JTekEL: Jurnal Teknik Elektro
Vol. 1, No. 1, 2024

EVALUASI PERFORMA ANTENA TELEX 2 × $\frac{5}{8}\lambda$

Charles D. Wake Benge*)[1], Hendrik Djahi[2], Don E. D. G. Pollo[3]
[123]Program Studi Teknik Elektro/ Fakultas Sains dan Teknik/ Sekolah/ Universitas Nusa Cendana
*)Charles D. Wake Benge, email: charlesbenge12@gmail.com

Abstrak

Antena Telex merupakan antena VHF (2 meter band) yang memiliki ukuran 2×$\frac{5}{8}\lambda$ yang dapat bekerja pada rentang frekuensi 142,000-143,600 MHz dan cukup banyak digunakan untuk Komunikasi Radio Amatir dan KRAP. Karakter antena Telex 2×$\frac{5}{8}\lambda$ lebih lebih berpusat di daerah sekitar antena, sehingga jarak jangkauan pancaran antena tidak terlalau jauh. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan antena yang digunakan sebagai Base Station dalam komunikasi radio. Dari hasil penelitian pada frekuensi 142,800 MHz menghasilkan nilai VSWR sebesar 1,07, gain 8,34 dBi, impedansi 47,4 ohm, return loss -29,629 dB dan jarak jangkauan pancaran ≤ 1 km. Saat melakukan pengukuran jarak pancaran menunjukan bahwa antena dapat menjangkau jarak sejauh 2,7 kilometer, meskipun memiliki keterbatasan tiang penyangga.

INFO.

Info. Artikel:
No. 001
Received. september, 22, 2023
Revised. month dd, 2023
Accepted. month dd, 2023
Page. 22 – 23

Kata kunci:
- ✔ *Antena Telex 2×$\frac{5}{8}\lambda$*
- ✔ *Komunikasi Radio Amatir dan KRAP*
- ✔ *Jarak Pancaran*

***Abstract* (10pt)**

Telex Antenna is a VHF (2-meter band) antenna with a size of 2×5/8λ that operates in the frequency range of 142,000-143,600 MHz and is widely used for Amateur Radio and KRAP (Amateur Radio Emergency Communication). The characteristics of the Telex antenna, 2×5/8λ, are more centered around the antenna area, resulting in a relatively limited transmission range. This research aims to measure the antenna's capability when used as a Base Station in radio communication. The results of the study at a frequency of 142,800 MHz show a VSWR value of 1.07, gain of 8.34 dBi, impedance of 47.4 ohms, return loss of -29.629 dB, and a transmission range of ≤ 1 km.During the transmission range measurement, it was found that the antenna could reach a distance of 2.7 kilometers, despite having limitations in terms of supporting poles.

PENDAHULUAN

Komunikasi Radio Amatir dan Komunikasi Radio Antar Penduduk (KRAP) merupakan kegiatan amatir radio yang memiliki izin yang menggunakan pita frekuensi yang telah ditentukan secara khusus. Penggunan kanal frekuensi radio yang diizinkan untuk pita VHF *(Very High Frequency)* pada pita frekuensi 142,000-143,600 MHz. Pada pita frekuensi 142,000-143,600 MHz merupakan pita frekuensi yang diizinkan untuk dapat digunakan bersama, tidak khusus diperuntukan salah satu pemegang izin, tidak pula dilindungi dari gangguan elektromagnetik yang merugikan, dan dapat digunakan untuk penyampaian berita marabahaya, bencana alam, pencarian dan pertolongan (SAR) [1]. Dalam hal ini Komunikasi Radio Amatir dan KRAP membutukan sebuah antena VHF yang memiliki pancaran ke segalah arah *(omniderctional)* yang dapat bekerja pada pita frekuensi 142,000-143,600 MHz. Salah satu antena VHF (2 meter band) yang dapat bekerja pada rentang frekuensi 142,000-143,600 MHz dan cukup banyak digunakan untuk Komunikasi Radio Amatir dan KRAP adalah Antena Telex 2×$\frac{5}{8}\lambda$. Antena *Telex* merupakan salah satu antena VHF (2 meter *band*) yang memiliki ukuran 2 kali $\frac{5}{8}$ panjang gelombang. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Indra Jaya [2], Sri Marini [3], dan Yanuaryaz Achmad Nur Widaputra [4], mengenai antena Telex 2×$\frac{5}{8}\lambda$. Dilihat dari ketiga penelitian terdahulu yang telah dilakukan, karakter antena Telex 2×$\frac{5}{8}\lambda$ lebih berpusat di daerah sekitar antena, sehingga jarak jangkauan pancaran antena tidak terlalau jauh, hal ini kurang cocok digunakan di area padat penduduk yang dikelilingi bangunan-bangunan cukup tinggi. Akan tetapi pada kenyataanya, baik

