

RANCANGAN ANTENA PADA STASIUN RADIO PEMANCAR FM STEREO SEBAGAI MEDIA SIARAN KOMUNITAS POLITEKNIK PENERBANGAN MEDAN

M. Amril Siregar¹, Muhammad Iqbal², Narendra Ihza Purwanta³
muhammadamril2017@gmail.com¹, muhammadiqbalalzubaidi@gmail.com²,
narendraihza444@gmail.com³
Politeknik Penerbangan Medan

ABSTRAK

Politeknik Penerbangan Medan merupakan sebuah perguruan tinggi kedinasan yang berada di bawah naungan Kementerian Perhubungan dan dipimpin oleh Direktur yang telah ditugaskan oleh Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia untuk bertanggung jawab dalam memimpin dan memajukan kualitas sumber daya manusia di perguruan tinggi Politeknik Penerbangan Medan yang kemudian akan menjadi insan perhubungan inovatif dan berkefektifitas. Politeknik penerbangan menghasilkan lulusan yang insan perhubungan yang ahli dalam bidang transportasi udara. Maka dari itu penulis berkeinginan untuk berpartisipasi dalam mengembangkan menyebarkan informasi mengenai Politeknik Penerbangan Medan kepada masyarakat menggunakan radio pemancar fm stereo dengan radius sekitar 5 km hingga 10 km dari kampus Politeknik Penerbangan Medan. Untuk membangun radio pemancar fm stereo, dibutuhkan antena yang mampu mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik untuk dipancarkan ke seluruh radio penerima. Antena merupakan instrumen pada elektronika telekomunikasi yang sangat berguna pada pentransmisi gelombang suara baik gelombang audio maupun radio. Pada penelitian ini, penulis ingin merancang antena pada stasiun radio pemancar fm stereo sebagai media siaran komunitas politeknik penerbangan medan yang nantinya dapat membantu meningkatkan minat pendaftar pada kampus politeknik penerbangan medan.

Kata Kunci : FM Stereo, Antena.

ABSTRACT

Medan Aviation Polytechnic is an official college under the auspices of the Ministry of Transportation and is led by a Director who has been assigned by the Head of the Human Resources Development Agency to be responsible for leading and advancing the quality of human resources at the Medan Aviation Polytechnic college which will then become innovative and creative transportation personnel. Aviation polytechnics produce graduates who are transportation personnel who are experts in the field of air transportation. Therefore, the author wishes to participate in developing the dissemination of information about Medan Aviation Polytechnic to the public using a stereo fm radio transmitter with a radius of about 5 km to 10 km from the Medan Aviation Polytechnic campus. To build a stereo fm radio transmitter, an antenna is needed that is able to convert electrical signals into electromagnetic waves to be transmitted to all radio receivers. Antenna is an instrument in telecommunication electronics that is very useful in transmitting sound waves both audio and radio waves. In this research, the author wants to design an antenna on a stereo fm radio transmitter station as a broadcast medium for the Medan Aviation Polytechnic community which can later help increase the interest of registrants on the Medan Aviation Polytechnic campus.

Keywords: FM Stereo, Antenna.

PENDAHULUAN

Politeknik Penerbangan Medan adalah salah satu institusi pendidikan tinggi di Indonesia yang mengkhususkan diri dalam pendidikan dan pelatihan di bidang penerbangan. Kerjasama antara PPSDMPU dengan Politeknik Penerbangan Medan dapat

memberikan manfaat yang besar dalam hal penyediaan tenaga kerja terampil dan berkualitas untuk industri penerbangan. Sementara Politeknik Penerbangan Medan berperan sebagai lembaga pendidikan yang mendidik calon-calon tenaga kerja penerbangan dengan kompetensi dan keterampilan yang dibutuhkan oleh industri. Kolaborasi ini penting untuk memastikan bahwa lulusan dari Politeknik Penerbangan Medan memiliki kualifikasi yang sesuai dengan standar industri dan dapat langsung berkontribusi dalam industri penerbangan yang semakin berkembang di Indonesia. Politeknik Penerbangan Medan melaksanakan tugas menyelenggarakan pendidikan vokasi atau diploma yang terdiri dari empat program studi salah satunya yaitu Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.

Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara merupakan suatu program studi yang mempelajari tentang komunikasi dan navigasi udara. Program studi ini menghasilkan lulusan yang mampu memelihara, mengoperasikan serta memperbaiki peralatan telekomunikasi dan navigasi udara. Program studi Diploma III Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara mempunyai syarat untuk dapat menyandang gelar kelulusan yaitu membuat proyek akhir sebagai syarat kelulusan seperti yang telah tercantum pada kurikulum program studi Diploma III Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara. Proyek akhir ini merupakan sebuah karya tulis yang menunjukkan proses berpikir, ilmiah, kreatif, integratif.

Di era digital ini dan perkembangan industri telekomunikasi, radio tetap menjadi salah satu media komunikasi yang paling luas digunakan. Di Politeknik Penerbangan Medan, sebagai salah satu institusi pendidikan yang berfokus di

bidang penerbangan, pentingnya memiliki sistem radio sebagai sarana hiburan dan informasi bagi mahasiswa dan staf, radio kampus juga menjadi saluran penting untuk menyampaikan berbagai pengumuman, informasi kegiatan akademik, dan berbagai program pendukung lainnya.

Radio merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mendapatkan dan menyampaikan informasi. Adapun jenis dari radio yaitu AM (Amplitudo Modulation) dan FM (Frequency Modulation). Adapun perbedaan dari keduanya yaitu radio AM (Amplitudo Modulation) memiliki cakupan yang lebih luas tetapi rentan terhadap noise, sedangkan radio FM (Frequency Modulation) biasanya digunakan untuk radio publik dan musik yang memiliki suara yang lebih jernih dibandingkan dengan radio AM (Amplitudo Modulation).

Di Politeknik Penerbangan Medan saat ini belum memiliki sistem radio komunikasi yang bisa digunakan untuk sarana penyampaian informasi baik di lingkungan kampus Politeknik Penerbangan Medan maupun di lingkungan luar kampus Politeknik Penerbangan Medan. Melihat animo masyarakat yang berminat mendaftar di Politeknik Penerbangan Medan yang mana melihat dari peserta seleksi yang lulus pada prodi TPPU (Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara) hanya 4 orang dan jauh dari standar yang berjumlah 24 orang. Maka dari itu kami berkeinginan untuk berpartisipasi dalam mengembangkan menyebarluaskan informasi mengenai Politeknik Penerbangan Medan kepada masyarakat menggunakan radio pemancar fm stereo dengan radius sekitar 5 km hingga 10 km dari kampus Politeknik Penerbangan Medan. Sistem radio ini terdiri dari beberapa bagian atau blok yaitu antena, power supply, sistem pemancar, audio system, dan RF amplifier. Setiap blok mempunyai fungsinya masing-masing salah satunya adalah sistem pemancar yaitu suatu sistem yang digunakan untuk mengubah sinyal audio menjadi sinyal elektromagnetik yang dapat dipancarkan melalui udara. Sistem ini merupakan bagian penting dalam sistem komunikasi radio, yang memungkinkan pengiriman informasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik ke penerima yang berjarak jauh. Sistem ini juga bertanggung jawab untuk

menghasilkan sinyal radio yang akan ditransmisikan biasanya terdiri dari oscillator dan sebagainya.

Dari uraian di atas, maka dibuatlah sebuah proyek tugas akhir yang berjudul “Rancangan Antena pada Stasiun Radio Pemancar FM Stereo sebagai Media Siaran Komunitas di Politeknik Penerbangan Medan”. Sebagai taruna/i Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, merasa penting untuk mengusulkan proyek akhir tentang rancang bangun blok sistem pemancar pada stereo FM transmitter sebagai tanggapan atas kebutuhan akan penyempurnaan sistem radio komunikasi di kampus Politeknik Penerbangan Medan.

METODOLOGI

Desain penelitian adalah suatu rencana atau strategi yang dibuat sebelum pelaksanaan penelitian untuk memandu langkah-langkah yang akan diambil dalam mengumpulkan dan menganalisis data. Desain penelitian mencakup berbagai aspek penting, seperti pemilihan metode penelitian, pengambilan sampel, instrumen pengumpulan data, serta prosedur analisis data.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah Design and Development (D & D) atau desain dan pengembangan. Model Desain dan Pengembangan (D&D) adalah desain model pembelajaran yang sistematis yang terdiri dari tahap desain dan pengembangan media pembelajaran.

