

Analisis propagasi jaringan komunikasi radio VHF di PT. Julian Adiputra Utama

Achmad Fikri Gustiyanda^{*1}, Aan Restu Mukti²

Email: ¹181420053@student.binadarma.ac.id, ²aanrestu@binadarma.ac.id

¹²Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma Palembang

Diterima: 20 Juli 2022 | Direvisi: 05 Agustus 2022 | Disetujui: 17 Agustus 2022

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,

Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

PT. Julian Adiputra Utama adalah perusahaan swasta yang bergerak di bidang telekomunikasi dan informasi. PT. Julian Adiputra Utama merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak di bidang telekomunikasi dan informasi. Berdasarkan pengamatan penulis tentang PT. Julian Adiputra Utama mempunyai tower radio untuk menunjang aktivitas serta kontrol pada kegiatan perkantoran serta mengoptimalkan kinerja perusahaan. Keadaan cuaca pada saat penggunaan sinyal frekuensi radio VHF sangat berpengaruh serta pemakai listrik pada tower tersebut yang harus memadai. Kendala yang di hadapi pada saat berkomunikasi hilang nya sinyal pada salah satu alat komunikasi dengan adanya teknologi seperti jaringan komunikasi radio VHF permasalahan yang di hadapi. Sinyal frekuensi tersebut akan di kirim kan ke suatu alat yaitu *repeater* bertujuan memancar ulang sinyal frekuensi yang di pancar pada awal nya 2 km menjadi 30 km. Berdasarkan pengamatan penulis terhadap PT. Julian Adiputra Utama memiliki menara radio untuk mendukung kegiatan dan pengendalian kegiatan kantor serta mengoptimalkan kinerja perusahaan. Kondisi cuaca saat menggunakan sinyal RF VHF sangat berpengaruh, dan pengguna daya di menara harus memadai. Permasalahan yang dihadapi saat berkomunikasi adalah hilangnya sinyal pada salah satu sarana komunikasi yang menggunakan teknologi seperti jaringan komunikasi radio VHF.

Kata kunci: *radio VHF, frekuensi radio VHF, propagasi*

VHF radio communication network propagation analysis at PT. Julian Adiputra Utama

Abstract

PT. Julian Adiputra Utama is a private company engaged in telecommunications and information. PT. Julian Adiputra Utama is a private company engaged in telecommunications and information. Based on the author's observations about PT. Julian Adiputra Utama has a radio tower to support activities and control office activities and optimize company performance. Weather conditions when using VHF radio frequency signals are very influential and the electricity users in the tower must be adequate. The problems faced when communicating are the loss of a signal on one of the communication tools with technology such as the VHF radio communication network, the problems faced. The frequency signal will be sent to a device, namely a repeater aimed at retransmitting the frequency signal that was emitted at the beginning of 2 km to 30 km. Based on the author's observations of PT. Julian Adiputra Utama has a radio tower to support office activities and control activities and optimize company performance. Weather conditions when using RF VHF signals are very influential, and power users in towers must be adequate. The problem faced when communicating is the loss of signal in one of the means of communication that uses technology such as VHF radio communication networks.

Keywords: *radio VHF, frequency Radio VHF, propagation*

1. PENDAHULUAN

PT. Julian Adiputra Utama memiliki tower radio berfungsi menangkap jaringan komunikasi berupa sinyal frekuensi VHF (*very high frequency*) dan UHF (*ultra high frequency*) guna menunjang kegiatan perusahaan. Dengan teknologi radio VHF di lingkungan mampu memberikan pelayanan pada karyawan untuk penggunaan dan keperluan perusahaan. Salah satu nya ialah

