

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2x2 UNTUK KANDIDAT KOMUNIKASI 5G PADA FREKUENSI 28 GHz

Muhammad Arsyad¹⁾, Bambang Setia Nugroho²⁾, Budi Syihabuddin³⁾

^{1),2),3)}Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No.1 Ters. Buah Batu Bandung 40257
Email : muh.arsyad11@gmail.com

Abstrak . Penelitian ini membahas tentang desain antenna susunan pada frekuensi 28 GHz sebagai salah satu kandidat frekuensi yang akan digunakan pada komunikasi 5G. Antena yang di desain adalah antenna mikrostrip MIMO 2x2 berbentuk patch persegi panjang dengan menggunakan Rogers RT/duroid 5880 ($\epsilon_r = 2.2$) sebagai substrat dielektrik untuk memperbesar dimensi antenna. Antena mikrostrip dipilih karena fabrikasinya yang mudah, bentuknya yang kecil dan biaya fabrikasi yang murah. Antena yang didesain memiliki range frekuensi dari 27.83-28.2 GHz untuk antenna pertama dan 27.84-28.22 GHz untuk antenna kedua dengan kondisi $S_{11} \leq -14$ dB, gain sebesar 7.74 dB dan mutual coupling (S_{12} dan S_{21}) maksimal sebesar -24.318 dB

Kata kunci: Antena, Mikrostrip, MIMO.

1. Pendahuluan

Para peneliti sekarang mulai meneliti teknologi 5G untuk menyediakan kecepatan tinggi dan efisien dengan penggunaan bandwidth yang tersedia (3-300 GHz) [1]. Frekuensi 28 GHz adalah salah satu frekuensi yang diteliti untuk sebagai kandidat frekuensi yang akan digunakan untuk komunikasi 5G dikarenakan penggunaan spectrum frekuensi *millimeterwave* yang kurang dimanfaatkan, memiliki *bandwidth* yang besar serta memiliki *rain attenuation* dan penyerapan oleh oksigen yang cenderung kecil bila dibandingkan dengan 38, 60 dan 73 GHz [2][3].

MIMO (*multiple input multiple output*) pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas *throughput* secara signifikan dari antenna dan meningkatkan *link range* tanpa *bandwidth* tambahan dan tanpa tambahan daya *transmit*. Dengan sifat tersebut, MIMO adalah bagian penting komunikasi nirkabel modern [4].

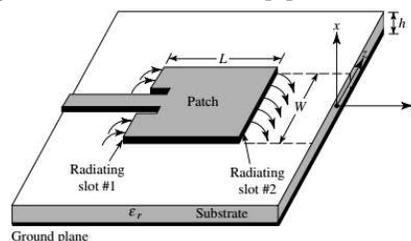
Pada penelitian sebelumnya, antenna mikrostrip *rectangular patch* yang bekerja pada frekuensi 28 GHz menggunakan catuan inset-fed menggunakan tembaga sebagai bahan untuk *patch* Rogers RT/duroid (5880) sebagai bahan untuk substrat. Antena yang didesain pada penelitian tersebut memiliki frekuensi kerja dari 27.73 sampai 28.38 GHz untuk kondisi $S_{11} < -10$ dB dengan *gain* 7.96 dB[1].

Pada penelitian ini, didesain antenna MIMO 2x2 mikrostrip *rectangular patch*. Untuk *patch* dan *groundplane* bahan yang digunakan adalah tembaga dengan ketebalan 0.035 mm dan Rogers RT/duroid (5880) dipilih sebagai bahan substrat sielektrik dengan ketebalan (h) 0.254 mm[6].

2. Pembahasan

2.1. Antena Mikrostrip

Dalam dunia telekomunikasi, antenna merupakan perangkat yang sangat vital dalam terjalannya suatu komunikasi. Piranti ini berfungsi untuk mentransmisikan dan menerima gelombang elektromagnetik lewat media udara. Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri dari dua kata, yaitu *micro* (kecil) dan *strip* (bilah/potongan). Jadi antenna mikrostrip dapat didefinisikan sebagai antenna yang mempunyai bentuk seperti bilah / potongan yang memiliki ukuran kecil.[5]



Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip^[5]

Antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian [5], yaitu:

- Groundplane* : Sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan dan terbuat dari bahan konduktor.
- Substrat Dielektrik : Sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*.
- Conducting Patch* : Sebagai peradiasi gelombang elektromagnetik ke udara, yang terletak paling atas dalam konstruksi antena. Dalam penelitian ini bentuk *patch* yang akan digunakan adalah *rectangular* (persegi panjang).