- a) Tahap Desain (Design). Pada tahap desain pengembang merencanakan isi dalam simulasi pembelajaran. Tujuan biasanya ditetapkan untuk tiga domain, yaitu kognitif (berpikir), psikomotor (gerak) dan efektif (sikap) pertimbangan dalam proses ini meliputi kegiatan memilih media yang akan digunakan dalam proses pembelajaran berbasis 2 dimensi.
- b) Tahap Pengembangan (Development). Pada tahap ini yaitu mengembangkan produk sesuai dengan materi dan tujuan yang akan disampaikan dalam simulasi, begitu pula dengan aspek lain yang akan mendukung proses pembuatan, semuanya harus disiapkan dalam tahap ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan konsep perancangan pada bab 3, pada bab 4 ini penulis akan memberikan gambaran umum tentang rancangan antena pada stasiun radio pemancar FM stereo sebagai media siaran komunitas Politeknik Penerbangan Medan. Pada perancangan proyek akhir ini sistem antena berfungsi untuk melengkapi dan menyempurnakan blok diagram pemancar FM stereo yaitu dengan mematchingkan antena dengan radio pemancar dan mampu memberikan siaran broadcast. Adapun pada hasil penelitian ini merupakan gabungan dari beberapa blok yang berkaitan dengan pemancar FM stereo.

Pada bab 3 penulis telah menentukan jenis antena yang akan digunakan yaitu jenis antena vertikal $5/8$ lamda karena memberikan gain tertinggi dan cakupan yang baik, ideal untuk aplikasi yang memerlukan performa optimal, tetapi memerlukan pemasangan yang lebih rumit dan ruang lebih besar dan impedansi yang biasanya digunakan dalam banyak sistem transmisi RF, yaitu 50 ohm.

Tabel 1 data antenna vertikal

Secara teoritis panjang antenna vertikal $5/8$ lamda bisa dicari dengan rumus:

Jenis Antena	Panjang	Gain (dBi)	Pola Radiasi	Impedansi	Kelebihan	Kekurangan
$1/4 \lambda$	$\lambda / 4$	~2.15	Omnidirectional	36.5 ohm	Mudah dipasang, fleksibel	Gain terbatas, memerlukan ground plane
$1/2 \lambda$	$\lambda / 2$	~5.15	Omnidirectional	75 ohm	Gain lebih tinggi, performa baik	Ukuran lebih besar, memerlukan dukungan
$5/8 \lambda$	$5\lambda / 8$	~6.5	Omnidirectional	50 ohm	Gain tinggi, cakupan luas	Ukuran lebih besar, lebih kompleks

$$L = \frac{5}{8} \times \lambda$$

keterangan :

L = Panjang antenna (meter)

λ = Panjang Gelombang (meter)

Karena penulis ingin membuat antenna untuk frekuensi FM 107,9 MHz :

1. Hitung panjang gelombang:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{107,9 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 2,78 \text{ meter}$$

2) Panjang elemen antenna:

$$L = \frac{5}{8} \times 2,78 = 1.74 \text{ meter}$$

Jadi, secara teoritis untuk frekuensi 107,9 MHz, elemen antenna harus memiliki panjang 1.74 meter. Namun pada saat pengukuran, SWR antenna mendapatkan nilai yang tinggi dimana SWR yang tinggi menyebabkan kerugian daya yang signifikan, risiko kerusakan peralatan, dan performa komunikasi yang buruk.

Maka penulis melakukan try and error untuk mendapatkan panjang antenna yang sesuai dengan SWR yang rendah, dengan data berikut .

No	Panjang Antena	VSWR
1.	174 cm	3
2.	169 cm	1.9
3.	163 cm	1.0-1.2

Tabel 2 try and error antenna

Sehingga penulis mengambil kesimpulan bahwasannya rumus bukanlah hasil akhir (final) tetapi rumus adalah jalan pendekatan (approach) menuju titik yang ideal sehingga untuk panjang antenna vertikal $5/8$ lamda yang akan difabrikasi sepanjang 163 cm.

