

## Antena Mikrostrip untuk Pita Frekuensi VHF A/G

**Author:**

Dwiyanto<sup>1</sup>,  
Panangian Mahadi  
Sihombing<sup>2</sup>,  
Sari Novalianda<sup>3</sup>,  
Muhammad Zu  
Majaya<sup>4</sup>,  
Agung Satria Kesuma<sup>5</sup>

**Affiliation:**

Politeknik Penerbangan  
Medan<sup>1</sup>  
Universitas Al-  
Azhar<sup>2,3,4,5</sup>

**Corresponding email**

[mahadinababan@gmail.com](mailto:mahadinababan@gmail.com)

**Histori Naskah:**

Submit: 2024-01-21  
Accepted: 2024-01-23  
Published: 2024-01-25



This is an Creative Commons  
License This work is licensed  
under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial 4.0  
International License

**Abstrak:**

Penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah antena mikrostrip yang mampu bekerja pada pita frekuensi untuk aplikasi *very high frequency air to ground* (VHF A/G), yaitu diantara 117 – 137 MHz. Saat ini, antena untuk aplikasi VHF A/G berukuran sangat besar dan berbiaya mahal. Untuk menanggulangi masalah ukuran antena dan biaya pabrikan yang mahal maka pada penelitian ini diusulkan sebuah antena mikrostrip yang mampu bekerja pada pita frekuensi VHF A/G. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan papan FR4 Epoxy dengan ketebalan 1,6 mm sebagai bahan utama antena. Selanjutnya pada bagian layar atas (*top layer*) antena, dibentuk sebuah *patch* berbentuk garis berliku dengan sebuah *microstrip line* yang dilengkapi dengan *single stub*. Pada bagian layar bawah (*bottom layer*) antena, dibuat lapisan *ground* yang terbatas (*limited ground*) dan juga diaplikasikan teknik struktur *ground* yang dirusak (*defected ground structure* – DGS) berbentuk cincin heksagonal. Perancangan dan simulasi antena menggunakan simulator CST MWS dan pengukuran antena hasil pabrikan menggunakan VNA Anritsu MS2034B. Berdasarkan hasil simulasi terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi impedansi *bandwidth* dan rugi-rugi koefisien pantul (*return loss*) dari antena yang diusulkan. Parameter-parameter tersebut meliputi lebar *patch*, lebar *stub*, jari-jari dalam dan jari-jari luar DGS berbentuk cincin heksagonal. Berdasarkan hasil pengukuran antena yang telah dipabrikan telah diketahui bahwa antena memiliki pita frekuensi kerja diantara 112 – 141 MHz (22,9%) dengan gain 1,8 dBi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa antena mikrostrip yang diusulkan ini telah memenuhi standar impedansi *bandwidth* untuk komunikasi aeronautika pada pita frekuensi untuk aplikasi VHF A/G, yaitu 117 – 137 MHz.

**Kata kunci:** Antena Mikrostrip; VHF A/G; Impedansi Bandwidth; Return Loss; DGS.

### Pendahuluan

Komunikasi aeronautika antara pilot dan pengendali lalu lintas udara (*air traffic controller* – ATC) sangat diperlukan untuk menghindari kecelakaan pesawat udara. Dalam sistem komunikasi aeronautika, pita frekuensi diantara 117 – 137 MHz digunakan untuk sistem augmentasi berbasis darat (*ground-based augmentation systems* – GBAS) dan layanan komunikasi untuk frekuensi sangat tinggi dari darat ke udara atau sebaliknya (*air to ground very high frequency* – VHF A/G) yang beroperasi (Annex 10 2006; Sihombing et al. 2020). Operasi layanan komunikasi GBAS digunakan untuk mendukung semua jenis pendekatan pesawat udara ke bandar udara yang meliputi, pendaratan, keberangkatan dan operasi permukaan dan dapat mendukung operasi *en-route* dan terminal untuk pesawat udara. Pengoperasian layanan komunikasi VHF digunakan juga untuk komunikasi udara ke darat (*air to ground* - A/G) dan darat ke darat (*ground to ground* - G/G). Komunikasi VHF G/G meliputi komunikasi antara satu bandara

