

DESAIN ANTENA MONOPOLE WIDEBAND UNTUK PERALATAN VHF A/G

¹Aryo Tegsadama, ²Muh. Wildan, ³Johan Wahyudi

¹⁾*Teknik Navigasi Udara*
Politeknik Penerbangan Indonesia
tegsaaryo@gmail.com

²⁾*Teknik Navigasi Udara*
Politeknik Penerbangan Indonesia
muh.wildan@ppicurug.ac.id

³⁾*Teknik Navigasi Udara*
Politeknik Penerbangan Indonesia
johan.wahyudi@ppicurug.ac.id

Article history:

Received 1th of June, 2024

Revised 6th of June, 2024

Accepted 20th of June, 2024

Abstract

VHF-A/G is a radio communication device operating in the frequency range of 117.975 MHz - 137 MHz. This device is utilized as a means of communication between Air Traffic Control officers at an Air Traffic Service (ATS) unit and pilots in aircraft. The VHF-A/G equipment is required to be placed inside the Control Tower, with the VHF-A/G antenna mandated to be positioned atop the Control Tower. Typically, antennas used are narrowband antennas, effective only in receiving or transmitting signals within specific frequencies. If one wishes to use such an antenna on other frequencies, adjustments (matching) are required. Hence, the author has conceptualized designing an antenna capable of operating across various frequencies within the VHF A/G frequency range. In the design process, electromagnetic simulations using CST Studio 2021 allow for in-depth analysis of antenna characteristics, including impedance, radiation efficiency, and radiation patterns. It is hoped that simulation results demonstrate that the resulting antenna can achieve performance meeting VHF A/G requirements, producing consistent radiation patterns and high efficiency across the targeted frequency range.

Keywords: Monopole, Antenna, Cst, Wideband

Pendahuluan

Tingkat kebutuhan untuk telekomunikasi, navigasi, dan pengamatan (surveillance) di Indonesia terus mengalami peningkatan. Komunikasi tidak hanya terbatas pada tingkat regional, tetapi telah meluas secara global hingga mencakup seluruh dunia [1]. Very High Frequency Air Ground Communication (VHF A/G) adalah sarana komunikasi penerbangan yang digunakan untuk berkomunikasi antar pesawat di udara dan petugas pengendali lalu lintas penerbangan di darat. Fasilitas ini penting untuk mengatur lalu lintas penerbangan di bandara dengan pengaturan yang dilakukan melalui pengamatan visual [2]. Very High Frequency Air Ground Communication (VHF A/G) adalah sistem transceiver (pemancar dan penerima) yang digunakan untuk fasilitas komunikasi suara antara penerbang di pesawat udara dan petugas Pemandu Lalu Lintas Udara di sebuah unit Layanan Lalu Lintas Udara (ATS). Komunikasi VHF air ground ini beroperasi dalam rentang frekuensi 118 MHz hingga 137 MHz, dengan daya pancar berkisar antara 25 hingga 50 Watt, serta dapat mencakup ketinggian dari 0 hingga 20,000 kaki dan jarak jangkauan antara 0 hingga 87 Nautical Miles [3].

