

# PENDETEKSI ARAH DATANG SINYAL UNTUK APLIKASI MONITORING FREKUENSI

Isra Putri Winala<sup>1</sup>, Degit Refniawan<sup>2</sup>, Rayhan Almaahdy<sup>3</sup>, Edwar<sup>4</sup>, Levy Olivia Nur<sup>5</sup>

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

{<sup>1</sup>israputriwinala, <sup>2</sup>degitrefniawan, <sup>3</sup>rayhanalmahdy}@student.telkomuniversity.ac.id

{<sup>4</sup>edwarm, <sup>5</sup>levyolivia}@telkomuniversity.ac.id

Diterima pada 27 Juli 2024; disetujui pada 3 Juni 2025; dan diterbitkan pada 5 Juni 2025.

## Abstrak

Di dunia yang terus berkembang pesat, perkembangan teknologi menghadirkan tantangan baru, terutama dalam hal deteksi dan pengendalian sinyal. Adanya sinyal asing yang tidak sah khususnya pada frekuensi radio menimbulkan ancaman yang serius terhadap kestabilan komunikasi, khususnya pada bidang penerbangan, gangguan sinyal frekuensi radio dapat mengancam dan membahayakan komunikasi. Misalnya, komunikasi yang efektif antara pengawas lalu lintas udara dan pilot sangatlah penting. Namun, tumpang tindih frekuensi dan sinyal radio ilegal dapat mengganggu komunikasi tersebut dan mengancam keselamatan penerbangan. Teknologi *Software Defined Radio* (SDR) merupakan solusi yang tepat untuk memungkinkan dalam menyesuaikan frekuensi secara adaptif dan mendeteksi arah sinyal masuk dengan lebih efektif dengan menggunakan GNU Radio. Dalam pengujiannya menggunakan RTL-SDR dilakukan dengan 2 metode pengujian dengan frekuensi 145.525 MHz. Pengujian dilakukan dengan menggunakan antena dipole dengan 2 metode kemiringan antena yaitu 90° dan 135°. Dari hasil pengujian antena dipole dengan kemiringan 135° memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan antena dipole dengan kemiringan 90°.

**Kata Kunci:** RTL-SDR, GNU Radio, Antena Dipole.

## Abstract

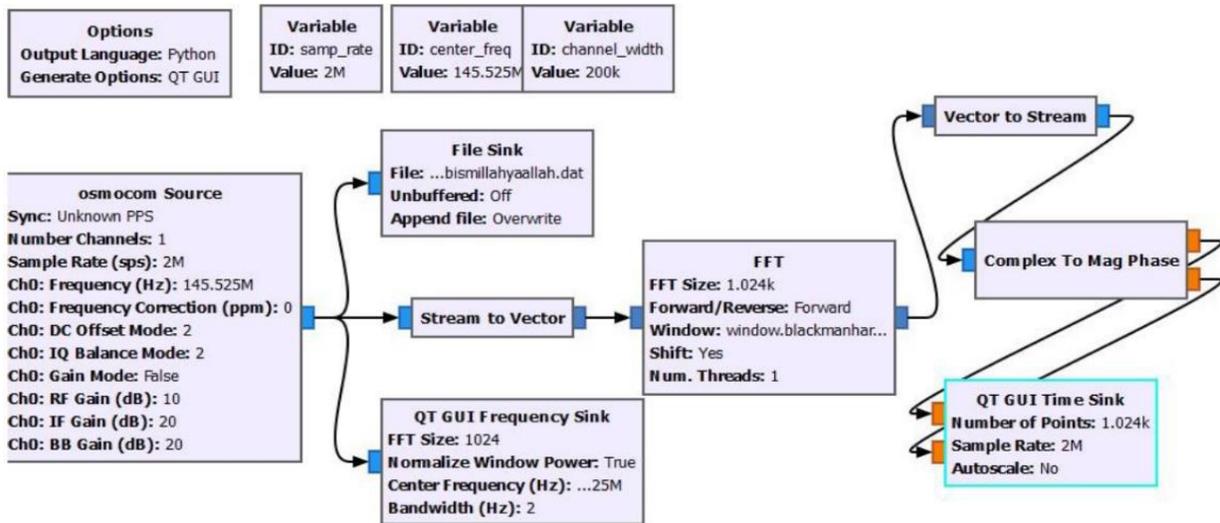
In a world that continues to grow rapidly, technological developments present new challenges, especially in terms of signal detection and control. The presence of unauthorized foreign signals especially at radio frequencies poses a serious threat to the stability of communications, especially in the field of aviation, radio frequency signal interference can threaten and endanger communications. For example, effective communication between air traffic controllers and pilots is essential. However, overlapping frequencies and illegal radio signals can disrupt such communication and threaten flight safety. Software Defined Radio (SDR) technology is an appropriate solution to enable adaptive frequency adjustments and detect the direction of incoming signals more effectively using GNU Radio. In the test using RTL-SDR, 2 test methods were carried out with a frequency of 145.525 MHz. Tests were carried out using a dipole antenna with 2 antenna tilt methods, namely 90° and 135°. From the test results, the dipole antenna with a 135° tilt has better accuracy than the dipole antenna with a 90° tilt.

