



Analisa Sinyal Remote Control Untuk Aplikasi Pengendali Jarak Jauh

Randy Rahmanto^{1*}, Belinda Ayuningtyas², Sulistyono Widodo³

¹⁻³Universitas Dian Nusantara, Indonesia

Alamat: Kampus Tanjung Duren Jl. Tanjung Duren Barat II No.1, RT.1/RW.5, Tanjung Duren Utara,
Kec. Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Indonesia
Korespondensi penulis: randy.rahmanto@undira.ac.id*

Abstract. *Indonesia's aerospace sector plays a crucial role in maintaining national sovereignty. However, the country's airspace is often infiltrated by irresponsible parties, necessitating an effective monitoring system. Unmanned radio-controlled helicopters are a potential solution, although they are limited in range. This study aims to design a long-range control system for radio-controlled helicopters using satellite phone communication, which offers wide coverage and can reach remote areas. The system comprises a remote control, a radio converter circuit, an audio mixer, and a satellite phone. The radio converter functions to transform the radio control signal frequency into its original frequency without a carrier frequency, which is then re-converted to be compatible with satellite phone input for signal transmission. Test results indicate that the system can transmit control signals with adequate frequency stability within the expected range. Despite minor oscillator instability at certain stages, the system overall operates as designed. In conclusion, this satellite phone-based control system effectively extends the operational range of radio-controlled helicopters and serves as a strategic solution for monitoring Indonesia's airspace.*

Keywords: *Radio control, Satellite communication, Satellite phone, Radio converter.*

Abstrak. Sektor kedirgantaraan Indonesia berperan penting dalam menjaga kedaulatan negara. Namun, wilayah udara Indonesia sering disusupi pihak-pihak tidak bertanggung jawab, sehingga dibutuhkan sistem pemantauan yang efektif. Helikopter radio kontrol tanpa awak menjadi salah satu solusi, meskipun memiliki keterbatasan daya jangkau. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengendali helikopter radio kontrol jarak jauh berbasis komunikasi telepon satelit, yang memiliki cakupan luas dan mampu menjangkau area sulit diakses. Sistem terdiri dari remote control, rangkaian radio konverter, mixer audio, dan telepon satelit. Radio konverter berfungsi mengubah frekuensi sinyal radio kontrol menjadi frekuensi asli tanpa frekuensi pembawa, lalu dikonversi ulang agar kompatibel dengan telepon satelit untuk pengiriman sinyal. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengirimkan sinyal kontrol dengan stabilitas frekuensi memadai dalam rentang yang diharapkan. Meskipun terdapat sedikit ketidakstabilan osilator pada tahap tertentu, sistem secara keseluruhan berfungsi sesuai perancangan. Kesimpulannya, sistem pengendali berbasis telepon satelit ini efektif memperluas cakupan helikopter radio kontrol dan menjadi solusi strategis untuk pemantauan wilayah udara Indonesia.

Kata kunci: Radio kontrol, Komunikasi satelit, Telepon satelit, Radio konverter.

1. LATAR BELAKANG

Kedaulatan negara di darat, laut, dan udara dijaga oleh sektor kedirgantaraan Indonesia yang memegang peran strategis. Namun, pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab, termasuk kelompok pemberontak dan pihak asing, sering menyusupi wilayah udara Indonesia, terutama dalam konteks militer. Upaya pemantauan pada area-area rawan di Indonesia diperlukan untuk mencegah hal ini. Pemantauan dan pengintaian dapat dilakukan oleh pihak militer menggunakan helikopter radio kontrol tanpa awak. Meskipun demikian, keterbatasan daya jangkau helikopter radio kontrol menjadi salah satu kendala utama.

Sistem pengendali jarak jauh berbasis komunikasi satelit dapat dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Cakupan wilayah yang luas menjadi salah satu keunggulan utama teknologi komunikasi satelit dibandingkan sistem komunikasi lainnya. Komunikasi dapat dilakukan dari berbagai lokasi, termasuk lautan lepas dan hutan belantara, berkat teknologi ini. Peningkatan penggunaan layanan telekomunikasi berbasis satelit mencerminkan kemajuan teknologi komunikasi satelit. Sebagai solusi potensial untuk sistem pemantauan wilayah udara Indonesia, komunikasi satelit memiliki banyak kelebihan. Salah satu satelit yang menyediakan layanan data di wilayah Indonesia adalah satelit ACeS Garuda.

