

OPTIMASI *BANDWIDTH* PADA ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR* METODE *SLIT & SLOT* UNTUK APLIKASI LTE FREKUENSI 1,8 GHZ

Dea Leta Pingki Islami¹, Nadia Media Rizka²

^{1,2}Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta

^{1,2}Jalan Daan Mogot KM 11, RT. 1/RW.4, Cengkareng, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 11710, Indonesia

¹dealetapingki3@gmail.com ²nadiamr@akademitelkom.ac.id

Abstrak – Teknologi telah menjadi kebutuhan manusia, bahkan beberapa tahun terakhir, *Long Term Evolution* diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya (3G, 2G). Kecepatan dalam mengirim data, kapasitas yang besar, dan jangkauan luas, menjadikan *Long Term Evolution* masih digunakan sampai sekarang. *Long Term Evolution* juga termasuk ke dalam telekomunikasi nirkabel (tanpa kabel). Sistem komunikasi tanpa kabel membutuhkan pengirim, penerima, dan alat berupa antena. Antena digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang elektromagnetik yang berisi informasi. Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang sering digunakan. Oleh sebab itu, penelitian ini merancang desain antena mikrostrip dengan bentuk persegi panjang yang dioptimalisasi menggunakan metode *slit & slot* untuk *Long Term Evolution* pada frekuensi kerja 1,8 GHz. Metode *slit & slot* bertujuan untuk memperlebar *bandwidth* dari antena yang dirancang. Jenis substrat dari antena yang dipilih yaitu FR4-Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,4, ketebalan substrat (h) = 1,6 mm, dan *loss tangen* ($\tan\delta$) = 0,0265. Pada simulasi yang dilakukan, maka didapat pengukuran menggunakan metode *slit & slot* pada antena bentuk persegi panjang yang bekerja pada frekuensi 1,8 GHz dengan *Return Loss* bernilai -24 dB, *VSWR* sebesar 1,098, nilai *Bandwidth* sebesar 158,6 MHz, dan nilai *Gain* sebesar 5,588 dB.

Kata kunci – antena mikrostrip, LTE, slit, slot, bandwidth

Abstract :

Abstract – Technology has become a human need, then in the last few years, *Long Term Evolution* was created to improve on the previous technology (3G, 2G). Speed in sending, large capacity, and wide coverage makes *Long Term Evolution* still used today. *Long Term Evolution* is also included in wireless telecommunications. A wireless communication system requires a transmitter, receiver, and antenna. An antenna is used to send and receive electromagnetic waves that contain information. Microstrip antenna is the only type of antenna that is widely used. Therefore, this research proposes the design of a microstrip antenna with a rectangular shape that is optimization using the slit and slot method for *Long Term Evolution* at a working frequency of 1,8 GHz. The slit and slot method aims to widen the bandwidth and increase the gain value of the designed antenna. The type of substrate of the antenna to be selected is FR4-epoxy with dielectric constant (ϵ_r) = 4,4, substrate thickness (h) = 1,6 mm, and loss tangent ($\tan\delta$) = 0,0265. In the simulation results, the measurement is using the slit and slot method on the rectangular patches that work at 1,8 GHz frequency with *Return Loss* of -24 dB, the *VSWR* value of 1,098, the *Bandwidth* value of 158,6 MHz, and the *Gain* value of 5,588 dB.

Keywords – microstrip antenna, LTE, slit, slot, bandwidth

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada beberapa tahun terakhir, teknologi *Long Term Evolution* (LTE) diciptakan untuk memperbaiki teknologi yang ada sebelumnya. Meskipun sudah ada rencana pengembangan generasi teknologi 5G. Namun, LTE masih terus digunakan dan dikembangkan secara besar-besaran sampai saat ini. Keunggulan dari LTE adalah kecepatan dalam pengiriman data yang dapat memberikan jangkauan lebih luas dan kapasitas layanan yang lebih besar, serta mendukung penggunaan multipel antena. Teknologi LTE memiliki beberapa spektrum frekuensi, salah

satunya spektrum frekuensi 1,8 GHz, yang masih menjadi spektrum populer di kalangan operator telekomunikasi dunia karena mampu mendukung layanan LTE.