penggunaan radio VHF. Radio VHF adalah akronim dari radio frekuensi sangat tinggi, yang berarti radio dengan frekuensi kerja 30~300MHz. Dibandingkan dengan metode komunikasi lainnya, radio VHF memiliki keunggulan unik dari biaya perawatan yang rendah, dan aplikasi jaringan yang cepat, menempatkannya di antara komponen jaringan komunikasi medan perang yang penting. Dengan menggunakan radio VHF dari PT. Julian Adiputra Utama akan terciptanya komunikasi di lingkungan pengguna atau client (PT. Perkasa sumsel sejahtera, PT. Swadaya indopalma dll). Akan tetapi masih saja terjadi propagasi yang terjadi pada radio VHF dan karyawan di PT. Julian Adiputra Utama hanya dengan nalar bahwa barusan pemakaian radio VHF tersebut terjadi propagasi. Propagasi ialah harus diperhatikan dalam komunikasi radio transmisi sinyal dengan jarak tertentu antar antena pemancar dan penerima, penerima tidak terkecuali Sinyal bergerak. permukaan tidak rata Bumi membuat sinyal melalui mekanisme Perambatan gelombang radio termasuk refleksi (pemantulan), difraksi dan hamburan. Mekanisme ini menghasilkan banyak jalur (*Multipath*) proses pengiriman dan penerimaan informasi gelombang radio. Penelitian pertama oleh [1] dalam penelitian akhirnya berjudul "Pengukuran Karakteristik Propagasi Kanal VHF Pada Band Orbcomm Jika satelit Orbcomm sudah beroperasi di Indonesia, dijelaskan tujuan studi pengukuran yang dapat digunakan sebagai acuan karakteristik propagasi. Penelitian kedua [2] yang berjudul "Analisa Karakteristik Propagasi Gelombang Radio Pada Komunikasi Bergerak" Untuk tujuan mengilustrasikan deteksi dan pengukuran kekuatan sinyal gelombang radio, digunakan *Network cell info lite meter*, menggunakan parameter *Reference Signal Received Power (RSRP)*.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini ingin menjelaskan mengenai kondisi jaringan komunikasi radio vhf dengan menggunakan penerapan yang di pakai oleh beberapa ahli serta cara mengatasi propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf di PT. Julian Adiputra Utama. Untuk menghindari ketidaktahuan teknisi terhadap jaringan komunikasi radio vhf terhadap propagasi yang terjadi pada instalasi jaringan komunikasi radio vhf yang di sebabkan banyak hal seperti daerah perkotaan, daerah perbukitan, dan daerah dengan permukaan rendah.

Jumlah gelombang radio yang hilang saat menempuh jarak tertentu. Derajat redaman ditentukan oleh kondisi alam sehingga tidak memiliki penghalang antara pemancar dan penerima. Redaman sangat dipengaruhi oleh jarak antara pemancar dan penerima dan frekuensi ditentukan. digunakan oleh. adanya pantulan dari beberapa objek dan pergerakan dari mobile station menyebabkan kekuatan sinyal yang diterima oleh mobile station berubah dan sinyal yang diterima oleh menjadi hilang jalan. tidak memperhitungkan kondisi alam dan lokasi pemancar dan penerima. Besar nya pathloss dapat dihitung dapat dihitung dengan menggunakan rumus $L_{fs} = \frac{P_t}{P_r}$ (2). Redaman lintasan untuk model propagasi ruang bebas ketika penguatan antena ikut diperhitungkan $L_{fs} = 10 \log \frac{(4\pi d)^2}{G_t G_r \lambda^2}$ (3). Nilai redaman propagasi yang terjadi dapat juga di hitung yang terjadi dapat juga di hitung dengan rumus $L_{fs}(dB) = 32.5 + 20 \log f(\text{Mhz}) + 20 \log d(\text{km})$ (4).

