

## MODIFIKASI RADIO PANCAR ULANG (REPEATER) VHF SEBAGAI ALAT MOBILE KOMUNIKASI BERBASIS DRONE DI POLITEKNIK PENERBANGAN MEDAN

M. Amril Siregar<sup>1</sup>, Syairi Anwar<sup>2</sup>, Regita Octavia<sup>3</sup>

[muhammadamril2017@gmail.com](mailto:muhammadamril2017@gmail.com)<sup>1</sup>, [syairi2022@gmail.com](mailto:syairi2022@gmail.com)<sup>2</sup>, [regitaoctavia1578@gmail.com](mailto:regitaoctavia1578@gmail.com)<sup>3</sup>

Politeknik Penerbangan Medan

### ABSTRAK

Peralatan komunikasi dipergunakan untuk mempermudah kegiatan bertukar informasi secara efisien dari waktu dan jarak contohnya radio komunikasi handy talky (HT) agar komunikasi HT dapat dilakukan dengan kualitas lebih baik ditambahkan dengan alat repeater. Repeater umumnya adalah alat yang diletakkan pada gedung tertinggi pada suatu kawasan. Hal ini akan menjadi kekurangan jika terdapat gedung yang lebih tinggi yang berada dekat kawasan repeater karena terdapat obstacle yang dapat menjadi penghambat komunikasi. Hal tersebut akan memungkinkan sinyal informasi yang dipancarkan tidak sampai ke daerah tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodifikasi repeater yang semula alat fix menjadi alat mobile dengan bantuan drone sehingga dapat membantu perluasan komunikasi repeater yang sudah ada di Politeknik Penerbangan Medan. Manfaat dari penelitian repeater ini diharapkan dapat membantu memperluas wilayah cakupan dalam berkomunikasi di Politeknik Penerbangan Medan. Metode penelitian ini menggunakan penelitian dan pengembangan untuk mengembangkan suatu produk yang sudah ada, dengan melakukan pengujian data terhadap repeater inventaris kampus dan repeater drone. Hasil dari penelitian komunikasi tidak menggunakan repeater drone menghasilkan noise -117.02 dBm/Hz dengan channel power -73.74 dBm sehingga dapat berkomunikasi sejauh 16 km ke timur dan 14 km ke barat. Penggunaan repeater drone dengan ketinggian 10 m adanya peningkatan noise sehingga harus mengulangi proses komunikasi agar terdengar dengan jelas. Cakupan jarak sekitar 26 km ke timur dan 20 km ke barat. Pada ketinggian 15 m terjadi penurunan nilai noise sehingga komunikasi tersampaikan dengan jelas sejauh 30 km ke timur dan 23 km ke barat. Dapat disimpulkan pengimplementasian alat dapat memberikan informasi komunikasi dengan HT menggunakan repeater mobile sebagai alat bantu perpanjangan komunikasi yang diterima dari repeater milik Politeknik Penerbangan Medan. Oleh karena itu, agar komunikasi dapat tersampaikan dengan konsisten dapat dilakukan penambahan kapasitas daya baterai drone agar komunikasi tidak terhambat karena waktu terbang yang singkat. Mempertimbangkan kapasitas yang maksimal beban yang dapat diangkat oleh drone.

**Kata Kunci:** Komunikasi, Perluasan, Repeater, Drone, Mobile, Handy talky (HT), obstacle.

### ABSTRACT

*Communication equipment is used to facilitate the activity of exchanging information efficiently from time and distance, for example, a handy talky (HT) communication radio so that HT communication can be carried out with better quality, added with a repeater device. Repeaters are generally devices that are placed on the tallest buildings in an area. This will be a disadvantage if there are taller buildings near the repeater area because there are obstacles that can hinder communication. This will allow the transmitted information signal not to reach certain areas. The purpose of this study is to modify the repeater which was originally a fixed tool into a mobile tool with the help of a drone so that it can help expand the existing repeater communication at the Medan Aviation Polytechnic. The benefits of this repeater research are expected to help expand the coverage area in communicating at the Medan Aviation Polytechnic. This research method uses research and development to develop an existing product, by conducting data testing on campus inventory repeaters and drone repeaters. The results of the communication research without using a drone repeater produced noise of -117.02 dBm / Hz with a channel power of -73.74 dBm so that it can communicate as far as 16 km to the east and 14 km to the west. The use of a drone repeater*