**Key Words:** RTL-SDR, GNU Radio, Dipole Antenna.

## 1. Pendahuluan

Di era teknologi yang berkembang dengan pesat, perkembangan teknologi menciptakan tantangan baru, terutama dalam hal deteksi dan pengendalian sinyal. faktor dibutuhkannya pendeteksi sinyal karena adanya sinyal asing yang digunakan tanpa izin menciptakan ancaman serius terhadap kestabilan sinyal radio tertentu [1]. Adanya sinyal asing yang tidak sah terutama pada frekuensi radio menimbulkan ancaman yang serius terhadap kestabilan komunikasi. Gangguan sinyal frekuensi dapat mengancam dan membahayakan komunikasi. Banyak faktor penyebab terjadinya

gangguan sinyal radio, diantaranya jarak antara pemancar dan penerima, sehingga dapat mempengaruhi suatu kualitas sinyal [2]. Misalnya, komunikasi yang efektif antara pengawas lalu lintas udara dan pilot sangatlah penting. Namun, frekuensi yang tumpang tindih dan sinyal radio ilegal dapat mengganggu komunikasi ini dan membahayakan keselamatan penerbangan [3]. Dari permasalahan tersebut, perancangan sistem pendeteksi arah datang sinyal menggunakan *Software Defined Radio* (SDR) untuk aplikasi monitoring frekuensi menjadi suatu inovasi yang signifikan. Alat ini mempermudah dalam melakukan



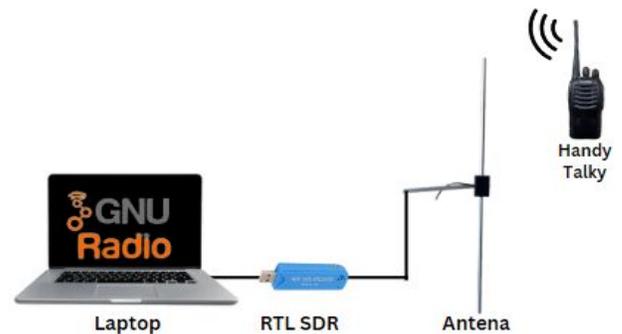
Gambar 1. Blok GNU Radio

monitoring frekuensi dan mengetahui datangnya arah sinyal, serta berguna untuk memantau pelanggaran sinyal ilegal yang mengganggu komunikasi dan keamanan jaringan [4].

Perancangan sistem pemrosesan sinyal untuk mendeteksi sinyal menggunakan rentang frekuensi 30–300 yang memerlukan pengawasan, sehingga frekuensi tersebut dapat berjalan efektif dalam penggunaan [5]. Pada Undang-Undang No. 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi, pada pasal 33 ayat 2 mengatakan “penggunaan spektrum frekuensi radio dan orbit satelit harus sesuai dengan peruntukannya dan tidak saling mengganggu”, kemudian pada ayat 3 mengatakan “pemerintah melakukan pengawasan dan pengendalian penggunaan spektrum frekuensi radio dan orbit satelit” [6]. *Very high frequency* (VHF) menurut standar internasional, *International Telecommunication Union* (ITU) berkisar antara 30 MHz sampai 300 MHz. Alokasi frekuensi ini ditetapkan oleh ITU. Di Indonesia alokasi spektrum frekuensi radio secara resmi mengacu pada ITU untuk wilayah 3 peraturan Radio Edisi 2008 (*Radio Regulation, edition of 2008*) [7]. Dari aturan tersebut pada rentang frekuensi 136-174 MHz digunakan sebagai dasar penentuan spesifikasi.

## 2. Desain Sistem

Gambar 2 terdapat beberapa komponen diantaranya, laptop sebagai pengolahan perangkat lunak dan menampilkan hasil pemrosesan sinyal, *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR) sebagai pengolahan sinyal yang ditangkap antenna [8]. Antena sebagai alat untuk menangkap sinyal, dan handy talkie (HT) sebagai *transmitter* [9]. Sistem yang didesain menggunakan RTL-SDR yang memiliki konsumsi daya rendah dan bandwidth  $\leq 5$ . Antena digunakan sebagai

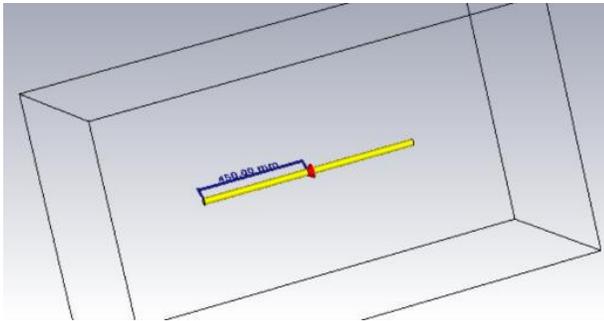


Gambar 2. Desain Sistem

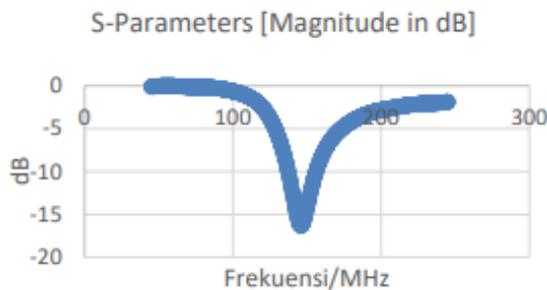
penerima sinyal pada rentang frekuensi 30–300 MHz untuk mendeteksi posisi HT. Sinyal yang diterima diperkuat melalui RTL-SDR untuk meningkatkan jangkauan. Sistem mendeteksi sinyal memiliki keakuratan minimal 50%. Laptop sebagai pengolah utama, menerima dan menganalisis sinyal dari antenna. RTL-SDR terhubung melalui *USB port* laptop. Laptop menampilkan data frekuensi dan hasil pemrosesan sinyal dari HT dalam bentuk algoritma yang ditampilkan melalui GNU Radio [10].

