

Desain Antena Susun Mikrostrip Rectangular Patch 4x2 Untuk Aplikasi 5G

Mochamad Rizal Sumpena¹, Hanny Madiawati², Elisma³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung

¹E-mail : mizuhashirizal@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung

²E-mail : hammymadiawati@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung

³E-mail : elisma@polban.ac.id

ABSTRAK

Komunikasi radio merupakan suatu metode penyampaian informasi dalam dunia telekomunikasi yang memanfaatkan gelombang radio. Dalam suatu sistem komunikasi radio, terdapat perangkat transmisi yang sangat berpengaruh secara signifikan dalam proses penyampaian informasi baik di pengirim maupun di penerima. Perangkat yang dimaksud yaitu antena. Antena berfungsi untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik. Diperlukan antena yang handal agar proses transmisi berjalan dengan baik. Antena mikrostrip menjadi antena yang tepat untuk digunakan dalam komunikasi radio karena antena mikrostrip berukuran cenderung kecil, mudah dibawa kemanapun, dan biaya fabrikasinya relatif murah. Antena mikrostrip yang akan dirancang menggunakan metode *array* dengan konfigurasi 4x2 yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz untuk aplikasi 5G menggunakan material dielektrik FR4 epoxy dengan konstanta dielektrik sebesar 4,6. Parameter-parameter antena yang dihasilkan adalah frekuensi kerja pada 3,45 GHz-3,65 GHz dengan frekuensi tengah 3,55 GHz, *return loss* 20,813264 dB, VSWR 1,2003699, *bandwidth* sebesar 123,3 MHz, *gain* 10,4 dB, pola radiasi unidireksional. Semua parameter yang didapatkan telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Kata Kunci

Antena mikrostrip, array, komunikasi radio, transmisi, 5G

1. PENDAHULUAN

Teknologi jaringan terus menerus mengalami berbagai perubahan, baik perubahan yang kecil hingga perubahan yang *massive* sekalipun. Permintaan dan kebutuhan layanan data yang cepat sangat diperlukan di era sekarang. Spesifikasi yang sangat penting dalam setiap generasi teknologi jaringan yaitu kecepatan transmisi data dan *latency*. 5G menjadi generasi yang paling baru dengan spesifikasi yang jauh lebih baik dari generasi sebelumnya. Dewasa ini teknologi telekomunikasi banyak yang menggunakan komunikasi *wireless* termasuk jaringan 5G. Masalah yang sering terjadi pada komunikasi *wireless* antara BTS dengan *mobile station* yaitu rendahnya *power receive* sehingga berdampak pada *throughput* yang semakin rendah [1]. Hal ini diakibatkan oleh *gain* antena yang rendah. Antena mikrostrip memiliki karakteristik *gain* yang rendah, namun untuk meningkatkan *gain* bisa dilakukan dengan menggunakan metode *array* (susun) [2].

Terdapat beberapa antena mikrostrip yang telah menggunakan metode *array* [3],[4]. *Gain* yang dihasilkan kebanyakan memiliki nilai di bawah 10 dB. Parameter *gain* merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam sebuah antena karena

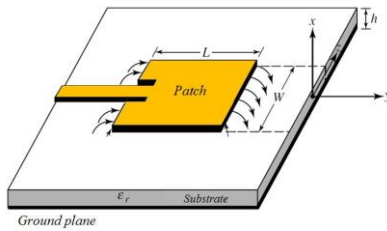
gain mempengaruhi *power receive*. Semakin banyak *patch* maka *gain* semakin bertambah [5],[7].

Pada penelitian ini, penulis akan merancang antena mikrostrip *array* dengan konfigurasi 4x2 yang disusun secara *planar* dengan bentuk *patch rectangular* dan digunakan pada frekuensi 5G sebesar 3.5 GHz. Pembahasan akan berfokus pada parameter antena mikrostrip yang dihasilkan seperti frekuensi kerja, frekuensi tengah, *return loss*, VSWR, *gain*, *bandwidth*, dan pola radiasi. Selain pembahasan parameter antena, pengaruh perubahan dimensi antena juga akan dibahas.

