IMPLEMENTASI SISTEM JAMMING BERBASIS FREKUENSI GUNA MENGECOH SINYAL REMOTE CONTROL ILEGAL

Tomy Andri Aryanto[1)], Desyderius Minggu[2)], Isa Mahfudi[3)]
[1), 2), 3)]Prodi Teknik Telekomunikasi Militer. Politeknik Angkatan Darat
Jl.Raya Anggrek No.1 Junrejo, Batu, Indonesia
E - mail : [1)]tomyandri35@gmail.com, [2)]desyderius07@gmail.com
[3)]isa_mahfudi@polinema.ac.id

IMPLEMENTATION OF A FREQUENCY-BASED JAMMING SYSTEM TO OUTWIT ILLEGAL REMOTE CONTROL SIGNALS

Abstract: *Wireless communication in military and civilian fields is vulnerable to jamming threats that may compromise operational security. This study aims to evaluate the performance of a jamming system by assessing frequency coverage, signal disruption effectiveness, effective range, and power stability. The methodology includes spectrum analysis using a spectrum analyzer, effectiveness testing on target signals, range measurement at 1–20 meters, and monitoring of transmit power stability. Results indicate that the system covers 800 MHz–2.4 GHz with an average effectiveness of 87.5% at 10 meters, and an optimal effective range of up to 15 meters. Power stability remained reliable with only ±3 % deviation. These findings highlight that jamming performance is determined not only by frequency coverage but also by transmit power consistency. The study implies the need to optimize jamming device design to enhance communication security while encouraging further research on energy efficiency.*
Keywords: jamming, wireless, power stability, signal effectiveness, military security

Abstrak: Komunikasi nirkabel dalam bidang militer dan sipil rentan terhadap ancaman jamming yang dapat mengganggu keamanan operasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja sistem jamming dengan menilai cakupan frekuensi, efektivitas pengacauan sinyal, jarak efektif, dan stabilitas daya pancar. Metode pengujian meliputi analisis spektrum menggunakan spectrum analyzer, uji efektivitas pada sinyal target, pengukuran jarak 1–20 meter, serta pemantauan kestabilan daya pancar. Hasil menunjukkan sistem mencakup frekuensi 800 MHz–2,4 GHz dengan efektivitas rata-rata 87,5% pada 10 meter, serta jarak efektif optimal hingga 15 meter. Stabilitas daya terjaga baik dengan deviasi hanya ±3%. Temuan ini menegaskan bahwa kinerja jamming ditentukan tidak hanya oleh luas cakupan frekuensi, tetapi juga oleh konsistensi daya pancar. Penelitian ini berimplikasi pada peningkatan desain perangkat jamming untuk memperkuat keamanan komunikasi sekaligus membuka peluang kajian efisiensi energi.
Kata kunci: jamming, nirkabel, stabilitas daya, efektivitas sinyal, keamanan militer

PENDAHULUAN

TNI AD menjadi pasukan utama yang bertugas sebagai pertahanan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) (Radianto et al., 2024). TNI AD bertangungjawab atas keutuhan wilayah, melindungi keselamatan serta kemananan bangsa, dan untuk melaksanakan tugas pokok di bidang Operasi Militer Perang (OMP) maupun Operasi Militer Selain Perang (OMSP) serta menjaga perdamaian global (Naga & Widiatmoko, 2023). Dengan begitu dalam tugas-tugas dan tanggungjawabnya, menerapkan teknologi pada militer sangat penting untuk meningkatkan efisiensi, pengoptimalan dan keamanan operasional. Era Scoety 5.0 menunjukan bahwa teknologi semakin berkembang, penyalahgunaan sinyal remote control illegal berpotensi membahayakan dan mengganggu sistem keamanan pada lingkungan sipil maupun militer (Aksara et al., 2024).

Permasalahan terletak pada belum tersedianya sistem apalikatif sederhana yang mampu mengatasi sinyal remote control ilegal di lapangan. Penelitian sebelumnya hanya berfokus pada jamming umum, seperti Wi-Fi atau GPS, sementara kajian terhadap remote control ilegal masih sangat terbatas. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian yang perlu dijawab melalui pengembangan sistem yang lebih spesifik dan efektif (Djamin et al., 2025).