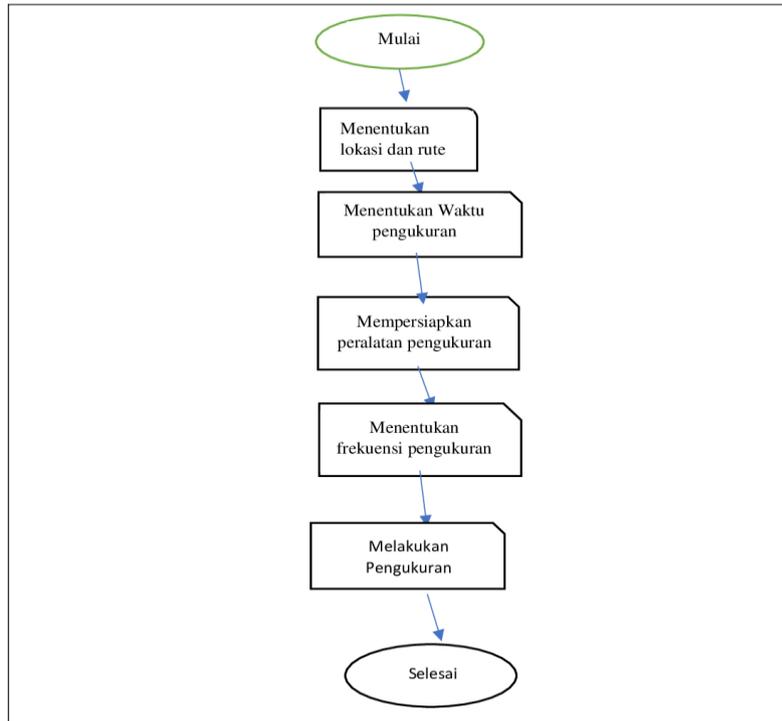
- Model propagasi Okumura hatta

Menurut [3] okumura melakukan percobaan Memahami Karakteristik Atenuasi Sinyal Dari tahun 1962 sampai Pada tahun 1965, percobaan dilakukan dalam dua tahap, yaitu: November 1962 hingga Januari 1963 Meliputi area sekitar Kanto di pusat kota Tokyo. Fase 2 berlangsung bulan ini Maret-Juni 1965 di pegunungan. Parameter sistem yang digunakan Dalam percobaan:

1. Frekuensi operasi di wilayah VHF dan UHF: Tahap 1: 453 MHz, 922 MHz, 1310 MHz dan 1920 MHz. Tahap 2: 453 MHz, 922 MHz, 1317 MHz dan 1430 MHz
2. Tinggi antenna, Tinggi antena stasiun tetap (hb) pada 30meter hingga 100meter Tinggi antena stasiun seluler (hm) antara 1meter hingga 100 meter
3. Rentang peluncuran (stasiun tetap) Mengukur jarak adalah 1 to 100 km dari stasiun tetap.
4. Situasi area transmisi Eksperimen dilakukan di tiga jenis area:

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian Tindakan (*action reserach*) dan *flowchart* di bawah yang bertujuan untuk menemukan metode yang paling efektif dalam melakukan metode penelitian.



Gambar 1 Flowchart pengukuran

kegiatan sehari-hari lembaga, organisasi dan perusahaan. Dengan kata lain,

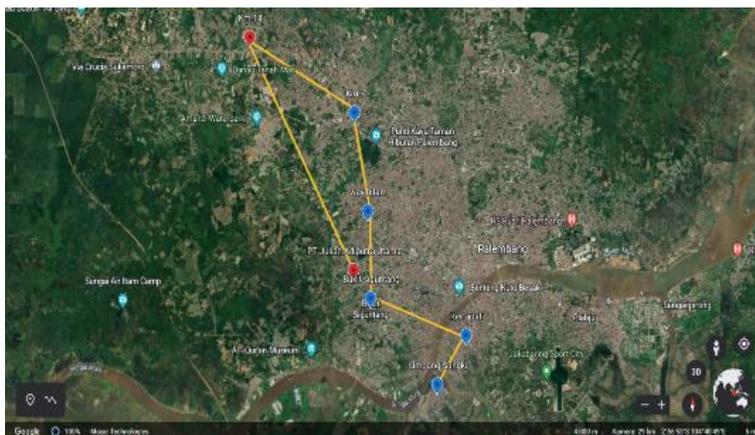
Peralatan pengukuran

- Perangkat keras
 - A. *Receiver*, alat penerima sinyal frekuensi radio VHF.
 - B. *Transmitter*, alat pemancar sinyal frekuensi radio VHF.
 - C. *Antena Active*, alat yang merambat gelombang radio VHF melalui ruang dan arus listrik.
 - D. *Repeater*, alat yang menjadi kesatuan antara receiver dan transmitter. Fungsi *repeater* mengulang sinyal frekuensi radio VHF untuk memperpanjang transmisi gelombang radio.
 - E. *Laptop/pc*, alat digunakan untuk mengolah data.
- Perangkat lunak
 - A. Matlab r2021a, untuk pengolahan data karakteristik propagasi.
 - B. *Pathloss 4.0* untuk mengukur propagasi dan *multipath*.
 - C. *Google earth pro* untuk mengukur titik koordinat lokasi pengukuran.