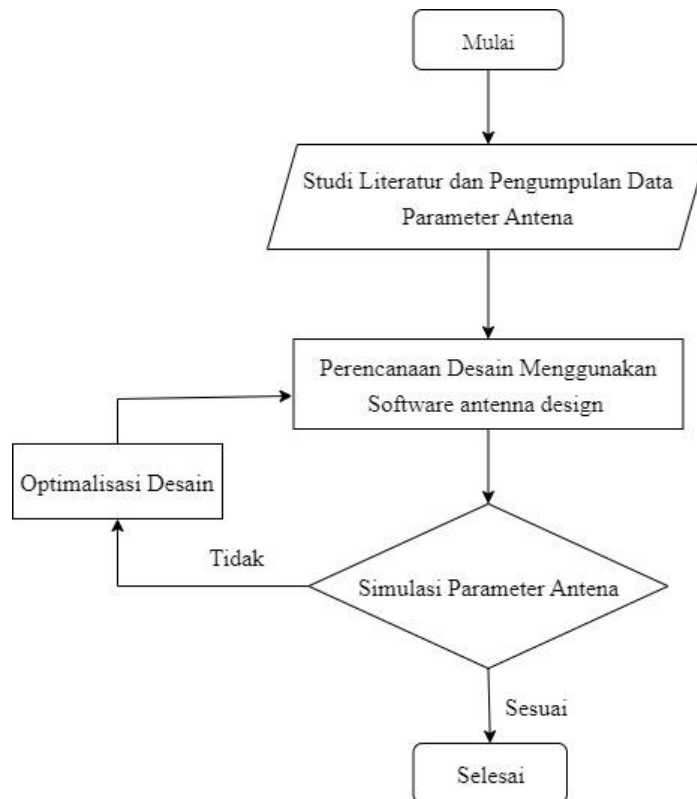
Antena monopole merupakan salah satu antena yang paling umum digunakan dalam pita frekuensi VHF [4]. Antena monopole dikenal sebagai antena yang mampu mencapai VSWR rendah dalam lebar pita [5]. Meskipun frekuensi VHF telah menjadi standar industri, tantangan tetap ada dalam meningkatkan kinerja antena agar dapat menangani berbagai frekuensi dalam rentang tersebut dengan optimal. Peralatan VHF A/G digunakan pada Aerodrome Control (ADC), Approach Control (APP), Area Control Center (ACC), dan Aerodrome Flight Information Service (AFIS).

Pada umumnya antena yang digunakan adalah antena dengan bandwidth yang sempit (narrowband), yang hanya efektif dalam menerima atau mentransmisikan sinyal pada frekuensi tertentu saja. Jika ingin menggunakan antena tersebut pada frekuensi lain, diperlukan penyesuaian (matching) pada antena tersebut. Pada penelitian yang dilakukan oleh Camila Rodriguez [4], merancang antena monopole wideband HF dan VHF yang menunjukkan hasil baik pada frekuensi 29,7 MHz dan 279 MHz.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini metodologi penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R &

D). Metode penelitian dan pengembangan (R&D) merupakan pendekatan yang diterapkan untuk menciptakan produk baru dan mengevaluasi kinerja produk tersebut [6]. Penelitian ini mencakup serangkaian langkah pengembangan, yang meliputi mengidentifikasi potensi masalah, mengumpulkan informasi, merancang produk, memvalidasi desain dan melakukan revisi terhadap desain. Langkah-langkah pada penelitian ini dituangkan dalam *flowchart* seperti di bawah ini :



Gambar 1. Flowchart

Studi Literatur dan Pengumpulan Data Parameter Antena

Sebelum melakukan perancangan, langkah awal dilakukan dengan mengumpulkan berbagai informasi yang terkait dengan antenna *wideband* serta materi pendukung lainnya. Parameter antenna antara lain :

Bandwidth

Bandwidth dapat diartikan sebagai rentang frekuensi operasional di mana karakteristik antenna seperti impedansi input, polarisasi, *Beam width*, pola radiasi, dan sebagainya paling mendekati nilai tersebut [7]. *Bandwidth* dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini :

$$Bw = f2 - f1 \dots \dots (1)$$

Dimana :

Bw = Bandwidth (Hz)

$f1$ & $f2$ = frekuensi bawah & atas (Hz)

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) mengukur perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum yang dipancarkan oleh antenna. Parameter ini memberikan informasi tentang sejauh mana daya yang diteruskan ke perangkat dibandingkan dengan daya yang dipantulkan oleh perangkat tersebut [7]. Sebuah VSWR dianggap memadai jika nilainya kurang dari 2. Pada sebagian besar antenna komersial, biasanya nilai VSWR ditetapkan pada angka kurang dari 1,5 [8].