dan bandara lain serta komunikasi antara ATC dan pesawat yang berada di darat seperti di apron atau taxiway. Komunikasi VHF A/G meliputi komunikasi antara ATC dan pesawat di udara dan digunakan untuk mengirim informasi cuaca dan navigasi (Annex 10 2006). Dalam penelitian ini hanya membahas komunikasi VHF A/G. Penggunaan pita frekuensi VHF A/G ditunjukkan pada tabel penjabaran pada Referensi (Annex 10 2001). Penelitian ini mengusulkan antenna mikrostrip profil rendah untuk komunikasi antara pilot dan ATC. Ini bertujuan untuk mengurangi ukuran, massa, dan biaya antenna VHF saat ini tanpa mengurangi kinerjanya secara signifikan (Abubar et al. 2020; Sihombing 2021).

## Studi Literatur

Terdapat beberapa penelitian serupa terkait pita frekuensi untuk aplikasi VHF A/G. Dalam Penelitian (Moghaddam et al. 2007), antenna mikrostrip *dual-band* telah dirancang untuk aplikasi radar aperture sintetis (*synthetic aperture radar*) yang beroperasi pada pita frekuensi 137,5 MHz (VHF) dan 435 MHz (*ultra high frequency* – UHF). Namun, antenna tersebut masih belum memenuhi seluruh pita frekuensi VHF A/G. Dalam Penelitian (Munir, Oktafiani, and Izzuddin 2012), sebuah antenna mikrostrip *ultra-wideband* (UWB) telah dirancang untuk aplikasi radar penetrasi permukaan (*surface penetrating radar* - SPR) yang beroperasi pada pita frekuensi diantara 50 – 5000 MHz. Antenna tersebut dirancang pada substrat FR4 Epoxy dengan ukuran total 50 x 50 x 1,6 mm<sup>3</sup>. Antenna tersebut sederhana (*low profile*) dan cocok untuk komunikasi pita HF dan VHF pada sistem aeronautika. Namun, antenna tersebut tidak dicetak dan tidak memiliki polarisasi vertical (*vertical polarization*) yang mana diperlukan untuk propagasi gelombang radio komunikasi pada aplikasi VHF A/G (Annex 10 2001; Balanis 1997; Garg et al. 2001; Pinem et al. 2018, 2022; Sihombing, Pinem, and Rezkika 2021; Sihombing, Sari, and Pratama 2022) . Dalam Penelitian (Chang et al. 2014), sebuah antenna dimana frekuensinya dapat dikonfigurasi ulang untuk aplikasi radio dua arah pada pita frekuensi VHF telah dirancang. Antenna tersebut beroperasi pada pita frekuensi diantara 135 – 174 MHz. Namun, antenna tersebut masih belum memenuhi pita frekuensi untuk aplikasi VHF A/G dan jenis polarisasinya juga belum diketahui. Pada Penelitian (Muludi and Setijadi 2015), sebuah antenna *dual-band* untuk stasiun bumi satelit portabel nano (*portable satellite earth stations nano*) telah dirancang yang beroperasi pada pita frekuensi diantara 120 - 140 MHz dan pada pita 388 - 476 MHz. Namun, antenna tersebut masih belum memenuhi pita VHF A/G dan tidak memiliki polarisasi vertikal (Annex 10 2006). Terakhir, pada Penelitian (Boryszenko et al. 2015), antenna dual-band VHF sederhana (*low profile*) telah dirancang yang beroperasi pada pita frekuensi diantara 121,1 - 178,9 MHz dan pada pita frekuensi di antara 433,3 - 486,7 MHz. Namun, antenna tersebut masih belum memenuhi pita frekuensi untuk aplikasi VHF A/G dan tidak memiliki polarisasi vertikal (Amril, Sihombing, and Sukarwoto 2023; Annex 10 2006; Sihombing et al. 2023; Sihombing, Pratama, et al. 2022; Sihombing, Vonica, et al. 2022; Usman et al. 2023).