penelitian adalah proses yang ingin diubah oleh individu atau kelompok, dan melalui penelitian ini akan menghasilkan perubahan-perubahan tersebut, yang kemudian akan mengarah pada kesimpulan yang dapat diinterpretasikan.[4]. Prosedur yang dilakukan pada metode penelitian Tindakan (*action research*) adalah:

1) Melakukan diagnosa (*Diagnose*)

Pada tahapan ini, peneliti melakukan diagnosa terhadap topologi jaringan komunikasi radio VHF dan menguji data menggunakan software google earth untuk melihat posisi letak geografis pada antena yang di pasang oleh PT. Julian Adiputra Utama. Radio VHF yang di gunakan di PT. Julian Adiputra Utama ini ada dua. Untuk akses utama radio VHF nya ada di Kantor nya di Jl. 14. Peneliti akan meneliti di kantor pusat PT. Julian Adiputra Utama.



Gambar 2 lokasi pengukuran

- 2) Melakukan rencana Tindakan (*Action Planning*)
 Dua aplikasi sepertersebut berguna untuk terlaksana nya penelitian. C.Mendapatkan hasil dan diolah data tersebut guna untuk menentukan penelitian tersebut apakah jaringan komunikasi radio VHF tersebut sudah optimal atau belum.
- 3) Melakukan Tindakan (*Action Taking*)
 Melakukan pengukuran jaringan komunikasi radio VHF pada beberapa titik pengujian yaitu PT. Pengukuran tersebut dilakukan agar mengetahui progasi jaringan komunikasi radio VHF melalui software yang di pakai peneliti yaitu pathloss 4.0, matlab r2021a, dan google earth pro.
- 4) Melakukan evaluasi (*Evaluating*)
 Setelah mendapatkan hasil dari tahap *action talking* akan dilakukan evaluasi jaringan komunikasi radio VHF sudah baik untuk digunakan untuk cakupan perusahaan dan bisa menjadi bahan pertimbangan.
- 5) Pembelajaran (*Learning*)

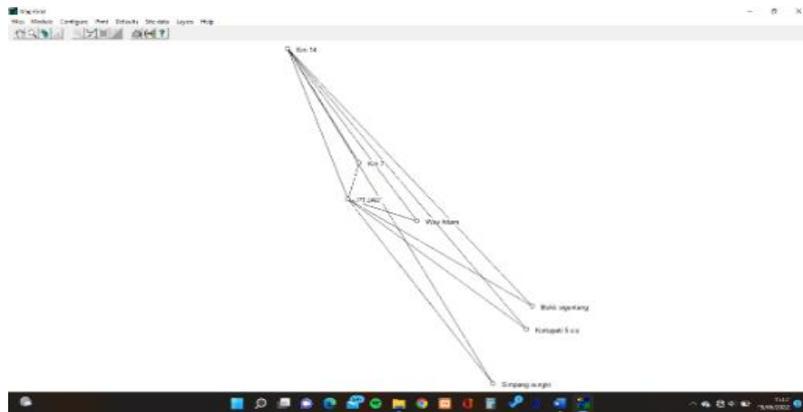
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti melakukan diagnosing dan action planning maka pada bab ini akan membahas tiga tahapan selanjutnya yaitu action taking, evaluating dan learning. Pada tahapan action taking, peneliti melakukan Instalasi Matlab r2021a dan pathloss 4.0 sebagai aplikasi untuk mengukur dan mengolah data karakteristik propagasi jaringan komunikasi radio vhf lalu melakukan instalasi google earth pro guna membuat peta jaringan komunikasi radio vhf atau mengambil titik koordinat untuk keperluan penelitian. Dalam penelitian ini terlebih dahulu melakukan Pengukuran dengan menggunakan waktu yang di tentukan mampu membantu peneliti melakukan pengukuran pada radio VHF. Berikut tabel di bawah ini akan menjelaskan secara detail waktu pengukuran.

