

ANTENA 5G BERBASIS TEKSTURE SURFACE

TEXTURE SURFACE BASED 5G ANTENNA

Rizaldy Amna¹, Bambang Setia Nugroho², Levy Olivia Nur³^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom¹rizaldyamna@student.telkomuniversity.ac.id,²levyolivia@telkomuniversity.ac.id, ³bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Fifth generation (5G) merupakan teknologi yang baru saja diluncurkan di Indonesia pada tahun 2021. Saat ini masih masa uji coba dan masih terbatas, Untuk mendukung teknologi 5G dibutuhkan banyak komponen dalam mendukung implementasinya salah satunya adalah antenna, karena di perlukan spektrum dalam beberapa rentang frekuensi untuk menyediakan kecepatan data dan *handover* yang tinggi untuk memenuhi spesifikasi teknologi 5G.

Pada Tugas Akhir ini antenna yang digunakan merupakan antenna mikrostrip dengan berbasis *Artifisial Magnetic Conductor* (AMC) yang memiliki *gain* tinggi, *bandwidth* lebar, pola radiasi bidireksional. Konsep metamaterial digunakan untuk memperkecil dimensi antenna mikrostrip namun tetap dengan spesifikasi yang baik. dan menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*) yang diterapkan pada penelitian ini yaitu dengan cara memotong bagian *groundplane* pada antenna mikrostrip.

Tugas akhir ini merancang dan merealisasikan antenna 5G berbasis texture dengan berbahan FR4 epoxy dengan konstanta dielektrik 4,3 dan ketebalan 1,6 mm sebagai substrat dan *copper* sebagai bahan untuk *groundplane* dan *rectangular patch*. Antenna ini bekerja pada rentang frekuensi 3,45 GHz sampai 3,55 GHz dengan frekuensi kerja pada 3,5 GHz dan diharapkan sesuai dengan spesifikasi, yaitu return loss di bawah <-10 dB, *bandwidth* yang dihasilkan >100 MHz. *gain* >3 dB, return loss di bawah <-10 dB, dan VSWR <2

Hasil simulasi menunjukkan pada frekuensi 3,5 GHz memiliki nilai *return loss* sebesar -19,88 dB *gain* sebesar 3,4 dB, *bandwidth* yang dihasilkan adalah 160 MHz dan nilai VSWR sebesar 1,22.

Hasil realisasi menunjukan pada frekuensi kerja 3,5 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -26,15 dB, nilai VSWR sebesar 1,13 dan nilai *gain* sebesar 3,21 dB, *bandwidth* sebesar 280 MHz.

Kata kunci: Teknologi 5G, antenna mikrostrip, metamaterial, AMC, DGS, FR4 epoxy.

Abstract

Fifth generation (5G) is a technology that was just launched in Indonesia in 2021. Currently, it is still a trial period and is still limited. To support 5G technology, many components are needed to support its implementation, one of which is an antenna, because spectrum needs in several frequency ranges to provide high data rates and handovers. to meet the specifications for 5G technology.

In this final project, the antenna used is a microstrip antenna based on Artificial Magnetic Conductor (AMC) which has high gain, wide bandwidth, and a bidirectional radiation pattern. The metamaterial concept is used to reduce the dimensions of the microstrip antenna but still with good specifications. and using the DGS (*Defected Ground Structure*) technique applied in this study by cutting the groundplane part of the microstrip antenna.

This final project designs and realizes a texture-based 5G antenna made from FR4 epoxy with a dielectric constant of 4.3 and a thickness of 1.6 mm as a substrate and copper as a groundplane and rectangular patch material. This antenna works at a frequency of 3.45 GHz to 3.55 GHz with a working frequency of 3.5 GHz and is expected to comply with the specifications, namely return loss below <-10 dB, resulting bandwidth > 100 MHz. *gain* > 3 dB, return loss below <-10 dB, and VSWR <2.

The simulation results show that at a frequency of 3.5 GHz with a return loss value of -19.88 dB, a gain of 3.4 dB, the resulting bandwidth is 160 MHz and a VSWR value of 1.22.

The realization results show that at a working frequency of 3.5 GHz with a return loss value of -26.15 dB, a VSWR value of 1.13 and a gain value of 3.21 dB, a bandwidth of 280 MHz.