2. TEORI PENDUKUNG

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antena berdimensi kecil sehingga mudah dibawa dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lain [2]. Antena mikrostrip tersusun dari 3 lapisan elemen, yaitu *patch*, substrat, dan *groundplane*.



Gambar 1. Lapisan Elemen Pada Antena Mikrostrip

Lapisan pada antena mikrostrip meliputi:

1. *Patch*
Patch merupakan elemen antena mikrostrip yang posisinya terletak di paling atas. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik hingga menyebar ke dalam substrat [3].
2. *Substrat*
Substrat merupakan media perantara antara elemen *patch* dan *groundplane* [3]. Substrat terbuat dari material dielektrik yang memiliki nilai permitivitas relatif (ϵ_r).
3. *Groundplane*
Groundplane merupakan elemen antena mikrostrip yang posisinya terletak di paling bawah. Berfungsi sebagai bidang pemantul energi melalui substrat menuju ke udara. *Groundplane* biasanya terbuat dari bahan konduktor sama seperti *patch* [3].

2.2 Antena Mikrostrip Rectangular Patch

Antena mikrostrip *rectangular patch* adalah antena mikrostrip yang mempunyai bentuk *patch* berupa persegi panjang (*rectangle*). Mempunyai dimensi ukuran panjang (L), lebar (W), dan tebal (t). Antena mikrostrip *rectangular patch* paling banyak digunakan dalam perancangan karena ketebalan substrat jauh lebih tipis daripada panjang gelombang [8].

2.3 Antena Mikrostrip Array

Antena *array* pada umumnya tersusun atas beberapa elemen peradiasi berupa susunan geometri dengan metode susunan tertentu sehingga didapatkan pola radiasi yang diinginkan. Tujuan utama dibuat konfigurasi *array* adalah untuk meningkatkan efisiensi, direktivitas, *bandwidth* dan *gain* dari antena. Dipandang dari segi besar arus catuan, maka dapat digolongkan menjadi *uniform* dan *non uniform*. Disebut susunan *uniform* ketika besar arus baik magnitudo dan fasa catuan dari tiap elemen adalah sama. Susunan *uniform* memiliki karakteristik *narrow main beam* dan *side lobe* besar. Disisi lain, susunan *non uniform* dengan besar catuan arus tiap elemen berbeda memberikan kontibusi level *side lobe* yang lebih kecil [5].

2.4 Rumus Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip

Untuk mendapatkan berbagai dimensi ukuran antena, diperlukan perhitungan matematis dengan rumus sebagai berikut:

A. Perhitungan Dimensi Patch

- 1) Frekuensi tengah

$$f_c = \sqrt{f_1 x f_2} \quad (2.1)$$

- 2) Lebar *Patch* (W)

$$W = \frac{c}{2 f_c} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (2.2)$$

- 3) Panjang *Patch* (L)

$$L = \frac{c}{2 f_c \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2\Delta L \quad (2.3)$$

Dimana:

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\left[1 + \frac{12h}{W} \right]^{-1/2} \right) \quad (2.4)$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (2.5)$$

- 4) Saluran *Microstrip Line*

$$Wf = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} \quad (2.6)$$

Dimana:

$$A = \frac{Z_0}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} + \sqrt{\frac{\epsilon_r - 1}{2}} \left(0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right) \quad (2.7)$$

- 5) Panjang Saluran Transformator $\lambda_g/4$

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g \quad (2.8)$$

Dimana :

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\left[1 + \frac{12h}{W_f} \right]^{-1/2} \right) \quad (2.9)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \quad (2.10)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2.11)$$

- 6) *Groundplane*

- Panjang *Groundplane*
 $L_g = 3h + L + L_f \quad (2.12)$

- Lebar *Groundplane*
 $W_g = 6h + W \quad (2.13)$

- 7) Jarak Antar *Patch* Antena

$$d = \lambda_g/4 \quad (2.14)$$

3. PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Teknis Antena yang Diinginkan

Tabel 1. Spesifikasi Antena yang Diinginkan

No.	Parameter Antena	Keterangan
1	Frekuensi Kerja	3,45-3,65 GHz
2	Frekuensi Tengah	3,55 GHz
3	Return Loss	≥ 10 dB
4	VSWR	≤ 2
5	Gain	≥ 10 dB
6	Bandwidth	>100 MHz
7	Pola Radiasi	Unidireksional

3.2 Perancangan Antena Mikrostrip 8 Elemen

Dalam tahap perancangan terdapat beberapa proses yang meliputi penentuan frekuensi kerja yang akan digunakan, pemilihan material dielektrik pada substrat, dan perhitungan dimensi-dimensi pada antena mikrostrip.