Kemudian menentukan panjang kabel koaksial yang akan digunakan pada antenna adalah dengan cara :

a) Pertimbangkan Lokasi Antena dan Pemancar

1. Jarak: Ukur jarak antara pemancar dan antenna untuk menentukan panjang kabel yang diperlukan. Pastikan untuk mengukur secara akurat dan memperhitungkan setiap

belokan atau penambahan panjang yang mungkin diperlukan. Dan untuk jarak antara pemancar dengan antenna sekitar 35 meter.

b) Menghitung Panjang Kabel

1. Jarak Fisik: Panjang kabel harus sesuai dengan jarak fisik antara pemancar dan antenna.
2. Faktor Penambahan: Tambahkan sedikit panjang ekstra untuk mengakomodasi pemasangan dan penyesuaian. Biasanya, 10-15% tambahan panjang kabel disarankan untuk menghindari kekurangan panjang saat instalasi. dengan rumus :
 $35 + (35 \times 15\%) = 35 + 5,25 = 40,25$ meter
maka untuk panjang kabel koaksial yang diperlukan adalah sekita 40,25 meter.

Penginstalan Antena

Antena yang sudah dirancang untuk pemancar FM stereo menggunakan bahan alumunium. Bahan alumunium ini digunakan karena berbahan ringan, tahan cuaca dan tidak berkarat dan memiliki konduktivitas cukup baik yaitu sebesar 3.72×10^7 mho/m. Untuk panjang antena yang sudah disesuaikan dengan frekuensi yang digunakan yaitu 107.9 Mhz adalah 163cm. Hal ini juga sudah disesuaikan dengan bahan antena yang digunakan yaitu alumunium. Lakukan Penyesuaian panjang antena yang sudah ditetapkan yaitu ± 163 cm.



Gambar 1 Desain Antena



Gambar 2 Instalasi Antena

Penginstalan Kabel Koaksial

Kabel Koaksial adalah sarana penyalur atau pengalir hantar yang bertugas untuk menyalurkan setiap informasi yang telah diubah menjadi sinyal-sinyal listrik. Kabel yang digunakan ialah Heliac dengan impedansi, 50 ohm Kapasitansi, 75,8 pF/m | 23.104 pF/ft ; Resistansi dc, Konduktor Dalam, 1,48 ohm/km | 0,451 ohm/kft.



Gambar 3 Konektor Input Antena

Untuk Konektor yang digunakan pada antena dan kabel koaksial adalah konektor N-type berukuran sedang yang cocok untuk aplikasi yang tahan lama. Ini menghasilkan kinerja yang stabil hingga 11 GHz. Tipe-N memiliki mekanisme penguncian ulir yang menyediakan koneksi yang kuat dan andal.



Gambar 4 Konektor Output Pemancar

Pada penginstalan kabel koaksial pada antena harus terhindar dari percikan air karena bisa menyebabkan antena tidak berfungsi, sehingga diperlukan proteksi tambahan yaitu solatip pada konektor antena.



Gambar 5 Pemasangan Antena

Matching Antena

Pada proses matching antena terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pelatakan posisi antena, yaitu :

- Ketinggian Antena:** Antena yang ditempatkan lebih tinggi cenderung memiliki cakupan yang lebih luas dan kualitas sinyal yang lebih baik karena mengurangi penghalang fisik seperti bangunan dan pepohonan.
- Orientasi Antena:** Orientasi antena (horizontal atau vertikal) menentukan pola radiasi dan polaritas sinyal. Orientasi yang tepat sesuai dengan polarisasi sinyal yang diterima atau dipancarkan dapat meningkatkan efisiensi.
- Lokasi Geografis:** Lokasi antena (misalnya di puncak bukit vs. lembah) mempengaruhi garis pandang (line-of-sight) dengan pemancar atau penerima lainnya, yang dapat meningkatkan atau mengurangi jangkauan sinyal.
- Penghalang Fisik:** Keberadaan penghalang seperti bangunan, pepohonan, dan medan berbukit dapat mengurangi kekuatan sinyal dan mengakibatkan gangguan atau penurunan kualitas sinyal.
- Interferensi Elektromagnetik:** Penempatan antena dekat dengan sumber interferensi elektromagnetik (seperti perangkat elektronik lainnya) dapat menurunkan kualitas sinyal yang diterima atau dipancarkan

Setelah posisi antena sudah paten, pastikan antena sudah dipasang dengan baik dan tidak goyang. Mounting bisa digunakan untuk mengetatkan posisi antena dengan sandarannya.