*with a height of 10 m increases noise so that the communication process must be repeated to be heard clearly. The range is about 26 km to the east and 20 km to the west. At a height of 15 m, there is a decrease in noise value so that communication is conveyed clearly as far as 30 km to the east and 23 km to the west. It can be concluded that the implementation of the tool can provide communication information with HT using a mobile repeater as a communication extension tool received from the repeater belonging to the Medan Aviation Polytechnic. Therefore, in order for communication to be delivered consistently, the drone battery capacity can be increased so that communication is not hampered due to short flight times. Considering the maximum capacity of the load that can be lifted by the drone.*

**Keywords:** Communication, Expansion, Repeater, Drone, Mobile, Handy talky (HT), obstacle.

## **PENDAHULUAN**

Komunikasi menggunakan repeater di Indonesia diatur dalam regulasi yang ditetapkan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) dan lembaga terkaitnya. Peraturan Menteri Kominfo nomor 7 tahun 2021 (Kominfo, 2021) tentang penyelenggara spektrum frekuensi radio dan orbit satelit yang menyatakan mengatur penggunaan spektrum frekuensi radio termasuk perangkatnya seperti repeater dengan menetapkan persyaratan teknis dan administratif untuk izin frekuensi radio. Kemudian pada Peraturan Menteri Kominfo nomor 1 tahun 2020 (Kominfo, 2020). tentang penyelenggara jaringan dan layanan telekomunikasi. PM ini mengatur tentang izin dan prosedur untuk penyelenggaraan jaringan telekomunikasi serta standar teknis dan operasional untuk perangkat yang digunakan harus sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.

Teknologi telekomunikasi menjadi kebutuhan yang sangat penting pada era saat ini baik diseluruh daerah maju bahkan terpencil sekalipun. Berdasarkan hasil penelitian Ubaidillah (2023) tentang optimalisasi kinerja repeater sinyal global dimana terdapat beberapa faktor yang menjadi ketersediaan sumber daya jaringan yang tidak merata faktor tersebut adalah kepadatan penduduk, keadaan perekonomian yang mengklasifikasikan telekomunikasi yang dibutuhkan serta kontur daerah sehingga memerlukan penyediaan jaringan telekomunikasi khusus. (Ubaidillah et al., 2023).

Pada hasil penelitian dan pengembangan Suharjanto (2020) yang tentang pengaruh filter untuk meredam sinyal repeater radio komunikasi VHF, dimana hasilnya penggunaan filter pada bagian pemancar dan penerima apabila nilai SWR semakin mendekati nol maka semakin baik komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan High Pass Filter (HPF) pada bagian penerima dan Low Pass Filter (LPF) pada bagian pemancar. Peranan peralatan komunikasi dipergunakan untuk mempermudah kegiatan manusia dalam melakukan komunikasi dan bertukar informasi secara efisien dari waktu dan jarak contohnya radio komunikasi handy talky (HT) yang digunakan untuk bertukar informasi dan bersifat 2 arah serta yang paling penting tidak memerlukan provider seperti handphone dalam melakukan pemanfaatannya. Walaupun menguntungkan jangkauan maksimal penggunaan HT sangat pendek berkisar 1,5 Km sehingga diperlukan alat tambahan yang dapat membantu perluasan jangkauan sinyal. Penggunaan repeater sangat mendukung dalam berkomunikasi menggunakan pesawat radio komunikasi agar informasi yang dikirim tidak mengalami kecacatan serta menambah jangkauan pancaran gelombang frekuensi tersebut. (Suharjanto, 2020).

Pada penelitian Isdwiharjo (2023) tentang repeater berbasis SDR dan raspberry Pi untuk tanggap darurat bencana alam dengan hasil penelitiannya dalam melakukan perluasan komunikasi dengan jarak pancar maksimal dan kualitas suara 3 tingkat ketinggian yaitu 5m, 10m, 15m dimana repeater yang di rancang dapat menjangkau jarak maksimum 8,8 km

dengan kualitas suara yang masih baik dengan daya pancar final 10 watt. Masih terdapat noise yang dihasilkan oleh perangkat raspberry sehingga dapat menurunkan kualitas suara yang ada sehingga diperlukan pengembangan berkelanjutan dalam pengembangan filter RF. (ISDWIHARDJO, 2023).