Charles D. Wake Benge 1
Hendrik Djahi 2
Don. E. D. G. Pollo 3

buruknya pancaran antena bergantung pada kondisi geografis wilayah dan tinggi tiang antena yang digunakan. Seperti halnya geografis wilayah di Universitas Nusa Cendana yang di kelilingi banyaknya pepohonan dan gedung-gedung yang dapat menjadi penghalang bagi pancaran sinyal dari antena. Hal ini menyebabkan pancaran sinyal kurang baik saat dilakukan komunikasi. Sehingga dibutukan evaluasi performa untuk mengetahui jarak maksimal dari pancaran antena.

Agar pembahasan lebih fokus maka penelitian ini dibatasi pada, penelitian ini menggunakan antena *telex* $2\times\frac{5}{8}\lambda$ dengan sifat pancaran *omnidirectional,* antena *telex* $2\times\frac{5}{8}\lambda$ digunakan sebagai *Base Station* yang ditempatkan di Prodi Teknik Elektro Undana*,* frekuensi yang digunakan 142,800 Mhz, pengukran jarak jangkauan maksimal antena mengikuti ke empat arah mata angin, digunakan *handy talky* sebagai alat uji coba komunikasi radio. Tujuan penelitian adalah mengukur kemampuan antena yang digunakan sebagai *Base Station* dalam komunikasi radio. Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah agar dapat digunakan di lingkup Universitas Nusa Cendana.
Hasil yang ingin dicapai dari penelitian ini dengan rentang frekuensi kerja 142,000-143,000 Mhz dengan tinggi tiang penyangga antena ± 3 meter dapat menghasilkan *Return Loss* -30 db, 1 *VSWR* ≤ 2, gain ≥ 3, impedansi 50 Ω dan jarak jangkauan ≥ 1 Km.

METODE PENELITIAN

Analis Data

Data yang akan di analisis menggunakan persamaan dan parameter-parameter antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan Frekuensi Kerja
   Frekuensi antena yang digunakan pada penelitian ini sebesar 142,800 MHz dengan perhitungan sebagai berikut :
   $$fc = \frac{fl + fh}{2} = \frac{142{,}000 + 143{,}600}{2} = 142{,}800\ MHz$$
   Frekuensi ini akan digunakan juga untuk menentukan dimensi ukuran elemen vertikal pada antena.
2. Menentukan Dimensi Antena
   - Panjang Gelombang
     Panjang gelombang dihitung menggunakan rumus : $\lambda = \frac{c}{f(MHz)} = \frac{300}{142{,}800} = 2{,}1\ m$
   - Perhitungan dimensi antena
     Dimensi antena yang akan dihitung adalah $\frac{5}{8}\lambda$, yaitu batang konduktor yang disusun secara vertikal.
     $$L = \frac{180}{F(MHz)} = 1{,}2605042\ m$$
     Jadi, untuk panjang elemen vertikal yang digunakan pada antena sepanjang $1{,}26$ meter untuk tiap elemen.
   - Perhitungan Ground Plane
     Perhitungan bagian *Ground Plane* pada antena *Telex* adalah panjang sisi miring ground dan tinggi ground (t), dihitung dengan rumus :
     - Radial
       $$L = \frac{75}{F(MHz)} = \frac{75}{142{,}800} = 0{,}5252100084\ m$$
       Jadi, untuk panjang radial yang digunakan pada antena sepanjang $0{,}52$ meter untuk tiap elemen.
     - Menghitung tinggi (t), digunakan perhitungan berdasrkan pendekatan segitiga siku-siku sebagai persamaan dasar.