Sistem pengendalian jarak jauh helikopter radio kontrol berbasis komunikasi satelit dibagi menjadi dua komponen utama: sistem transmisi dan sistem penerima. Komunikasi dari pengendali jarak jauh ke satelit dilakukan oleh sistem transmisi, sedangkan jalur dari satelit ke helikopter ditangani oleh sistem penerima. Pada pembahasan ini, fokus diberikan pada sistem penerima.

Penggunaan prinsip radio konverter untuk pengiriman sinyal kontrol melalui komunikasi satelit dirancang dengan menggabungkan fungsi pemantauan helikopter radio kontrol, cakupan luas komunikasi satelit, dan kemampuan radio konverter untuk mengubah frekuensi sinyal. Efektivitas pengendalian helikopter dari jarak jauh ditingkatkan melalui pendekatan ini.

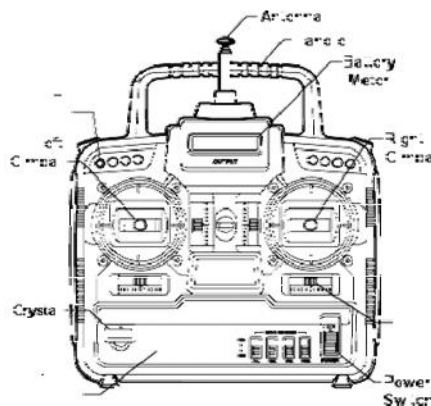
2. KAJIAN TEORITIS

Sistem pengendalian yang memanfaatkan gelombang radio dikenal sebagai radio kontrol. Sistem ini umumnya digunakan untuk mengendalikan berbagai perangkat seperti pesawat terbang, helikopter, roket, atau mobil-mobilan. Radio kontrol merupakan contoh sederhana dari teknologi pengendalian berbasis gelombang radio. Berbeda dengan sistem remote control pada perangkat seperti alarm mobil atau televisi yang biasanya menggunakan tombol sebagai masukan, radio kontrol lebih sering memanfaatkan potensiometer sebagai input untuk pengendalian.



Gambar 1. Contoh Radio Kontrol

Awalnya, radio kontrol dirancang untuk kebutuhan militer, seperti pengendalian peluru kendali tanpa awak yang diluncurkan dari pesawat terbang untuk menghancurkan target lawan. Namun, saat ini penggunaannya telah meluas ke berbagai bidang, termasuk riset, industri, rekreasi, hingga rumah tangga. Berbagai perangkat seperti pesawat terbang model, helikopter, perahu, mobil-mobilan, hingga robot mainan kini dilengkapi dengan teknologi radio kontrol.



Gambar 2. Spesifikasi dari bagian remote control

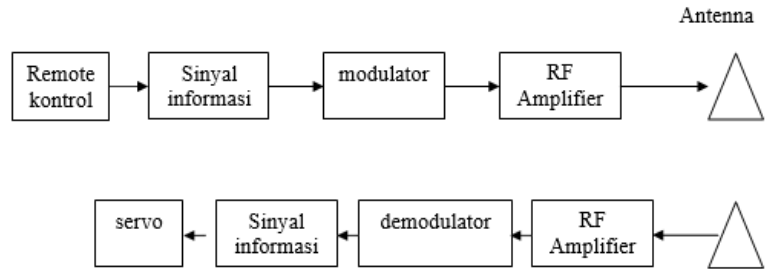
Sistem radio kontrol secara umum terdiri dari tiga komponen utama: pemancar (transmitter), penerima (receiver), dan sejumlah servo yang berfungsi sebagai penggerak. Sebagai sumber daya, baterai digunakan untuk mendukung operasional baik pada pemancar maupun penerima.

1. Pemancar (transmitter) bertugas menerima perintah kendali dari operator, mengubahnya menjadi sinyal elektronik, dan kemudian mengirimkan sinyal tersebut melalui gelombang radio ke udara.
2. Penerima (receiver) bertugas menerima gelombang radio yang dikirimkan oleh pemancar, menerjemahkan sinyal elektronik tersebut menjadi perintah gerak, dan mengirimkannya ke servo.
3. Servo memiliki tugas untuk mengonversi perintah gerak elektronik tersebut menjadi gerakan mekanik menuju posisi tertentu sesuai instruksi yang diinginkan.