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} \dots \dots (2)$$

Dimana :

 $VSWR$ = Voltage Standing Wave Ratio $|V|_{max}$ & $|V|_{min}$ = gelombang maksimum & minimum

Return Loss (RL)

Return loss (RL) adalah parameter yang menunjukkan sejauh mana daya hilang karena diserap oleh beban dan tidak kembali sebagai gelombang pantul. Antena yang berkualitas akan memiliki nilai return loss di bawah -10 dB, menunjukkan bahwa sekitar 90% dari sinyal dapat diserap, sedangkan 10% sisanya terpantulkan [9].

$$RL = 20 \log |\Gamma| \dots \dots (3)$$

Dimana :

 RL = Return Loss (dB) Γ = koefisien refleksi tegangan

Input Impedansi

Impedansi input adalah perbandingan antara tegangan dan arus di terminal suatu antena atau rasio komponen antara medan listrik dan medan magnet pada titik tertentu. Faktor-faktor seperti geometri, metode eksitasi, dan jarak dengan objek di sekitarnya juga memengaruhi impedansi input antena [10]. impedansi antena dapat ditulis seperti yang diberikan di bawah ini.

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} \dots \dots (4)$$

Dimana :

 Z_{in} = Impedansi antena pada terminal R_{in} = Resistansi antena pada terminal jX_{in} = Reaktansi antena pada terminal

a. Perencanaan Desain Antena Menggunakan Software Antenna Design

Antena dirancang dengan metode *monopole wideband* sehingga dapat dioperasikan pada berbagai frekuensi peralatan VHF A/G. Rancangan ini didesain dan disimulasikan menggunakan aplikasi *software antenna design*.

b. Simulasi Parameter Antena di Software Antenna Design

Setelah desain selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi menggunakan *software antenna design*. Hasil simulasi akan menampilkan berbagai parameter. Jika parameter tersebut belum sesuai dengan yang diharapkan, maka dilakukan optimalisasi desain antena. Namun, jika parameter tersebut sudah sesuai, proses dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Hasil dan Pembahasan

Menentukan Frekuensi Kerja Antena

Antena monopole dikenal sebagai antena yang mampu mencapai VSWR rendah dalam lebar pita [11]. Antena monopole wideband direncanakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Antena ini akan beroperasi pada frekuensi dengan bandwidth yang lebar, yaitu 118 – 137 MHz, yang akan digunakan sebagai antena untuk perangkat VHF A/G. Dengan demikian frekuensi tengah dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$f_c = \frac{f_1 + f_2}{2} = \frac{137 + 118}{2} = 127,5 \text{ MHz}$$

Dimana :

 f_c = frekuensi tengah f_1 = frekuensi atas f_2 = frekuensi bawah

Perhitungan Panjang Antena

Rumus untuk menghitung dimensi antena monopole adalah [8]:

Panjang gelombang

Panjang gelombang dapat dihitung menggunakan persamaan seperti di bawah [12].

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{127,5 \times 10^6} = 2,353 \text{ meter}$$

Dimana :

f = Frekuensi kerja yang diinginkan (Hz)

c = Cepat rambat gelombang (3×10^8 m/s)

λ = Panjang gelombang (m)

Jadi didapatkan Panjang gelombang untuk frekuensi 127,5 MHz adalah 2,353 meter.