Beberapa penelitian yang relevan pada tulisan ini juga menjelaskan penggunaan repeater pada dasarnya bersifat fixed dan berfungsi memperluas komunikasi pada daerah dan minim dapat melakukan komunikasi sehingga pada penelitian ini penulis melakukan modifikasi pada repeater agar dapat mobile sehingga dapat digunakan pada daerah dengan kondisi minim komunikasi dan pada keadaan lingkungan yang ada di sekitar politeknik penerbangan medan yang terdapat gedung bertingkat dimana saat ini mempunyai repeater untuk membantu sistem komunikasi. Repeater yang eksis di kampus bersifat fixed atau tetap yang terletak di gedung Keselamatan Penerbangan Politeknik Penerbangan Medan.

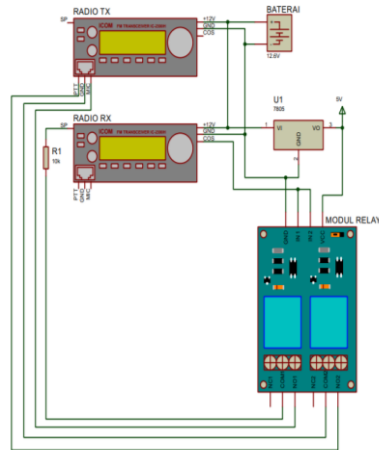
Berdasarkan latar belakang diatas dan juga keadaan sekitar lingkungan yang ada di Politeknik Penerbangan Medan yaitu terdapat gedung yang bertingkat sehingga menyebabkan jarak komunikasi radio menjadi lebih pendek yang seharusnya 10 km menjadi 5 km. Berdasarkan ini dilakukan pengembangan dengan melakukan repeater mobile berbasis drone agar sinyal informasi yang dipancarkan sampai ke daerah tertentu.

## **METODOLOGI**

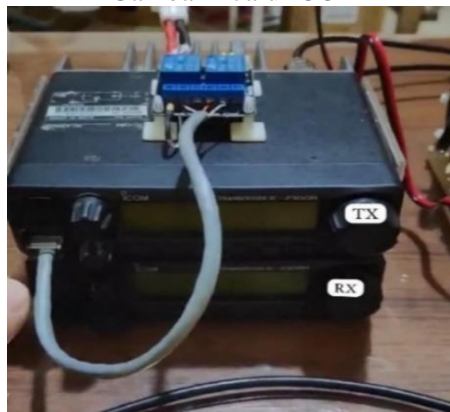
Metode penelitian pada proyek akhir menggunakan metode penelitian Research And Development (RnD) metode penelitian yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh data penelitian. Data penelitian yang diperoleh haruslah data empiris yang sudah memiliki kriteria valid, reliabel dan objektif. Untuk mendapatkan data penelitian yang empiris tersebut maka seorang peneliti harus dapat menyusun atau mengembangkan instrument penelitian yang valid dan reliabel. Menurut Sugiyono (2020) metode penelitian RnD adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2020).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses penginstalasian COR pada gambar 4.1 merupakan jalur automasi PTT yang berguna saat repeater melakukan komunikasi. Cor dapat aktif karena sinyal input COS RX . COS sering kali digunakan sebagai sinyal kontrol yang dikirim atau diterima oleh perangkat radio untuk mengkoordinasikan aktivitas transmisi atau menerima data. Misalnya, dalam sistem komunikasi dua arah, COS dapat digunakan untuk menandai saat perangkat sedang berbicara atau menerima panggilan. Dalam konteks teknis pada sistem radio atau komunikasi, "COS" (*Carrier Operated Signal*) dapat memiliki kondisi "*high*" dan "*low*". Hal ini mengacu pada status atau kondisi output dari fitur COS pada perangkat radio. Jadi, COS memiliki "*high*" dan "*low*" merujuk pada kemampuan COS untuk menghasilkan dua kondisi output yang berbeda berdasarkan keberadaan sinyal carrier dalam sistem radio.



