

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP CIRCULAR DENGAN U-SLOT UNTUK APLIKASI 5G DI INDONESIA

Oleh :

Bloko Budi Rijadi

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.

Kata-kata Kunci : *antena mikrostrip, circular, 5G*

1. PENDAHULUAN

Gelombang millimeter (mmWave) merupakan pita frekuensi radio tertinggi berada di band frekuensi 30 GHz – 300 GHz. Eksplorasi 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.

2. KONFIGURASI MODEL ANTENA

Dalam menentukan model rancangan antena mikrostrip *circular* untuk mendapatkan dimensi antena 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 [8]. Pemilihan ketebalan substrat akan mempengaruhi dimensi antena keseluruhan, semakin tebal substrat yang dipilih, nilai efisiensi dan gain mikrostrip semakin besar, begitu sebaliknya [9].

Tabel 1. Spesifikasi Substrat Taconic-TLY 5

Parameter	Nilai
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	2,2
Rugi Tangensial ($\tan \delta$)	0,009
Tebal dielektrik (h)	0,13 mm

Untuk mendapatkan dimensi elemen peradiasi *circular patch*, dengan mengitung jari-jari

menggunakan persamaan-persamaan berikut [3]:

$$\alpha = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left(\ln \frac{\pi F}{2h} + 1,7726\right)\right\}^2} \quad (1)$$

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

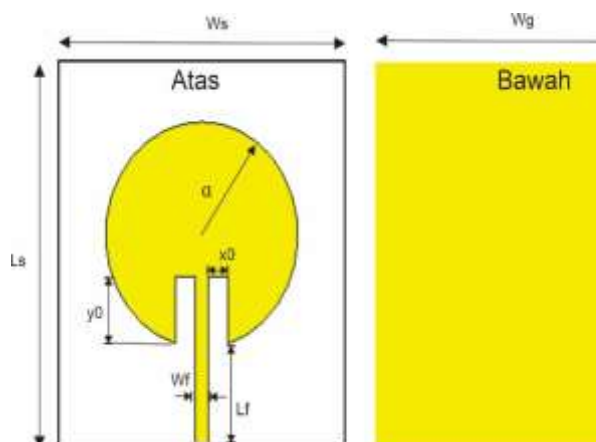
Sedangkan untuk mendapatkan lebar pecatu microstrip *line feed* dengan menggunakan persamaan [3] :

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (3)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{50\sqrt{4,4}} \quad (4)$$

3. DESAIN DAN SIMULASI TANPA SLOT

Perancangan antenna mikrostrip *circular* konvensional diperlihatkan pada gambar 1, radius patch antenna (α) 1,88 mm diperoleh melalui persamaan (1) dan (2). Saluran transmisinya adalah pecatuan langsung dengan menggunakan *inset feed* dan nilai karakteristik impedansinya 50Ω , lebar saluran pecatu (W) 0,4 mm diperoleh menggunakan persamaan (3) dan (4). Bahan konduktor untuk *patch* dan *groundplane* menggunakan tembaga dengan ketebalan 0,035 mm. Optimasi dilakukan dengan melakukan iterasi terhadap jari-jari patch antenna dan panjang *inset feed* untuk mendapatkan kinerja antenna yang diharapkan. Dimensi antenna hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 2.

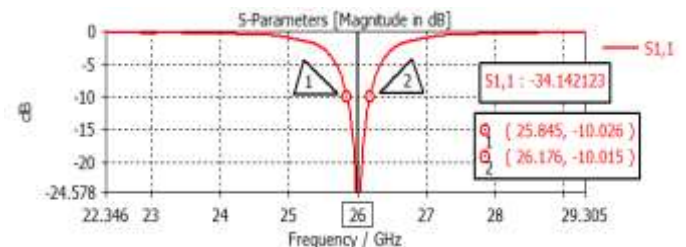


Gambar 1 Geometri antenna tanpa slot

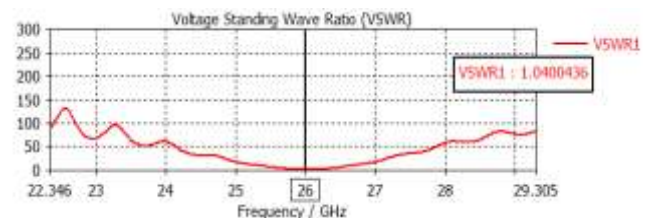
Tabel 2. Dimensi antenna tanpa slot hasil simulasi

Parameter Antena	Keterangan	Dimensi (mm)
α	Jari-jari patch	2,364
Lf	Panjang saluran pecatu	4,38
Ls, Lg	Panjang substrat dan ground	8
Wf	Lebar saluran	0,304
Ws, Wg	Lebar substrat dan ground	7
x0	Lebar E-shaped	0,5
y0	Panjang E-shaped	1,49

Dari simulasi menggunakan CST diperoleh nilai S_{11} dan VSWR yang ditampilkan bentuk grafik pada gambar 2 dan 3. Gambar 2 menunjukkan nilai S_{11} sebesar -34,14 dB, nilai VSWR sebesar 1,04 pada gambar 3, dan antenna memiliki bandwidth sebesar 331 MHz pada rentang frekuensi 25,845 GHz sampai 26,176 GHz.