Pembahasan Hasil Penelitian

Setelah proses merangkai Antena telah dilakukan, proses selanjutnya yaitu melakukan uji coba pemancar FM stereo secara keseluruhan. Adapun langkah pengujian proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

Hasil Pengukuran VSWR

Untuk antena pemancar, nilai VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) yang baik biasanya ≤ 1.5 . Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar daya yang dikirimkan dari pemancar diterima oleh antena dan hanya sedikit yang dipantulkan kembali. Nilai VSWR ≤ 2 masih dianggap dapat diterima untuk kebanyakan aplikasi pemancar, meskipun lebih rendah lebih baik untuk memastikan efisiensi transmisi maksimum dan menghindari kerusakan pada pemancar akibat pantulan daya yang berlebihan.



Gambar 6 Tampilan VSWR

No	Power	VSWR	Tanggal
1.	4.9 watt	1.3	20 Juli 2024
2.	12 watt	1.1	23 Juli 2024
3.	15 watt	1.2	23 Juli 2024

Tabel 3 Hasil Pengujian SWR

VSWR yang didapat ketika radio memancar adalah 1,2. Ini menunjukkan Antena, pemancar dan kabel koaksial sudah matching dan dalam kondisi baik.

Hasil Pengujian Antena

Pengujian secara keseluruhan output stereo FM transmitter, sehingga menunjukkan bahwa stereo FM transmitter sebagai media siaran bisa dipancarkan dan diterima oleh receiver yaitu alat elektronik seperti radio.

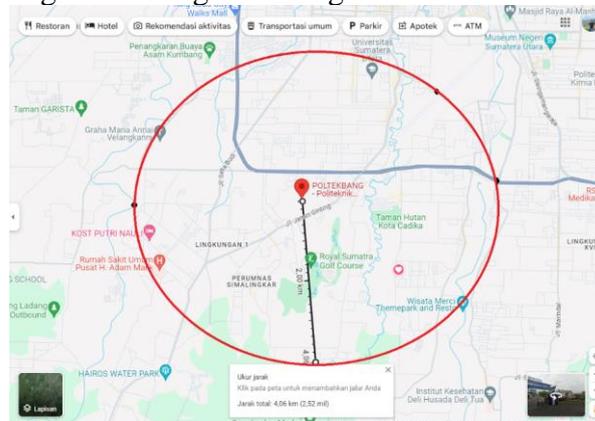


Gambar 7 Kondisi Antena Terpasang



Gambar 8 Pengujian menggunakan Radio Penerima

Setelah dilakukan pengujian alat, output stereo FM transmitter dapat diterima oleh radio receiver dengan jarak tertentu. Hal ini menunjukkan bahwasannya antena mampu mentransmisikan gelombang elektromagnetik dengan baik.



Gambar 9 Jarak Pancar Antena

No	Lokasi Pemancar	Lokasi Penerima	Jarak
1	Poltekbang Medan	Titi kuning	5.09 km
2	Poltekbang Medan	Polonia	4,34 km
3	Poltekbang Medan	Amplas	5,78 km
4	Poltekbang Medan	Simalingkar	4,11 km

Tabel 4 Hasil percobaan pancar

KESIMPULAN

Dalam perancangan dan pembuatan alat kemudian dilakukan pengujian dan evaluasi sistem yang telah dibuat sedemikian rupa, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Antena vertikal $5/8\lambda$ berbahan aluminium yang dirancang memiliki efisiensi yang baik dan dapat mentransmisikan gelombang elektromagnetik ke udara dengan baik menggunakan frekuensi 107,9 Mhz.
- Hasil perhitungan panjang antena secara teoritis dan praktikal sedikit berbeda namun masih dalam batas toleransi yaitu ± 10 cm. Hal ini disebabkan panjang antena pada proses matching sepanjang 163 cm dan nilai VSWR yang didapat adalah 1.2
- Jarak pancaran antena dipengaruhi oleh *power* yang digunakan pada pemancar dan ketinggian juga posisi antena .

Saran

Dari pengujian rancangan “Rancangan Antena pada Stasiun Radio Pemancar *FM Stereo* sebagai Media Siaran Komunitas di Politeknik Penerbangan Medan” penulis mempunyai beberapa saran untuk pengembangan rancangan tersebut, yaitu sebagai berikut :

- Penggunaan antena dengan gain tinggi dan pasang di lokasi yang lebih tinggi atau bebas dari halangan untuk memaksimalkan penerimaan sinyal.
- Power* yang digunakan pada pemancar diperbesar agar bisa menempuh jarak pancar yang lebih jauh.
- Stasiun radio pemancar ini bisa digunakan secara maksimal untuk meningkatkan minat pendaftar kampus Politeknik Penerbangan Medan