2.2. MIMO (Multiple Input Multiple Output)

MIMO (Multiple Input Multiple Output) merupakan suatu sistem transmisi dimana jumlah antena baik pengirim maupun penerima terdiri dari beberapa elemen antena (M antena pengirim dan N antena penerima). MIMO digunakan dalam teknologi komunikasi wireless karena mempunyai kemampuan signifikan dalam meningkatkan data throughput tanpa adanya tambahan bandwidth maupun *transmit power* (daya pemancar)[4]. MIMO juga memiliki fungsi *Diversity* dengan menggunakan dua atau lebih antena untuk meningkatkan kualitas dan keandalan *link* nirkabel. Berikut adalah gambar Antena MIMO 2x2 yang digunakan pada penelitian ini (antenna di bagian kiri pembaca sebagai antenna pertama dan antenna dibagian kanan pembaca sebagai antenna kedua)

2.3. Desain Antena *rectangular patch* dengan catuan inset-fed

Lebar (W) antenna mikrostrip dapat ditentukan melalui persamaan[5]

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

Dimana:

W: lebar *patch* (m)

c : kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)

f_r : frekuensi kerja antena yang diinginkan (Hz)

ε_r : Dielektrik konstan dari substrat

Kemudian untuk mengitung panjang *patch* (L), pertama harus ditentukan nilai konstanta dielektrik efektif (ε_{reff}) yang dirumuskan sebagai berikut^[5]:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-1/2} \quad (2)$$

Dimana:

h: tinggi dielektrik (m)

Selain ε_{reff}, untuk menentukan L perlu dicari nilai ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect* melalui persamaan berikut^[5]:

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (3)$$

Setelah nilai ΔL dan ε_{reff} didapat, nilai L dapat ditentukan melalui persamaan[5]:

$$L = \frac{1}{2fr \sqrt{\epsilon_{reff} \mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta L \quad (4)$$

μ₀ = konstanta dielektrik ($4\pi \times 10^{-7}$ F/m)

ε₀ = konstanta dielektrik ruang hampa ($8,85 \times 10^{-12}$ C²/Nm²)

Untuk menentukan lebar pencatu dan *inset distance* ditentukan melalui persamaan[5]:

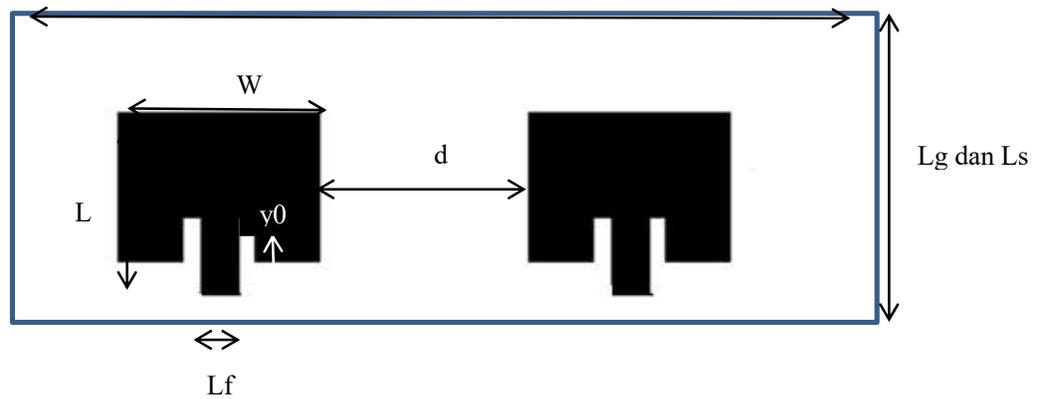
$$Z_C = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \ln \left[\frac{8h}{W_0} + \frac{W_0}{4h} \right] ; \text{ Untuk } \frac{W_0}{h} \leq 1 \quad (5)$$

$$Z_C = \sqrt{\epsilon_{reff}} \ln \left[\frac{W_0}{h} + 1,393 + 0,667 \ln \left(\frac{W_0}{h} + 1,444 \right) \right] ; \text{ Untuk } \frac{W_0}{h} > 1 \quad (6)$$