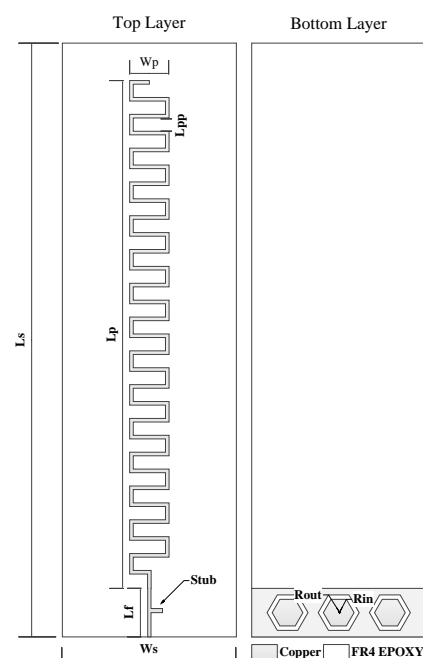
## Metode Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang telah dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Tahapan tersebut meliputi studi literatur yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, tahapan perancangan dan simulasi antenna mikrostrip untuk aplikasi VHF A/G menggunakan simulator CST MWS, dan terakhir tahapan pengujian antenna tersebut yang telah dipabrikasi menggunakan alat ukur *spectrum analyzer*. Parameter antenna untuk aplikasi VHF A/G pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 dan hasil rancangan antenna mikrostrip tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Parameter-Parameter Antena

Parameter	Nilai (mm)
Panjang Substrat (Substrate length - $L_s$ )	580.0
Lebar Substrat (Substrate width - $W_s$ )	170.0
Panjang Patch (Patch length - $L_p$ )	496.0
Lebar Patch (Patch width - $W_p$ )	38.5
Panjang Feeder (Feeder length - $L_f$ )	47.4
Lebar Feeder (Feeder width - $W_f$ )	3.2
Panjang Stub (Stub length - $L_t$ )	11.8
Lebar Stub (Stub width - $W_t$ )	4.0
Jari-jari Dalam (Inner radius - $R_{in}$ )	15.0
Jari-jari Luar (Outer radius - $R_{out}$ )	20.0
$L_{pp}$	13.0

Pada lapisan atas (*top layer*) antenna mikrostrip yang diusulkan terdiri dari beberapa tambalan (*patch*). *Patch* tersebut berbentuk monopole garis berliku-liku, berupa sebuah garis mikrostrip (*microstrip line*) yang berfungsi mensuplai daya dan sebuah rintisan tunggal (*single stub*) untuk mengontrol rasio gelombang berdiri tegangan (*voltage standing wave ratio – VSWR*) dan rugi-rugi koefisien pantul (*return loss*) antenna. Sementara, pada lapisan bawah (*ground*) antenna tersebut tersusun dari *ground* terbatas (*limited ground*) dan tiga buah struktur *ground* yang dirusak (*defected ground structure – DGS*) berbentuk cincin heksagonal.



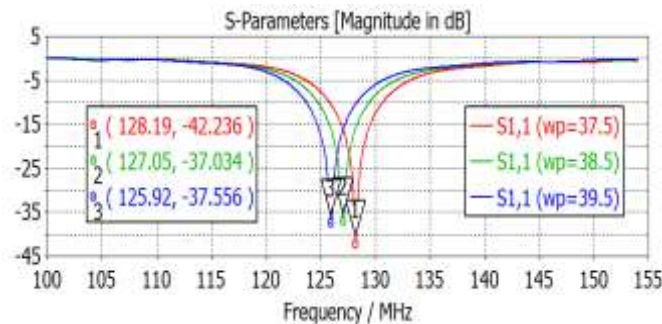
Gambar 1. Rancangan Antena yang Diusulkan