Keywords: 5G technology, microstrip antenna, metamaterial, AMC, DGS, FR4 epoxy

1. Pendahuluan

Teknologi 5G mempunyai data yang akan dikirimkan melalui gelombang radio, yang memiliki perbedaan masing-masing. Perbedaan dibagi sesuai tipe komunikasi yang dibutuhkan, yaitu sinyal navigasi, siaran televisi dan mobile data. Agar dapat memenuhi kebutuhan teknologi telekomunikasi diperlukan antenna. Salah satu jenis antenna yang saat ini banyak digunakan dalam komunikasi nirkabel adalah antenna microstrip [1]. Antena mikrostrip sangat bagus untuk dapat diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi yang memiliki bentuknya kecil, namun kendala yang terjadi adalah efisiensi bandwidth, gain yang kecil, serta penerimaan sinyal tidak optimal [2]. Dalam mengatasi masalah tersebut penulis menggunakan metode *Artificial Magnetic Conductor* Antena dengan menggunakan AMC sebagai *groundplane*, dapat meningkatkan *gain* dan pola radiasi antena, AMC digunakan untuk peningkatan *bandwidth*, AMC memiliki keunggulan dimensi yang lebih kecil [3]. penulis juga menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*) yang diterapkan pada penelitian ini yaitu dengan cara memotong bagian *groundplane* pada antena mikrostrip. [4]

Oleh karena itu, Pada Tugas Akhir ini melanjutkan dan mengembangkan penelitian antena mikrostrip 5G dengan berbasis AMC yang dapat bekerja pada rentang frekuensi 3,45 GHz sampai 3,55 GHz dengan frekuensi kerja pada 3,5 GHz. Pada tugas akhir ini penulis melanjutkan penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan *Rogers Duroid* 6006 menjadi FR-4 epoxy yang mempunyai ketebalan 1,6 mm. Bahan FR-4 digunakan karena lebih murah untuk membuat antena, kemudian membandingkan hasil penelitian sebelumnya dengan penelitian yang penulis lakukan

2. Dasar Teori

2.1 Teknologi 5G

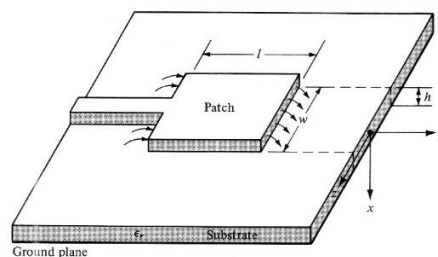
Di Indonesia teknologi telekomunikasi berkembang dengan sangat pesat, melihat pengalaman implementasi teknologi seluler dari 1G sampai dengan 4G di Indonesia yang selalu terlambat, maka dalam menghadapi era teknologi seluler 5G yang diperkirakan akan di implementasikan pada tahun 2020, teknologi 5G diharapkan memiliki kecepatan data dari generasi sebelumnya[5]

2.2 Antena

Antena merupakan suatu perangkat yang dirancang untuk mengirim dan menerima gelombang radio atau elektromagnetik dari saluran transmisi ke ruang bebas melalui antena pemancar. Antena dapat dilihat sebagai antarmuka antara saluran transmisi dan ruang kosong [6]. Antena dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip memiliki bentuk yang sederhana, ringan dan dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan serta tidak mahal dengan kemampuan bekerja pada frekuensi di atas 100 MHz. Pada umumnya, antena mikrostrip memiliki 3 bagian utama yaitu, patch, substrat, dan *groundplane*[7] yang dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.1. Antena Mikrostrip

Masing - masing dari bagian ini memiliki fungsi yang berbeda. Patch berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik dan terbuat dari lapisan metal yang memiliki ketebalan tertentu, substrat berfungsi untuk menyalurkan gelombang elektromagnetik dari patch pada antena tersebut, *groundplane* adalah lapisan paling bawah dan berfungsi untuk memisahkan antena substrat dielektrik dengan benda lain yang dapat mengganggu radiasi sinyal [7] Parameter dimensi antena didapatkan dari perhitungan rumus dasar antena mikrostrip. Rumus yang digunakan dalam perhitungan parameter dimensi antena mikrostrip [8]:

- Menentukan panjang *patch* (L_p) antena mikrostrip menggunakan persamaan :