DAFTAR PUSTAKA

- Alaydrus, M. (2009). Saluran Transmisi Telekomunikasi . Graha Ilmu.
- Andi Sri Irtawaty, M. U. (2017). PENGUJIAN DAYA PANCAR ANTENA YAGI TERHADAP EMPAT JENIS ANTENA PENERIMA.
- Andi Sri Irtawaty, M. U. (2018). Pengaruh Beamwidth, Gain dan Pola Radiasi terhadap Performansi Antena Penerima.
- Andini, F. (2018). Rancang Bangun Antena Omnidirectional Double Biquad untuk Komunikasi Wireless Fidelity.
- Anindita Kemala Hardiani, I. A. (2011). PERBANDINGAN EFISIENSI ANTENA HORN SEKTORAL BIDANG-E.
- Ardiansyah, R. (2017). ANTENA LOG PERIODIC MIKROSTRIP ULTRA WIDE BAND UNTUK.
- Aslam Chitami Priawan Siregar, Y. H. (2022). The Effect of Shape on Microstrip Folded Dipole .
- Ayu Widiyastuti, R. A. (2024). Design and Construction of A Grid Antenna to Enhance Global

- System for Mobile Communications 900 Mhz Signal Reception.
- Budi Pratama, L. L. (2013). Perancangan Dan Implementasi Antena Yagi 2.4 GHz pada Aplikasi WIFI (Wireless Fidelity).
- Charisma, A. M. (2021). Perbandingan Variasi Antena terhadap Jangkauan Prototype Pemancar FM.
- Eva Yovita Dwi Utami, F. M. (2021). Perancangan Antena Printed Monopole Patch Elips dengan Konfigurasi EMA dan EMB untuk Pembaca RFID pada Frekuensi UHF.
- FADZILAH, N. (2017). INFLUENCE OF ANTENNA POLARIZATION AND DIELECTRIC.
- Fathurahman, M. (2019). Design and Development of Dipole Antenna for NOAA Satellite Image Acquisition System and.
- Hikmatiyar, A. C. (2012). PERANCANGAN ANTENA PEMANCAR UNTUK RADIO FM 95 Mhz PADA AKADEMI TELKOM JAKARTA.
- Ichsan Mahjud, U. K. (2022). Modifikasi Antena Vertical 2 Meter Band 2 X 5/8 λ Pada Frekuensi 144-147 Mhz Dengan Menggunakan Sistem Sephasa.
- Jon Endri, A. S.-K. (2018). Wajanbolic reflection antenna for 4g service in urban and sub urban areas.
- Kadam Astik M., S. A. (2015). Design and Implementation of Quasi Landstorfer Antenna for Wireless.
- Lubis, A. (2014). PENGARUH POSISI ANTENA TERHADAP SINYAL GELOMBANG ANTENA YAGI ALUMUNIUM .
- Molin, A. (2008). Pembuatan Antena.
- Sari, N. H. (2018). Rancang Bangun Antena Omnidirectional untuk Repeater Wifi.
- Setiawan, B. a. (2011). PEMBUATAN ANTENA $5/8 \lambda$ PADA BAND VHF (30-300 MHz) DENGAN SISTEM POLARISASI CIRCULAR.
- Sofyan Mufti Prasetyo, S. F. (2024). Transmission Media : Guided Media, Twisted Pair Cable, Coaxial Cable, Dan Fiber Optic Cable.
- Suryanto, A. H. (2013). Analisi Pengaruh Frekuensi Terhadap Redaman pada Kabel Koaksial.
- Susanto, H. A. (2018). Desain dan Manufaktur Antena Heliks Oktafilar Pada Frekuensi 436,5 MHz Untuk Sistem Komunikasi Satelit.
- Tanzila Azizi Rochim, Y. C. (2015). PERANCANGAN DAN ANALISIS ANTENA V-VERTICAL GROUNDPLANE UNTUK KOMUNIKASI RADIO TRANSCEIVER PADA PITA VHF DAN UHF.
- Umar Khayam, F. F. (2018). Design and application of loop antenna for partial discharge induced electromagnetic wave detection.
- Undang - Undang NO. 1 Tahun 2009. (n.d.).
- Widi Anggun Fitriana, B. S. (2019). DESIGN OF L-BAND PYRAMIDAL HORN ANTENNA FOR ELECTRONIC SUPPORT MEASURE (ESM).