### 2.1 Desain Blok Sistem GNU Radio

Gambar 1 merupakan alur pemrosesan sinyal menggunakan GNU Radio, dimulai dari *osmocom source* yang menerima sinyal radio pada frekuensi 145,525 MHz dengan laju sample 2M. Sinyal diubah menjadi vektor untuk pemrosesan FFT, yang kemudian menghasilkan spektrum frekuensi [11]. Hasil FFT dikonversi kembali menjadi aliran data, dipecah menjadi komponen *magnitude* dan fasa, lalu ditampilkan dalam domain waktu dan frekuensi menggunakan blok *QY GUI*



Gambar 3. Hasil Desain Antena Menggunakan Software 3D Modeler



Gambar 4. S-Parameter

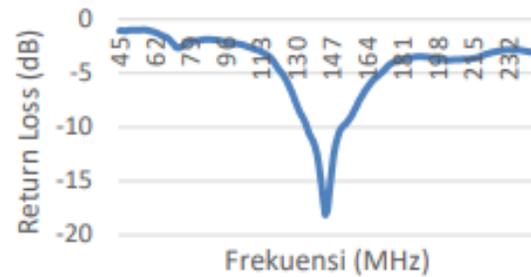
*Sink*, serta disimpan ke file *sink* untuk analisis lebih lanjut [12].

**2.2 Desain Sistem Antena**

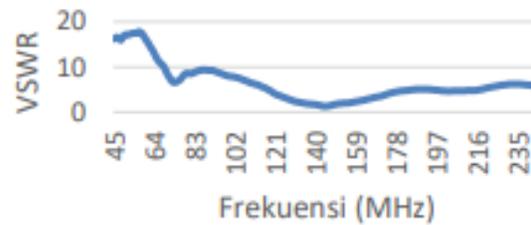
Perancangan antena dengan menggunakan *software 3D modeler* dilakukan untuk menentukan karakteristik kerja antena dipole yaitu nilai standar frekuensi kerja, koefisien refleksi, dan VSWR [13]. Selain itu, pemilihan jenis bahan antena dipole mencakup ke dalam perancangan. Antena dipole yang akan dirancang akan beroperasi pada rentang frekuensi 40–240 MHz, yang berguna untuk menangkap frekuensi dan menentukan arah datangnya sinyal. Setelah desain dan frekuensi telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, antena yang didesain pada *software 3D modeler* akan difabrikasi dan siap untuk diuji [14].

Sebagai tahap awal desain antena yaitu pengumpulan referensi pembuatan antena dan menentukan spesifikasi antena. Berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan dilakukan perhitungan untuk menentukan dimensi antena. Proses optimasi dilakukan untuk mengetahui hasil Gambar 2. Blok GNU Radio simulasi memenuhi spesifikasi antena yang sesuai dengan yang diinginkan. Setelah optimasi selanjutnya, desain tersebut akan difabrikasi.

Gambar 3 merupakan desain antena setelah dioptimisasi. Hasil optimisasi tersebut antena memiliki ketebalan jari-jari 10 mm. Panjang antena 910 cm untuk



Gambar 5. Nilai Return Loss



Gambar 6. Nilai VSWR

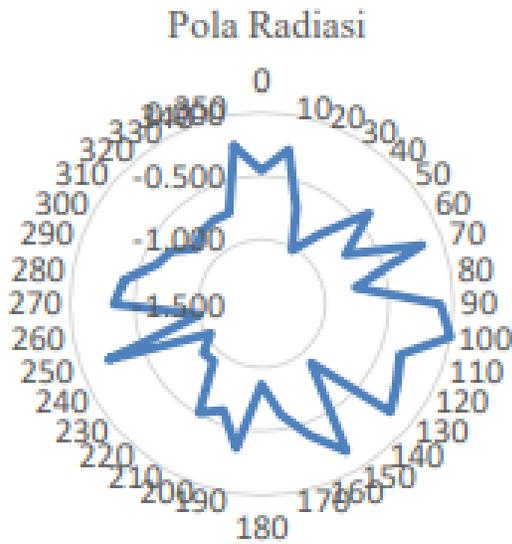
setiap sisinya, dengan selisih tengah antena 10 mm. Untuk batas *bandwidth*, antena ini berada pada rentang 137.88–155.65 MHz, selanjutnya rentang frekuensi tersebut dikurangi dan mendapatkan hasil -17.77 MHz.