Gambar 1 Jalur COR



Gambar 2 COR

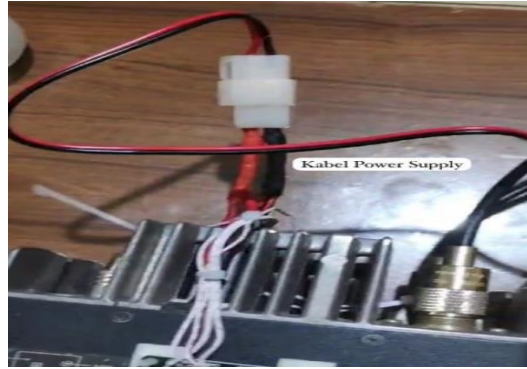
Sinyal HT yang diterima radio akan diteruskan ke COS sebagai input relay. COS dengan tegangan high sebesar 5V atau low 0V. dimana jenis relay yang digunakan adalah aktif low. Relay yang ketika kondisi tidak menerima sinyal dari HT bakal bernilai 5 volt dan ketika menerima sinyal dari COS bakal bernilai 0V. pada saat COS aktif Com2 dan no2 pada relay akan menghubungkan PTT dengan GND sehingga menjadi outomatic PTT . Serta jalur speaker RX menerima sinyal HT terhubung ke jalur mic TX.

Pada proses penginstalasian repeater terdapat dua radio yang akan dijadikan repeater dimana radio 1 sebagai TX dan radio 2 sebagai RX seperti pada gambar 3.



Gambar 3 Kabel ANT TX dan RX

Pada gambar 3 menunjukkan bagian belakang radio terdapat kabel power supply, kabel antenna TX dan RX yang akan dihubungkan ke duplexer.



Gambar 4 Kabel *power supply*

Pada gambar 5 Kabel antenna TX akan dihubungkan ke duplexer freq low.



Gambar 5 kabel ANT TX dihubungkan ke duplexer freq low

Pada gambar 6 Kabel antenna RX akan dihubungkan ke freq high.



Gambar 6 kabel ANT RX dihubungkan ke duplexer freq high

Pada gambar 5 terdapat konektor antena dan pada gambar 6 kabel ANT dihubungkan ke ANT duplexer. Duplexer ini memisahkan sinyal kirim dan terima dan memungkinkan komunikasi dua arah dengan satu antena.



Gambar 7 kabel ANT Gambar 8 kabel ANT  
dihubungkan ke duplexer ANT

Proses mengatur frekuensi repeater dalam penggunaan radio dalam melakukan transceiver adalah dengan menyamakan frekuensi penggunaannya. Penggunaan radio dalam melakukan transceiver adalah dengan menyamakan frekuensi penggunaannya. Pada rancangan kali ini radio menggunakan frekuensi 157.695 MHz untuk TX dan 152.695 untuk RX adapun cara untuk menyetel frekuensi radio yaitu dengan menekan tombol scan dan frekuensi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Setelah itu tekan set untuk mengkonfirmasi bahwa frekuensi yang digunakan sudah sesuai. Terlihat ada gambar 4.9



Gambar 9 penyetelan frekuensi TX dan RX

Hal tersebut belaku untuk penyetelan tone terlihat pada gambar 4.10 pada radio ini dengan tone yang digunakan adalah 74.4 pada transceiver. Tone merupakan fitur tambahan pada HT yang berfungsi sebagai identifikasi pada pengguna radio dua arah untuk berkomunikasi tanpa diganggu oleh radio luar. Apabila radio tidak memiliki fitur tone maka komunikasi akan dapat dimanfaatkan dan digunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab sehingga dapat mengganggu komunikasi yang sedang berlangsung



Gambar 10 penyetelan tone

Proses pengaturan HT penggunaan HT juga disetel menggunakan frekuensi yang sama pada repeater yang digunakan. Frekuensi HT RX yang digunakan pada range 157.695 – 155.695 MHz Setelah frekuensi sesuai antar HT dan radio terlihat pada gambar 4.11.