## Hasil

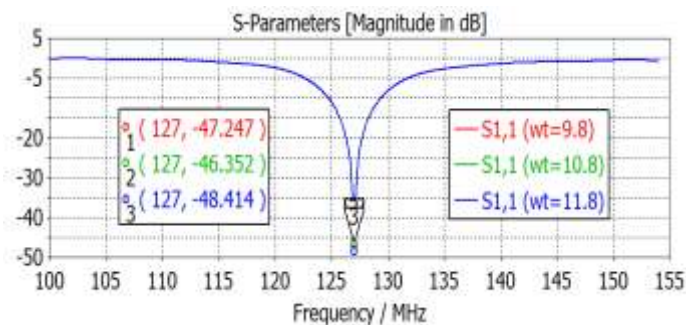
Pada penelitian ini teknik monopole garis berliku-liku dari Referensi [10] digunakan untuk mengurangi masalah ukuran antenna. Desain antenna mikrostrip konvensional dengan bentuk *patch* persegi panjang untuk operasi pita frekuensi diantara 117 – 137 MHz akan menghasilkan antenna yang sangat besar. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus dalam Referensi [3], [4], ukuran *patch* antenna tersebut sekitar 563 x 718,8 mm<sup>2</sup> saat menggunakan FR4 Epoxy sebagai substrat (tinggi = 1,6 mm). Pada penelitian ini terdapat dua hasil penelitian, yaitu hasil simulasi dan hasil pengukuran.

### Hasil Simulasi

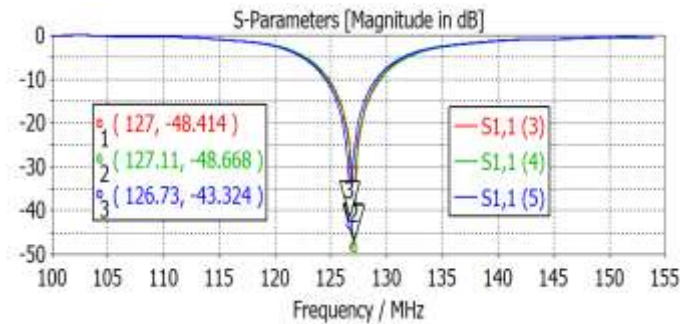
Terdapat beberapa parameter antenna yang disimulasi dari rancangan antenna yang diusulkan, yaitu lebar *patch*, lebar *stub*, jari-jari dalam dan luar DGS yang berbentuk heksagonal. Parameter-parameter tersebut dipilih karena memiliki peran yang signifikan terhadap kinerja antenna yang dihasilkan. Peran tersebut meliputi meningkatkan lebar pita frekuensi kerja antenna (*bandwidth*) dan impedansi selaras (*matching impedance*). Hasil simulasi yang diperoleh menggunakan simulator CST MWS seperti diperlihatkan pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.



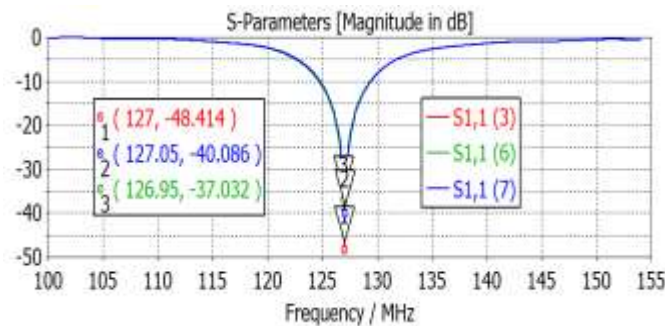
Gambar 2. Perbandingan Lebar Patch dengan Frekuensi