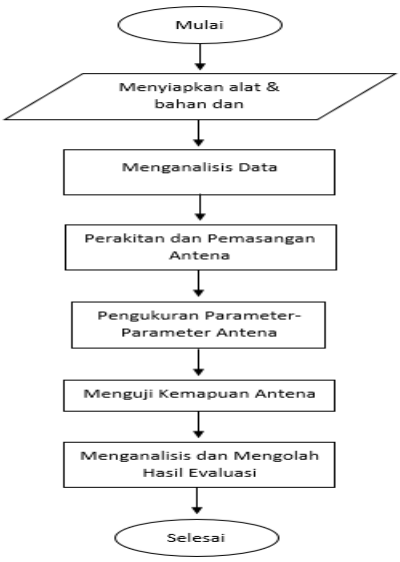
$$Cos\theta \quad = \frac{t}{radial} \qquad Cos45^{\circ} = \frac{t}{0{,}5252100084} \qquad 0{,}7071 = \frac{t}{0{,}5252100084}$$
$$t \ = 0{,}371379612\ m$$

Jadi, untuk panjang anatar radial atas dan bawah yang digunakan pada antena sepanjang $0{,}37$ meter.

3. Perakitan dan pemasangan antena Telex dilokasi yang sekiranya dapat menjangkau area yang luas, sehingga pancaran dari antena dapat diterima dengan baik.
4. Pengukuran parameter antena diantaranya VSWR, Impedansi, Return Loss dan Gain. Hasil parameter yang ditunjukkan akan menunjukkan baik buruknya kemampuan antena dalam melakukan komunikasi.

Pemodelan Sistem

Berikut merupakan flowchart atau diagram alir dari langkah – langkah proses penelitian antena :



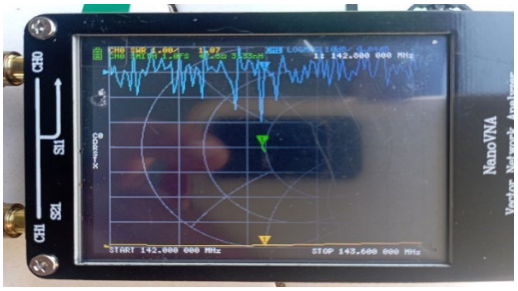
Gambar 1. Alur Penelitian

Metode Pengukuran

Metode pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran parameter antena diantaranya VSWR, Impedansi, *Gain*, Jarak jangkauan dan perhitungan *Return Loss*. Hasil parameter yang ditunjukan akan menujukan baik buruknya antena dalam melakukan komunikasi. Dalam melakukan pengukuran dibutukan suatu skema atau metode pengukuran untuk mendapatkan nilai parameter yang dicari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Saluran Transmisi

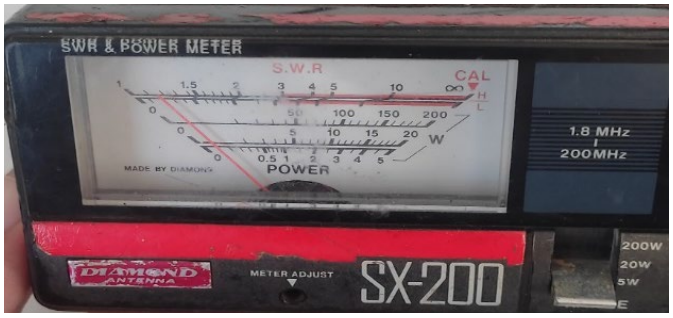


Gambar 2. Pengukuran dan kalibrasi kabel coaxial RG-58

Charles D. Wake Benge 1
Hendrik Djahi 2
Don. E. D. G. Pollo 3

Pada gambar 2. saluran transmisi kabel Coaxial RG-58 saat berada pada frekuensi 142,800 mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,07 dengan impedansi sebesar 47,8 ohm. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur Nano VNA Analyzer dan kabel Coaxial RG-58, beserta konektornya yang salah satu ujungnya dikoneksikan terhadap Nano VNA Analyzer sedangkan ujung lainnya dikoneksikan terhadap Dummy Load. Dummy Load berfungsi untuk beban bantuan sebagai pengganti antena, dengan impedansinya 50 ohm.