Panjang antenna

Setelah panjang gelombang didapatkan maka panjang antenna dapat dicari menggunakan rumus:

$$L = \frac{\lambda}{4} = \frac{2,353}{4} = 0,5882 \text{ meter}$$

Radius Antena

Pada pengukuran tebal atau radius antenna menggunakan persamaan dibawah ini:

$$R = \frac{L}{100} = \frac{588}{100} = 5,88 \text{ mm}$$

Dimana :

R = Radius atau tebal antenna

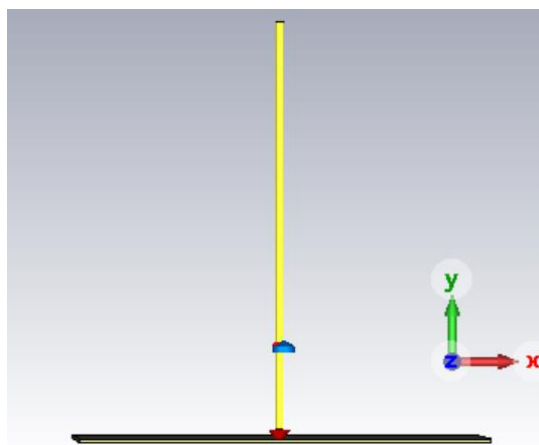
L = Panjang antenna

Tabel 1. Hasil Perhitungan

Variabel	Nilai	keterangan
λ	2353 mm	Panjang gelombang
L	588,2 mm	Panjang antenna
R	5,88 mm	Radius atau Tebal antenna

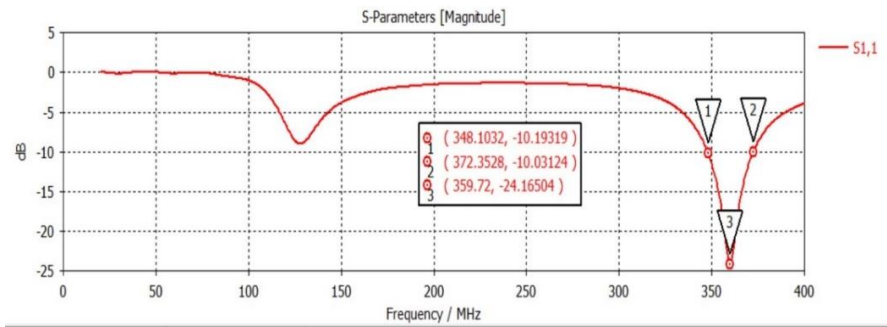
Simulasi Rancangan

Desain rancangan ini kemudian disimulasikan menggunakan software desain antenna untuk mengetahui spesifikasi kinerja antenna berdasarkan parameter ukuran yang telah ditentukan sebelumnya.

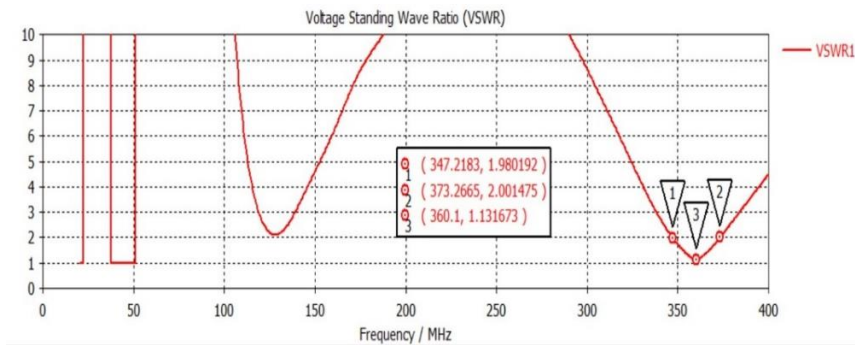


Gambar 2. Tampak Bentuk Rancangan Simulasi Antena

Data yang dicari pada awal simulasi adalah *return loss* dan VSWR. Data ini digunakan untuk menentukan frekuensi kerja dari desain antenna yang dibuat. Di bawah ini ditampilkan grafik *Return Loss* dan VSWR yang diperoleh.