Gambar 11 Pengaturan HT

Pada gambar 12 untuk mengatur offset atau selisih angka antara TX dengan RX. Tekan F+9 cari offset dan tekan F setelah itu atur *offset* menjadi 5.000 karena selisih angka dari antara TX dan RX adalah 5.000.



Gambar 12 Menyetel frekuensi dan offset

Kemudian lihat pada indikator terdapat simbol minus yang tujuannya pada saat proses TX akan dikurangi 5.000 dari frekuensi RX yang digunakan. Fungsi dari *offset* ini memungkinkan pengguna untuk mentransmisikan sinyal dari frekuensi yang berbeda untuk menerima sinyal dari *repeater*



Gambar 13 Indikator Minus

Pada gambar 13 adalah proses untuk mengatur tone tekan F+6. Pada rancangan kali ini HT menggunakan tipe tone CTCSS (*Continuous Tone Coded Squelch System*) yang merupakan tipe sinyal analog yang disertakan di suara vokal kita dan diubah menjadi sinyal radio. Tone ini juga berguna sebagai sistem untuk membagi para pengguna frekuensi menggunakan satu frekuensi bersama tanpa saling mengganggu. Kode tone yang digunakan pada rancangan ini untuk TX dan RX nya adalah 74.4 .



Gambar 14 meyetel tone dan CTCSS

Pada saat PTT maka sinyal akan terdeteksi di radio dan kedua lampu indikator HT akan bersamaan hidup. HT dan *repeater* sudah dapat melakukan *transmitt* dan *receive* seperti pada gambar 13 dan pada gambar 14 ada posisi dimana HT saat standby atau tidak melakukan *transmit* dan *receive*.



Gambar 15 berhasil TX dan RX Gambar 16 Standby

Terlihat dari gambar 17 adalah kondisi HT jika menerima informasi dari HT pemancar



Gambar 17 HT 2 melakukan RX

### Pembahasan Hasil Penelitian

Setelah dilakukannya perancangan perangkat keras dan kemudian dilakukan pengujian rancangan untuk memastikan apakah rancangan dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan perintah. Sistem kerja pada alat ini menggunakan frekuensi VHF menggunakan rig radio sebagai *repeater* dalam melakukan komunikasi HT. Peralatan yang dihubungkan dengan *power supply* yang akan menghidupkan alat hingga peralatan aktif dan sistem akan berjalan dalam melakukan komunikasi.

Repeater akan diaktifkan menggunakan power supply kemudian HT akan melakukan



komunikasi dan ditangkap oleh repeater selanjutnya data akan diteruskan ke COR untuk melakukan *transceiver* secara otomatis.

### 1. Hasil Pengujian Alat

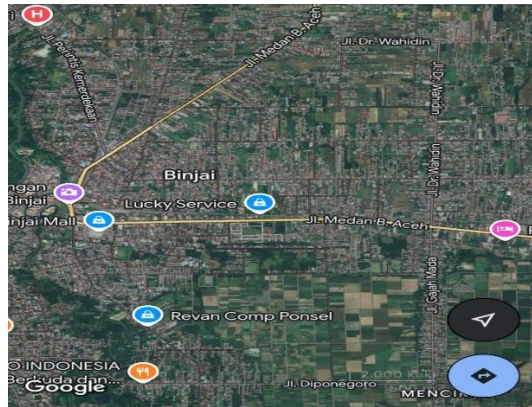
Tabel 1 Tabel hasil pengukuran

No.	Lokasi	Loss Signal tanpa Repeater	Last Signal Loss menggunakan repeater drone ketinggian 10 meter	Last Signal Loss menggunakan repeater drone ketinggian 15 meter
1.	Tanjung morawa (kearah Timur) Koordinat (3.5320689, 98.7473195)	Koordinat : (3.5302570, 98.7876381)	Koordinat : (3.5314576, 98.8864915)	Koordinat : (3.5359696, 98.9046684)
		Loss signal range : 16 km	Loss Signal Range : 26 km	Loss Signal Range : 30 km
		Channel power : -73.74 dBm	Penambahan jarak jangkauan : 10 km	Penambahan jarak jangkauan : 14 km
		Noise : - 117. 02 dBm/Hz	Channel power : -73.69 dBm Noise : -116.95 dBm/Hz	Channel power : -70.69 dBm Noise -166.64 dBm/Hz