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta l \quad (2.1)$$

- Menentukan panjang efektif (L_{eff}) menggunakan persamaan

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \times \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.2)$$

- Menentukan ΔL (extension of length) menggunakan persamaan

$$\Delta L = 0,412 \times h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2.3)$$

- Menentukan nilai konstanta dielektrik efektif substrat menurut Hammerstad dan Bekkadal adalah sebagai berikut:

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

- Menentukan lebar patch antena (W) sebenarnya dengan persamaan:

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.5)$$

- Menentukan panjang ground plane (L_g)

$$L_g = 6h + L_p \quad (2.6)$$

- Menentukan panjang ground plane (W_g)

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

- Menentukan lebar mikrostrip line (W_f)

$$W_f = \frac{4h}{\pi} \times \left[\frac{B}{B-1} - \ln(2B-1) \times \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \times \left[\ln(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right] \quad (2.8)$$

$$B = \frac{60 \times \pi^2}{Z_0 \times \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.9)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\left(1 + \frac{12h}{W_f} \right)^{-1/2} \right] \quad (2.10)$$

- Menentukan panjang mikrostrip line (L_f)

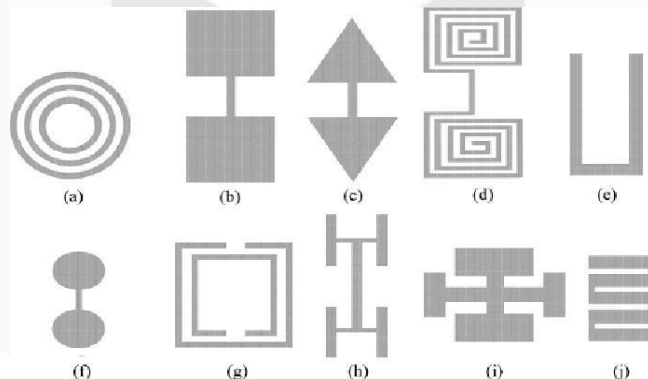
$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.11)$$

2.3 Metamaterial

Metamaterial adalah bahan yang (secara artifisial) dirancang untuk memiliki permeabilitas negatif atau karakteristik permitivitas. Pada pembuatan antena, metamaterial adalah sebuah teknik miniaturisasi antena yang biasa digunakan. Selain membuat dimensi antena lebih kecil, metamaterial mempunyai kelebihan lain yaitu membuat gain menjadi lebih tinggi dan membuat bandwidth menjadi lebih lebar [9].

2.4 DGS (Defected Ground Structure)

DGS (Defected ground Structure) suatu metode dengan menekan gelombang permukaan dengan cara menghilangkan (etch) sebagian bidang pada groundplane, yang akan meningkatkan efisiensi perolehan dan memperluas bandwidth [10]. Ada berbagai bentuk DGS seperti lingkaran, spiral, concentric ring, persegi, berbentuk H, dan beragam bentuk dumbbell yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 [11]

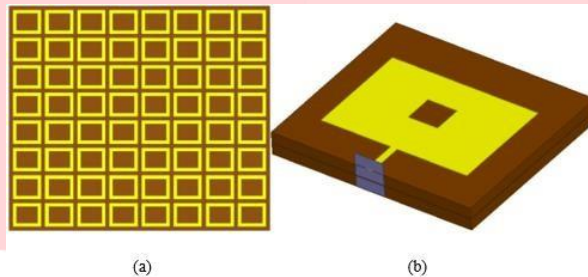


Gambar 2.2 Bentuk DGS (a) concentric ring shaped (b) dumbbell-shaped (c) arrow head dumbbell (d) spiral-shaped (e) U-shaped (f) circular head (g) split-ring resonators (h) H-shaped dumbbell (i) cross-

shaped (j) meander line.

3. Perancangan Antena

3.1. Desain Antena



Gambar 3.1. Desain Antena, (a) Tampak Depan (b) Tampak Samping.