$$R_{in}(y = y_0) = R_{in}(y_0 = 0) \cos^2 \frac{\pi y_0}{L} \quad (7)$$

W₀ = Lebar pencatu

y₀ = *Inset distance*



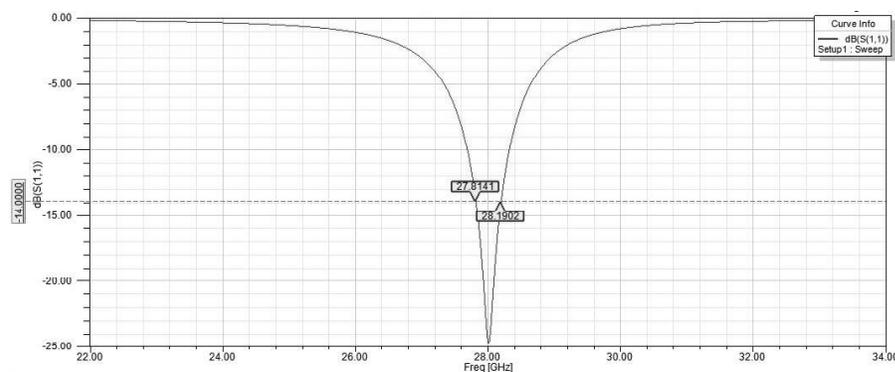
Gambar 2. MIMO 2x2 Antena *rectangular patch*

Tabel 1. Dimensi Antena MIMO 2x2

Variabel	Keterangan	Nilai(mm)
W	Lebar <i>patch</i>	4.235
L	Panjang <i>patch</i>	3.468
y_0	<i>Inset distance</i>	1.059
W_0	Lebar pencatu	0.783
W_g	Lebar <i>ground plane</i>	15.98
W_s	Lebar substrat	15.98
L_g	Panjang <i>ground plane</i>	5
L_s	Panjang substrat	5
d	Jarak antar antena	4.46
h	Tebal <i>patch</i>	0.035
hg	Tebal substrat	0.254
hs	Tebal <i>groundplane</i>	0.035

2.4. Hasil dan Analisis

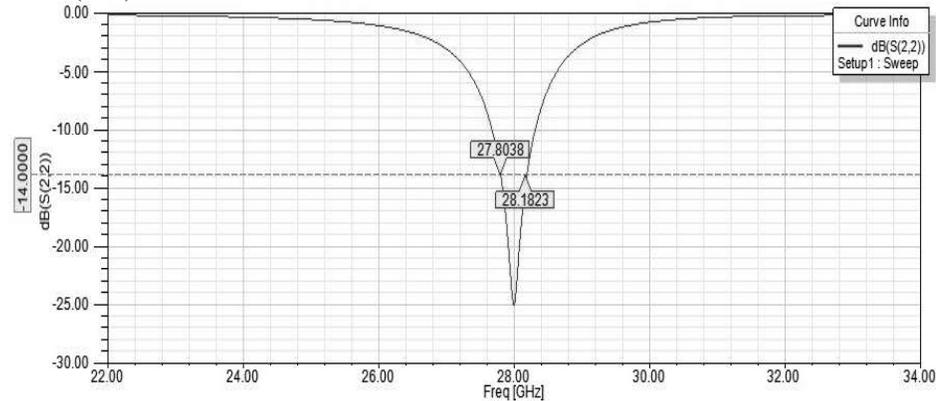
Hasil dari proses simulasi terhadap rancangan antena dengan menggunakan perangkat lunak antara lain : *bandwidth*, *mutual coupling* dan *gain*. *Bandwidth* adalah rentang kerja frekuensi dari suatu antena. Pada penelitian ini nilai *bandwidth* antena yang dibatasi oleh *return loss* (S11 dan S22). Berikut adalah grafik perbandingan frekuensi terhadap *return loss* pada antena pertama (S11):



Gambar 3. Respon frekuensi terhadap S11

Dari Gambar 3 didapat nilai frekuensi dengan *return loss* dibawah 14 27.83 sampai 28.2 GHz. Dengan menggunakan nilai *return loss* -14 dB sebagai batas frekuensi kerja antena, didapat nilai *bandwidth* pada antena pertama sebesar ± 370 MHz.

Selanjutnya pada Gambar 4 adalah grafik perbandingan nilai frekuensi terhadap *return loss* pada antenna kedua (S22).