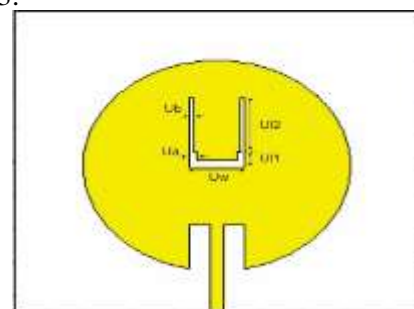
Gambar 2 Grafik S_{11} tanpa slot



Gambar 3 Grafik VSWR tanpa slot

4. DESAIN DAN SIMULASI DENGAN U-SLOT

Penambahan beban U-slot pada bidang patch untuk mendapatkan desain antenna pada frekuensi kerja 26 GHz dan 38 GHz seperti terlihat pada gambar 4. Dimensi antenna hasil simulasi pada tabel 3.



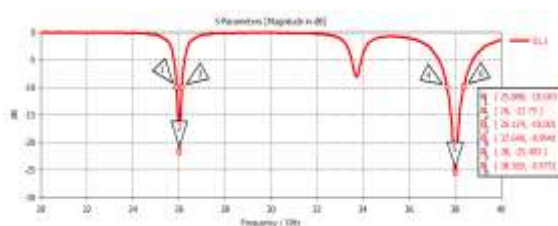
Gambar 4 Geometri antenna dengan U-slot

Tabel 3. Dimensi Antena Dengan U-Slot Hasil Simulasi

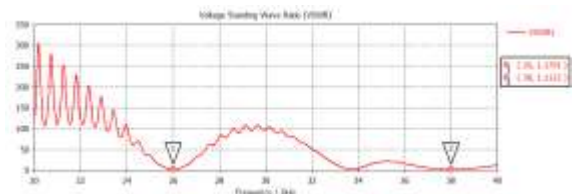
Parameter Antena	Keterangan	Dimensi (mm)
α	Jari- jari patch	3,147
Lf	Panjang saluran pecatu	4,38
Ls, Lg	Panjang substrat dan ground	9
Wf	Lebar saluran	0,304
Ws, Wg	Lebar subtrat dan ground	9,5
x0	Lebar E-shaped	0,5
y0	Panjang E-shaped	1,39
Uw	Lebar U-Shaped	1,688
U11	Panjang U-shaped tingkat 1	0,454
U12	Panjang U-shaped tingkat 2	1,6
Ua	Lebar U-shaped tingkat 1	0,192
Ub	Lebar U-shaped tingkat 2	0,096

Pemberian beban U-Slot pada patch mengakibatkan pergeseran frekuensi resonansi [10], 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 antena tanpa beban U-slot. Penyesuaian sifat *dual band* dengan cara mengubah-ubah panjang U-shaped bertingkat (U11 dan U12).

Berdasarkan simulasi CST pada gambar 5 menunjukkan nilai S_{11} sebesar -21,75 dB pada frekuensi 26 GHz dan -25,49 dB pada frekuensi 38 GHz. Nilai VSWR yang ditunjukkan gambar 6 sebesar 1,18 pada frekuensi 26 GHz dan pada frekuensi 38 GHz nilai VSWR-nya sebesar 1,11. Dari nilai-nilai tersebut bahwa rancangan antena 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 $(26.126 - 25.888)\text{MHz} = 238$ MHz, sedangkan pada frekuensi 38 GHz bandwidthnya adalah $(38.369 - 37.468)\text{MHz} = 721$ MHz.