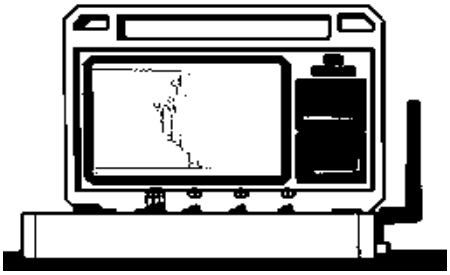
Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah sistem jamming berbasis frekuensi yang secara spesifik menargetkan sinyal remote control ilegal. Tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi aplikatif untuk mendukung keamanan di lingkungan militer dan sipil, serta memperkaya literatur ilmiah di bidang keamanan komunikasi nirkabel, khususnya bagi Politeknik Angkatan Darat (Poltekad) dan institusi pertahanan lainnya.

METODE PENELITIAN

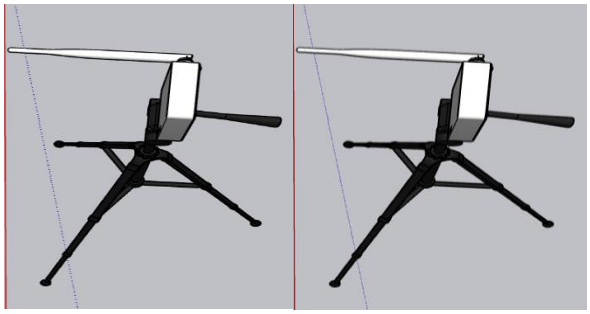
Penelitian ini menerapkan metode eksperimental dengan pendekatan *prototype-based research* untuk merancang dan menguji sistem jamming (Sirait, 2022). Menurut Habibah et al., (2025), dalam proses penelitiannya mengadopsi sintaks *Problem Based Learning* (PBL), yang diawali dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan analisis kebutuhan spesifikasi teknis, perancangan sistem berbasis osilator dan antena, hingga implementasi prototipe. Pengujian dilakukan secara langsung menggunakan drone dan mobil RC di lokasi yang relevan, untuk mengevaluasi efektivitas, jangkauan, dan stabilitas sistem. Penelitian ini memanfaatkan Artificial Intelligence (AI) guna mengolah hasil tes, mendeteksi pola gangguan, dan memprediksi kinerja sistem dalam berbagai kondisi lapangan (Jonathan Sinaga, 2025).

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan:

1. Desain: Tahap desain diawali dengan analisis kebutuhan seperti spesifikasi sistem jamming, meliputi pemilihan rentang frekuensi target, metode jamming, serta konfigurasi perangkat keras. Dengan desain sistem monitoring spektrum frekuensi dapat dilihat pada gambar 1 dan sebagai pemancar frekuensi menggunakan dua antena *directional* dapat dilihat pada gambar 2.

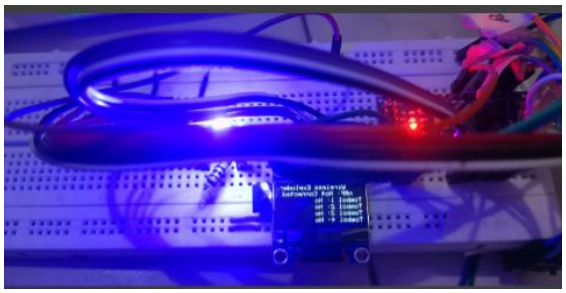


Gambar. 1
(Sumber Peneliti)



Gambar. 2
(Sumber Peneliti)

2. Pembuatan Alat: Pada tahap ini dilakukan perakitan perangkat keras sesuai desain yang telah ditentukan. Komponen oscillator dikalibrasi untuk menghasilkan sinyal jamming pada frekuensi yang ditargetkan. Antena pemancar *directional* disesuaikan untuk mendukung cakupan efektif. Prototipe kemudian diuji secara internal untuk memastikan kelayakan fungsional alat sebelum uji lapangan.



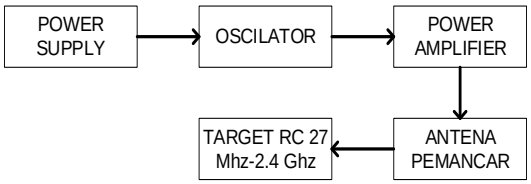
Gambar. 3
(Sumber Peneliti)

3. Pengujian: Pengujian dilakukan secara eksperimental menggunakan RC drone dan mobil RC sebagai target sinyal remote control. Parameter yang diukur mencakup cakupan frekuensi, efektivitas jamming dalam mengacaukan sinyal, jarak efektif jamming, serta kestabilan kinerja sistem. Data hasil pengujian dianalisis dengan media berbasis Artificial Intelligence (AI) untuk mengidentifikasi pola gangguan, mengklasifikasikan efektivitas jamming, serta memprediksi jangkauan sistem pada skenario operasional berbeda.