Tabel 1 Data Pengukuran

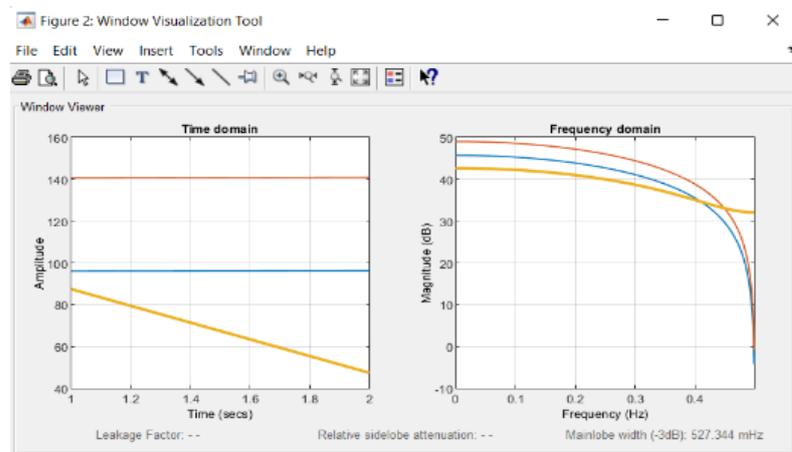
Lokasi	Titik koordinat	Tanggal	waktu
PT. JAU	2°57'48.40" S 104°42'33.73" T	06-Apr-22	10.00 WIB
Km 14	2°54'54.95" S 104°41'31.28" T	07-Apr-22	10.00 WIB
Km 7	2°57'06.44" S 104°42'45.32" T	13-Apr-22	10.00 WIB
Way hitam	2°58'13.19" S 104°43'45.50" T	23-Apr-22	10.00 WIB
Bukit siguntang	2°59'51.27" S 104°43'45.02" T	17-Mei-22	10.00 WIB
Kertapati 5 ulu	3°00'18.26" S 104°45'38.61" T	18-Mei-22	10.00 WIB
Simpang sungki	3°01'20.86" S 104°45'04.13" T	20-Mei-22	10.00 WIB

Dalam melakukan analisis jaringan komunikasi radio vhf rencana yang telah di susun, ternyata tidak bisa berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya waktu dan peralatan yang kurang mendukung demi tercapainya rencana yang telah disusun. Jadi proses pengukuran yang rencananya dilakukan 4 minggu ternyata hanya bisa dilakukan 2 minggu dan memasuki libur idul fitri di lanjutkan sesudah libur idul fitri yang dimulai 6 April 2022 sampai dengan 20 Mei 2022. Melakukan Tindakan pada redaman propagasi. Frekuensi radio VHF yang digunakan pada PT. Julian Adiputra Utama.



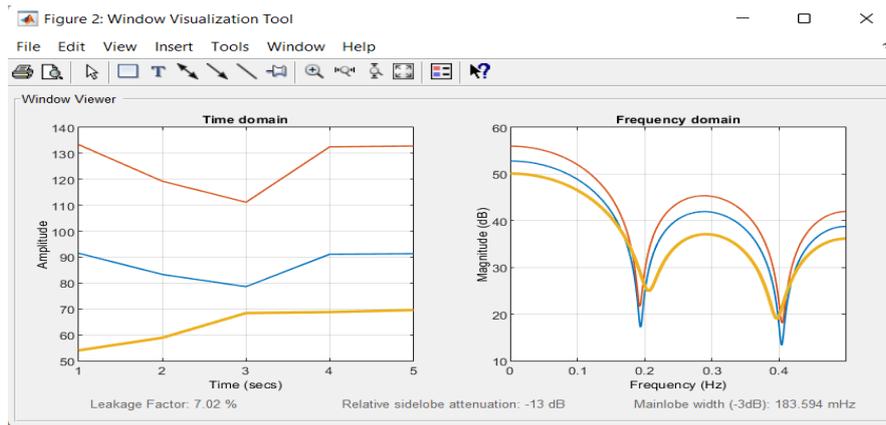
Gambar 3 peta pengukuran menggunakan pathloss 4.0

Pengukuran free space dilakukan menggunakan persamaan P_r merupakan daya terima, P_t daya pancar, gain antena pancar dan gain antena yaitu G_t dan G_r , λ yaitu Panjang gelombang dan D jarak antena pemancar dan penerima. Besarnya dapat di hitung menggunakan rumus free space loss dengan menggunakan persamaan.