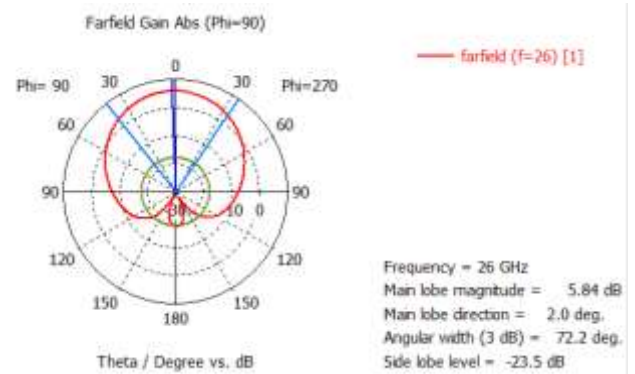


Gambar 5. Grafik S_{11} dengan U-slot

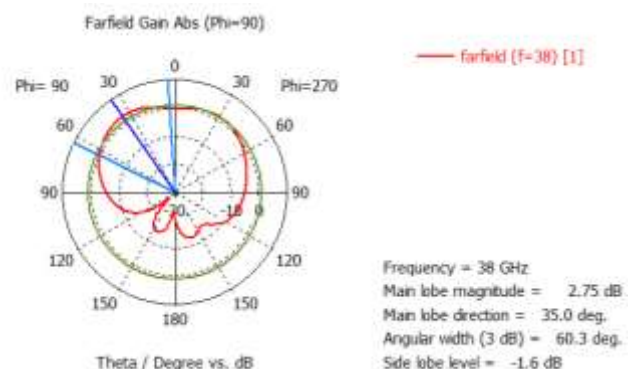


Gambar 6. Grafik VSWR tanpa slot

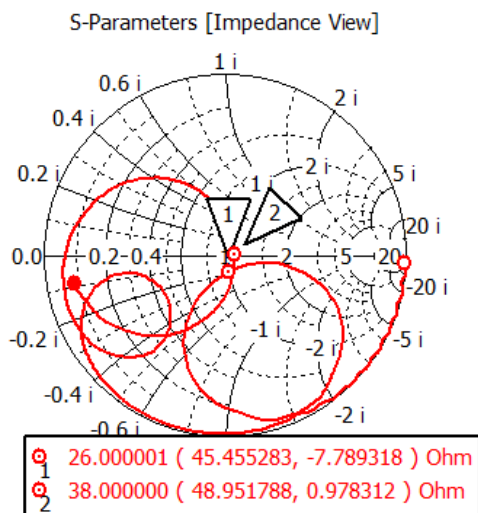
Gambar 7 dan 8 menunjukkan bentuk dari pola radiasi secara simulasi yaitu unidirectional, dimana pada frekuensi 26 GHz antena memiliki arah pancar maksimum pada sudut 2° dengan gain 5,84 dB, sedangkan pada frekuensi 38 GHz arah pancar maksimum pada sudut 35° dengan gain 2,75 dB. Nilai impedansi masukan simulasi pada frekuensi 26 GHz adalah $(45,455-j7,789) \Omega$ dan pada frekuensi 38 GHz dengan nilai impedansi $(48,951+j0,978) \Omega$. Gambar 9 menunjukkan hasil impedansi yang baik dengan menghasilkan nilai impedansi masukan mendekati impedansi karakteristik saluran transmisi 50Ω (kondisi matching), yaitu mendekati titik tengah lingkaran dari grafik smithchart yang merupakan representasi dari impedansi masukan 50Ω .



Gambar 7. Pola Radiasi Frekuensi 26 GHz



Gambar 8. Pola Radiasi Frekuensi 38 GHz



Gambar 9. Grafik Smith Chart Impedansi Masukan

5. KESIMPULAN

Pada paper ini berhasil dirancang dan disimulasi antena mikrostrip circular dengan U-slot, yang memiliki dimensi antena kecil. Penambahan beban U-slot pada patch membuat antena 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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. Rappaport *et al.*, "Millimeter Wave Mobile Communications for 5G Cellular: It Will Work!," in *IEEE Access*, vol. 1, pp. 335-349, 2013.
- [2] Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika RI No. 13 Tahun 2018 Tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia.
- [3] Indra Surjati, Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya, Universitas Trisakti, Juni, 2010.

- [4] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Willey & Sons, New York, 2005
- [5] Arshad Wahab, Jiadong Xu, "U-Slot Circular Patch Antenna for WLAN Application", *Telkomnika Indonesian Journal of Electrical Engineering*, Vol. 14, No. 2, May, 2015, pp. 323 - 328.
- [6] Nagraj K. Kulkarni, "Two Element U-Slot Loaded Circular Microstrip Array Antenna for WLAN Application", *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology (IJECET)*, Vol. 5, February, 2014, pp. 98 -102.
- [7] Sharma et al., "Design and Analysis of U-Slot Loaded Circular Microstrip Patch Antenna for Dual Frequency Wide Band Operation", *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology (IJESRT)*, August, 2016.
- [8] Taconic High Performance Laminate Properties, www.taconic-add.com
- [9] M. Fuad Hasan, Darjat, Ajub Ajulian Zahra, "Simulasi Antena Mikrostrip Bidang Segiempat Tunggal Dengan Software Matlab", *TRANSIENT*, Vol. 2, No. 3, September, 2013. ISSN: 2302-9927, 806
- [10] Kai Fong lee et al., "The Versatile U-Slot Patch Antenna", *IEEE Antennas & Propagation*, Vol. 52, No.1, February, 2010

PENULIS :

Bloko Budi Rijadi, ST., MT. Staf Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan, Bogor