Hasil pengukuran VSWR



Gambar 3. Nilai vswr antena telex

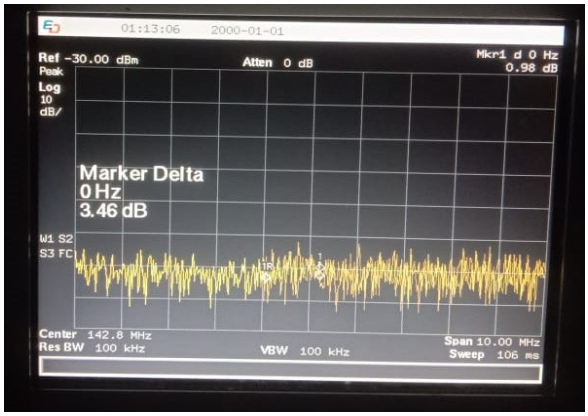
Pada pengukuran VSWR pada antena Telex. Pada gambar 3. dengan menggunakan alat ukur SWR & Power Meter didapatkan nilai VSWR pada frekuensi 142,800 MHz sebesar 1,2:1. Nilai ini sangat bagus karena gelombang yang dipantulkan sangat kecil.

Tabel 1 Hasil Pengukuran VSWR

Frekuensi	VSWR
142,000	1.2
142,050	1,2
142,100	1,2
142,150	1,2
142,200	1,2
142,250	1,2
142,300	1,2
142,350	1,2
142,900	1,2
142,950	1,2
143,000	1,2
143,050	1,2
143,100	1,2
143,150	1,2
143,200	1,2
143,250	1,2
143,300	1,2
143,350	1,2
143,400	1,2
143,450	1,2
143,500	1,2
143,550	1,2
143.600	1,2

Hasil Pengukuran Gain

- **Antena Exitising**



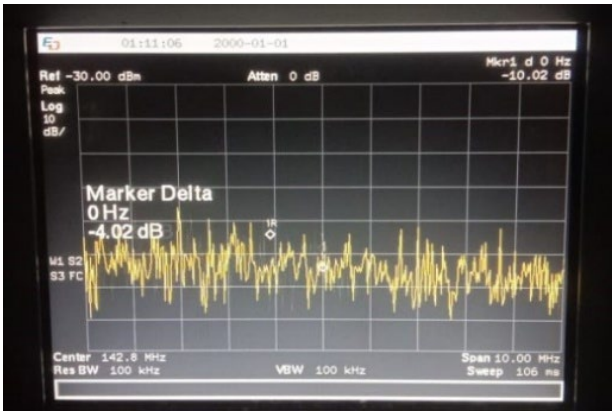
Gambar 4. Nilai daya maksimal antena Existing

Dari gambar 4. dapat diketahui bahwa nilai daya terima maksimum yang diterima oleh antena Exiting sebesar 0,98 dBi dengan frekuensi tengah nya 142,800 MHz. Dari daya yang diterima, dapat dihitung untuk mencari gain antena dengan menggunakan persamaan :

$$G_{AUT} = G_{REF} + ((P_{AUT}) - (P_{REF}))$$
$$= 5{,}2 + ((0{,}98) - (-13{,}25))$$
$$= 19{,}43 \text{ dBi}$$

Dari hasil perhitungan, maka di peroleh nilai gain yang dihasilkan sebesar 19,43 dBi.

- **Antena Telex**



Gambar 5. Nilai daya maksimum antena Telex

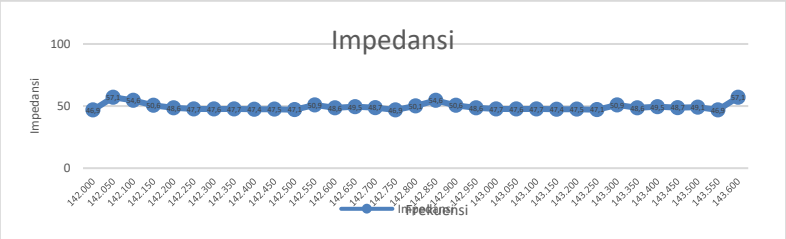
Pada gambar 5 dapat diketahui bahwa daya terima maksimal yang diterima Antena Under Test adalah sebesar -10,02 dBi. Pada alat ukur Spectrum Analyzer menunjukan daya sinyal maksimum terjadi pada frekuensi tengah 142,800 MHz. Dari level daya yang diterima maksimum, gain dapat dihitung dengan persamaan :

$$G_{AUT} = G_{REF} + ((P_{AUT}) - (P_{REF}))$$
$$= 5{,}2 + ((-10{,}02) - (-13{,}25))$$
$$= 8{,}43 \text{ dBi}$$

Dari hasil persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa dengan gain 8,43 dBi pada AUT mengalami penurunan penguatan yang cukup besar yaitu sebesar 11 dBi dibanding antena Existing yang menghasilkan gain sebesar 19,43 dBi.