Melalui mekanisme ini, sistem radio kontrol mampu mengendalikan perangkat dengan efisien menggunakan gelombang radio. Gambar 2.3 di bawah ini menggambarkan prinsip kerja sistem **radio kontrol**. Prosesnya dimulai dengan pergerakan tuas pengendali pada radio kontrol, yang menyebabkan perubahan nilai resistansi pada potensiometer di dalam remote kontrol. Perubahan resistansi ini dikonversi menjadi sinyal elektronik yang merepresentasikan perintah kendali.

Sinyal tersebut kemudian diproses oleh pemancar (transmitter) untuk dikirimkan dalam bentuk gelombang radio ke penerima (receiver). Setelah diterima, sinyal tersebut

diterjemahkan oleh penerima menjadi perintah gerak yang diteruskan ke servo. Servo selanjutnya mengubah perintah tersebut menjadi gerakan mekanis sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh operator. Proses ini memungkinkan pengendalian perangkat dengan tingkat presisi yang tinggi menggunakan sistem radio kontrol.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Radio Kontrol

Gambar 3 menampilkan Blok Diagram Sistem Radio Kontrol, yang menjelaskan proses kerja sistem secara keseluruhan. Pada bagian pemancar, perubahan resistansi dari potensiometer pada remote kontrol menghasilkan sinyal informasi. Sinyal ini dikirim ke modulator untuk proses modulasi. Setelah dimodulasi, sinyal diperkuat oleh amplifier sebelum dipancarkan melalui antena pemancar.

Di bagian penerima, sinyal yang dipancarkan diterima oleh antena penerima. Sinyal ini diperkuat kembali oleh amplifier sebelum memasuki demodulator untuk proses demodulasi. Proses demodulasi mengembalikan sinyal ke bentuk informasi aslinya, yang kemudian diterjemahkan oleh rangkaian penerima radio kontrol menjadi perintah gerak. Perintah ini dieksekusi oleh servo, yang mengubahnya menjadi gerakan mekanik. Dengan mekanisme ini, sistem radio kontrol mampu mengubah perintah dari operator menjadi gerakan pada perangkat yang dikendalikan.

3. METODE PENELITIAN

Secara umum, rancangan sinyal radio kontrol untuk aplikasi pengendalian helikopter jarak jauh yang dapat dikirim melalui komunikasi satelit (BYRU) ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.



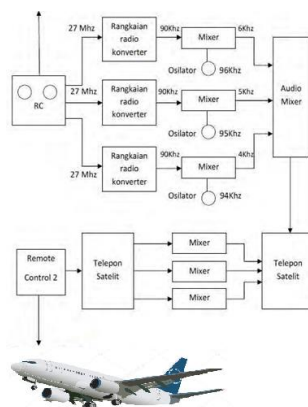
Gambar 4. Konfigurasi Umum dari Sistem

Konfigurasi ini terdiri dari remote kontrol, rangkaian radio konverter, dan telepon satelit. Remote kontrol bertugas memancarkan sinyal radio kontrol yang kemudian diterima oleh rangkaian radio konverter. Rangkaian radio konverter berfungsi sebagai pengubah frekuensi, di mana frekuensi dari remote kontrol diubah menjadi frekuensi asli tanpa melibatkan frekuensi pembawa. Telepon satelit digunakan untuk mengirimkan sinyal radio kontrol. Selain itu, terdapat perangkat tambahan berupa rangkaian mixer yang berfungsi mengonversi frekuensi keluaran dari rangkaian radio konverter agar kompatibel dengan masukan telepon satelit, serta mixer audio yang menghubungkan rangkaian mixer dengan telepon satelit.

Fungsi utama dari sinyal radio kontrol yang dikirim melalui komunikasi telepon satelit (BYRU) dalam pengendalian helikopter jarak jauh adalah merancang sistem yang memanfaatkan prinsip radio konverter. Prinsip ini memungkinkan penerimaan dan pengiriman sinyal radio kontrol melalui telepon satelit, sehingga dapat diaplikasikan pada sistem pengendalian helikopter jarak jauh.