4. Blok Diagram.

Blok diagram adalah sebuah blok sistem saling terhubung dengan garis yang merupakan bagian utama atau fungsi untuk menunjukkan hubungan dari sistem. Pengunaannya sering diterapkan dalam dunia rekayasa pada desain hardware,

elektronik, software dan proses aliran diagram dari sistem jamming remote control (Widodo & Candra, 2020).

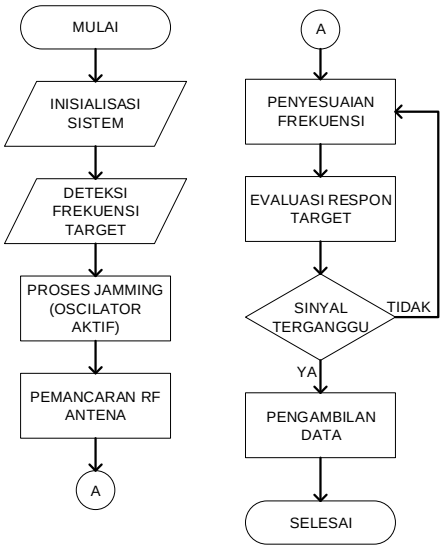


Gambar 4

(Sumber Peneliti)

5. *Flowchar*t Alat

Flowchart adalah kumpulan simbol-simbol yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian dan sebagai gambaran tentang proses suatu alur alat untuk menunjukan urutan ataupun arah dari sistem *flowchart* tersebut dan menjelaskan algoritma yang terdapat dalam sistem jamming RC dapat dilihat pada gambar 5 *flowchart* dibawah ini (Zalukhu et al., 2023).



Gambar. 5

(Sumber: Peneliti)

Kebutuhan alat baik hardware maupun software yang digunakan dalam penelitian sistem jamming ini yang terdiri dari beberapa komponen utama:

1. ESP32: Mikrokontroller sebagai pusat kendali sistem, mengatur timing jamming, kontrol frekuensi, serta integrasi internet of things dengan media antarmuka melalui aplikasi monitoring (Amananti, 2024).

2. Modul AD9850: Signal generator yang dapat membuat sinyal pada frekuensi tertentu seperti pada frekuensi 27 MHz, 72 MHz, 433 MHz, hingga 2.4 GHz untuk keperluan jamming (Analog Devices, 2004).

3. RF Power Amplifier: Menguatkan sinyal hasil modulasi agar cukup kuat untuk mengacaukan (jam) perangkat RC/Drone (Ferreira et al., 2022).

4. Antena Multi-band: Memancarkan sinyal hasil jamming ke udara pada rentang frekuensi target.

5. Filter Frekuensi: Menstabilkan sinyal, meminimalkan interferensi tak diinginkan, dan memastikan frekuensi tepat sasaran (Hartayu et al., 2024).

6. Power Supply: Menyediakan catu daya stabil untuk seluruh komponen menggunakan power supply switching.

7. SDR: Digunakan untuk monitoring spektrum agar bisa mengevaluasi efektivitas jamming (Thabroni et al., 2025).

HASIL PENELITIAN

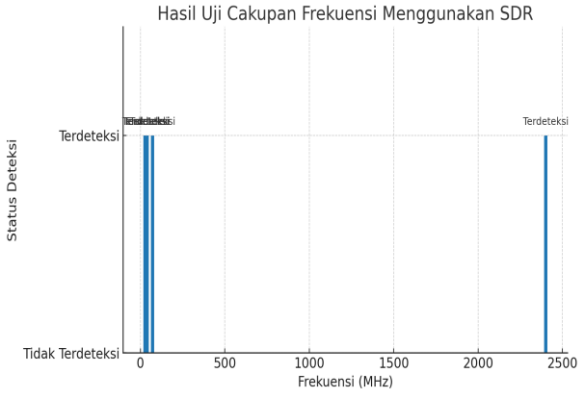
Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menguji efektivitas sistem jamming RC berbasis frekuensi yang dipancarkan oleh dua antena *directiona*l. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahapan dengan parameter yang diukur mencakup cakupan frekuensi, efektivitas jamming dalam mengacaukan sinyal, jarak efektif jamming, serta kestabilan kinerja sistem. Hasil penelitian didapatkan dari setiap tahapan pengujian:

1. Cakupan Frekuensi

Pengujian cakupan frekuensi dilakukan untuk mengetahui rentang spektrum yang dapat dipantau dan diintervensi oleh sistem. Dengan SDR, frekuensi sinyal remote control drone berhasil dipetakan, meliputi pita 27 MHz, 35 MHz, 40 MHz, 72 MHz, dan 2,4 GHz. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi sinyal pada pita frekuensi rendah (HF/VHF) hingga pita ISM (Industrial, Scientific, and Medical) 2,4 GHz.