(a)

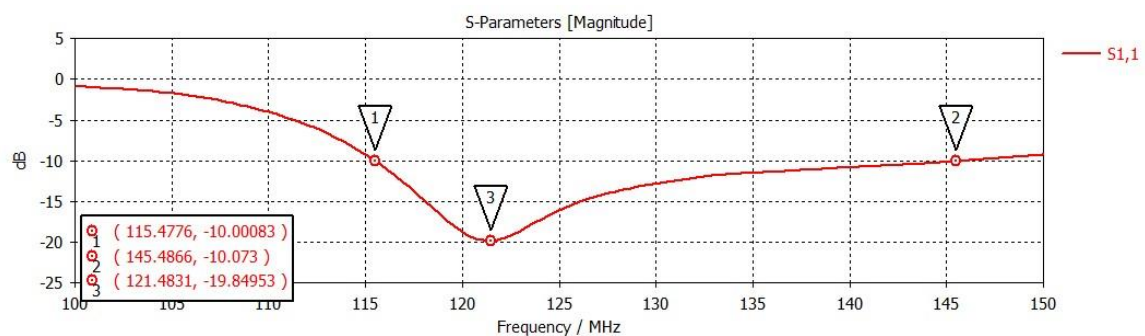


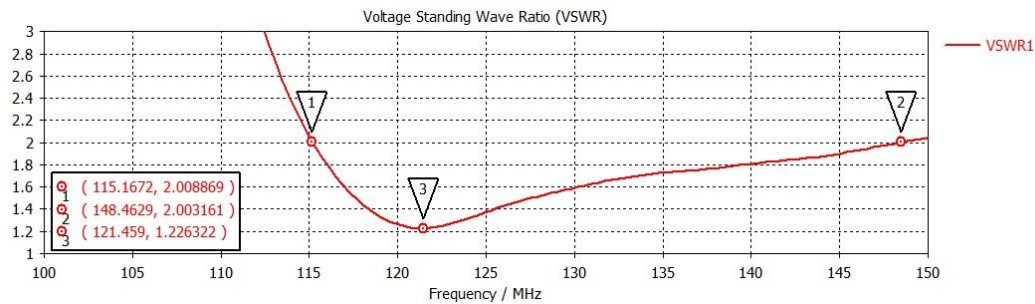
(b)

Gambar 3. Hasil Simulasi Awal (a) Grafik Hasil Simulasi *Return Loss* (b) Grafik Hasil Simulasi VSWR

Dari grafik di atas, dapat dilihat bahwa antenna bekerja pada frekuensi tengah 359,7 MHz. Hal ini menunjukkan frekuensi kerja antenna masih belum sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Oleh karena itu perlu dilakukan optimalisasi pada dimensi antenna untuk mendapatkan hasil sesuai spesifikasi yang diinginkan. Berikutnya adalah tahapan optimalisasi pada dimensi rancangan antenna. Optimasi ini dilakukan dengan mengubah dimensi panjang antenna untuk mencapai frekuensi yang diinginkan. Pada hasil simulasi sebelumnya, frekuensi tengah yang diperoleh adalah 359,7 MHz, yang berarti frekuensi tersebut lebih tinggi dari yang diinginkan. Menurut teori, semakin rendah frekuensi, semakin panjang panjang gelombangnya atau λ (lambda). Oleh karena itu, untuk mencapai frekuensi yang lebih rendah, perlu dilakukan optimasi dengan mengubah panjang antenna sedikit demi sedikit, dengan memperhatikan efek perubahan tersebut pada *Return Loss* dan VSWR antenna.

Dari optimasi dengan merubah panjang dengan beberapa kali percobaan didapati hasil dari grafik *Return Loss* dan VSWR seperti gambar di bawah ini.