Sistem komunikasi nirkabel (tanpa kabel) membutuhkan sebuah transmitter, receiver dan antena. Antena digunakan untuk meradiasi serta menerima gelombang elektromagnetik yang berisikan informasi untuk dikirim dan diterima oleh pengguna. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip banyak digunakan karena bahan yang mudah didapatkan dan mudah untuk disimulasikan. Pada era sekarang, salah satu jenis antena yang banyak digunakan untuk

penelitian pada sistem komunikasi nirkabel yaitu antenna mikrostrip dengan menerapkan berbagai metode. Pada penelitian ini dilakukan perancangan antenna dengan menerapkan penggunaan metode penambahan celah dan lubang pada *patch* antenna yang diharap mendapatkan rentang frekuensi minimal 150 MHz untuk aplikasi *Long Term Evolution* dengan frekuensi kerja 1,8 GHz.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan studi antenna dalam mendapatkan rancangan antenna dengan target memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* < 2 , *bandwidth* ≥ 150 MHz dan mereduksi ukuran antenna menjadi 10% dengan menganalisis ukuran *slit* dan *slot* yang tepat untuk pengaplikasian di LTE frekuensi 1,8 GHz.

C. Rumusan Penelitian

Dengan memperhatikan identifikasi masalah diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah utama penelitian, yaitu :

1. Bagaimana cara merancang antenna mikrostrip *rectangular* dengan *slit* dan *slot* untuk aplikasi LTE pada frekuensi 1,8 GHz?
2. Bagaimana cara memperlebar *bandwidth* dan mereduksi rancangan antenna mikrostrip *rectangular* dengan metode *slit* dan *slot* untuk aplikasi LTE pada frekuensi 1,8 GHz?

II. DASAR TEORI

A. Long Term Evolution (LTE)

Long Term Evolution (LTE) merupakan sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang menggunakan telepon seluler maupun perangkat *mobile* lainnya yang telah berbasis *GSM/EDGE* dan *UMTS/HSDPA*. Termasuk ke dalam generasi ke-4 (4G), karena sistem arsitekturnya sederhana dan sudah berbasis *Internet Protocol* (IP) [1].

Pada spektrum 1800 MHz ini, kanal-kanal ditempati oleh berbagai operator di Indonesia. Alokasi frekuensi *GSM uplink* dimulai 1710 MHz – 1785 MHz, sedangkan *downlink* dimulai dari 1805 MHz – 1880 MHz. Selisih frekuensi antara *uplink* dengan *downlink* yaitu sebesar 95 MHz. Beberapa alokasi frekuensi tersebut adalah DCS berlaku pada pita frekuensi 1.710-1.885 MHz, PCS pada pita frekuensi 1.907,5-1.912,5 MHz, UMTS pada pita frekuensi 1.920-2.170 MHz [2].

B. Antena

Antena adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik [3].

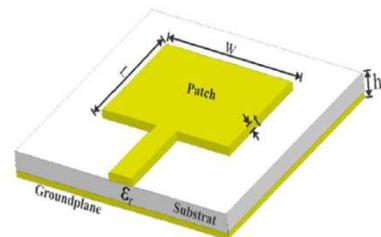
Ukuran fisik dari radiasinya akan setara dengan panjang gelombangnya. Semakin tinggi frekuensinya, antenna akan semakin kecil. Kedua perangkat radio harus bekerja di frekuensi yang sama dan antenna akan melakukan pekerjaan sekaligus, mengirim dan menerima sinyal [4]. Parameter antenna terdapat *VSWR*, *Return Loss*, *Bandwidth*, *Gain*, Polarisasi, Polaradiasi, dan lain-lain.

C. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antenna yang berbentuk papan tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi [5]. Ide atau konsep antenna mikrostrip diusulkan pertama kalinya oleh Deschamps pada awal tahun 1950 dan baru dibuat pada sekitar tahun 1970 oleh Munson dan Howell [6].