Tabel 3.1 Dimensi Antena Setelah Optimasi

Dimensi Antena	Nilai (mm)
Lebar <i>ground plane</i> (W_g)	30,5
Panjang <i>ground plane</i> (L_g)	35,5
Lebar <i>patch</i> (W_p)	17,5
Panjang <i>patch</i> (L_p)	26
Lebar feed (W_f)	5
Panjang Feed (L_f)	14
Tebal Substrat (H_s)	2
Tebal Conductor (H_T)	0,035

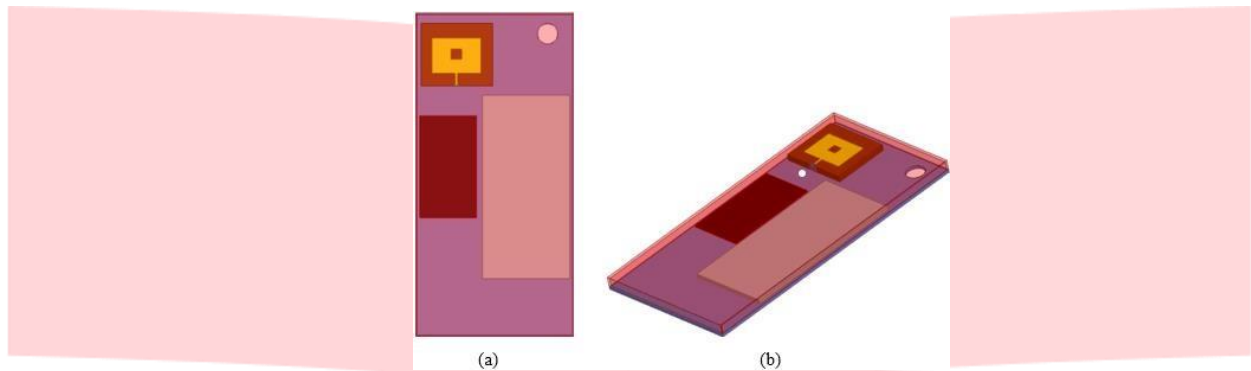
Hasil optimasi menunjukkan bahwa nilai parameter sudah memenuhi spesifikasi yang dapat dilihat pada nilai parameter yang terdapat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Nilai Parameter

NO	Parameter	Nilai
1.	Frekuensi GHz	3,5
2.	<i>Return Loss</i> (dB)	-18,6
3.	<i>Bandwidth</i> (MHz)	160
4.	<i>Gain</i> (dB)	3,4
5.	VSWR	1,27
6.	Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>

3.1 Simulasi Antena Dengan *Prototype Mobile Phone*

Simulasi dengan penambahan *prototype mobile phone* dengan tinggi 158,4mm, lebar 78,1mm, dan tebal 7,5mm pada frekuensi kerja 3,5 GHz yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 (a) tampak depan (b) tampak samping.

Hasil parameter simulasi antenna dengan *mobile phone* dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

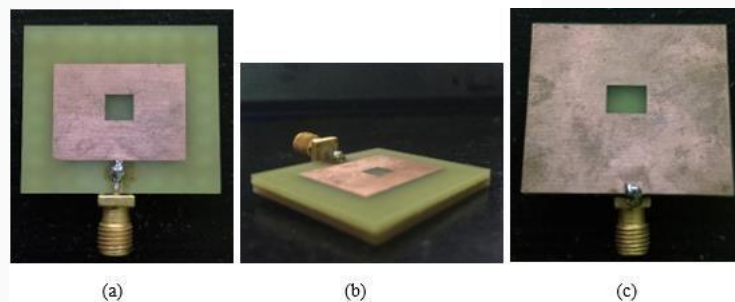
Parameter	Nilai
Frekuensi (GHz)	3,5
Return Loss (dB)	-27,4
Bandwidth (MHz)	170
VSWR	3,5
Gain (dB)	3,5
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>

4. Pengukuran dan Analisis

Pengukuran antenna meliputi pengukuran parameter dalam dan parameter luar. Untuk parameter dalam meliputi nilai VSWR dan bandwidth yang dilakukan di Laboratorium Elektromagnetika Telkom University. Sedangkan untuk parameter luar meliputi pola radiasi dan gain antenna yang dilakukan di Laboratorium Antena Telkom University.