Charles D. Wake Benge 1
Hendrik Djahi 2
Don. E. D. G. Pollo 3

Hasil Pengukuran Impedansi



Gambar 6. Hasil Pengukuran Impedansi

Pada gambar 6 didapatkan hasil impedansi pada antena Telex sebesar 47,4 ohm pada frekuensi kerja 142,000 MHz. Nilai impedansi tersebut mendekati yang diharapkan dan dengan impedansi 47,4 ohm maka bisa dikatakan saluran transmisi yang bekerja pada antena Telex cukup baik serta tidak terlalu memberikan efek-efek yang dapat menimbulkan kerusakan alat atau antena.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Impedansi

Frekuensi	Impedansi
142,000	46,9 ohm
142,050	57,1 ohm
142,100	54,6 ohm
142,150	50,6 ohm
142,200	48,6 ohm
142,250	47,7 ohm
142,300	47,6 ohm
143,300	50,9 ohm
143,350	48,6 ohm
143,400	49,5 ohm
143,450	48,7 ohm
143,500	49,1 ohm
143,550	46,9 ohm
143.600	57,1 ohm

Hasil Pengukuran Return Loss

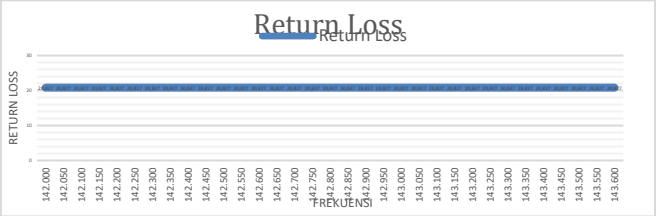
Perhitungan return losss (S11) pada penelitian ini dilakukan secara manual dengan menentukan batas nilai VSWR 1,5 seusai dengan batas yang digunakan untuk menghitung besar bandwidth. Sehingga didapatkan perhitungan nilai return loss sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \qquad 1{,}2 - 1 = \Gamma + 1{,}2\Gamma$$
$$1{,}2 = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \qquad 0{,}2 = 2{,}2\Gamma$$
$$1{,}2 \times (1-\Gamma) = 1+\Gamma \qquad \Gamma = 11$$
$$1{,}2 - 1{,}2\Gamma = 1+\Gamma$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai Γ sebesar 11 dan selanjutnya akan dihitung melalui persamaan return loss.

$$\begin{aligned} R_{dB} &= 20\ log|\Gamma| \\ &= 20\ log|11| \\ &= 20{,}827 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui besar nilai return loss untuk batas nilai tertinggi VSWR antena telex 1,5 pada frekuensi 143,600 MHz adalah -20,827 dB.



Gambar 7. Hasil Return Loss

Dari gambar 7. merupakan grafik return loss dari antena telex. Dari hasil perhitungan yang didapat pada frekuensi 142,800 MHz memiliki nilai return loss sebesar 20,827 dB.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Return Loss

Frekuensi	*Return Loss*
142,000	20,827 dB
142,050	20,827 dB
142,100	20,827 dB
142,150	20,827 dB
142,200	20,827 dB
142,250	20,827 dB
142,300	20,827 dB
142,350	20,827 dB
142,400	20,827 dB
142,450	20,827 dB
142,500	20,827 dB
142,550	20,827 dB
142,600	20,827 dB
142,650	20,827 dB
142,700	20,827 dB
142,750	20,827 dB
142,800	20,827 dB
142,850	20,827 dB
142,900	20,827 dB
142,950	20,827 dB
143,000	20,827 dB
143,050	20,827 dB
143,100	20,827 dB
143,150	20,827 dB
143,200	20,827 dB
143,250	20,827 dB
143,300	20,827 dB
143,350	20,827 dB
143,400	20,827 dB
143,450	20,827 dB
143,500	20,827 dB
143,550	20,827 dB
143.600	20,827 dB