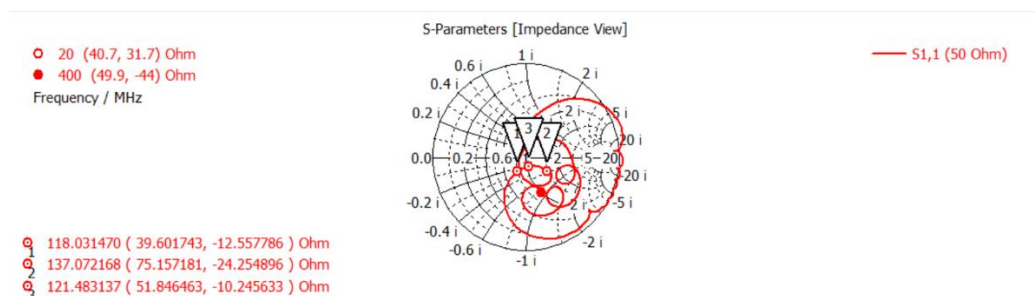




Gambar 4. Grafik Hasil Akhir Optimasi Rancangan (a) Grafik *Return Loss* (b) Grafik VSWR

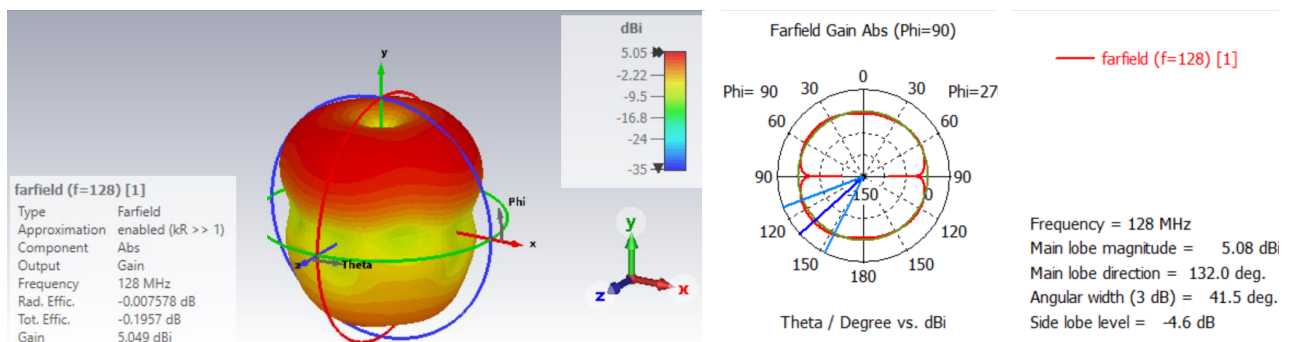
Pada gambar di atas, dapat dilihat grafik Hasil dari simulasi dan optimasi menunjukkan bahwa frekuensi kerja yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, yaitu pada rentang frekuensi 118-137 MHz. *Return Loss* yang tercapai adalah -19,849 pada frekuensi 121,48 MHz. VSWR yang dihasilkan adalah 1,226 pada frekuensi 121,48 MHz.

Dari simulasi akhir dihasilkan impedansi yang sudah sesuai dengan nilai mendekati 50 Ω , hasil simulasi impedansi ditampilkan pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Grafik Nilai Impedansi

Pada simulasi juga dapat diperoleh bagaimana pola radiasi yang dihasilkan dan seberapa besar nilai gain yang dihasilkan dari rancangan antenna yang di buat. *Gain* yang diperoleh pada frekuensi 128 MHz sebesar 5,08 dBi. Hasil pola radiasi dan gain dapat di lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Bentuk Pola Radiasi

.Tabel 2. Hasil Simulasi Akhir Antena

Spesifikasi	Frekuensi 128 MHz
<i>Return loss</i>	-13,7304 dB
VSWR	1,5
<i>Bandwidth</i>	33,3 MHz
Impedansi	68,4719
Gain	5,049 dBi

Desain Rancangan antenna folded-end half wave dipole untuk peralatan Portable ILS Receiver (PIR) yang sudah dioptimasi untuk dapat sesuai spesifikasi dengan parameter ukuran antenna yang ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Ukuran Akhir Antena

Variabel	Nilai	keterangan
L	2150 mm	Panjang antenna
R	18 mm	Radius atau tebal antenna

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan, desain antenna *monopole wideband* untuk peralatan *Very High Frequency Air Ground Communication* (VHF A/G) setelah dilakukan simulasi didapatkan bahwa antenna tersebut memiliki panjang 2,15 meter dan radius 1,8 cm. Desain antenna *monopole wideband* ini telah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dan cocok untuk kebutuhan industri karena memiliki nilai *Return Loss* <-10 dB pada frekuensi 118-137 MHz dan VSWR <2. Gain yang diperoleh pada desain antenna *monopole wideband* ini yaitu sebesar 5,049 dBi.