Frekuensi kerja yang digunakan adalah 3,45-3,65 GHz. Substrat menggunakan bahan FR-4 Epoxy dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4,6.

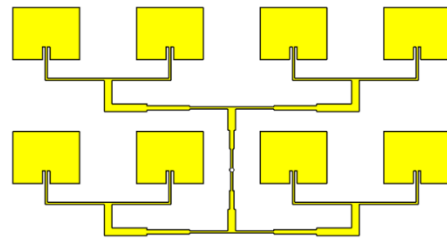
Berikut hasil perhitungan dimensi antena secara keseluruhan:

Tabel 2. Dimensi Antena Hasil Perhitungan

Dimensi	Nilai (mm)	Keterangan
W	25,2513	Lebar <i>patch</i>
L	19,266	Panjang <i>patch</i>
Wg	173,98	Lebar <i>groundplane</i>
Lg	82,226	Panjang <i>groundplane</i>
Gpf	1	Celah <i>patch</i> dengan <i>feedline</i>
Wf1	2,407	Lebar pencatu 50 Ω
Lf1	11,46	Panjang pencatu 50 Ω
Wf2	0,562	Lebar pencatu 100 Ω
Lf2	12	Panjang pencatu 100 Ω
Wf3	1,293	Lebar pencatu 70,7 Ω
Lf3	11,71	Panjang pencatu 70,7 Ω
d	25,125	Jarak antar elemen

3.2 Simulasi

Antena mikrostrip menggunakan jenis *patch rectangular* dengan konfigurasi *array planar 4x2* seperti pada gambar di bawah ini:



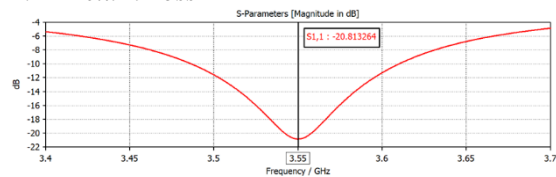
Gambar 2. Desain Antena Mikrostrip 8 Patch

Teknik pencatutan pada antena mikrostrip menggunakan *microstrip line*.

3.4 Hasil Simulasi

Berikut hasil simulasi berbagai parameter antena:

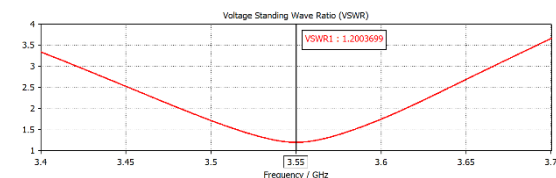
1. Return Loss



Gambar 3. Return Loss Antena Mikrostrip

Nilai *Return Loss* yang dihasilkan dalam simulasi antena mikrostrip 8 *patch* adalah 20,813264 dB.

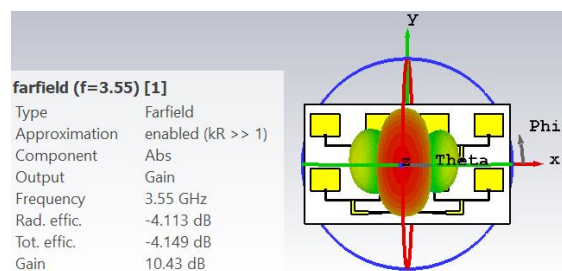
2. VSWR



Gambar 4. VSWR Antena Mikrostrip

Nilai *VSWR* yang dihasilkan dalam simulasi antena mikrostrip 8 *patch* adalah 1,2003699.