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{1}$$

Persamaan (1) untuk mendapatkan panjang fisik antena. Berdasarkan persamaan (1) panjang fisik antena adalah 2,08 m. Antena dipole terdiri dari dua bagian maka persatu antena panjangnya 1,04 m.

Gambar 4, 5, dan 6 menunjukkan S-parameter, Return loss, dan VSWR. Pada Gambar 4 *Scattering Parameter* (S-Parameter) adalah parameter yang menggambarkan respon suatu jaringan listrik atau saluran transmisi terhadap gelombang elektromagnetik (biasanya dalam bentuk *Radio Frequency* atau RF) [15]. S-Parameter menggambarkan hubungan antara gelombang *input* dan *output* dari suatu jaringan atau saluran dengan menggunakan koefisien refleksi dan transmisi. S-Parameter dinyatakan dalam bentuk matriks, matriks tersebut menggambarkan bagaimana sinyal RF diteruskan (transmisi) maupun dipantulkan (refleksi) oleh komponen atau saluran tersebut [16]. Batas *bandwidth* antena berada pada rentang 137.88 MHz sampai 155.65 MHz. lalu rentang frekuensi tersebut dikurangi dan mendapatkan hasil -17.77 MHz.

Setelah difabrikasi, dilakukan pengukuran antena menggunakan VNA. Pengukuran ini dilakukan untuk memverifikasi kesesuaian antena dengan spesifikasi yang dibutuhkan [17]. Pengukuran dilakukan untuk melihat hasil nilai parameter *return loss*, VSWR, pola radiasi dan *gain*.



Gambar 7. Pola Radiasi

Pada Gambar 5, Nilai *return loss* pada frekuensi 145 MHz setelah fabrikasi adalah sebesar - 17,64 dB. Nilai *return loss* dikatakan baik karena sesuai dengan spesifikasi  $\leq -10$  dB [18].

Gambar 6, menunjukkan nilai VSWR dari hasil pengukuran setelah fabrikasi menggunakan VNA pada frekuensi 145 MHz sebesar 1,3020.

Gambar 7 menunjukkan hasil pengukuran pola radiasi berupa *omnidirectional*. Pola radiasi ini memberikan informasi bagaimana antenna memancarkan energi dalam berbagai sudut [19]. Selanjutnya, pengukuran *gain* menggunakan perangkat VNA yang diatur pada frekuensi 145 Mhz dengan jarak 1 meter. Nilai rata-rata  $S_{21}$  adalah -18,573. Hasil nilai rata-rata tersebut digunakan untuk menghitung nilai  $G_{RX}$ .

$$FSL = 32,45 + \log r_{(km)} + 20 \log f_{(MHz)} \quad (2)$$

Menghitung nilai  $G_{RX}$  memerlukan nilai FSL, berdasarkan persamaan (2), nilai FSL yang didapatkan untuk menghitung nilai  $G_{RX}$  adalah 15,677.

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - FSL - L_{TX} - L_{RX} \quad (3)$$

Setelah mengetahui nilai FSL, selanjutnya mencari nilai  $G_{RX}$ . Berdasarkan persamaan (3), maka nilai antenna setelah difabrikasi yaitu sebesar 2,104 dBi.

### 3. Pengujian dan Hasil

#### 3.1 Pengujian

Implementasi sistem pendeteksi arah datang sinyal menggunakan perangkat RTL-SDR yang terhubung dengan antenna dan laptop. Sistem ini untuk pemrosesan data frekuensi dan *gain* dari sinyal FM. Sumber sinyal yang dipancarkan berasal dari HT dan antenna menerima sinyal yang dipancarkan pada frekuensi VHF. Antenna

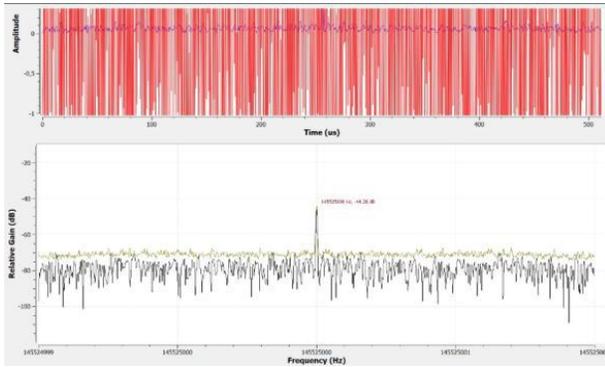


Gambar 8. Implementasi Hardware

terhubung dengan RTL-SDR, pada RTL-SDR data yang diterima akan diteruskan ke laptop untuk pemrosesan data melalui *software* GNU Radio. GNU Radio menyediakan berbagai blok pemrosesan seperti *tuning*, penyaringan, demodulasi, dan *decoding* yang digunakan untuk memproses sinyal yang diterima [20]. Setelah data sinyal diproses, data frekuensi dan *gain* dari sinyal FM yang diterima akan dilakukan analisis untuk mengidentifikasi arah datang sinyal.

