

Perancangan Dan Simulasi Antena Mikrostrip Patch Segienam 3,5 Ghz Untuk Bts Indoor 5g

1st Amirul Iqbal Hanif
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

amirulaik@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Heroe Wijanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

heroe@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pengaplikasian teknologi 5G ini dapat menjadi solusi untuk mendorong perkembangan industry 4.0, industry ini memerlukan kecepatan data yang sangat tinggi, low latency hingga 1ms untuk mendukung UAV (Unmanned Aerial Vehicle) atau advanced driver yang biasa disebut teknologi menyetir otomatis dan bahkan dapat mencakup multiple devices [1], pada komunikasi 5G juga dibagi beberapa frekuensi yaitu 1 GHz, 1 – 6 GHz, dan diatas 6 GHz, dan pada WRC (World Radiocommunication Conference) frekuensi yang ideal pada wilayah asia adalah frekuensi 3.5 GHz [2]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahyu dkk. dengan judul “Antena MIMO 4x2 Susun 2 Elemen Mikrostrip Patch Sirkular 3.5 GHz Untuk BTS 5G”, pada penelitian tersebut Wahyu dkk. menghasilkan nilai VSWR (Voltage Wave Standing Ratio) sebesar 1.15, bandwidth sebesar 211.4 dan gain 6.7 dB [3]. Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Galih dkk. dengan judul “Antena Susun 2x2 Rectangular Patch 3.5 GHz Sektor Untuk Base Station 5G” mendapatkan nilai VSWR 1.28, RL (Return Loss) sebesar – 18.23 dB, dan lebar bandwidth 360 MHz. Disini telah membuktikan bahwasannya antena mikrostrip dengan berbagai metode membuahkan hasil yang lebih baik.

Kata kunci— Internet of Things (IoT), Smart Video Doorbell, ESP-32Cam, NODEMCU

I. PENDAHULUAN

Teknologi komunikasi semakin hari semakin berkembang pesat dimana perkembangan teknologi komunikasi ini tidak hanya pada segi perangkatnya namun juga pada segi jaringan penghubung antar komunikasinya, contoh jaringannya adalah 4G yang pada kala itu di tahun 2009 jaringan ini dapat mencakup kecepatan internet melebihi 3G yaitu 500x lebih cepat bahkan dapat menggunakan VoLTE (Voice Over LTE) dimana teknologi ini dapat memperbaiki kualitas frekuensi yang lebih baik dapat digunakan juga untuk diaplikasikan pada perangkat IoT (Internet of Think), namun teknologi ini pun berkembang seiring perkembangan zaman telah melahirkan generasi terbaru menjadi 5G, keunggulan teknologi terbaru ini memiliki kecepatan data up to 10 Gbps dalam jalur komunikasinya [1]. Pengaplikasian teknologi 5G ini dapat menjadi solusi untuk mendorong perkembangan industry 4.0, industry ini memerlukan kecepatan data yang sangat tinggi, low latency hingga 1ms untuk mendukung UAV (Unmanned

Aerial Vehicle) atau advanced driver yang biasa disebut teknologi menyetir otomatis dan bahkan dapat mencakup multiple devices, pada komunikasi 5G juga dibagi beberapa frekuensi yaitu 1 GHz, 1 – 6 GHz, dan diatas 6 GHz, dan pada WRC (World Radiocommunication Conference) frekuensi yang ideal pada wilayah asia adalah frekuensi 3.5 GHz [2].

Namun pada frekuensi 3.5 GHz juga digunakan dalam aplikasi FSS (Fixed Satellite Service) pada stasiun bumi dan base station 5G berada pada band yang sama, hal yang dapat dilakukan dalam mengatasi interferensi antar jaringan FSS dan 5G adalah sharing frekuensi. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahyu dkk. dengan judul “Antena MIMO 4x2 Susun 2 Elemen Mikrostrip Patch Sirkular 3.5 GHz Untuk BTS 5G”, pada penelitian tersebut Wahyu dkk. menghasilkan nilai VSWR (Voltage Wave Standing Ratio) sebesar 1.15, bandwidth sebesar 211.4 dan gain 6.7 dB [3]. Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Galih dkk. dengan judul “Antena Susun 2x2 Rectangular Patch 3.5 GHz Sektor Untuk Base Station 5G” mendapatkan nilai VSWR 1.28, RL (Return Loss) sebesar – 18.23 dB, dan lebar bandwidth 360 MHz. Disini telah membuktikan bahwasannya antena mikrostrip dengan berbagai metode membuahkan hasil yang lebih baik.