Gambar 3. Perbandingan lebar rintisan (*stub*) dengan frekuensi

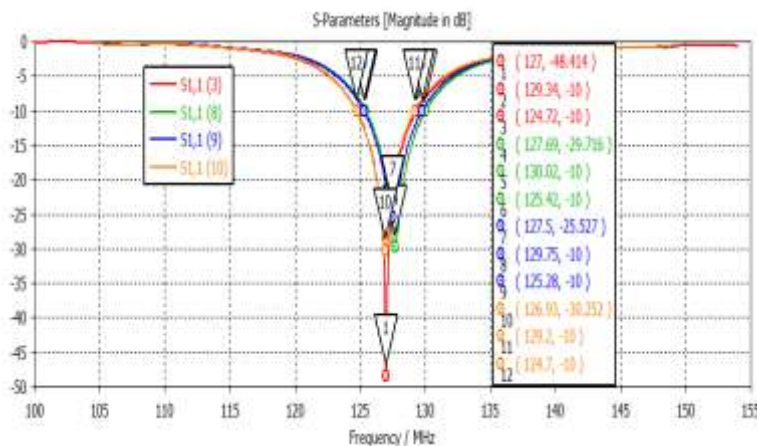


Gambar 4. Perbandingan Radius Luar dengan Frekuensi



Gambar 5. Perbandingan Radius Dalam dengan Frekuensi

Perbandingan return loss dan impedansi bandwidth akibat perubahan parameter antenna ketika tanpa stub dan DGS (A), tanpa stub tunggal dan dengan DGS (B), tanpa DGS dan dengan single stub (C) dan menggunakan stub dan DGS (D) ditunjukkan pada Gambar 6. Tabel 2 adalah perbandingan return loss dan impedansi bandwidth karena perubahan parameter antenna.



Gambar 6. Perbandingan Return Loss dan Impedansi Bandwidth Akibat Perubahan Parameter Antena

Tabel 2. The comparison of return loss and bandwidth

Parameter	Frekuensi Resonansi.	Return Loss	Bandwidth
A – S1,1 (9)	127.5 MHz	-25.5 dB	3.51 %

Parameter	Frekuensi Resonansi.	Return Loss	Bandwidth
B – S1,1 (10)	126.9 MHz	-30.2 dB	3.54 %
C – S1,1 (8)	127.7 MHz	-29.7 dB	3.60 %
D – S1,1 (3)	127.0 MHz	-48.4 dB	3.64 %

### Hasil Pengukuran

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah VNA Anritsu MS2034B. Pengukuran parameter-parameter antenna pada penelitian ini meliputi return loss, bandwidth dan VSWR. Hasil fabrikasi antenna mikrostrip yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil pengukuran antenna tersebut untuk parameter return loss dan bandwidth antenna diperlihatkan pada Gambar 8. Sedangkan untuk hasil pengukuran parameter VSWR antenna diperlihatkan pada Gambar 9.



(a).

(b).

Gambar 7. Hasil Pabrikasi Antena, (a) Bagian Layar Atas (b) Bagian Layar Bawah



Gambar 8. Hasil Pengukuran Return Loss dan Bandwidth Antena Hasil Pabrikasi



Gambar 9. Hasil Pengukuran VSWR

### Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi return loss dan impedansi bandwidth yaitu lebar patch, lebar rintisan, radius dalam dan luar DGS berbentuk ring heksagonal. Hasil simulasi pada perubahan lebar *patch* ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa lebar *patch* hanya mempengaruhi frekuensi resonansi. Lebar *patch* 38,5 mm adalah ukuran yang paling baik karena antenna ini dirancang untuk frekuensi resonansi pada 127 MHz. Berdasarkan hasil simulasi perubahan lebar rintisan (stub) pada Gambar 3 telah diketahui bahwa lebar rintisan (stub) hanya mempengaruhi impedansi *bandwidth*. Lebar rintisan (stub) sebesar 11,8 mm adalah ukuran yang paling baik karena *return loss* antenna terendah terjadi pada lebar rintisan (stub) tersebut. Berdasarkan hasil simulasi pada perubahan jari-jari luar DGS berbentuk ring heksagonal pada Gambar 4 telah diketahui bahwa perubahan jari-jari luar tidak berpengaruh signifikan terhadap *bandwidth*, melainkan hanya sedikit mempengaruhi impedansi *matching* dan frekuensi resonansi. Jari-jari luar yang berukuran 20 mm adalah ukuran yang paling baik untuk antenna karena frekuensi resonansi yang diperoleh pada 127 MHz dan *return loss* cukup rendah. Hasil simulasi pada perubahan jari-jari dalam DGS berbentuk cincin heksagonal ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa perubahan jari-jari dalam tidak berpengaruh signifikan terhadap *bandwidth*, melainkan hanya sedikit mempengaruhi impedansi *bandwidth* dan frekuensi resonansi. Jari-jari dalam berukuran 15 mm adalah ukuran yang lebih baik karena frekuensi resonansi ditetapkan pada 127 MHz dan *return loss* terendah.

Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa perubahan jari-jari dalam tidak berpengaruh signifikan terhadap *bandwidth*, melainkan hanya sedikit mempengaruhi impedansi pencocokan dan frekuensi resonansi. Jari-jari dalam 15 mm adalah nilai yang lebih baik karena frekuensi resonansi ditetapkan pada 127 MHz dan *return loss* terendah.

Berdasarkan hasil simulasi yang diperlihatkan pada Gambar 6 telah diketahui bahwa terdapat dua parameter yang berpengaruh signifikan terhadap *return loss* dan impedansi *bandwidth* antenna yaitu single stub dan DGS heksagonal berbentuk cincin. Berdasarkan hasil simulasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, diketahui bahwa penggunaan single stub dan DGS heksagonal berbentuk cincin untuk antenna mikrostrip ini dapat meningkatkan impedansi pencocokan dan impedansi bandwidth.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip yang diusulkan ini telah memenuhi standar impedansi bandwidth untuk komunikasi aeronautika pada pita frekuensi untuk aplikasi VHF A/G, yaitu 117 – 137 MHz. Hal itu dibuktikan karena antenna tersebut memiliki return loss dan VSWR masing-masing sebesar -31,78 dB dan 1,07 pada frekuensi pusat 128 MHz. Selain itu, antenna tersebut juga memiliki gain 1,8 dBi kinerja komunikasi aeronautika pada pita frekuensi tersebut. Antena ini memiliki kelebihan dengan bentuknya yang sederhana dan berbiaya murah dibandingkan dengan antenna konvensional yang berukuran besar dan berbiaya mahal.

## Referensi

- Abubar, Abd Rahman, Usman, Mutiara Widasari Sitopu, Panangian Mahadi Sihombing, Jhoni Hidayat, and Afandi Sahputra. 2020. "Microstrip Antenna Design with Left Handed Metamaterial (LHM) for Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)." *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings* 103–6.
- Amril, Muhammad, Panangian Mahadi Sihombing, and Sukarwoto. 2023. "Design and Simulation of ADC Circuits Compiled by IC ADC0804 and IC ADC0809." *Jurteksi IX(2)*:207–14.
- Annex 10. 2001. "Aeronautical Telecommunications - Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization." in *International Standards and Recommended Practices*. Vol. V. ICAO.
- Annex 10. 2006. "Aeronautical Telecommunications - Radio Navigation Aids." in *International Standards and Recommended Practices*. Vol. I. ICAO.
- Balanis, Constantine A. 1997. *Antenna Theory Analysis and Design*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Boryssenko, Anatoliy, Elen Boryssenko, Naftali Herscovici, and Michelle Champion. 2015. "A Low-Profile VHF Dual Band Printed Antenna." *IEEE Antennas and Propagation Society, AP-S International Symposium (Digest)* 1412–13.
- Chang, Dau Chyrh, Chia Ping Huang, Chang Hsuan Kao, and Chih Hung Lee. 2014. "Frequency Reconfigurable Antenna for Two Ways Radio at VHF Band." *International Symposium on Antennas and Propagation, ISAP Conference Proceedings* 319–20.
- Garg, Ramesh, Prakash Bhartia, Inder Bahl, and Apisak Ittibon. 2001. *Microstrip Antenna Design Handbook*. Boston London: Artech House.
- Moghaddam, Mahta, Yahya Rahmat-Samii, Preston Partridge, Line Van Nieuwstadt, Jackie Vitaz, Mark Haynes, John Huang, and Vaughn Cable. 2007. "Dual Polarized UHF/VHF Honeycomb Stacked-Patch Feed Array for a Large-Aperture Space-Borne Radar Antenna." *IEEE Aerospace Conference Proceedings* 1–10.
- Muludi, Zainal, and Eko Setijadi. 2015. "Design of Circular Polarization Microstrip Antenna Circular Dual-Band on the Frequency 145.9 MHz and 436.9 MHz for Portable Satellite Earth Stations Nano." *International Electronics Symposium: Emerging Technology in Electronic and Information, IES Proceedings* 167–72.
- Munir, Achmad, Folin Oktafiani, and Ahmad Izzuddin. 2012. "Shape Enhancement and Size Reduction



---

of UWB Printed Monopole Antenna.” *IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, RFIT Proceedings* 216–17.