Gambar 8 merupakan implementasi hardware untuk menguji fungsionalitas sistem yang telah dirancang. Prosedur pengujian alat pendeteksi sinyal dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Menempatkan laptop, RTL-SDR dan antenna di area terbuka, sebelum melakukan pengujian dan pastikan tidak ada tembok atau objek lain yang menghalangi pada proses pengujian.
2. Mengatur kemiringan antenna, yaitu 90° dan 135°.
3. Menempatkan HT pada jarak 7 meter dari antenna dengan menggunakan frekuensi VHF 145.525 Mhz.
4. Setelah HT diposisikan di suatu tempat, antenna diputar searah jarum jam sebanyak 8 kali putaran dengan kemiringan 45°.
5. Membuka aplikasi GNU Radio dan lakukan *running* sesuai dengan diagram, serta *monitoring* nilai daya yang ditampilkan dari setiap kemiringan antenna yang diputar.
6. Mencatat nilai daya yang diterima dari setiap posisi dan mengolah data berdasarkan nilai daya yang tertinggi untuk menentukan arah HT.



Gambar 9. Hasil *Running* pada GNU Radio

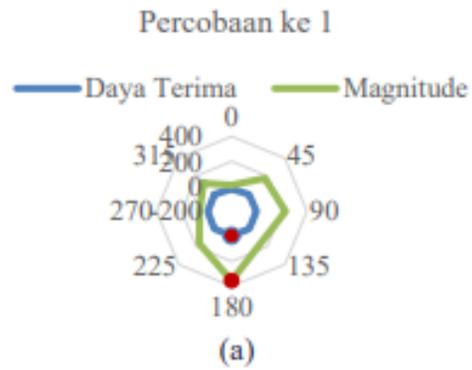
### 3.2 Hasil

Pengujian dilakukan menggunakan HT sebagai *transmitter* dan antena merupakan *receiver*. Frekuensi pada HT diatur pada 145.525 MHz, dengan HT berjarak 7 meter dari antena. Untuk menentukan sudut 0°, arah utara merupakan sudut 0°. Posisi HT berada di barat dan antena diputar sebanyak 8 kali sejauh 45° searah jarum jam. Gambar 9 merupakan hasil *running* dari blok GNU Radio menggunakan RTL-SDR 2832U pada frekuensi 145.525 MHz. Gambar 8 mengidentifikasi frekuensi 145.525 MHz dari HT oleh antena. Data yang ditampilkan meliputi nilai *gain*, frekuensi dan magnitud. Nilai *gain* dilihat dari nilai frekuensi 145.525 MHz yang memiliki nilai *gain* yang tertinggi, sedangkan nilai *magnitude* dilihat dari nilai berdasarkan *time* dan *amplitude* yang tertinggi yang berada pada frekuensi 145.525 MHz. Hasil pengukuran dari setiap sudut pemutaran antena dicatat dan diolah menjadi grafik untuk dianalisis.

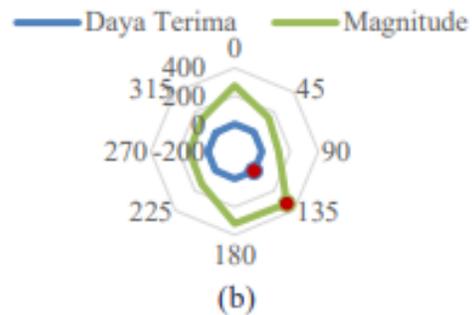
#### 3.2.1 Pengujian Atena 90°

Pengujian ini dilakukan menggunakan antena dipole 90° dengan jarak antena dan HT 7 meter. Empat kali percobaan dilakukan untuk mengumpulkan data. Setelah pengujian, selanjutnya dilakukan uji statistik pada alat.

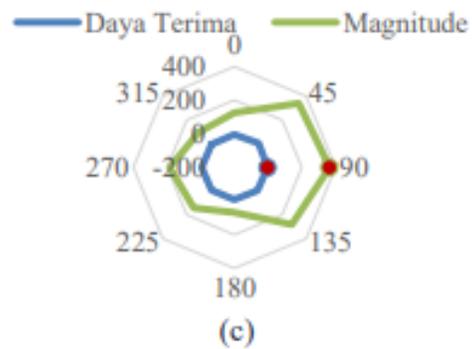
Gambar 10 merupakan grafik hasil pengujian menggunakan antena dipole untuk eksperimen DoA pada jarak 7 meter, pada masing masing grafik percobaan terdapat titik merah merupakan penanda nilai tertinggi dari daya terima dan *magnitude* yang didapatkan dari percobaan pada sudut derajat tertentu. Percobaan dilakukan sebanyak empat kali pada frekuensi 145,525 MHz. Dalam pengujian pertama antena diatur pada sudut 0° dari arah utara dan berputar searah jarum jam hingga 315°. Pada percobaan pertama posisi HT berada di sudut utara atau 0° dan hasil pengujian menunjukkan bahwa pada percobaan pertama, pada sudut selatan atau 180° menghasilkan nilai daya maksimum -2.86 dBm dan *magnitude* 355.56 dBFS yang