4.1 Realisasi Antena

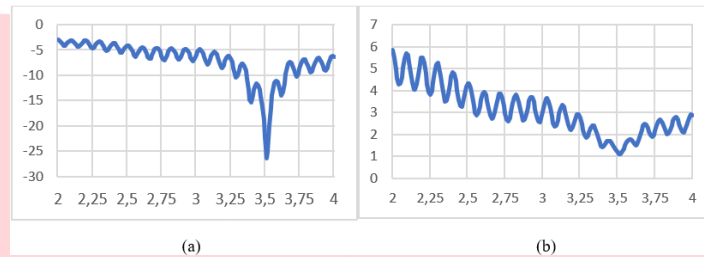
Setelah melakukan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak 3D elektromagnetik untuk desain antenna sampai mencapai hasil antenna yang sesuai dengan spesifikasi, maka tahap selanjutnya yaitu realisasi antenna yang diimplementasikan menggunakan bahan dasar *copper* sebagai *groundplane* dan *patch*, FR4 *epoxy* sebagai bahan substrat. Kemudian antenna diberi konektor SMA sebagai *port* pencatu. Antena dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Realisasi Antena, (a) tampak depan (b) tampak samping (c) tampak belakang.

4.2 Pengukuran Parameter Dalam

Pengukuran parameter *return loss* dan VSWR dilakukan dalam keadaan udara bebas. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.

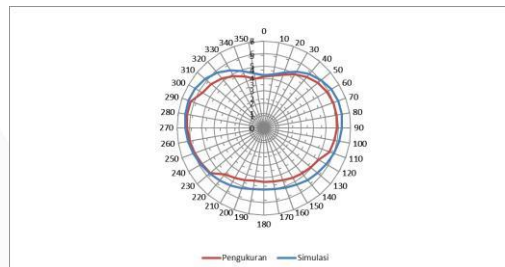


Gambar 4.2 Grafik hasil realisasi (a) nilai *return loss* (b) VSWR

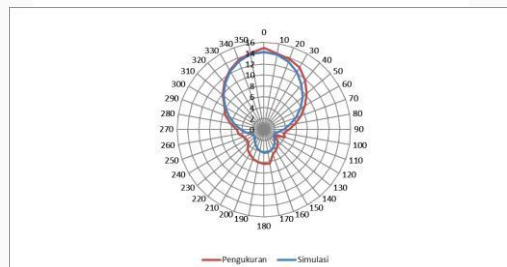
Hasil pengukuran menunjukkan nilai *return loss* sebesar -26,15 dB pada frekuensi 3,5 Ghz dan VSWR sebesar 3,52. Terdapat adanya gelombang pada pengukuran, hal tersebut diakibatkan oleh banyak faktor. Faktor yang mempengaruhi adalah alat yang tidak stabil, pengukuran antenna yang tidak tetap saat rangkaian alat pengukuran antenna sensitif, keadaan lingkungan yang berbeda, dan pemasangan konektor yang kurang baik.

4.3 Pengukuran Parameter Luar

Pengukuran parameter luar meliputi pengukuran polaradiasi dan *gain*. Hasil pengukuran pola radiasi didapatkan dengan cara mengarahkan antenna realisasi terhadap antenna referensi, kemudian antenna realisasi diputar dengan jarak 10 derajat pada arah azimuth dan elevasi. Hasil perbandingan pola radiasi saat simulasi dan pengukuran terdapat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Hasil Pola Radiasi Elevasi



Gambar 4.4 Hasil Pola Radiasi Azimuth

Pengukuran pada pola radiasi yang dilakukan untuk pengambilan data yang diperoleh yaitu pengukuran terhadap arah azimuth (horizontal) dan elevasi (vertikal) hasil pengukuran polaradiasi didapatkan hasil yaitu Unidirectional

5. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan seluruh proses penelitian pada Tugas Akhir ini mulai dari perancangan desain, melakukan simulasi dengan *software* elektromagnetik 3D, kemudian dilakukan pengukuran. Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu.