II. KAJIAN TEORI

A. 5G

Teknologi Fifth Generation atau yang biasa disebut dengan 5G, ini merupakan teknologi terobosan dari pendahulunya yaitu Four Generation (4G), dimana pada teknologi 5G ini memiliki keunggulan yang diharapkan dapat membantu sektor perkembangan dunia teknologi industri 4.0 yang sedang berkembang pesat di dunia maupun di Indonesia. Beberapa keunggulan yang diharapkan pada teknologi 5G ini diantaranya, memiliki Data Transfer Rate yang sangat besar, memiliki waktu pengiriman data yang sangat cepat dibawah 1 ms, memiliki mobilitas yang sangat mudah dan cost yang relatif lebih murah, dan cakupan wilayah yang lebih lebar dibandingkan teknologi pendahulunya, perkiraan realisasi teknologi ini pada tahun 2020 sampai seterusnya [1][7].

B. Antena Rectangular

Patch Rectangular patch merupakan konfigurasi yang paling banyak digunakan karena bentuknya sejauh ini merupakan konfigurasi mikrostrip yang paling banyak digunakan karena bentuknya yang lebih sederhana. Hanya dengan menyisakan metal yang berbentuk segiempat pada proses etching antena ini dapat dibuat. Antena rectangular patch juga sering dimodelkan seperti saluran transmisi mikrostrip dengan panjang (L), lebar (W), dan ketebalan subtrat (h). Persamaan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar dari antena mikrostrip adalah sebagai berikut [8] :

$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk menentukan dari panjang patch (L) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya fringing effect. Sehingga panjang patch () dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.2)$$

Pertambahan panjang dari L (ΔL) tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{w}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{w}{h} + 0.8\right)} \quad (2.3)$$

Dimana h adalah tebal dari substrat, dan ϵ_r merupakan konstanta dielektrik efektif yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Diperlukan juga panjang patch efektif (L_{eff}) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.5)$$

Lalu panjang patch (L) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.6)$$

Dimensi minimal *groundplane* yang dibutuhkan untuk menciptakan kondisi ini dapat dihitung dengan rumus berikut [9].

$$W_g = 6h + W \quad (2.7)$$

$$L_g = 6h + L \quad (2.7)$$

Dimana:

h : tinggi substrat

A : lebar dan Panjang *patch* (W, L)

C. Antena Array

Antena mikrostrip array adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Beberapa macam konfigurasi antena array di antaranya linear, planar, dan sirkular [8]. Pengelompokan elemen antena menghasilkan beberapa keuntungan salah satunya direktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan elemen antena tunggal. Antena array merupakan susunan dari beberapa antena yang identik. Dalam mikrostrip yang di susun secara array adalah bagian patch. Antena array planar adalah array dengan susunan elemen membentuk area berbentuk persegi [8].

D. Patch Hexagonal

Dalam perancangan antena mikrostrip dengan patch berbentuk sirkular, diperlukan konstanta dielektrik dari substrat yang ingin digunakan (ϵ_r) dan tebal dari bahan yang akan digunakan sebagai substrat (h). Untuk menentukan jari-jari patch (a) dapat menggunakan persamaan [5].

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.8)$$

Dengan f_r adalah frekuensi resonansi dan ϵ_r adalah konstanta dielektrik dari substrat antena. Kemudian untuk mencari jari-jari patch antena dapat menggunakan persamaan (2.4) setelah terlebih dahulu mencari nilai dari persamaan (2.3).

$$\alpha = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \frac{\pi F}{2h} + 1.7726 \right]\right\}^2} \quad (2.9)$$

Dengan a adalah jari-jari actual patch antena sirkular. Selanjutnya untuk mencari jari-jari effective antena maka dapat menggunakan persamaan (2.9) [14].

$$\alpha_e = \alpha \left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \frac{\pi F}{2h} + 1.7726 \right]\right\}^2 \quad (2.4)$$

Dengan α_e merupakan jari-jari effective antena patch sirkular.

Sedangkan untuk menentukan dimensi *groundplane* dan substrat antena dapat menggunakan persamaan berikut (2.10) dan (2.11).

$$l_g = 6h + 2\alpha \quad (2.10)$$

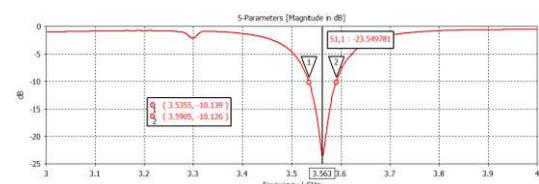
$$w_g = l_f + 2\alpha + 6h \quad (2.11)$$

dengan l_g adalah panjang *groundplane* dan substrat antena sedangkan w_g adalah lebar *groundplane* dan substrat antena.

