

Return Loss didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan yang datang atau yang direfleksikan dengan tegangan yang keluar. Perbandingan tersebut dinamakan koefisien refleksi tegangan yang dilambangkan dengan Γ . Untuk koefisien refleksi dapat juga dinyatakan dengan Persamaan 5.

$$\Gamma = V_r / V_i \quad (5)$$

Parameter return loss dapat juga dikatakan sebagai rugi-rugi pada transmisi, dikarenakan tidak seimbangannya impedansi karakteristik dengan impedansi beban. Return loss pada antena yang memenuhi spesifikasi adalah return loss yang bernilai < -10 dB. Maka semakin negatif nilai return loss maka semakin baik karena semakin sedikit rugi-rugi yang terjadi, hingga perangkat seperti antenna dapat bekerja dengan baik. Untuk mencari nilai parameter Return Loss diperoleh dengan Persamaan 6.

$$RL = 20 \log \Gamma \quad (6)$$

Dimana

Γ = koefisien pantul

V_r = tegangan gelombang pantul (reflected wave)

V_i = tegangan gelombang maju (incident wave)

RL = return loss (dB)

METODE PENELITIAN

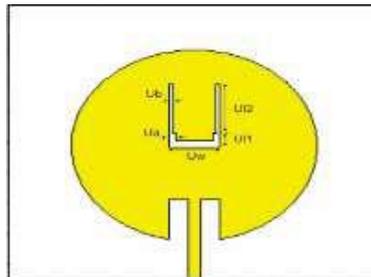
Dalam menentukan model rancangan antenna mikrostrip circular untuk mendapatkan dimensi antenna yang minimalis yang beroperasi pada frekuensi 26 GHz dan 38 GHz perlu pertimbangan pemilihan bahan substrat. Bahan substrat yang digunakan jenis Taconic TLY-5 yang memiliki permitivitas baik dan kemampuannya bekerja pada frekuensi yang tinggi (mmWave), dengan spesifikasi pada Tabel 1. Pemilihan ketebalan substrat akan mempengaruhi dimensi antenna keseluruhan, semakin tebal substrat yang dipilih, nilai efisiensi dan gain mikrostrip semakin besar, begitu sebaliknya.

Adapun spesifikasi parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Antena

Jenis Substrat	Epoxy FR4
Konstanta Dielektrik	2,2
Dielektrik Loss Tangen	0,009
Ketebalan Substrat	0,13 mm

Penambahan beban U-slot pada bidang patch untuk mendapatkan desain antenna pada frekuensi kerja 26 GHz dan 38 GHz seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Geometri antenna dengan U-slot

Penambahan beban U-slot pada bidang patch untuk mendapatkan desain antenna pada frekuensi kerja 26 GHz dan 38 GHz. Dimensi antenna hasil simulasi pada Tabel 2.

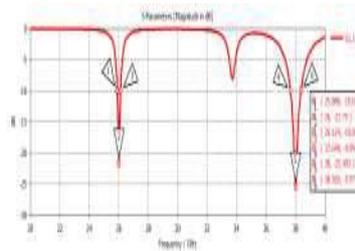
Tabel 2. Dimensi antenna dengan U- slot hasil simulasi

Parameter Antena	Dimensi (mm)	Keterangan
a	3,147	Jari-jari patch
Lf	4,38	Panjang saluran pencatu
Ls,Lg	9	Panjang substrat dan ground
Wf	0,304	Lebar saluran
Ws,Wg	9,5	Lebar substrat dan ground
X0	0,5	Lebar e-shaped
Y0	1,39	Panjang e-shaped
Uw	1,688	Lebar U-Shaped
U11	0,454	Panjang U-Shaped tingkat 1
U12	1,6	Panjang U-Shaped tingkat 2
Ua	0,192	Lebar U-Shaped tingkat 1
Ub	0,096	Lebar U-Shaped tingkat 1

Pemberian beban U-Slot pada patch mengakibatkan pergeseran frekuensi resonansi [7], sehingga penyesuaian jari-jari patch dilakukan untuk mendapatkan frekuensi kerja yang ditetapkan. Ukuran substrat dan groundplane sama dan turut menyesuaikan dengan jari-jari patch yang lebih besar dibandingkan desain antenna tanpa beban U-slot. Penyesuaian sifat dual band dengan cara mengubah-ubah panjang U-shaped bertingkat (UI1 dan UI2).