Pembahasan Hasil Penelitian

Tabel 4. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Parameter Antena

Parameter	Hasil Pengukuran	
	Antena Existing(HT)	Antena Telex
Frekuensi	142,800 MHz	142,800 MHz
VSWR	1,1	1,12
Gain	19,43 dBi	8,34 dBi
Impedansi	50,3 ohm	50,1 ohm
Return Loss	26,558 dB	20,827 dB

Tabel 4. menunjukan perbandingan hasil pengukuran parameter pada antena telex. Dari tabel 4 dapat di ketahui pada frekuensi 142,800 MHz antena telex memiliki nilai VSWR mendekati 1. Sedangkan gain yang didapat saat pengukuran memiliki penguatan cukup besar. Namum impedansi pada saluran transmisi yang didapatkan nilai sebesar 50,1 ohm. Dan hasil perhitungan return loss sebesar 20,827. Nilai parameter-parameter diatas sangat layak dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan dalam penggunaan antena telex sebagai antena radio HT.

Setelah dilakukan pengukuran parameter antena telex, selanjutnya dilakukan pengukuran jarak pancaran dari antena telex yang telah dipabrikasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa jarak pancararan antena yang dapat di kirimkan. Pengukuran dilakukan kompleks Universitas Nusa Cendana dan di sekitarnya, dengan titik lokasi pemasangan antena berada di Prodi Teknik Elketro. Pengujian ini menggunakan HT yang dihubungkan ke antena Telex yang digunakan sebagai base station, sehingga panacaran sinyal dari antena Telex dapat di terima HT yang digunakan sebagai mobile station yang akan berjalan dan mencari lokasi terjauh dari penerimaan antena base station.



Gambar 8. Titik Pengujian Komunikasi Radio

Tabel 5. Lokasi Pengujian Jarak Pancaran Antena

Lokasi (A-H)	Jarak Jangkauan
Fakultas Pertanian	316 meter
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan	517 meter
Gedung Rektorat Undana	1000 m
Gedung Auditorium	506 meter
Pertamina Liliba	2704 meter

Bandar Udara Internasional El Tari Kupang	1601 meter
Lapangan Sitarda	1718 meter
GMIT Ebenheser Matani	1601 meter

Tabel 6. Hasil Pengujian Menggunakan SWR & Power Meter

Frekuensi	Lokasi Pengujian/Jarak (m)	Fwd (watt)	Ref (watt)
142,800	A/316 meter	3	3
142,800	B/517 meter	3	3
142,800	C/1000 meter	3	3
142,800	D/506 meter	3	3
142,800	E/2704 meter	3	3
142,800	F/1601 meter	3	3
142,800	G/1718 meter	3	3
142,800	H/1601 meter	3	3

Pada gambar 8, tabel 5 dan tabel 6 merupakan titik dan hasil pengujian komunikasi antena telex. Titk pertama berada di Fakultas Pertanian dengan jarak 316 meter, titik kedua berada di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan dengan jarak 517 m, titik ketiga pengujian berada di Gedung Rektorat Undana dengan jarak 1 km dan titik terakhir pengujian berada di Auditorium dengan jarak 506 meter. Hasil pengujian dengan jarak terjauh 1 km dan tinggi antena 7 meter hasilnya antena dapat memancarkan sinyal dengan baik sehingga komunikasi antara pengguna dapat diterima dan dipancarkan dengan baik.

Pengujian juga dilakukan di keempat arah mata angin untuk mengetahui, apakah antena dapat menjangkau lokasi dengan jarak lebih 1 km. Hasilnya, antena dapat menjangkau lokasi dengan jarak lebih dari 1 km, dengan jarak terjauh 2,7 km pada titik lokasi Pertamina Liliba. Titik pengujian juga dilakukan di Bandar Udara Internasional El Tari Kupang dengan jarak 1,6 km, Lapangan Sitarda dengan jarak 1,7 km, dan lokasi terakhir berada di GMIT Ebenheser Matani dengan jarak 1,6 km.