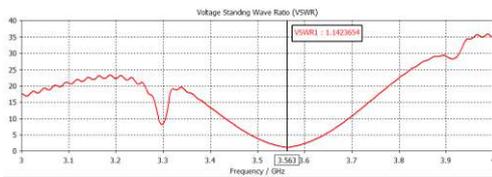
III. METODE

A. Hasil Perancangan

Antena yang telah di optimasi akan didesain secara array untuk melihat apakah antena cocok menggunakan metode array, dimana nilai antena array juga akan menjadi pembandingan dengan nilai single element. Untuk parameter yang di ambil datanya sama seperti pengambilan data antena diatas. Antena array yang telah disimulasikan menghasilkan nilai return loss sebesar -23.54 dB dan VSWR 1.14 yang dimana nilai tersebut tidak berada pada titik frekuensi yang ditentukan yaitu berada pada frekuensi 3.56 GHz. Pada bentuk polaradiasi dan polarisasi memiliki bentuk yang lebih baik dan dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Nilai gain mengalami peningkatan sebesar 2x lipat yaitu 10.29 dBi dan untuk nilai bandwidth mengalami peningkatan menjadi 60 MHz.



GAMBAR 3.13
RL antena array

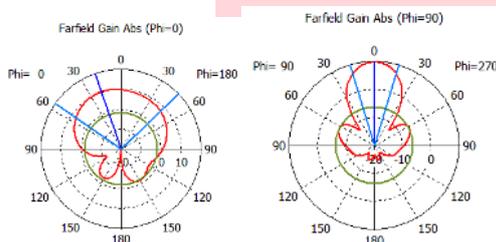


GAMBAR 3.15
VSWR antenna array

farfield (f=3.5) [1]

Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	3.5 GHz
Rad. Effic.	-0.2600 dB
Tot. Effic.	-1.515 dB
Gain	10.29 dBi

GAMBAR 3.16
Gain antenna array



GAMBAR 3.17
Polaradiasi elevasi dan azimuth antenna array

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Return Loss

Nilai return loss yang dihasilkan sangat baik setelah optimasi bahkan untuk antenna single element dikarenakan optimasi yang sangat teliti pada bagian sisi patch sedangkan untuk nilai antenna array mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena kurang tidak adanya tahap optimasi pada sisi antenna dan tidak didesain dengan tahapan yang cukup baik, namun untuk hasilnya masih dapat diterima karena <-10 dB. Nilai return loss yang dihasilkan dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

TABEL 4.1
Nilai Return Loss

Skenario Antena	S Parameter
Antena sebelum optimasi	-0.88 dB
Antena setelah optimasi	-58.28 dB
Antena Array	-23.54 dB

B. Perbandingan VSWR

Besarnya nilai VSWR berpengaruh terhadap sinyal pantul, semakin besar nilai VSWR maka sinyal pantul semakin buruk dan sebaliknya semakin kecil nilai VSWR maka sinyal pantul semakin bagus, penyebab nilai VSWR antenna array tidak cukup baik dikarenakan hal yang sama seperti perbandingan nilai RL diatas, nilai VSWR sebenarnya berkorelasi dengan nilai RL seperti yang telah dijelaskan pada BAB 2 dengan rujukan 2.6 Parameter antenna [9]. Nilai VSWR yang dihasilkan dapat dilihat dari Tabel 4.2.

TABEL 4.2
Nilai VSWR Setiap Antena

Skenario Antena	VSWR
Antena sebelum optimasi	19.70
Antena setelah optimasi	1.00
Antena Array	1.14

C. Perbandingan Gain

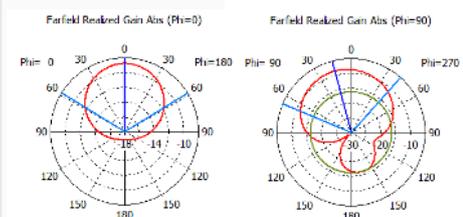
Pengukuran gain bertujuan untuk dapat mengetahui besarnya penguatan daya yang dihasilkan dari antenna yang sudah dibuat, nilai gain pada single element tidaklah terlalu baik dibandingkan dengan antenna array, hal ini disebabkan antenna array yang memanfaatkan banyaknya patch serta pengaturan jarak antar patch yang sesuai menyebabkan daya Tx atau Rx menjadi lebih terfokus karena semakin banyak patch maka akan mempengaruhi titik pantul sudut gelombang elektromagnetik [9]. Nilai gain yang dihasilkan dapat dilihat dari Tabel 4.4.