Prinsip kerja utama sistem ini adalah pemanfaatan rangkaian radio konverter untuk proses perubahan frekuensi. Frekuensi dari remote kontrol diubah menjadi frekuensi baru yang merupakan frekuensi asli radio kontrol tanpa frekuensi pembawa. Frekuensi tersebut kemudian diolah kembali menggunakan rangkaian mixer agar sesuai dengan masukan telepon satelit. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pengoperasian helikopter radio kontrol dari jarak jauh dengan cakupan wilayah yang luas.

Berdasarkan prinsip kerja ini, pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit dapat berfungsi sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Penjelasan lebih lanjut mengenai bagian-bagian sistem dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Bagian-Bagian Dalam Perancangan Sistem

Prinsip kerja dari sistem yang dirancang ini dijelaskan lebih jelas pada Gambar 5. Proses dimulai dengan sinyal frekuensi (f_r) yang dipancarkan dari remote kontrol dan diterima oleh rangkaian radio konverter. Sinyal radio kontrol ini memiliki frekuensi keluaran sebesar 27 MHz.

Frekuensi sinyal (f_r) tersebut kemudian dicampur di dalam sebuah mixer dengan frekuensi yang dihasilkan oleh osilator lokal (f_o). Proses pencampuran ini menghasilkan superposisi antara f_r dan f_o , yang dikenal sebagai prinsip kerja rangkaian radio konverter. Hasil keluaran mixer berupa gelombang dengan frekuensi baru, yaitu $(f_r - f_o)$ dan $(f_r + f_o)$, di samping frekuensi asli f_r dan f_o . Salah satu hasil tersebut, yakni frekuensi $(f_r - f_o)$, disebut sebagai intermediate frequency (IF). Gelombang IF ini lebih stabil dan memiliki frekuensi pembawa yang lebih kecil dibandingkan f_r .

Selanjutnya, sinyal IF diproses melalui detektor pada rangkaian radio konverter untuk menghasilkan sinyal asli dari remote kontrol tanpa frekuensi pembawa. Sinyal yang telah dideteksi ini diteruskan ke rangkaian mixer untuk dikonversi menjadi frekuensi yang kompatibel dengan masukan telepon satelit. Sebelum diteruskan, sinyal-sinyal tersebut digabungkan menggunakan rangkaian audio mixer, sehingga sinyal yang menuju telepon satelit telah terintegrasi dengan baik.

Secara umum, sistem ini memanfaatkan prinsip kerja radio konverter. Proses konversi frekuensi dari remote kontrol menghasilkan frekuensi asli tanpa pembawa yang kemudian diubah menjadi frekuensi yang sesuai untuk telepon satelit. Frekuensi ini, setelah melalui audio mixer, diteruskan ke telepon satelit untuk dikirimkan. Prinsip ini diterapkan dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk mendukung pengendalian helikopter jarak jauh secara efektif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan rancangan sistem keseluruhan kemudian dibuat untuk merealisasikan konsep tersebut. Gambar 6 menunjukkan perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini, sebagaimana dirancang sebelumnya.

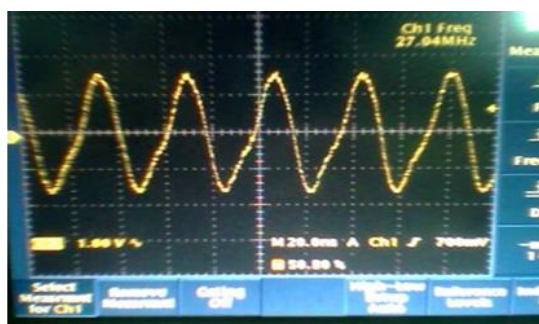


Gambar 6. Rancang Sistem yang dibuat

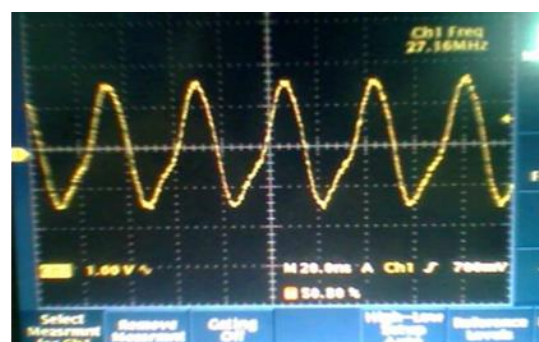
Dari sistem yang telah dirancang, dilakukan beberapa skenario pengujian sebagai berikut:

1. Mengamati sinyal keluaran dari remote kontrol menggunakan osiloskop.
2. Mengamati sinyal masukan pada rangkaian radio konverter menggunakan osiloskop.
3. Mengamati sinyal keluaran detektor pada rangkaian radio konverter menggunakan osiloskop.
4. Mengamati sinyal masukan osilator pada RF Generator menggunakan osiloskop.
5. Mengamati sinyal keluaran dari rangkaian mixer dengan bantuan osiloskop.

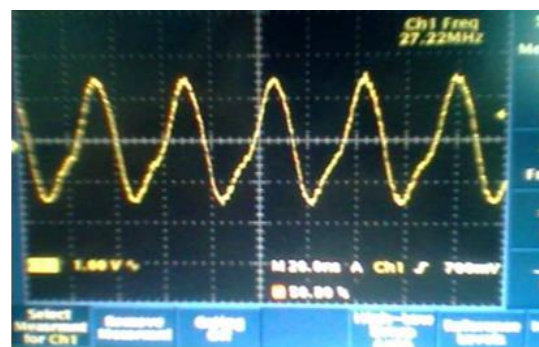
Pengamatan sinyal keluaran dari remote radio kontrol menggunakan osiloskop bertujuan untuk mengukur frekuensi yang digunakan oleh perangkat tersebut. Proses pengukuran dilakukan dengan menyambungkan antena dan ground pada remote kontrol menggunakan probe osiloskop. Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 di bawah ini menampilkan hasil pengukuran sinyal dari remote kontrol dengan menggunakan osiloskop.



Gambar 7. Sinyal Keluaran channel 1



Gambar 8. Sinyal Keluaran channel 2



Gambar 9. Sinyal Keluaran channel 3

Sinyal frekuensi yang dihasilkan oleh remote radio kontrol ditampilkan pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 di atas. Pengukuran menggunakan osiloskop menunjukkan variasi frekuensi pada channel 1, channel 2, dan channel 3 dalam kisaran 27 MHz hingga 27.400 MHz.

1. Frekuensi pada channel 1 berada dalam rentang 27 MHz – 27.318 MHz.
2. Frekuensi pada channel 2 berada dalam rentang 27.013 MHz – 27.400 MHz.
3. Frekuensi pada channel 3 berada dalam rentang 27.050 MHz – 27.384 MHz.

Keterbatasan osiloskop dalam menjaga kestabilan selama proses pengukuran menyebabkan variasi frekuensi yang teramati pada hasil pengukuran sinyal dari remote radio kontrol.

Tabel 1. Pengujian ke-1

Channel	Hasil	Frekuensi didapat
channel 1	27.00 MHz- 27.318 MHz	27.145 MHz
channel 2	27.013 MHz- 27.400 MHz	27.155 MHz
channel 3	27.050 MHz- 27.384 MHz	27.165 MHz

Pada tabel, frekuensi sinyal dari pengujian pertama dan pengujian kedua terlihat sama atau mendekati. Keberhasilan rangkaian radio konverter dalam menangkap sinyal dari remote kontrol ditunjukkan oleh hasil tersebut.

Tabel 2. Pengujian ke-2

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi didapat
channel 1	27.102 MHz- 27.321 MHz	27.145 MHz
channel 2	27.087 MHz- 27.354 MHz	27.155 MHz
channel 3	27.030 MHz- 27.400 MHz	27.165 MHz

Frekuensi sinyal pada pengujian kedua, seperti yang terlihat pada tabel, sama atau mendekati hasil pengujian pertama. Hal tersebut menunjukkan bahwa sinyal dari remote kontrol telah berhasil ditangkap oleh rangkaian radio konverter.

Tabel 3. Pengujian ke-3

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi didapat
channel 1	90 KHz - 101 KHz	90 KHz
channel 2	90 KHz - 100 KHz	90 KHz
channel 3	90 KHz - 94 KHz	90 KHz

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa frekuensi yang terdeteksi menggunakan osiloskop adalah frekuensi asli dari remote radio kontrol yang telah terbebas dari frekuensi pembawa. Frekuensi ini selanjutnya diteruskan ke rangkaian mixer, diproses melalui mixer audio, dan kemudian dikirimkan melalui telepon satelit.