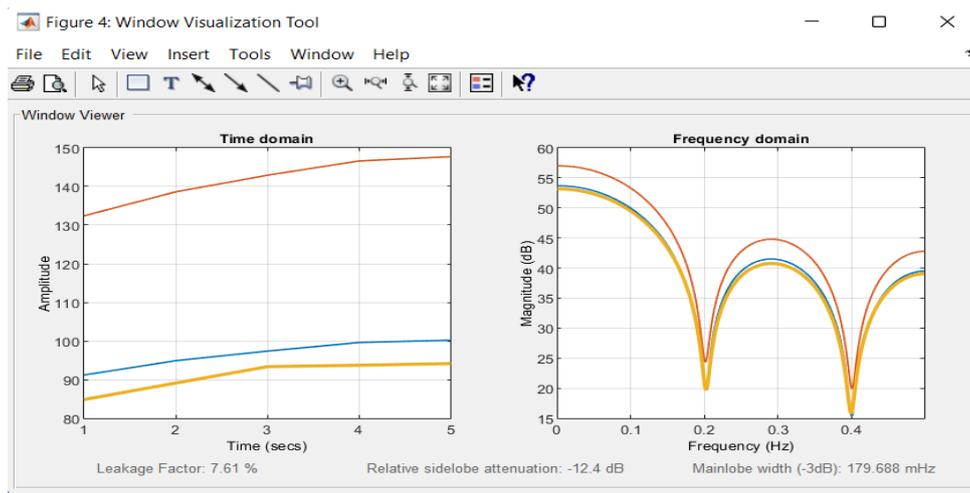
Gambar 4 pengukuran point to point

Di lihat pada grafik di atas dengan menggunakan redaman propagasi pada penelitian, model propagasi Okumura hatta pada penelitian dan pada software pathloss 4.0. pada grafik berwarna merah menunjukkan bahwa pada 48.9 dbm pada jarak 9.20 km di PT. Julian Adiputra Utama dan terjadi penurunan pada -0.77 dbm dengan menggunakan rumus persamaan pada model propagasi Okumura hatta. Grafik berwarna biru menunjukkan 45.6 dbm dan terjadi penurunan pada -4.2 dbm dengan menggunakan rumus persamaan. Grafik berwarna kuning menunjukkan bahwa pada 42.5 dbm dan tidak menunjukkan penurunan yang signifikan yang berada 32.04 dbm. dengan hasil yang dibuktikan pada analisis grafik diatas terjadi penurunan semakin jauh jarak pengirim dan penerima maka daya yang terima semakin kecil dan di saran meningkatkan daya pengirim.