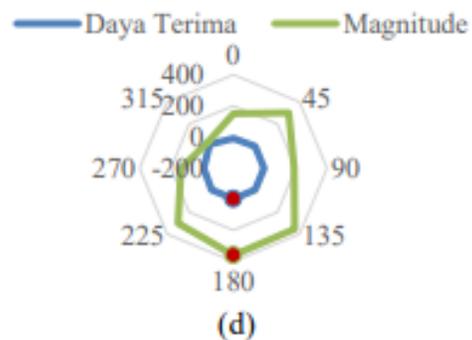
Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Antena Dipole 90°

berarti salah deteksi dikarenakan posisi HT berada di utara bukan di selatan. Posisi HT pada percobaan kedua berada di timur atau 90° dan hasil pengujian menghasilkan nilai daya maksimum -2,57 dBm dan nilai *magnitude* 329.84 dBFS disudut tenggara atau 135° yang berarti salah deteksi dikarenakan posisi HT berada di timur bukan di tenggara. Pada percobaan ketiga posisi HT berada di barat laut atau 315° dan hasil pengujian menghasilkan nilai daya tertinggi -3.1 dBm dan *magnitude* 364.78 dBFS di sudut timur atau 90° yang berarti salah deteksi dikarenakan posisi HT berada di barat laut bukan di timur. Selanjutnya percobaan keempat posisi HT berada di selatan atau 180° dan hasil pengujian menghasilkan nilai daya tertinggi 2.86 dBm dan *magnitude* 359.24 dBFS disudut selatan atau 180° yang berarti sistem mendeteksi dengan benar dikarenakan hasil pengujian berada di sudut selatan dan HT berada di sudut selatan.

Dalam menentukan arah datang sinyal dilakukan uji statistik untuk mengukur efektifitas alat dengan jarak 7 meter dengan 4 percobaan menggunakan antenna dipole dengan kemiringan 90°. Hasil menunjukkan bahwa dari empat percobaan yang berhasil mengidentifikasi arah datang sinyal dengan benar hanya 1 percobaan dan 3 percobaan lainnya salah. Berikut perhitungan  $P_d$  dan  $P_{fa}$ :

$$P_d = \frac{\text{Jumlah Sinyal Terdeteksi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \quad (4)$$

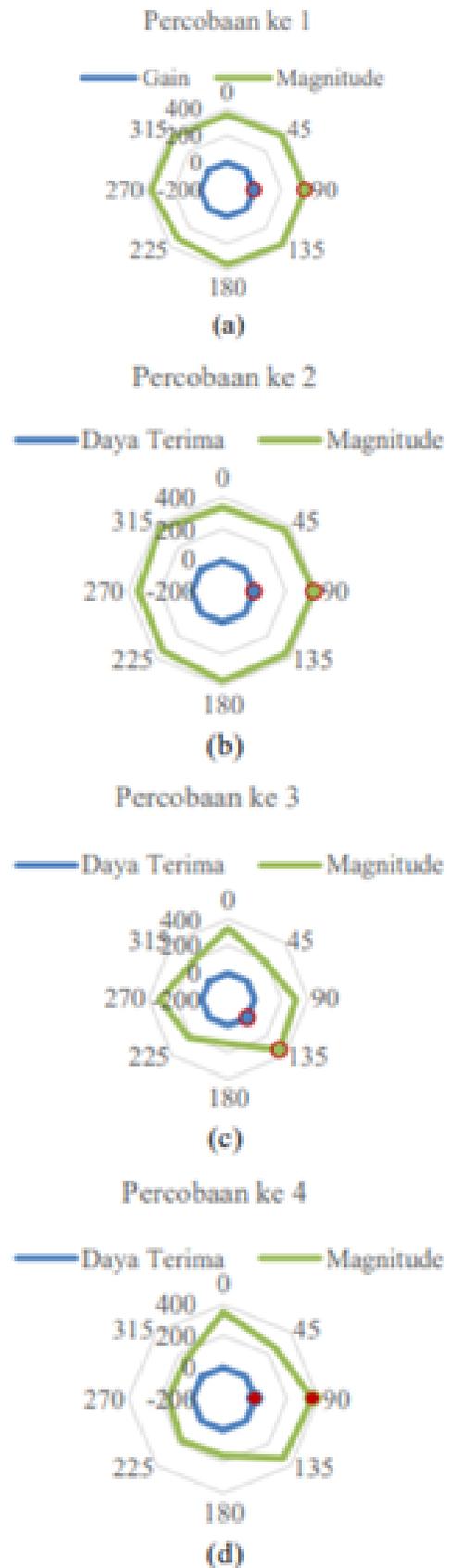
$$P_{fa} = \frac{\text{Jumlah Sinyal Terdeteksi Salah}}{\text{Jumlah Percobaan}} \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (4) dan (5) diketahui bahwa pada percobaan antenna 90° dengan jarak 7 meter didapatkan nilai *Probability of Detection*  $P_d$  sebesar 0,25 dan nilai *Probability of False Alarm*  $P_{fa}$  adalah 0,75.

### 3.2.2 Pengujian Antena 135°

Pengujian ini dilakukan menggunakan antenna dipole 135° dengan jarak antenna dan HT 7 meter. Empat kali percobaan dilakukan untuk mengumpulkan data. Setelah pengujian, selanjutnya dilakukan uji statistik pada alat.