Pinem, Maksum, Panangian Mahadi Sihombing, Muhammad Zulfin, Sihar P. Panjaitan, Hasdari Helmi Rangkuti, and Muhammad Amril Siregar. 2022. “Implementation of Outdoor to Indoor Path Loss Model at 1.8 GHz and 2.1 GHz with a Transmitter Placed on Top of the Building.” Pp. 111–16 in *Proceeding - ELTICOM 2022: 6th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering 2022*. Medan, Indonesia: IEEE.

Pinem, Maksum, Muhammad Zulfin, S. Suherman, Panangian M. Sihombing, and Sri Indah Rezkika. 2018. “Characterization of Outdoor to Indoor Propagation in Urban Area by Using A Combination of COST231 Walfisch-Ikegami and COST231 Multiwall Models in 1800 Mhz and 2100 Mhz.” *International Journal of Engineering & Technology* 7:698–702.

Sihombing, Panangian Mahadi. 2021. “Perancangan Antena Mikrostrip Dual Band Profil Rendah Menggunakan Teknik DGS Dan Meander Line Untuk Aplikasi GNSS.” *Trekritel* 1(1):55–64.

Sihombing, Panangian Mahadi, Maksum Pinem, and Sri Indah Rezkika. 2021. “Analysis of the Selection of Propagation Models from Outside into the Building at 1800 MHz and 2100 MHz.” *Sinkron* 5(2):239–50.

Sihombing, Panangian Mahadi, Ridho Akbar Pratama, Indah Vusvita Sari, Dona Tiara Lubis, Susilawati, and Sari Novalianda. 2022. “Evaluasi Kinerja Modul Praktikum Pengkonversi Sinyal Analog Ke Sinyal Digital Resolusi 8 Bit 1.” *Jurnal Informatika Dan Perancangan Sistem* 4(2):1–7.

Sihombing, Panangian Mahadi, Hairul Amren Samosir, Catra Indra Cahyadi, Airport Electrical Engineering, Politeknik Penerbangan Medan, and Universitas Al-azhar. 2023. “An IoT Prototype for Temperature Monitoring and Automatic Control of Electric Motor.” *Jurteksi IX*(4):559–66.

Sihombing, Panangian Mahadi, Hairul Amren Samosir, Liber Tommy Hutabarat, Mutiara Widarsi Sitopu, Julfansyah Margolang, and Jhoni Hidayat. 2020. “Microstrip Antenna Design Using Meander Line Technique for Communication between Pilot and Air Traffic Controller in VHF A/G Band.” *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings* 111–14.

Sihombing, Panangian Mahadi, Indah Vusvita Sari, and Junaidi Pratama. 2022. “Pengaruh Koridor Terhadap Rugi-Rugi Lintasan Gelombang Radio Di Dalam Gedung Kampus.” 8(2):132–44.

Sihombing, Panangian Mahadi, Ela Vonica, Sri Indah Rezkika, and Sari Novalianda. 2022. “Evaluasi Sistem Penggrounding Tower Base Transceiver Station Pada PT. X.” *Jurnal VORTEKS* 3(1):209–15.

Usman, Dwiyanto, Albert Panjaitan, Hairul Amren Samosir, and Panangian Mahadi Sihombing. 2023. “Pelatihan Menggulung Ulang Kumparan Motor Listrik Alternating Current 1 Phasa Di Kelurahan Jati Makmur Kecamatan Binjai Utara.” *Deputi* 3(1):134–39.