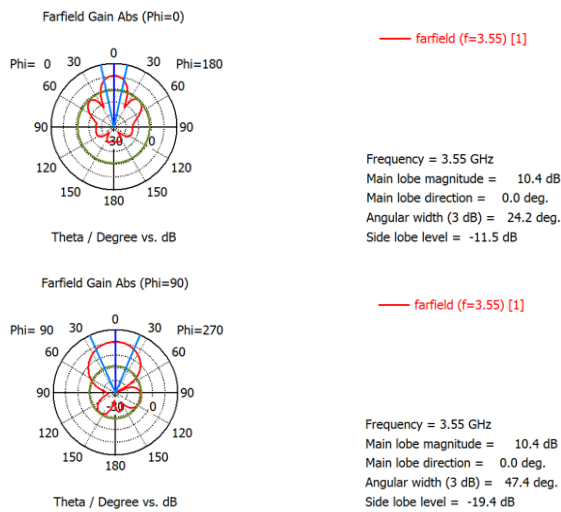
3. Gain



Gambar 5. Gain Antena Mikrostrip

Gain yang dihasilkan dalam simulasi antena mikrostrip 8 *patch* adalah 10,4 dB.

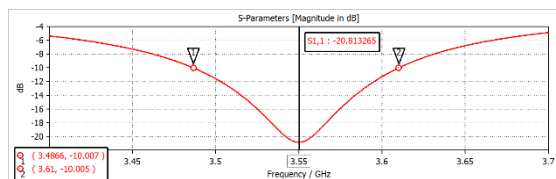
4. Pola Radiasi



Gambar 6. Pola Radiasi Antena Mikrostrip

Pola Radiasi yang dihasilkan dalam simulasi antena mikrostrip 8 patch adalah unidireksional.

5. Bandwidth



Gambar 7. Bandwidth Antena Mikrostrip

Bandwidth yang dihasilkan pada 594icrost 594icrostrip 8 patch yaitu berdasarkan selisih frekuensi atas dan bawah yang memiliki nilai s parameter sebesar -10 dB yaitu $f_2 - f_1 = 3610,0 \text{ MHz} - 3486,7 \text{ MHz} = 123,3 \text{ MHz}$.

Berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan, berikut perbandingan antara spesifikasi teknis yang diinginkan dengan hasil simulasi yang didapatkan:

Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Spesifikasi yang Diinginkan

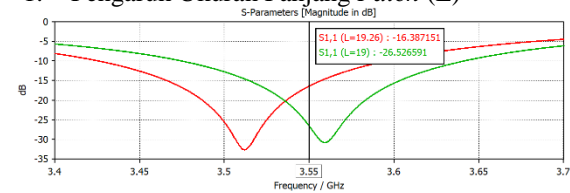
	Hasil Simulasi	Spesifikasi yang Diinginkan
Frekuensi Kerja	3,45-3,65 GHz	3,45-3,65 GHz
Frekuensi tengah	3,55 GHz	3,55 GHz
Return Loss	20,813264 dB	$\geq 10 \text{ dB}$
Bandwidth	123,3 MHz	$>100 \text{ MHz}$
VSWR	1,2003699	≤ 2

Gain	10,4 dB	$\geq 10 \text{ dB}$
Pola Radiasi	Unidireksional	Unidireksional

Parameter-parameter hasil simulasi antena mikrostrip 8 patch semuanya telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan seperti yang ditunjukkan pada tabel perbandingan di atas.

Pengaruh perubahan dimensi antena terhadap parameter yang dihasilkan:

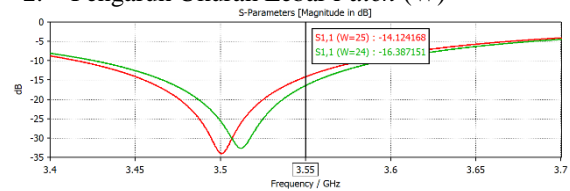
1. Pengaruh Ukuran Panjang Patch (L)



Gambar 8. Pengaruh Perubahan Ukuran Panjang Patch

Perubahan ukuran pada panjang patch antena sangat berpengaruh signifikan terhadap pergeseran frekuensi tengah antena mikrostrip. Ketika ukuran panjang patch antena mikrostrip diperkecil maka frekuensi tengah akan bergeser ke kanan atau menjadi lebih besar begitupun sebaliknya.