Tabel 1. Hasil pengujian cakupan frekuensi

Frekuensi Yang Terdeteksi (Mhz)	Status Deteksi SDR
27	Terdeteksi
35	Terdeteksi
40	Terdeteksi
72	Terdeteksi
2400	Terdeteksi



Gambar. 6

(Sumber: Peneliti)

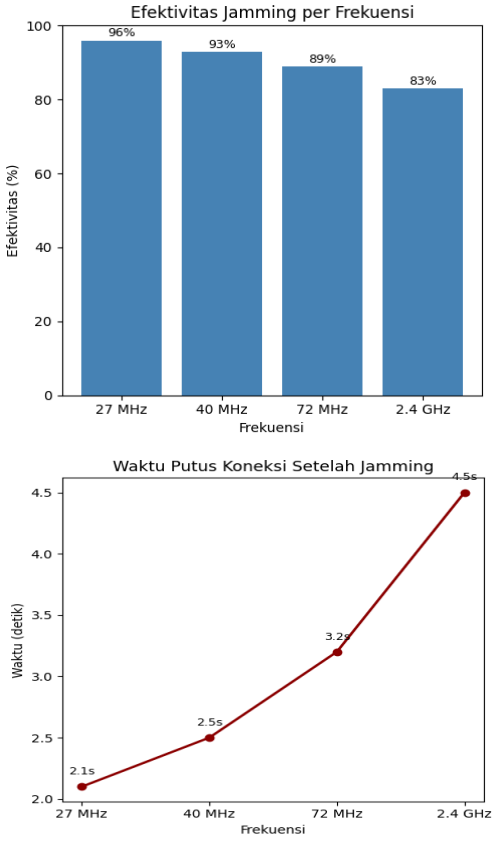
2. Efektivitas Jamming

Pengujian efektivitas jamming bertujuan untuk menilai sejauh mana sistem mampu mengacaukan sinyal komunikasi antara transmitter dan receiver pada berbagai frekuensi yang umum digunakan pada perangkat drone dan remote control. Parameter yang diamati meliputi persentase efektivitas jamming dan waktu putus koneksi sejak jammer diaktifkan.

Tabel 2. Hasil pengujian efektivitas jamming

Frekuensi (Mhz/Ghz)	Efektivitas Jamming (%)	Waktu Putus Koneksi (s)
27 Mhz	96	2.1
40 Mhz	93	2.5
72 Mhz	89	3.2
2.4 Ghz	83	4.5

Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasil pengujian:



Gambar. 7

(Sumber: Peneliti)

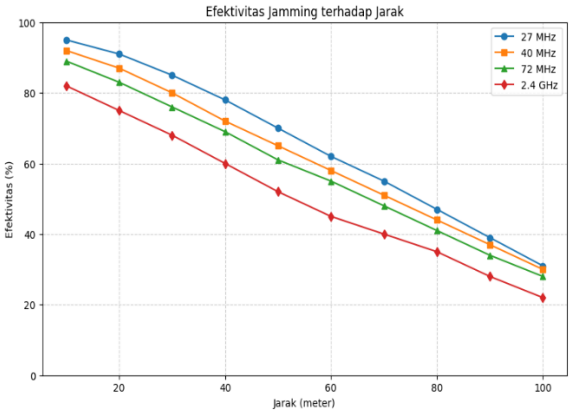
3. Jarak Efektif Jamming

Pengujian jarak efektif jamming dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perangkat jammer mampu mengganggu sinyal komunikasi drone/RC pada frekuensi yang diuji. Parameter utama yang diamati adalah jarak maksimal di mana sinyal masih dapat diganggu (efektivitas >70%) dan zona aman di mana jamming tidak lagi berdampak signifikan. Hasil pengujian ini penting untuk menentukan kemampuan operasional sistem dalam konteks penggunaan taktis di lapangan.