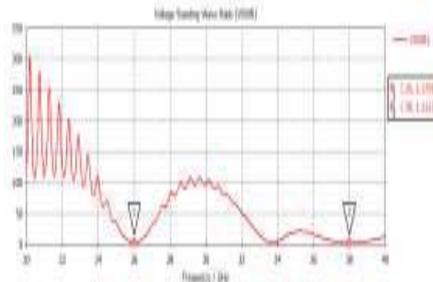
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan simulasi CST pada Gambar 2 menunjukkan nilai S11 sebesar -21,75 dB pada frekuensi 26 GHz dan -25,49 dB pada frekuensi 38 GHz.



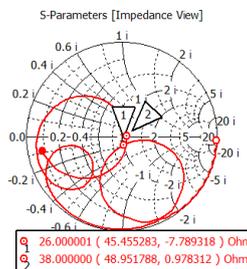
Gambar 2 Grafik S11 dengan U-slot

Nilai VSWR yang ditunjukkan Gambar 3 sebesar 1,18 pada frekuensi 26 GHz dan pada frekuensi 38 GHz nilai VSWR-nya sebesar 1,11. Dari nilai-nilai tersebut bahwa rancangan antenna dual frekuensi dapat bekerja optimum sesuai parameter yang ditetapkan, yaitu pada nilai return loss ≤ 10 dB dan VSWR ≤ 2 . Besarnya bandwidth pada frekuensi 26 GHz adalah $(26.126 - 25.888)$ MHz = 238 MHz, sedangkan pada frekuensi 38 GHz bandwidthnya adalah $(38.369 - 37.468)$ MHz = 721 MHz.



Gambar 3 Grafik VSWR Berdasarkan Simulasi

Hasil impedansi yang baik dengan menghasilkan nilai impedansi masukan mendekati impedansi karakteristik saluran transmisi 50 Ω (kondisi matching), yaitu mendekati titik tengah lingkaran dari grafik smithchart yang merupakan representasi dari impedansi masukan 50 Ω seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Smith Chart Impedansi Masukan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada alat penyiraman taman berbasis solar cell, maka dapat disimpulkan bahwa pada tugas akhir ini berhasil dirancang dan disimulasi antenna mikrostrip circular dengan U-slot, yang memiliki dimensi antenna kecil. Penambahan beban U-slot pada patch membuat antenna

beresonansi pada 2 frekuensi yang berbeda. Antena dapat bekerja pada frekuensi 26 GHz dan 38 GHz, serta memiliki nilai return loss, VSWR yang baik sehingga dapat diaplikasikan pada teknologi 5G.

REFERENCES

- [1] Teguh.F., Sabdo.P., Feti.F., Tri.H.F.N, "Antena Mikrostrip Rectangular Patch 1575,42 MHz dengan Polarisasi Circular untuk Receiver GPS", *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 4(4), hlm.20-25, 2019.
- [2] Budi, "Perancangan Antena Mikrostrip Dipole dengan Fraktal Koch Pada Frekuensi 453 MHz", Universitas Medan Area, 2017.
- [3] C.A.Baanis,"Antenna Theory Analysis And Design Fourth Edition, Canada; Jhon Wiley & Sos], Inc, 2016
- [4] R.Fernandez,"Penggunaan Dual-Layer Substrare untuk Meningkatkan Bandwidth Antenna Mikrostrip pada Frekuensi LTE", Universitas Andalas, 2018.
- [5] A.S.Sukri,"Rancang Bangun Antena Mikrostrip Biquad", Universitas Sumatera Utara,2018.
- [6] M.U.S.d.T Iqbal, "Implementasi Antena Wifi Sebagai Alterantif Penggunaan Antena", Institut Teknologi Telkom, 2017.
- [7] E.Andrea Wijaya, "Rancang Bangun Antena Omnidirectional", Politeknik Negeri Balikpapan, 2017.
- [8] Y.Rahayu, M.Kurniati, I.L.Qodriyah, "Antena Mikrostrip Biosensor untuk Deteksi Virus pada Darah", *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, dan Teknik Eletronika*, 9(3), hlm.604-618, 2021.
- [9] Marchellia, A.B.Simanjuntak, H.Madiawati, "Desain Antena Mikrostrip Persegi Menggunakan Kombinasi U-Slot dan Elemen Parasitik pada Frekuensi 2,4GHz", *Prociding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2021.
- [10] S.Alam, N.M. Rizka, I, Surjati dan P.D. Marlina, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Rectangular dengan Metode Parasitic untuk Meningkatkan Bandwidth", *Jurnal Tekrika*, 5(1), hlm. 1-5, 2020.