Dari hasil pengujian menggunakan alat ukur, daya pancar antena dan power balik antena sama pada daya ukur sebesar 5 watt yaitu sebesar 3 watt. Hasil ini menunjukan antena cukup baik untuk di gunakan di lokasi sekitaran Universitas Nusa Cendana. Untuk lokasi di luar Universitas Nusa Cendana yaitu pada lokasi E, F, dan H, antena Telex mampu memancarakan sinyal akan tetapi kualitas sinyal yang di pancarkan kurang baik, sehingga komunikasi yang dilakukan tidak dapat dilakukan dengan baik.

Titik lokasi pemasangan antena telex dan tinggi tiang penyangga antena menjadi faktor baik buruk jarak jangkaun pancaran yang dapat di kirim antena dan di terima perangkat radio HT, begitu pun sebaliknya.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil pengukuran parameter-parameter antena dengan nilai VSWR 1,12, *gain* 8,34 dBi, impedansi 50,1 ohm dan perhitungan *return loss* sebesar 20,827, dapat diketahui bahwa antena *telex* cukup baik untuk digunakan sebagai antena *base station* komunikasi radio HT.
2. Antena *Telex* yang di pasang di Prodi Teknik Elektro hanya dapat memancarkan sinyal sejauh 2,7 kilometer. Dari hasil yang di dapat, menunjukan bahwa antena mampu memancarkan sinyal dengan cukup baik meskipun memiliki keterbatasan tiang penyangga antena, gedung-gedung yang cukup tinggi dan banyaknya pepohonan yang dapat menjadi penghalang.
3. Hasil pengujian komunikasi yang telah dilakukan menunjukan bahwa antena *Telex* hanya mampu digunakan di area sekitaram Universitas Nusa Cendana.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Peraturan Menkominfo No.17 Thn 2018 , pasal 73, ayat (2)c hal.40, "web.kominfo.go.id," 08 Juni 2022. [Online]. Available: https://web.kominfo.go.id/sites/default/files/users/3997/RPM%20AMATIR-KRAP.KP%202018.pdf.

[2] C. M. O. A. Z. Indra Jaya, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI ANTENA TELEX 2x5/8 UNTUK APLIKASI PENYIARAN RADIO FM," vol. 3, no. 1, pp. 34 - 40, 2016.

[3] A. H. P. A. H. S. S. T. Sri marini, "Perancangan Antena Telex Frekuensi 142,000 Mhz Untuk Aplikasi Komunikasi Radio Antar Penduduk Indonesia," Universitas Islam "45" Bekasi, Bekasi, 2019.

[4] Y. A. N. Widaputra, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI ANTENA TELEX 2x5/8λ UNTUK KOMUNIKASI RADIO PADA FREKUENSI VHF DI AREA URBAN, Tugas Akhir," Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, 2020.

[5] A. Mudrik, ANTENA : Prinsip dan Aplikasi, Yogyakarta: GRAHA ILMU, 2011.

[6] J. D. Kraus, Antenna For All Aplicatioans Second Edition, New Delhi: Tata McGraw-Hill , 1997.

[7] J. J. Carr, Practical Antenna Handbook, Fourth Edition, New York: McGraw-Hill, 2011.

[8] H. Sujendo, Rekayasa Sistem Antena, Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.

[9] A. Syah, PENGANTAR ANTENA DAN PROPAGASI," Konsep Dasar dan Teori, Edisi Pertama, Jakarta: UTA'45 Jakarta Press, 2017.

[10] J. J. Carr and G. W. Hippisley, Practical Antenna Handbook "5th Edition", New York: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2012.

[11] T. A. Milligan, Modern Antena Design "2 Edition", New Jersey: A Jhon Wiley & Sons, Inc., Publication, 2005.

[12] "Datasheet V-2F VHF Collinear Gain Vertikal".

[13] C. A. Balanis, ANTENA : Theory Analysis and Design, Third Edition, Haboken, New Jersey: Jhon Wiley & Sons, Inc., 2005.

[14] R. N. Z. Setiawan, "PENGEMBANGAN ANTENA TELEX HYGAIN 2 METER BAND MENJADI 3 x 5/8 λ DI FREKUENSI 144-147 MHz UNTUK KOMUNIKKASI AMATIR MENGGUNAKAN SISTEM PEMBALIK PHASE," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis,* vol. 2, no. 2, pp. 132-140, 2020.

[15] "Brainly.co.id," 24 September 2019. [Online]. Available: https://brainly.co.id/tugas/24509673. [Accessed 04 Mei 2022].