Tabel 2 Tabel hasil pengukuran

No.	Lokasi	Loss Signal tanpa Repeater	Last Signal Loss menggunakan repeater drone ketinggian 10 meter	Last Signal Loss menggunakan repeater drone ketinggian 15 meter
1.	Binjai (kearah Barat) Koordinat (3.6051595, 98.5298221)	Koordinat : (3.6051595, 98.5298221)	Koordinat : (3.6360203, 98.4893426)	Koordinat : (3.6468678, 98.4809223)
		Loss signal range : 14 km	Loss Signal Range : 20 km	Loss Signal Range : 23 km
		Channel power : -73.60 dBm	Penambahan jarak jangkauan: 6 km	Penambahan jarak jangkauan: 9 km
		Noise : - 120.95 dBm/Hz	Channel power : -70.69 dBm Noise : - 110.95 dBm/Hz	Channel power: -70.61 dBm Noise : - 146.64dBm/Hz

Penggunaan repeater yang ditempatkan pada drone, baik pada ketinggian 10 meter maupun 15 meter, secara signifikan meningkatkan jarak jangkauan sinyal. Ketinggian drone berpengaruh terhadap peningkatan jangkauan sinyal, di mana pada ketinggian 15 meter, jangkauan sinyal lebih jauh dibandingkan dengan ketinggian 10 meter. Nilai channel power dan noise juga berbeda, namun tidak ada perubahan yang signifikan pada nilai channel power. Sedangkan noise cenderung menurun pada penggunaan repeater pada ketinggian 15 meter. Tanjung Morawa yang lebih datar dengan lebih sedikit penghalang jangkauan sinyal yang lebih luas saat menggunakan repeater, hingga 30 km



Binjai menunjukkan jangkauan yang sedikit lebih pendek 23 km, karena kondisi topografi yang lebih kompleks dan noise yang lebih rendah tetapi masih signifikan. Penggunaan peta membantu dalam mengidentifikasi titik menempatkan repeater, terutama di area di mana sinyal dapat terganggu oleh penghalang alami atau buatan manusia. Ketinggian repeater 10 meter dan 15 meter menunjukkan bahwa semakin tinggi penempatan repeater, semakin baik jangkauan dan kualitas sinyal, tetapi dengan peningkatan potensi noise.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian alat yang telah dilakukan peneliti dapat memberikan simpulan sebagai berikut, yaitu:

1. Modifikasi radio pancar ulang repeater VHF mobile berbasis drone di Politeknik Penerbangan Medan menghasilkan repeater yang semula alat fixed menjadi mobile.
2. Kualitas komunikasi sebelum di modifikasi menggunakan repeater fixed menghasilkan komunikasi dengan nilai noise  $-120.95$  dBm/Hz menunjukkan noise yang dihasilkan masih rendah dan dapat melakukan komunikasi sampai dengan jarak 11 km tanpa noise dan batas akhir komunikasi sampai dengan 14 km dengan sedikit terpengaruh oleh noise. Kemudian pada Komunikasi HT dengan repeater drone ketinggian 10 m dapat dilakukan cakupan jarak informasi sejauh 26 km ke arah timur dan 20 km ke arah barat dengan nilai noise lebih tinggi yaitu  $-110$  dBm/HZ, hal ini dapat dipengaruhi oleh obstacle yang dilewati sehingga komunikasi harus diulangi satu atau dua kali agar komunikasi dapat berlangsung dengan jelas. Selanjutnya pada penggunaan repeater drone pada ketinggian 15 m dapat mencakup lebih jauh lagi jarak komunikasi dengan noise yang lebih rendah yaitu  $-146$  dBm/HZ dan komunikasi dapat tersampaikan dengan jelas pada cakupan jarak sejauh 30 km.