Tabel 4. Pengujian ke-4

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi didapat
channel 1	96 KHz - 96.76 KHz	96 KHz
channel 2	95 KHz - 95.71 KHz	95 KHz
channel 3	94 KHz - 94.89 KHz	94 KHz

Frekuensi masukan osilator, berdasarkan hasil pengukuran, dapat diatur untuk menghasilkan frekuensi keluaran yang sesuai dengan kebutuhan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Telepon satelit, berdasarkan hasil seluruh pengujian, mampu menerima sinyal radio kontrol dengan baik. Sebagai media transmisi, sinyal radio kontrol yang berasal dari keluaran rangkaian radio konverter dan mixer diteruskan ke sisi penerima melalui telepon satelit. Sebelum diteruskan, pengaturan penggabungan sinyal-sinyal keluaran dari rangkaian mixer dilakukan oleh mixer audio.

Sinyal pada tiga kanal berbeda yang dihasilkan oleh rangkaian mixer dihubungkan terlebih dahulu ke mixer audio. Dalam sistem perancangan ini, mixer audio berfungsi untuk menyelaraskan dan menggabungkan sinyal-sinyal tersebut sehingga dapat diteruskan secara optimal melalui telepon satelit. Dengan proses ini, jaringan telepon satelit mampu mengirimkan sinyal radio kontrol secara efisien.

DAFTAR REFERENSI

- Brajamusti, J. K., & Nurjanah, C. K. (2023). Rancang bangun sistem satelit buatan berbasis ESP32 dengan fitur komunikasi menggunakan modul GSM SIM800L. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 10(1).
- De Lama, A., Sunarya, U., & Novianti, A. (2016). Deteksi logam pada penggilingan batu berbasis SMS gateway dan mikrokontroler. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 3(2), 45-52.
- Gemilang, Y. R. (2016). Kendali jarak jauh UAV (Unmanned Aerial Vehicle) tipe quadcopter menggunakan transceiver NRF24L01+ beserta job sheet uji coba. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 5(3).
- Isnianto, H. N., Setyono, Y. W., & Lestari, S. (2014). Sistem telemonitoring gangguan pada jaringan listrik secara real-time dengan modul GSM. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 2(1), 78-85.
- Krebs, G. D. (2013). Studi perkembangan dan kondisi satelit Indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 5(2), 45-56.

- Lemuel, P. (2020). Rancang bangun pendeteksi suhu dan asap pada panel listrik berbasis Internet of Things menggunakan Message Queueing Telemetry Transport di Jakarta. Skripsi Sarjana, Universitas Trisakti.
- Lubudi, M. N. H. (2020). Rancang bangun battery management system active balancing pada baterai Li-Ion 12V 2,5Ah. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia.
- Nugroho, H. S., & Setyono, Y. W. (2015). Sistem telemonitoring gangguan pada jaringan listrik secara real-time dengan modul GSM. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 3(2), 123-130.
- Nur, V. B., Triyanto, D., & Ristian, U. (2021). Sistem pemantauan tempat penampungan sampah secara real-time dengan memanfaatkan location tracking menggunakan antarmuka website. *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 9(3), 364-374.
- Siregar, M. R. T. (2020). Pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh. Universitas Indonesia.
- Siregar, M. R. T. (2020). Pengendalian jalur voice dari VHF-ER repeater Sibiru-Biru menggunakan mobile communication. *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, 4(2), 112-120.
- Tania, K. D. (2011). Penerapan SMS gateway generator menggunakan metode breadth-first search. *KNTIA 2011*, 45-52.
- Tobi, M. D., & Mappa, A. (2019). Sistem automatic switch redundant UPS untuk beban esensial. *Jurnal Electro Luceat*, 5(1), 35-45.
- Triyono, J. (2010). Pelayanan KRS On-line berbasis SMS. *Jurnal Teknologi*, 3(1), 33-38.
- Yoshikazu, F., Yasuyuki, H., Yusuke, K., & Takahiro, W. (2016). Development of battery management system. *Fujitsu Ten Technical Journal*, 42, 68-80.