TABEL 4.4
Nilai Gain Dari Setiap Antena

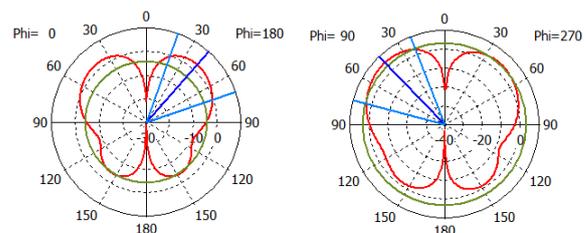
Skenario Antena	VSWR
Antena sebelum optimasi	-8.55 dBi
Antena setelah optimasi	5.06 dBi
Antena array	10.24 dBi

D. Perbandingan Pola Radiasi

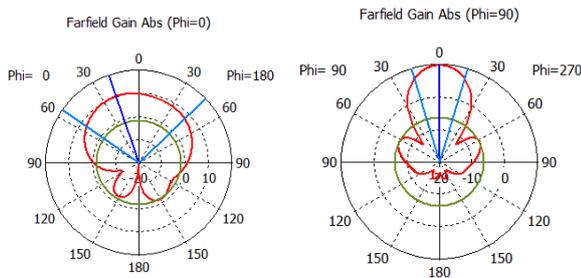
Pola radiasi antenna dapat diperoleh berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan. Pola radiasi dari arah elevasi pada antenna dapat dilihat pada phi = 90°. Sedangkan Pola radiasi dari arah azimuth pada antenna dapat dilihat pada phi = 0°, dapat dilihat dengan jelas pembuktian analisis nilai gain diatas berkorelasi dengan bentuk polaradiasi yang dihasilkan oleh antenna array dan bahkan lebih baik dari antenna single element terbentuknya main lobe dan side lobe secara presisi membuktikan antenna array lebih baik dalam hal daya pancar gelombang elektromagnetik ke udara karena antenna telah dimodifikasi dengan kebutuhan patch yang diinginkan dan bentuk polaradiasi dari keseluruhan antenna berbentuk unidirectional.



GAMBAR 4.1
Polaradiasi sebelum optimasi



GAMBAR 4.2
Polaradiasi setelah optimasi



GAMBAR 4.3
Polaradiasi antenna array

E. Perbandingan Polarisasi

Antena dikatakan memiliki polarisasi sirkular apabila nilai axial ratio nya ≤ 3 dB, polarisasi elips apabila memiliki nilai axial ratio >3 dB sampai <40 dB, sedangkan polarisasi linier apabila memiliki nilai axial ratio ≥ 40 dB dan pada polarisasi dari keseluruhan antenna dapat dikatakan sama berbentuk linier.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Nilai VSWR yang dihasilkan sudah sesuai spesifikasi yang diinginkan ketika dimensi antenna sudah dioptimasi. Pada semua rancangan antenna menghasilkan nilai VSWR 1.00 hal ini berarti antar antenna dengan saluran transmisi/port sudah cukup sepadan impedansinya.
2. Pada penelitian ini setelah dilakukan optimasi pada antenna yang dirancang mampu memperbaiki nilai VSWR dan mengubah pola radiasi menjadi unidirectional.
3. Nilai Gain dari antenna dipengaruhi oleh perbaikan sisi

feed, terbukti ketika hanya single elemen, gain yang dihasilkan hanya 5.06 dBi.

Pada penelitian ini membuktikan bahwa antenna single element hexagonal lebih baik dibandingkan dengan antenna bentuk persegi maupun lingkaran, karna nilai yang didapat sangat jauh diatas kedua bentuk antenna tersebut.

REFERENSI

- [1] Rodriguez, J. (2015). Fundamentals of 5G mobile networks. John Wiley & Sons.
- [2] Cama-Pinto, D., Damas, M., Holgado-Terriza, J. A., Gómez-Mula, F., Calderin-Curtidor, A. C., Martínez Lao, J., & Cama-Pinto, A. (2021). 5G Mobile Phone Network Introduction in Colombia. *Electronics*, 10(8), 922.
- [3] Pradina, W. A. S., Wijanto, H., & Yunita, T. (2021). Antena Mimo 4 \times 2 Susunan 2 Elemen Mikrostrip Patch Sirkular 3, 5 Ghz Untuk Bts 5g (mimo 4 \times 2 Of 2 Circular Patch Mikrostrip Antenna Array 3, 5 Ghz For Bts 5g). *eProceedings of Engineering*, 8(2).
- [4] R. Garg, *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House, 2001.
- [5] D. G. Fang, "Antenna Theory and Microstrip Antennas," 2017.
- [6] J. D. Krauss, *Antennas*, united states: Wiley Inter Science, 1998.
- [7] C. A. Balanis, *Antena Theory Analisis and Design 3rd Edition*. United Science, Wiley Inter Science, 2005.
- [8] J. R. James dan P. S. Hall, *Handbook of Microstrip Antenna*, London : Peter Peregrinus Ltd, 1989.
- [9] R. Garg, P. Barthia, I. Bahl and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Book*, London: Artech House, 2001

..