## Saran

Adapun saran yang disampaikan untuk perkembangan penelitian ini, yaitu:

- a. Agar dapat dilakukan pengembangan agar alat dapat digunakan pada daerah pegunungan dan keadaan darurat
- b. Diharapkan alat ini dapat menggunakan repeater yang lebih kecil dari ukuran tidak mempengaruhi kinerja dari drone pada saat melakukan pengangkatan repeater tersebut.
- c. Pada pengembangan repeater ini menggunakan Power supply baterai li ion sebesar 24 volt sehingga hanya dapat digunakan kurang lebih 1 jam diharapkan adanya pengembangan kapasitas dari power supply agar repeater dapat bekerja lebih lama

## DAFTAR PUSTAKA

- ARRL. The ARRL Handbook for Radio Communications. 99th ed. ARRL, 2022.
- ARRL. The Radio Amateur's Handbook. 101st ed. ARRL, 2020.
- Fatimah, S. (2017). Sistem Komunikasi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Heumann, B. W. (2017). Introduction to unmanned Aircraft systems, 2 nd edition . In *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* (Vol. 83, Issue 7). <https://doi.org/10.14358/pers.83.7.469>
- ISDWIHardjo, A. B. A., Tulloh, R., & Nurmantris, D. A. (2023). Cross-Band Repeater HAM Radio berbasis SDR dan Raspberry Pi untuk Tanggap Darurat Bencana Alam. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(3), 769.
- Mahardhika, C., Ramdhani, M., & Nurmantris, D. A. (2015). Perancangan dan Implementasi Stasiun Radio Pancar Ulang Portabel frekuensi VHF untuk Bencana Alam J Design and Implementation of Portable VHF Band Radio Communication Repeater Station for Natural Disasters. 1(2), 1518–1526.
- Murray, P. L., & McDonald, E. (Eds.). *Unmanned Aerial Vehicles: Breaking the Horizon*. CRC Press, 2017.
- Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor PM 1 Tahun 2021 Tetntang Penyelenggaraab Jasa Telekomunikasi. 2021. jakarta : s.n., 2021.
- Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor PM 7 Tahun 2021 Tetntang Penggunaan spektrum frekuensi radio. 2021. jakarta : s.n., 2021.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 180 Tahun 2015 Tentang Pengendalian Pengoperasian Sistem Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara Yang Dilayani Indonesia. 2015. jakarta : s.n., 2015.
- Pozar, David M. *Introduction to Radio Frequency Design*. Artech House, 1995.
- Pramuyanti, R. K., Sipan, M., & Cahyono, T. D. (2019). Analisa Antena HT Mobile Radio Komunikasi Rapi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Penelitian*, 1–17.
- Purwadi, A., Utomo, D. T., & Harahap, P. (2023). Sistem Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis Gelombang Radio. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 70–75.
- Saleh, C., Nurcahyo, E., & Noertjahjono, S. (2019). Komunikasi Jarak Jauh Radio Vhf/Uhf Menggunakan Cross Band Repeater (Xbr) Di Kube Psp Desa Kemiri Kecamatan Jabungmalang. *Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 21–29.
- Suarnatha, I. P. D., Agus, I. M., & Gunawan, O. (2022). *Jurnal Computer Science and Information Technology ( CoSciTech ) manusia*. *CoSciTech*, 3(2), 73–80.
- Sugiyono., Lestari, Puji. (2021). Metode Penelitian Komunikasi . kuantitatif, kualitatif dan cara mudah menulis artikel pada jurnal internasional, 49-51.
- Suharjanto, S., & Rahayu, A. T. (2020). Pengaruh Filter untuk Meredam Gangguan Sinyal pada Repeater Radio Komunikasi Jalur VHF (Very High Frequency). *Jurnal Teknik*, 6(4), 204–208.
- Thomas P. J., *Battery Reference Book*, 3rd ed. Elsevier, 2000.
- Ubaidillah, A., Handoko, K., & Kholida, S. I. (2023). Optimalisasi Kinerja Repeater Sinyal Global System for Mobile Dengan Metode High-Multi Serial (Studi Kasus : Pegunungan Pegantenan, Pamekasan). *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 25(4), 140–148.
- Untono, J. (2019). Pengertian Hardware Menurut Para Ahli. *Seputarilmu.Com*.
- Ward, David J. *Radio Frequency Handbook*. 2nd ed. Newnes, 2002.