Gambar 11 merupakan grafik hasil pengujian menggunakan antenna dipole untuk eksperimen DoA pada jarak 7 meter, pada masing-masing grafik percobaan terdapat titik merah yang merupakan penanda nilai tertinggi dari daya terima dan *magnitude* yang didapatkan dari percobaan pada sudut derajat tertentu. Percobaan dilakukan sebanyak empat kali pada frekuensi 145,525 MHz. Dalam pengujian pertama antenna diatur pada sudut 0° dari arah utara dan berputar searah jarum jam hingga 315°. Pada percobaan pertama posisi HT di barat atau 270° dan hasil pengujian menunjukkan bahwa pada percobaan pertama, nilai daya maksimum -2,82 dBm dan *magnitude* 376.09 dBFS di sudut timur atau 90° yang berarti salah deteksi dikarenakan posisi HT



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Antena Dipole 135°

berada di barat bukan di timur. Posisi HT pada percobaan kedua berada di sudut timur atau 90° dan hasil pengujian nilai daya maksimum -2,84 dBm dan nilai *magnitude* 379.89 dBFS di sudut timur atau 90° yang berarti sistem mendeteksi dengan benar dikarenakan hasil pengujian sama dengan posisi HT yaitu di timur. Pada percobaan ketiga posisi HT berada di tenggara atau 135°, nilai daya tertinggi 2,85 dBm dan *magnitude* 344.11 dBFS di sudut tenggara atau 135° yang berarti sistem mendeteksi dengan benar dikarenakan hasil pengujian sama dengan posisi HT yaitu di tenggara. Selanjutnya percobaan keempat posisi HT di timur atau 90° menghasilkan nilai daya tertinggi -2,9 dBm dan *magnitude* di sudut timur 362.05 dBFS di sudut timur atau 90° yang berarti sistem mendeteksi dengan benar dikarenakan hasil pengujian sama dengan posisi HT yaitu di timur.

Dalam menentukan arah datang sinyal dilakukan uji statistik untuk mengukur efektifitas alat dengan jarak 7 meter dengan 4 percobaan menggunakan antenna dipole dengan kemiringan 135°. Hasil menunjukkan bahwa dari empat percobaan yang berhasil mengidentifikasi arah datang sinyal dengan benar yaitu 3 percobaan dan 1 percobaan salah.

Berdasarkan persamaan (4) dan (5) diketahui bahwa pada percobaan antenna 135° dengan jarak 7 meter didapatkan nilai  $P_d$  sebesar 0,75 dan nilai  $P_{fa}$  0,25.

Selanjutnya, nilai  $P_d$  dan  $P_{fa}$  dari percobaan antenna 90° dan 135° diakumulasikan untuk dianalisis sebagai berikut:

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa hasil percobaan nilai  $P_d$  yang tertinggi adalah 75% menggunakan antenna 135°, dan nilai  $P_{fa}$  yang tertinggi yaitu 75% dengan antenna 90°. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan antenna dipole dengan kemiringan 135° pada frekuensi 145,525 MHz memberikan akurasi yang lebih baik dalam mendeteksi arah datang sinyal dibandingkan dengan 90°. Antena dipole 90° tidak disarankan untuk digunakan dalam menentukan arah datang sinyal atau DoA dikarenakan nilai  $P_{fa}$  yang tinggi.

**4. Kesimpulan**

Selama uji coba untuk menentukan arah datang sinyal dengan menggunakan antenna dipole dan RTLSDR yang diproses melalui GNU Radio, observasi mendalam telah dilakukan dan dapat disimpulkan pada pengujian ini bahwa antenna dipole yang terhubung dengan

RTL-SDR dan diproses melalui GNU Radio efektif dalam mendeteksi arah datang sinyal HT pada frekuensi 145,525 MHz. Antena dipole mampu menangkap sinyal dari berbagai arah, validasi kemampuannya sebagai alat DoA. Pengujian dilakukan dengan dua metode kemiringan antenna dipole yaitu dengan kemiringan 90° dan 135°. Dari dua metode tersebut hasil pengujian menunjukkan bahwa antenna dipole dengan kemiringan 135° menghasilkan deteksi sinyal terbaik, berdasarkan nilai  $P_d$  dalam perhitungan mendeteksi arah datang sinyal. Pengujian dilakukan pada jarak 7 meter dari transmitter. Pengujian dilakukan dengan 8 sudut arah datang sinyal yang berbeda. Antena dipole berhasil mendeteksi sinyal dari semua arah dengan baik, meskipun terdapat variasi nilai daya yang dihasilkan, tergantung pada sudut arah datang sinyal.

GNU Radio berhasil memproses dan menampilkan frekuensi serta gelombang yang diterima oleh antenna. RTL-SDR yang terhubung ke laptop beroperasi dengan efisien dalam menangkap frekuensi dari antenna dengan mengirimi ke GNU untuk di proses. HT sebagai transmitter juga efektif dalam memberikan sinyal yang ditangkap oleh antenna. Berdasarkan hasil dan analisis ini, sistem penentuan arah datang sinyal dapat dikembangkan untuk mencapai akurasi yang lebih tinggi. Sehingga, pengaplikasian sistem pendeteksi arah datang sinyal dengan memanfaatkan Software Defined Radio (SDR) dapat menjadi solusi efektif dalam upaya meningkatkan efisiensi monitoring frekuensi dan deteksi arah sinyal.