1. Antena metamaterial untuk antenna 5G telah disimulasikan menggunakan *software* elektromagnetik 3D dan direalisasikan menggunakan bahan *substrate* FR4_epoxy dengan dimensi antenna sebesar 30,5 mm x 35,5 mm.
2. Dalam simulasi, desain antenna metamaterial sesuai dengan spesifikasi yaitu memiliki nilai frekuensi 3,5 GHz, *return loss* - 19,88 dB, dan nilai bandwidth 160 MHz.
3. Antena yang telah diukur mendapatkan nilai *return loss* -26,15 dB dan *bandwidth* sebesar 280 MHz.
4. Antena metamaterial pada penelitian Tugas Akhir telah mendapatkan *gain* yang diinginkan yaitu lebih dari 3.
5. Penggunaan metode metamaterial AMC pada antenna terbukti dapat melebarkan *bandwidth* dan memperdalam *return loss*.
6. Hasil pengukuran pada antenna tidak terlalu sesuai dengan simulasi karena tidak dilakukan di *anechoic*

chamber

Referensi

- [1] [1] G. S. M. A. "5G Spectrum Public Policy Position". March, 2020.
- [2] S. Mumtaz. "Antena Metamaterial Untuk Teknologi 5G". Tugas Akhir. Telkom University, Bandung. 2020.
- [3] Sastry, IVS Rama, and K. Jaya Sankar. "Proximity coupled Rectangular Metamaterial Antena with X-slot for WLAN Application." Global Journal of Research In Engineering. 2014
- [4] M. Aprizal, L. O. Nur, B. S. Nugroho, A. Munir "Flexibel Artificial Magnetic Conductor Reflector for Wearable Antena Application" Progress In Elctromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama), Japan, 1-4 August 2018.
- [5] R. B. Putra, S. Alam, I. Surjati "Perancangan Antena Metamaterial Segiempat Peripheral Slit Untuk Aplikasi 2,4 GHz dengan Metode Pencatuan Proximity Coupled." Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol. 7, No. 1, Maret 2018.
- [6] E. Gustina 2017. "Perancangan dan Realisasi Antena Dual Band Berbasis Metamaterial pada Frekuensi 2.4 GHz (Wi-Fi) dan 3.65 GHz (WIMAX)," Tugas Akhir. Telkom University, Bandung. 2017.
- [7] A. F. S. Admaja, "Kajian Awal 5G Indonesia (5G Indonesia Early Preview)." Buletin Pos Dan Telekomunikasi, vol. 13, no. 2, 2015, p. 97., doi:10.17933/bpostel.2015.130201.
- [8] H. Wahyu, Ir. B. Sumajudin, M.T, T. Yunita, S.T.,M.T, "Antena MIMO Patch Triangular Dengan Penambahan Slot Untuk Aplikasi 5G" Tugas Akhir. Telkom University, Bandung 2020.
- [9] A. F. S. Admaja, "Studi Lanjutan 5G Indonesia 2018 – Spektrum Outlook dan Use Case Untuk Layanan 5g Indonesia"., Jakarta., Puslitbang-SDPPI
- [10] G. Nuansa. 2011. "Rancang Bangun Antena Metamaterial dengan Metamaterial CSSR pada Frekuensi 2,6 – 2,7 GHZ," Tugas Akhir.
- [11] Herudin. "Perancangan Antena Metamaterial Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution)," Tugas Akhir. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Volume 1, No. 1, Juni 2012
- [12] Balanis, Constantine A. Antena Theory: Analysis and Design. Wiley. New Jersey. 2012.
- [13] F. Rizqz. D. Arseno, S. T., M. T. T. Yunita. S. T., M. T. "Analisis Dan Desain Antena Metamaterial Untuk Komunikasi Satelit Pada Frekuensi KA," Tugas Akhir. Universitas Telkom. 2020.
- [14] Caloz, Christophe, and T. Itoh. Electromagnetic Metamaterials: Transmission Line Theory and Microwave Applications. John Wiley & Sons, 2006.
- [15] Mukesh, Binod and Sachin., "Defected Ground Structure: Fundamentals, Analysis, and Applications in Modern Wireless Trends" International Journal of Antenas and Propagaton. 2017.
- [16] I. Y. Wulandari, "Perancangan Dan Pembuatan Antena Metamaterial Patch Segiempat Untuk Meningkatkan Bandwidth Dengan Metode Defected Ground Structure (DGS)," Universitas Mercu Buana Jakarta, 2017.
- [17] J. Zbitou, A. Tajmouati, M. Latrach, A. Errkik, and L. El Abdellaoui, "A New Design of a Miniature Metamaterial Patch Antena Using Defected Ground Structure DGS," IEEE, pp. 5–8, 2017.