Antena mikrostrip memiliki tiga lapisan yang memiliki fungsi berbeda, bagian tersebut adalah :

1. **Patch**, bagian yang terletak paling atas dari antenna, berfungsi untuk meradiasi gelombang elektromagnetik.
2. **Substrate**, berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari sistem pencatutan.
3. **Ground Plane**, lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai *ground* dan reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.



Gambar 1.1 Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*

Patch dapat berbentuk segi empat, segitiga, dan lain-lain. Bentuk segi empat merupakan bentuk *patch* yang paling banyak digunakan, karena memiliki bentuk yang sederhana dan mudah dibuat. Perancangan antenna mikrostrip *rectangular* menggunakan persamaan [7]:

Rumus mencari Lebar antenna

$$W = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}, (mm) \quad (1.1)$$

Rumus mencari Panjang antenna

$$L = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L, (mm) \quad (1.2)$$

Dimana konstanta dielektrik relatif efektif dicari dengan rumus

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times \frac{h}{W}}} \right) \quad (1.3)$$

ΔL adalah besarnya medan limpahan gelombang elektromagnetik dari *patch*, dicari dengan cara

$$\Delta L = \left[0,412 \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{eff} + 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \right] h \quad (1.4)$$

D. Slit

Slit adalah salah satu metode dalam miniaturisasi ukuran antenna mikrostrip. Penggunaan *slit* akan mengganggu aliran arus di permukaan, kemudian memaksa arus untuk berbelok-belok. Hal inilah yang kemudian meningkatkan panjang listrik dari *patch*. Kemudian sampai tahapan tertentu, nilai frekuensi dapat direduksi dengan menambah panjang *slit* [8].

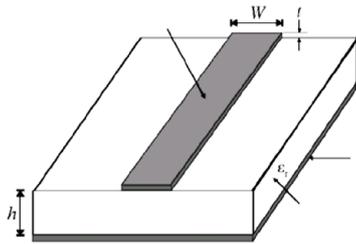
Penggunaan beberapa buah *slit*, maka arus dipermukaan akan mengalir di sekeliling *slit*. Panjang minimum *slit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$l_s = 0,15 \times L \quad (1.5)$$

E. Slot

Penambahan celah pada *patch* antenna biasa disebut dengan metode *slot* [9]. Antena mikrostrip yang telah ditambahkan *slot* dapat memperbesar nilai *bandwidth* dan dapat meningkatkan nilai parameter-parameter antenna lainnya menjadi lebih baik.

F. Teknik Pencatu



Gambar 1.2 Skema *Microstrip Feed Line*

Teknik catuan digunakan bertujuan untuk mengirim daya yang efisien antara struktur *feeding* dengan struktur peradiasi dan impedansi keduanya harus *matched*.

Penentuan dimensi pada teknik *Microstrip Feed Line*, dapat dilakukan dengan persamaan [7]:

Rumus mencari Lebar saluran transmisi

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_Y}} \quad (1.6)$$

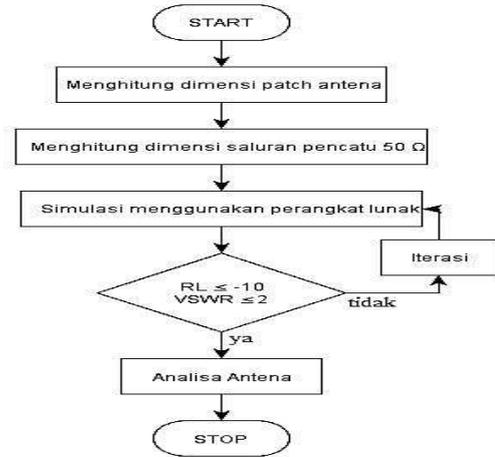
$$Wf = \frac{2h}{\pi} \{B - 1 - \ln(2B - 1)\} + \frac{\epsilon_Y^{-1}}{\epsilon_Y^2} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_Y} \right] \quad (1.7)$$

III. PERANCANGAN

A. Metode Perancangan

Proses perancangan antenna dimulai dengan menentukan frekuensi kerja yang diinginkan. Kemudian, menentukan substrat yang akan digunakan. Setelah hal tersebut dilakukan, maka perancangan dimensi antenna sudah dapat dilakukan, yaitu dengan menghitung dimensi *patch*, menghitung

dimensi pencatu, melakukan simulasi perancangan antenna yang telah dirancang, dan menganalisa hasil parameter antenna.



Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian

Antena yang dirancang yaitu antenna mikrostrip yang berbentuk persegi panjang dengan substrat *FR4-Epoxy*. Berikut spesifikasi substrat yang ingin digunakan :

Tabel 1.1 Spesifikasi Substrat *FR4-Epoxy*

Parameter <i>FR4-Epoxy</i>	
Konstanta dielektrik	4.4
Konstanta permeabilitas relative	1
Dielektrik <i>loss tangen</i>	0,0265
Ketebalan substrat	1,6 mm
Konduktifitas Bahan	$5,8 \times 10^7$ S/m

B. Desain Antena Mikrostrip Rectangular

Perancangan desain antenna, terlebih dahulu menentukan komponen pada bahan yang digunakan. Langkah selanjutnya menghitung dimensi antenna *rectangular* sebelum dilakukan penambahan metode.

1. Lebar *Patch* (*Width*)

$$W = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon_Y + 1}{2}}}$$

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 (18 \times 10^8) \sqrt{\frac{(4,4 + 1)}{2}}}$$

$$W = 50,7 \text{ mm}$$

2. Panjang *Patch* (*Length*)

Cari nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) terlebih dulu, menggunakan persamaan 1.3 seperti berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_Y + 1}{2} + \frac{\epsilon_Y - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times \frac{h}{W}}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = 4,1256$$

Selanjutnya mencari nilai dari panjang tambahan *patch* (ΔL), dengan persamaan 1.4

$$\Delta L = \left[0,412 \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} + 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \right] h$$

$\Delta L = 1,7614 \text{ mm}$

Maka, lebar *patch* (L) dapat dihitung dengan persamaan 1.2

$$L = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L$$

$L = 37,50 \text{ mm}$

Panjang *patch* antenna (L) yaitu 37,50 mm

3. Lebar Saluran Mikrostrip (Wf)

Pada penelitian ini menganalisa impedansi masukan sebesar 50Ω , sehingga diperlukan persamaan 1.6 untuk mendapatkan nilai B , yaitu:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon\gamma}}$$

$B = 5,6404$

Maka, lebar saluran pencatu (Wf) untuk 50Ω dapat dihitung dengan persamaan 1.7

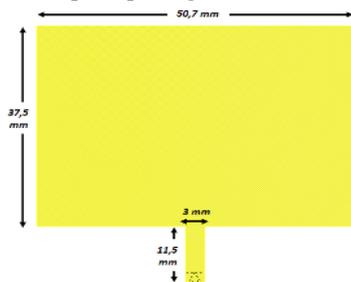
$$Wf = \frac{2h}{\pi} \{ B - 1 - \ln(2B - 1) \} + \frac{\epsilon\gamma^{-1}}{\epsilon\gamma^2} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon\gamma} \right]$$

$Wf = 3,0573 \text{ mm}$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Antena *Rectangular*

Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan bentuk antenna seperti pada gambar 1.4 di bawah ini:

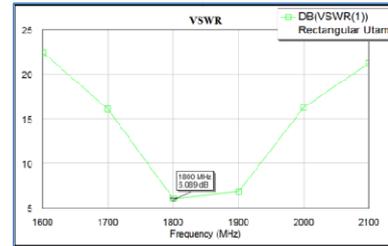


Gambar 1.4 Desain Antena *Rectangular*

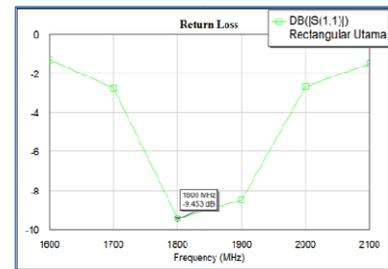
Tabel 1.2 Perbandingan Desain Awal dengan Iterasi