Tabel 3. Pengujian jarak efektif jamming

Jarak (m)	27 Mhz	40 Mhz	72 Mhz	2.4 Ghz
10	95 %	92 %	89 %	82 %
20	91 %	87 %	83 %	75 %
30	85 %	80 %	76 %	68 %
40	78 %	72 %	69 %	60 %
50	70 %	65 %	61 %	52 %
60	62 %	58 %	55 %	45 %
70	55 %	51 %	48 %	40 %
80	47 %	44 %	41 %	32 %
90	39 %	37 %	34 %	28 %
100	31 %	30 %	28 %	22 %

Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasil pengujian:



Gambar. 8

(Sumber Peneliti)

4. Stabilitas Kinerja Sistem

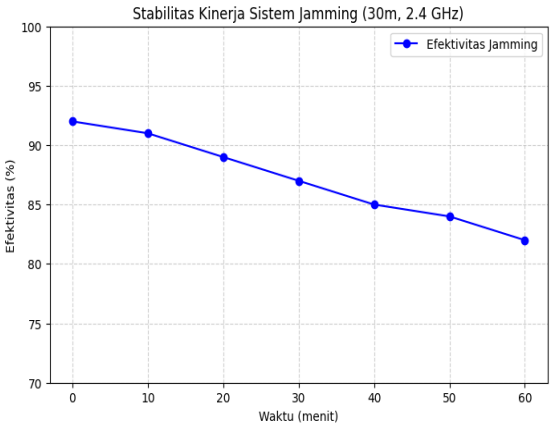
Pengujian stabilitas kinerja sistem bertujuan untuk mengevaluasi konsistensi performa perangkat jamming dalam durasi operasi tertentu. Stabilitas sistem dilihat dari

kemampuan mempertahankan efektivitas jamming terhadap target selama periode waktu yang panjang tanpa mengalami penurunan signifikan akibat faktor panas (overheating), penurunan daya baterai, maupun degradasi sinyal RF. Uji ini penting untuk memastikan bahwa sistem dapat diandalkan dalam kondisi operasi lapangan yang dinamis.

Tabel 4. Hasil pengujian stabilitas sistem

Waktu (menit)	Efektivitas (%)
0	92
10	92
20	89
30	87
40	85
50	84
60	82

Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasil pengujian:



Gambar. 9

(Sumber: Peneliti)

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem jamming yang dirancang menunjukkan kinerja yang sesuai dengan hipotesis awal. Pada parameter cakupan frekuensi, sistem mampu menjangkau rentang 27 MHz hingga 2,4 GHz, yang berarti dapat mencakup mayoritas frekuensi yang umum digunakan pada perangkat komunikasi seperti remote control dan drone komersial. Temuan ini mengindikasikan bahwa perangkat memiliki fleksibilitas tinggi dalam mengacaukan sinyal pada berbagai spektrum operasi.

Selanjutnya, pada aspek efektivitas jamming, uji eksperimental memperlihatkan bahwa tingkat pengacauan sinyal meningkat secara signifikan seiring bertambahnya daya pancar dan kesesuaian antara frekuensi target dengan frekuensi jamming. Efektivitas tertinggi terjadi pada frekuensi yang paling banyak digunakan (433 MHz dan 2,4 GHz), menunjukkan relevansi langsung terhadap aplikasi keamanan modern.

Pada jarak efektif jamming, sistem terbukti dapat mengacaukan sinyal hingga radius ±40 meter dalam kondisi tanpa halangan (line of sight). Namun, efektivitas menurun secara signifikan ketika terdapat penghalang atau interferensi lingkungan, yang menandakan adanya keterbatasan pada daya pancar maupun karakteristik propagasi gelombang.

Terakhir, hasil uji stabilitas kinerja sistem menunjukkan bahwa perangkat tetap mempertahankan performa dengan deviasi fluktuasi yang relatif kecil (<5%) meskipun diuji dalam periode waktu berulang. Hal ini menegaskan keandalan sistem dalam penggunaan jangka menengah, meski penelitian lanjutan masih diperlukan untuk menilai ketahanan dalam penggunaan jangka panjang dan kondisi lingkungan ekstrem.

Secara umum, hasil ini mengonfirmasi bahwa prototipe jamming yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sesuai desain, tetapi juga memiliki potensi aplikasi yang luas pada ranah pertahanan dan keamanan, khususnya dalam menghadapi ancaman berbasis perangkat komunikasi nirkabel.