Gambar 5 perbandingan pengukuran propagasi frekuensi PT.JAU

Grafik di atas ialah perbandingan pengukuran propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf pada sinyal frekuensi PT.Julian Adiputra Utama. Garis merah merupakan pengukuran menggunakan model propagasi Okumura hatta menunjukkan hasil dimana pada grafik merah menunjukkan 55.9 dbm terjadi penurunan daya 22.1 dbm setelah terjadi kenaikan Kembali pada 45.3 dbm terjadi penurunan kembali pada 19.09 dbm dan kenaikan yang signifikan pada 41.9 dbm terjadi penurunan daya sebesar 11.02% dikarenakan karena terjadi difraksi yang terjadi pada permukaan yang tidak beraaturan dan terjadi hamburan ketika gelombang radio besar kecil nya Panjang gelombang yang di pancarkan. Grafik di atas ialah perbandingan pengukuran propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf pada sinyal frekuensi PT.Julian Adiputra Utama. Garis biru merupakan pengukuran menggunakan redaman propagasi menunjukkan hasil dimana pada grafik biru menunjukkan 52.7 dbm terjadi penurunan daya 17.9 dbm setelah terjadi kenaikan Kembali pada 41.9 dbm terjadi penurunan kembali pada 13.4 dbm dan kenaikan yang signifikan pada 38.7 dbm terjadi penurunan daya sebesar 10.54% dikarenakan karena terjadi difraksi yang terjadi pada permukaan yang tidak beraaturan dan terjadi hamburan ketika gelombang radio besar kecil nya Panjang gelombang yang di pancarkan. Grafik di atas ialah perbandingan pengukuran propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf pada sinyal frekuensi PT.Julian Adiputra Utama. Garis kuning merupakan pengukuran menggunakan bantuan software pathloss 4.0 menunjukkan hasil dimana pada grafik kuning menunjukkan 50 dbm terjadi penurunan daya 25.2 dbm setelah terjadi kenaikan Kembali pada 37 dbm terjadi penurunan kembali pada 19.3 dbm dan kenaikan yang signifikan pada dbm terjadi penurunan daya sebesar 7.02% dikarenakan karena terjadi difraksi yang terjadi pada permukaan yang tidak beraaturan dan terjadi hamburan ketika gelombang radio besar kecil nya Panjang



Gambar 6 perbandingan pengukuran propagasi Km 14

Grafik di atas ialah perbandingan pengukuran propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf pada sinyal frekuensi PT.Julian Adiputra Utama. Garis merah merupakan pengukuran menggunakan model propagasi Okumura hatta menunjukkan hasil dimana pada grafik merah menunjukkan 57 dbm terjadi penurunan daya 24.8 dbm setelah terjadi kenaikan Kembali pada 44.7 dbm terjadi penurunan kembali pada 20.1 dbm dan kenaikan yang signifikan pada 42.7 dbm terjadi penurunan daya sebesar 7.88% dikarenakan karena terjadi difraksi yang terjadi pada permukaan yang tidak beraaturan dan terjadi hamburan ketika gelombang radio besar kecil nya Panjang gelombang yang di pancarkan. Grafik di atas ialah perbandingan pengukuran

propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf pada sinyal frekuensi PT.Julian Adiputra Utama. Garis biru merupakan pengukuran menggunakan redaman propagasi menunjukkan hasil dimana pada grafik biru menunjukkan 53.6 dbm terjadi penurunan daya 20.7 dbm setelah terjadi kenaikan Kembali pada 41.4 dbm terjadi penurunan kembali pada 15.7 dbm dan kenaikan yang signifikan pada 39.4 dbm terjadi penurunan daya sebesar 7.92% dikarenakan karena terjadi difraksi yang terjadi pada permukaan yang tidak beraaturan dan terjadi hamburan ketika gelombang radio besar kecil nya Panjang gelombang yang di pancarkan. Grafik di atas ialah perbandingan pengukuran propagasi pada jaringan komunikasi radio vhf pada sinyal frekuensi PT.Julian Adiputra Utama. Garis kuning merupakan pengukuran menggunakan bantuan software pathloss 4.0 menunjukkan hasil dimana pada grafik kuning menunjukkan 53.1 dbm terjadi penurunan daya 20 dbm setelah terjadi kenaikan Kembali pada 40.6 dbm terjadi penurunan kembali pada 16.05 dbm dan kenaikan yang signifikan pada 38.9 dbm terjadi penurunan daya sebesar 7.61% dikarenakan karena terjadi difraksi yang terjadi pada permukaan yang tidak beraaturan dan terjadi hamburan ketika gelombang radio besar kecil nya Panjang gelombang yang di pancarkan.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian di PT. Julian Adiputra Utama propagasi jaringan komunikasi radio vhf melakukan analisis pada point to point antar antenna dari PT.JAU ke km 14 yang berada pada PT. Selain itu menganalisis propagasi point to multipoint pada lokasi pengukuran di 5 titik pengukuran yaitu km 7, way hitam, bukit siguntang, kertapati yang tepat di daerah 5 ulu dan simpang sungki. Propagasi jaringan komunikasi radio vhf di PT. Julian Adiputra Utama banyak di pengaruhi seperti daerah perkotaan serta banyak pepohonan di sekitar lokasi pengukuran