Daftar Pustaka

- [1] P. N. M. Putra, "Desain Antena Monopole Dan Yagi Pada Radio Adc (Aerodrome Control) Tower Frekuensi 118,4 Mhz Di Airnav Indonesia Cabang Banjarmasin," *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 5, no. 2, 2022, doi: 10.31602/eeict.v5i2.9213.
- [2] H. Simamora and R. Rusilawati, "Analisis Pengaruh Penggunaan Receiver Multicoupler Terhadap Efisiensi Jumlah Antena Receiver (Penerima) Di Airnav Indonesia Cabang Banjarmasin," *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 5, no. 2, 2022, doi: 10.31602/eeict.v5i2.9200.
- [3] A. D. Rahmawati, "Dampak Optimalisasi Jangkauan Pancaran Vhf a / G Communication Terhadap Kinerja Flight Service Officer (Fso) Di Kantor Unit Pelayanan Navigasi," no. 2, pp. 1–9, 2022.
- [4] C. R. Boada and I. L. Rodriguez, "Wideband Monopole Antenna Por Hf and Vhf," vol. 1, no. 1, pp. 19–26, 2017.
- [5] K., E. Sudaryanto, and M. I. Maulana, "Analisis Efektivitas Penggunaan Peralatan Vhf-a/G Yang Dilengkapi Dengan Cavity Filter Di Perum Lppnpi Kep Cilacap," *Teodolita Media Komunkasi Ilm. di Bid. Tek.*, vol. 23, no. 2, pp. 96–113, 2023, doi: 10.53810/jt.v23i2.462.
- [6] S. Purnama, "Metode Penelitian dan Pengembangan (Pengenalan Untuk Mengembangkan Produk Pembelajaran Bahasa Arab)," *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, vol. 4, no. 1, p. 19, 2016, doi: 10.21927/literasi.2013.4(1).19-32.
- [7] B. O. F. Engineering, C. Engineering, and C. Engineering, "Wideband Aperture Coupled Microstrip Patch Array Antenna," pp. 2018–2019.
- [8] bagus sigit Hakim, tenten dian; bawono, "Rancang Bangun Antena Vertikal Ground Plane $\frac{1}{4} \lambda$ pada Frekuensi 470 MHZ," vol. 8, no. 2, 2020.
- [9] N. W. Gaspura, D. Arseno, and A. A. Pramudita, "Pengaruh Mutual Coupling Pada Beamforming Antena Array," *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 5, no. 1, p. 6, 2020, doi: 10.25124/tektrika.v5i1.3239.
- [10] H. Wijanarko, M. Hanif, S. Aisyah, and K. Kamarudin, "Desain dan Implementasi Antena Quadrifilar Helix untuk Komunikasi Antarpulau pada Pita UHF," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 16, no. 2, pp. 95–102, 2020, doi: 10.17529/jre.v16i2.15486.
- [11] K. N. Anou, "Perancangan Dan Karakterisasi Antena Monopole Sebagai Pemancar Dan Penerima Gelombang Wifi Frekuensi 2,4 Ghz Design and Characterization of Monopole Antenna As Transmitter and Receiver Wifi Wave At 2.4 Ghz Frequency," *J. Nat.*, vol. 15, no. 1, p. 40, 2019.
- [12] H. Ramza, *antena dan propagasi gelombang*. jakarta, 2020.