	L (mm)	W (mm)	f (GHz)	RL (dB)	VSWR
Desain Awal	50,7	37,5	1,8	-9,453	6,089
Desain Iterasi	46	38,5	1,8	-19,07	1,941

Berdasarkan gambar 1.4 dan tabel 1.2, maka didapatkan beberapa parameter dari hasil simulasi, sebagai berikut:

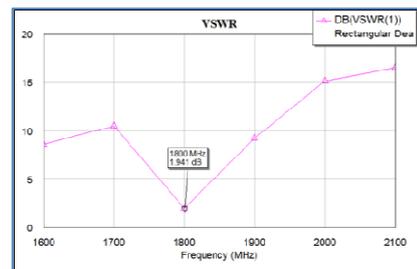


(a) Hasil VSWR

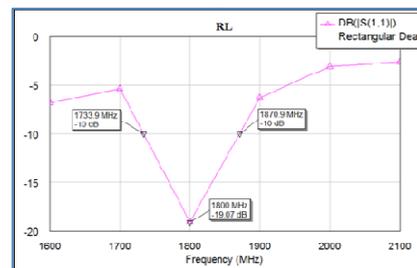


(b) Hasil Return Loss

Gambar 1.5 Hasil Simulasi Desain Awal



(a) Hasil VSWR



(b) Hasil Return Loss

Gambar 1.6 Hasil Simulasi Desain Iterasi

Berdasarkan gambar 1.5 dan 1.6, maka dapat dilihat bahwa hasil simulasi terbaik untuk antenna mikrostrip *rectangular* diperoleh pada desain iterasi.

Pada grafik hasil *Return Loss* gambar 1.6, maka dapat ditemukan nilai *Bandwidth*. Mencari nilai *Bandwidth* dapat menggunakan persamaan berikut :

$$B = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\%$$

$$B = \frac{1870,9 - 1733,9}{1802,4} \times 100\%$$

$$B = 7,6\%$$

Nilai *Bandwidth* sebesar 7,6 % atau 137 MHz

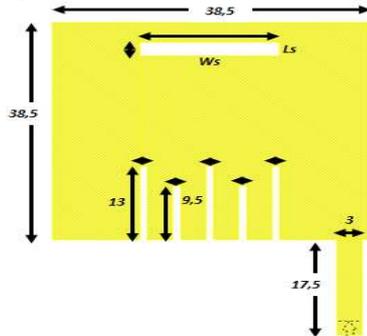
B. Rancangan Antena *Rectangular Slit* dan *Slot*

Selanjutnya merancang antena dengan penambahan *slit* & *slot*. Sebelum itu, hitung terlebih dahulu lebar *slit*, menghitung lebar *slit* dapat menggunakan persamaan 1.5

$$l_s = 0,15 \times L$$

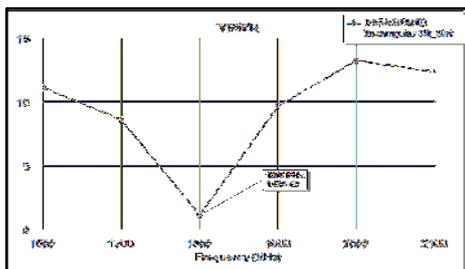
$$l_s = 5,775 \text{ mm}$$

Selanjutnya menambahkan *slit* pada rancangan antena yang telah ditambahkan metode *slot*, dapat dilihat pada gambar 1.7

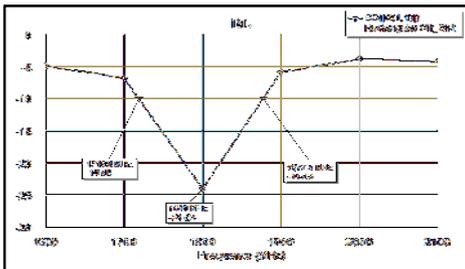


Gambar 1.7 Desain Antena *Slit* dan *Slot*

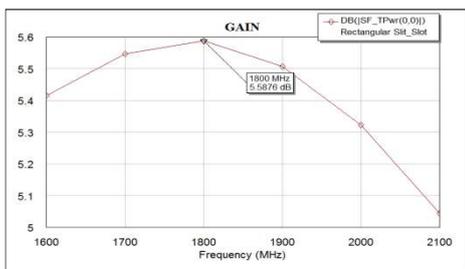
Desain antena pada gambar 1.7, menghasilkan parameter sebagai berikut:



(a) Hasil VSWR



(b) Hasil Return Loss



(c) Hasil Gain

Gambar 1.8 Hasil Simulasi Antena *Slit* dan *Slot*

Tabel 3 Perbandingan Simulasi Nilai *Bandwidth*

Tahapan Metode	Frekuensi Kerja	Bandwidth
Antena Polos	1,8 GHz	137 MHz
Antena <i>Slit</i> & <i>Slot</i>	1,8 GHz	158,6 MHz

Dari tabel 1.3, dapat dilihat bahwa peningkatan *Bandwidth* diperoleh pada desain antena yang menggunakan metode *Slit* dan *Slot*, nilai *Bandwidth* yang diperoleh yaitu sebesar 8,82%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, telah didapatkan rancangan antena *patch rectangular* dengan penambahan *slit* & *slot*. Rancangan ini mereduksi antena sebesar 23,33% dengan hasil parameter VSWR sebesar 1,098, nilai *Return Loss* sebesar -24 dB, *Gain* sebesar 5,588 dB, dan *Bandwidth* sebesar 158,6 MHz yang bekerja pada frekuensi 1,8 GHz. Dapat disimpulkan bahwa merancang antena menggunakan metode *slit* & *slot* terbukti dapat meningkatkan *bandwidth* sekaligus mereduksi rancangan antena untuk aplikasi 4G LTE yang bekerja di frekuensi 1,8 GHz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. . Budi, E. S. Nugraha, and A. Agung, "Perancangan Dan Analisis Antena Mikrostrip Mimo Circular Pada Frekuensi 2.35 GHz Untuk Aplikasi LTE," *J. Infotel*, vol. 9, no. 1, p. 136, 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i1.130.
- [2] T. D. Hakim and A. Dimiyati, "Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 6 No.3 Juni 2018 108," *J. Ilm. elektrokrisna*, vol. 6, no. 3, pp. 108–113, 2018.
- [3] Rudianto and Sopyan, "(Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)," vol. 2, no. 2, pp. 62–68, 2019.
- [4] S. Alam, "No Title," *Peranc. Antena Mikrostrip Triangular Untuk Apl. WiMaX 2300 dan 3300 MHz*, vol. 4, no. 15, pp. 255–268, 2015, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/310248402_The_Design_of_Triangular_Microstrip_Antenna_for_Wimax_Application_at_2300_MHz_Frequency.
- [5] M.Zulfadli, I. Surjati, and Gunawan Tjahjadi, "PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP PATCH SEGIEMPAT PERIPHERAL SLIT MENGGUNAKAN METODE ARRAY 1x4 UNTUK APLIKASI RADAR MARITIM FREKUENSI 3,2 GHz," *E - ISSN, J. Kaji. Tek. elektro*, vol. 2014, no. April, p. 2014,

- 2014, doi: 10.1122/1.3445064.
- [6] J. D. Kraus, *Antennas, 2nd ed.* New Delh; Mc.Graw Hill, 1988.
- [7] H. F. Sidauruk and A. H. Rambe, "Analisa Penentuan Ukuran Slot Pada Karakteristik Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Pencatu," *Singuda ENSIKOM*, vol. 10, no. 27, pp. 65–70, 2015.
- [8] A. Sujadi, E. Setijadi, and G. Hendratoro, "Desain Antena Mikrostrip dengan Tapered Peripheral Slits Untuk Payload Satelit Nano," vol. 1, no. 1, 2012.
- [9] K. Aditama, E. Wismiana, and M. Yunus, "Desain Miniaturisasi Antena Mikrostrip Patch Persegi Panjang dengan Slot Loading Technique Rectangular Slot untuk Aplikasi LTE 1800," 2018.