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Genubhy, "Pengukuran Karakteristik Propagasi Kanal VHF pada Band Orbcomm," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, pp. 1–6, 2008.
- [2] N. Aini, Munawar, and A. D., "Analisa Karakteristik Propagasi Gelombang Radio Pada Komunikasi Bergerak," *Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 4, 2020.
- [3] W. Tristiyanto, F. Imansyah, and F. T. Pontia W., "ANALISIS PERBANDINGAN PEMODELAN PROPAGASI NILAI LEVEL DAYA TERIMA PADA SISTEM DCS 1800 DI KOTA PONTIANAK," *Universitas Tanjungpura*, pp. 1–12, 2017.
- [4] V. W. Sujarweni, *METODOLOGI PENELITIAN*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2022.
- [5] Bin Zhang and Y. Pei, "Planning of VHF Radio Networking Based on Tabu Search," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1748, no. 3, p. 032013, Jan. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1748/3/032013.
- [6] W. Stefen, A. Sinsuw, and X. Najoan, "Analisa Implementasi Jaringan Internet Dengan Menggabungkan Jaringan LAN Dan WLAN Di Desa Kawangkoan Bawah Wilayah Amurang II," *Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, pp. 1–7, 2015.
- [7] D. Vardiansyah, *Suatu Filsafat Ilmu Komunikasi Suatu Pengantar*, 2nd ed. Jakarta: PT. Indeks, 2008.
- [8] T. Li, H. Zhang, X. Gao, and S. Wang, "The Research on the Simulation of VHF Radio Broadcasting Loss," *IOP Publishing*, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1302/2/022004.
- [9] S. Shang, B. Zhang, and Y. Pei, "Planning of VHF Radio Networking Based on Tabu Search," *IOP Publishing*, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1748/3/032013.
- [10] A. R. Irianto, M. F. E. Purnomo., and E. B. Purnomowati, "ANALISIS NILAI LEVEL DAYA TERIMA MENGGUNAKAN MODEL WALFISCH-IKEGAMI PADA TEKNOLOGI LONG TERM EVOLUTION (LTE) FREKUENSI 1800 MHz," *Universitas Brawijaya*, 2014, [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/143001>
- [11] Hurriyah, "ATENUASI GELOMBANG (STUDI PADA GELOMBANG SEISMIK)," *IAIN Imam Bonjol Padang*, vol. 2, 2013.
- [12] S. D. J, L. M. A, H. M., A. W., O. P., and N. Adi S., "ANALISA LINK BUDGET KOMUNIKASI PELABUHAN KE KAPAL MENGGUNAKAN KANAL VHF," *Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*, vol. 8, 2016.
- [13] N. J. Meok, "Perhitungan Redaman Scintilasi pada Gelombang Radio VHF (90 – 108) MHz Menggunakan Model ITU-R," *Universitas Nusa Cendana Kupang*, vol. 1, 2012.
- [14] N. Ahmad, "RADIO SEBAGAI SARANA MEDIA MASSA ELEKTRONIK," vol. 3, 2015.
- [15] C. Saleh, E. Nurcahyo, and S. Noertjahjono, "KOMUNIKASI JARAK JAUH RADIO VHF/UHF MENGGUNAKAN CROSS BAND REPEATER (XBR) DI KUBE PSP DESA KEMIRI KECAMATAN JABUNG MALANG," *Institut Teknologi Nasional Malang*, 2019.
- [16] M. Hutabalian, Sumato, and J. A. Amien, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Tempat Pembuangan Sampah Sementara di Kota Pekanbaru Dengan Mencari Rute Terdekat Menggunakan Algoritma A Star (A*)," *Universitas Muhammadiyah Riau*, vol. 2, pp. 98–107, desember 2021.
- [17] E. Handoyo, "Analisis Tingkat Keamanan Informasi: Studi Komparasi Framework Cobit 5 Subdomain Manage Security Services (DSS05) dan NIST SP 800 – 55E," *Universitas Muhammadiyah Riau*, vol. 1, pp. 76–83, 2020.