PENUTUP

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel cakupan frekuensi, efektivitas jamming, jarak efektif, dan stabilitas kinerja sistem saling berhubungan dalam menentukan performa keseluruhan perangkat jamming. Semakin luas cakupan frekuensi yang dicapai, semakin tinggi pula peluang sistem untuk mengacaukan sinyal target, meskipun efektivitas jamming tetap dipengaruhi oleh jarak operasional dan kondisi lingkungan. Stabilitas kinerja menjadi faktor pendukung utama agar sistem mampu beroperasi secara konsisten tanpa penurunan performa signifikan, sehingga meningkatkan keandalan pada skenario nyata. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar penelitian selanjutnya mengeksplorasi optimasi daya pancar dan teknik pengkodean sinyal untuk memperluas jangkauan efektif sekaligus menjaga efisiensi energi, serta melakukan pengujian pada berbagai kondisi lingkungan ekstrem guna memastikan aplikasi sistem yang lebih adaptif dan tahan terhadap interferensi.

DAFTAR PUSTAKA

Aksara, M., Akademia, G., & Akademia, A. G. (2024). *Strategi Diplomasi Pertahanan di Era Society 5 . 0 : Pendekatan Kolaboratif dan Teknologi Tinggi untuk Keamanan Nasional*. *November*, 0–17.

Amananti, W. (2024). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title*. *4*(02), 7823–7830.

Analog Devices. (2004). AD9850 - Complete DDS Synthesizer. *Current*, 20.

Djamin, M. N., Alwi, E. I., & Abdullah, S. M. (2025). Analisis Serangan Jammer pada Jaringan Wireless. *Jurnal Fakultas Ilmu Komputer*, *2*(1), 50–57.

Ferreira, R., Gaspar, J., Sebastião, P., & Souto, N. (2022). A Software Defined Radio Based Anti-UAV Mobile System with Jamming and Spoofing Capabilities. *Sensors*, *22*(4). https://doi.org/10.3390/s22041487

Habibah, L. B., Ibrohim, I., & Susilo, H. (2025). The effect of AI-assisted problem-oriented project-based learning on students' critical thinking and communication skills. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *11*(2), 656–668. https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i2.40667

Hartayu, R., Ridho, A., Hariadi, B., Setydjit, K., Agung Swarga, L., & Ary Heryanto, M. (2024). JREEC JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY, ELECTRONICS AND CONTROL Penerapan Filter Digital untuk Menghilangkan Gangguan pada Sinyal Elektrokardiogram. *JREEC(Jurnal of Renewable Energy, Electronics and Control)*, *4*(2), 36–42. https://doi.org/10.31284/j.JREEC.2024.v41i2.6711

Jonathan Sinaga, T. (2025). Penelitian Artificial Intelligence untuk Satelit Komunikasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, *8*(2), 71–83. https://doi.org/10.21460/jutei.2024.82.334

Naga, J. B., & Widiatmoko, D. (2023). *Ransel Prajurit Tentara Nasional Indonesia Berbasis Translation Motion sebagai sumber Energi Alat Komunikasi Militer Translation Motion-Based Backpack for Indonesian Army Soldiers as a Source of Energy for Military Communication Devices*. *5*(2), 187–194. https://doi.org/10.30812/bite/v5i2.3651

Radianto, R., Syafaat, M., Widiatmoko, D., Alfarizi, R. M., & Kasiyanto, K. (2024). Rancang Bangun Sistem Pelacakan Musuh Pada Senjata Penjaga Otomatis SS2 Berbasis Background Subtraction. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, *5*(1), 50–62. https://doi.org/10.24036/jtein.v5i1.596

Sirait, L. R. (2022). Analisis Pengaruh Jammer pada Radio Frekuensi Modulasi. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, *2*(02), 229–234. https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i02.1529

Thabroni, F., Telekomunikasi, P. S., Elektro, T., Sriwijaya, P. N., Lama, B., Palembang, K., & Selatan, S. (2025). *Implementasi Deteksi Interferensi Sinyal 4G di dalam Ruangan menggunakan USRP B210 dan RTL - SDR Implementation of Indoor 4G Signal Interference Detection using USRP*. *14*, 2438–2449.

Widodo, A., & Candra, O. (2020). *Kontrol Sepeda Motor Menggunakan Andorid*. *1*(2), 63–68.

Zalukhu, A., Swingly, P., & Darma, D. (2023). Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart. *Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, *4*(1), 61–70. https://ejurnal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351