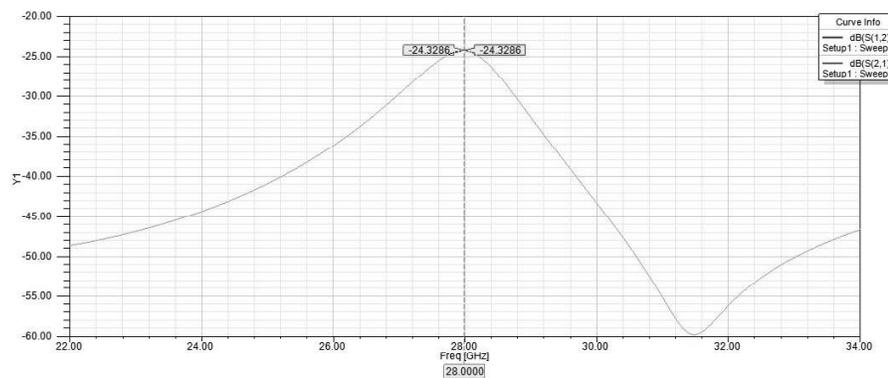


Gambar 4. Respon frekuensi terhadap S22

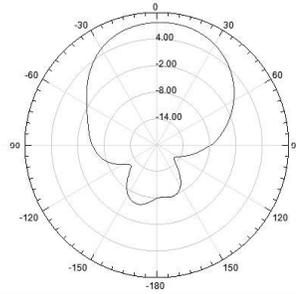
Dari Gambar 4 didapat nilai frekuensi dengan *return loss* dibawah 14 27.84 sampai 28.22 GHz dengan menggunakan nilai *return loss* -14 dB sebagai batas frekuensi kerja antenna, didapat nilai *bandwidth* pada antenna pertama sebesar ± 380 MHz

Untuk *mutual coupling* (S12 atau S21) yaitu ketika ada antenna yang saling berdekatan dan terdapat daya dari suatu antenna yang menuju antenna lain^[5], didapat nilai *mutual coupling* tertinggi sebesar -24.318 dB. Nilai *mutual coupling* sendiri dipengaruhi oleh jarak antar antenna, makin jauh jarak antar antenna maka nilai *mutual coupling* akan semakin kecil yang artinya semakin baik pula, namun memperbesar jarak antar antenna akan berdampak pada makin besarnya dimensi antenna. Pada penelitian ini, nilai *mutual coupling* dibatasi agar tidak melebihi -20 dB. Jarak yang digunakan antar antenna sebesar 4.46 mm.

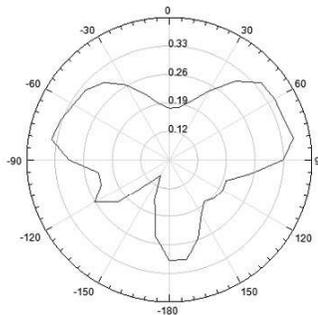
Dari Gambar 6 didapat bentuk pola radiasi antenna yang bersifat direksional karena pola radiasi antenna menuju ke satu arah. Nilai gain total yang didapat sebesar 7.7463 dB.



Gambar 5. Grafik Frekuensi (GHz) terhadap S12/S21 (dB) dengan jarak antar antenna 4.46 mm.



Gambar 6. Pola Radiasi Azimuth Antena



Gambar 7. Pola Radiasi Elevasi Antena

3. Simpulan

Pada penelitian ini didesain antenna yang bekerja pada frekuensi 28 GHz. Jenis antenna yang digunakan adalah antenna mikrostrip. Untuk mengatasi *multipath fading* yang terjadi pada frekuensi 28 GHz, digunakanlah sistem MIMO (*multiple input multiple output*) 2x2. Dari hasil simulasi menggunakan *integrated software*, didapat frekuensi kerja antenna 14 27.83 sampai 28.2 GHz dan 14 27.84 sampai 28.22 GHz dengan *bandwidth* ± 37 MHz dan ± 38 MHz, *mutual coupling* tertinggi sebesar -24.318 dB dan nilai *gain* total 7.7463 dB dengan pola radiasi unidireksional.

Daftar Pustaka

- [1]. Zainal. Noor Ainniesafina, Kamarudin. Muhammad Ramlee dkk. "Study of the Feeding Techniques of Microstrip Antenna at 28 GHz for 5G Applications", Johor, Malaysia, 2015.
- [2]. T. S. Rappaport, S. Sun, R. Mayzus, H. Zhao, Y. Azar, K. Wang, G. N. Wong, J. K. Schulz, M. Samimi, and F. Gutierrez, "[Millimeter wave mobile communications for 5g cellular: It will work!](#)," *Access, IEEE*, vol. 1, pp. 335–349, 2013
- [3]. Y. Niu, Y. Li, D. Jin, L. Su, A. V. Vasilakos, "A Survei of Millimeter Wave (mmWave) Communiccations for 5G: Opportunities and Challanges, *Wireless Networks* 21(8):2657-2676, 2015.
- [4]. [M. D. Sirajul Huque](#), [C. Surekha](#), [S. Pavan Kumar Reddy](#), [Vidhisha Yadav](#), "The Common Difference Between MIMO With Other Antennas", Jawaharlal Nehru Technological University, 2012.
- [5]. C. A. Balanis, "Antenna Theory Analysis and Design", Third Edition, Wiley, New Jersey, 2005.
- [6]. "RT/Duroid 5870/5880 data sheet," Rogers Corporation, Chandler, USA.