2. Pengaruh Ukuran Lebar Patch (W)



Gambar 9. Pengaruh Perubahan Ukuran Lebar Patch

Perubahan ukuran lebar patch berpengaruh pada pergeseran frekuensi tengah antena mikrostrip. Ketika ukuran lebar patch antena mikrostrip diperkecil maka frekuensi tengah akan bergeser ke kanan atau menjadi lebih besar begitupun sebaliknya. Apabila dibandingkan dengan perubahan ukuran panjang patch, perubahan lebar patch tidak terlalu signifikan terhadap pergeseran frekuensi tengah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan dan simulasi antena mikrostrip 8 patch dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Antena mikrostrip array bekerja pada frekuensi 3,45 GHz – 3,65 GHz dengan frekuensi tengah pada 3,55 GHz sesuai dengan perhitungan.
- 2) Return Loss yang dihasilkan pada proses simulasi yaitu 20,813264 dB yang telah memenuhi target spesifikasi yaitu $\geq 10 \text{ dB}$.

- 3) Didapatkan nilai VSWR dalam hasil simulasi sebesar 1,2003699 dimana nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu ≤ 2 .
- 4) *Gain* yang dihasilkan dalam simulasi sebesar 10,4 dB. Nilai *gain* telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu ≥ 10 dB.
- 5) Pola radiasi yang dihasilkan pada simulasi yaitu unidireksional yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
- 6) *Bandwidth* yang dihasilkan pada proses simulasi yaitu sebesar 123,3 MHz yang telah melampaui spesifikasi yang diinginkan sebesar > 100 MHz.
- 7) Perubahan ukuran lebar dan panjang *patch* antena mikrostrip berpengaruh terhadap pergeseran frekuensi tengah. Ketika lebar dan panjang *patch* diperbesar maka frekuensi tengah akan bergeser ke kiri atau mengecil juga sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O.S. Baskoro, I.P. Ardana, P.K. Sudiarta, "Karakterisasi Antena Susun Mikrostrip Patch Sirkular untuk Komunikasi Long Term Evolution Frekuensi 1,8 Ghz". *Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi*, no.10, 2018.
- [2] S. Alam, R. F. Nugroho, "Perancangan Antena Mikrostrip Array 2x1 Untuk Meningkatkan Gain Untuk Aplikasi LTE Pada Frekuensi 2,3 GHz", *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol 07, no.28, 2018.
- [3] C.N. Shaumawati, "Perancangan dan Realisasi Antena Patch 4x2 Pada Frekuensi 2,3 GHz Untuk Aplikasi Long Term Evolution", Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2018.
- [4] Y. Yusfarino, E. Safrianti, "Simulasi Antena Mikrostrip H-Shaped Planar Array 4 Elemen Menggunakan Circular Slot Dengan Pencatutan Microstrip Line Untuk Aplikasi CPE FIXED WIMAX Pada Frekuensi 3,5 GHz (3,4-3,6 GHz)", *Jom FTEKNIK*, vol.4, no.1, 2017.
- [5] N. Putri, "Realisasi Antena Susun Mikrostrip Rectangular Patch 2x4 Pada Frekuensi 2,7 GHz – 2,9 GHz Untuk Aplikasi Radar Cuaca", Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2018.
- [6] Y. Christyono, I. Santoso, R.D. Cahyo, "Perancangan Antena Mikrostrip Array Pada Frekuensi 850 MHz", *Jurnal e-ISSN*, vol.18, no.2, 2407-6422, 2016.
- [7] R.J. Hendra, Y. Rahayu, E. Safrianti, "Analisis Antena Mikrostrip Array Bentuk Lingkaran dan Persegi Panjang Menggunakan Simulasi Untuk Aplikasi LTE Frekuensi 2,3 GHz", *Jom FTEKNIK*, vol.2, no.1, 2015.
- [8] Sumartono, H. Wijanto, Y. Wahyu, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Multilayer Parasitic Pada Frekuensi 2,35 GHz Untuk Aplikasi LTE", *e-Proceeding of Engineering*, vol.1, no.1, 2014.
- [9] I.M.P. Budi, E.S Nugraha, A. Agung, "Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip MIMO Circular Pada Frekuensi 2,35 GHz Untuk Aplikasi LTE", *Jurnal INFOTEL e-ISSN*, 2460-0997, 2017.
- [10] K. Keum, J. Choi, "A 28 GHz 4x4 U-Slot Patch Array Antenna For mm-wave Communication", *International Symposium on Antennas and Propagation*, 2018.