**Daftar Pustaka**

- [1] C. Rio, I. Nur, and Y. Darmawan, “Teknologi pengembangan radio direction finder dengan antenna roanoke doppler dalam menemukan arah pancaran sinyal radio musuh: Telekomunikasi militer,” *Jurnal Telkommil*, vol. 3, no. 2, pp. 34–45, 2022.
- [2] I. Iswanto, “Implementasi penerima radio fm (fm radio receiver) menggunakan software gnu radio dan rtl-software defined radio (rtl-sdr),” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [3] E. Monica, “Analisa penyebab gangguan frekuensi 130.1 mhz dalam komunikasi penerbangan pada perusahaan airnav indonesia cabang jatsc,” *Repository Politeknik Negeri Jakarta*, 2023.
- [4] Y. E. Marpaung, A. A. Pramudita, and E. Ali, “Deteksi radar pasif menggunakan gnu radio dan sdr pada frekuensi televisi,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 8, no. 3, p. 505, 2020.
- [5] S. Aulia, S. Tjondronegoro, and R. Kurnia, “Analisis pengolahan sinyal radar frequency modulated continuous wave untuk deteksi target,” *Jurnal*

**Tabel 1. Rekapitulasi Nilai  $P_d$  dan  $P_{fa}$**

Antena 90°		Antena 135°	
$P_d$	$P_{fa}$	$P_d$	$P_{fa}$
25%	75%	75%	25%

- Nasional Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 51–64, 2013.
- [6] A. Aziz *et al.*, “Studi efektivitas penanganan gangguan frekuensi radio di balai monitor spektrum frekuensi radio,” *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, vol. 12, no. 3, pp. 167–182, 2014.
- [7] Kontributor Wikipedia, “Frekuensi sangat tinggi,” [https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Frekuensi\\_sangat\\_tinggi&oldid=23904137](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Frekuensi_sangat_tinggi&oldid=23904137), Jul. 2023, diakses: 29 November 2023.
- [8] T. O’Shea, T. C. Clancy, and H.-J. M. Ebeid, “Practical signal detection and classification in gnu radio,” in *Proceeding of the SDR 07 Technical Conference and Product Exposition*, 2007. [Online]. Available: <https://www.wirelessinnovation.org/assets/Proceedings/2007/2007-sdr07-3.4-3-oshea.pdf>
- [9] S. A. Ramadhan, M. F. Rizal, and M. Rosmiati, “Implementasi gnuradio gr-dvbt2 untuk decoding sinyal televisi digital,” *eProceedings of Applied Science*, vol. 4, no. 3, 2018.
- [10] S. Skinner, K. Patel, J. Pittman, B. Lebednik, F. Vassallo, and K. J. Duncan, “Direction finding system using an n-channel software defined radio implemented with a phase interferometry algorithm,” in *2019 SoutheastCon*, 2019, pp. 1–5.
- [11] S. Kusmaryanto, A. Mustofa, and H. Ahimsa, “Rancang bangun universal software radio peripheral n210 pada pengindraan spektrum melalui deteksi energi,” *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, vol. 15, pp. 104–108, 08 2022.
- [12] C. B. Muhammad, H. Wijanto, and A. D. Setiawan, “Analisis pencarian sudut kedatangan menggunakan algoritma music untuk adaptive beamforming,” *TEKTRIKA*, vol. 3, no. 2, pp. 43–47, 2018.
- [13] L. K. S. Daldorff, D. S. Turaga, O. Verscheure, and A. Biem, “Direction of arrival estimation using single tripole radio antenna,” in *2009 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 2009, pp. 2149–2152.
- [14] D. E. Prasetyo, B. B. Harianto, and F. Faizah, “Rancangan antenna dipole penerima adsb dengan frekuensi 1090 mhz untuk rtl sdr di pesawat menggunakan software simulasi cst studio suite 2019,” in *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, vol. 5, no. 2, 2021.
- [15] S. Maddio, A. Cidronali, M. Passafiume, G. Collodi, and S. Maurri, “Fine-grained azimuthal direction of arrival estimation using received signal strengths,” *Electronics Letters*, vol. 53, no. 10, pp. 687–689, 2017.
- [16] S. Aulia, A. B. Suksmono, and A. Munir, “Stationary and moving targets detection on fmcw radar using gnu radio-based software defined radio,” in *2015 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*, 2015, pp. 468–473.
- [17] S. Anusha, T. Lahari, G. Bhavana, and H. Pradeep, “Gnu radio based real time data transmission and reception,” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 4, no. 7, pp. 110–115, 2017.
- [18] K. VonEhr, S. Hilaski, B. E. Dunne, and J. Ward, “Software defined radio for direction-finding in uav wildlife tracking,” in *2016 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, 2016, pp. 0464–0469.
- [19] M. A. Sarijari, A. Marwanto, N. Fisal, S. K. S. Yusof, R. A. Rashid, and M. H. Satria, “Energy detection sensing based on gnu radio and usrp: An analysis study,” in *2009 IEEE 9th Malaysia International Conference on Communications (MICC)*, 2009, pp. 338–342.
- [20] M. F. Anshori, M. S. E. Al Adzim *et al.*, “Spektrum monitoring dan direction finding frekuensi televisi digital berbasis software defined radio dengan menggunakan hackrf one,” Undergraduate Thesis, Faculty of Industrial Technology, Universitas Islam Indonesia, 2022.