

## **PENGEMBANGAN RADIO DIRECTION FINDER DENGAN ANTENA ROANOKE DOPPLER DALAM MENEMUKAN ARAH PANCARAN SINYAL RADIO MUSUH**

Ilham Nur Maliki<sup>1)</sup>, Yudhi Darmawan<sup>2)</sup>, Choirul Rio Prabowo<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Jl. Anggrek Desa Pendem Kecamatan Junrejo Kota Batu

Prodi Teknik Telekomunikasi Militer Poltekad Kodiklatad,

<sup>2)</sup> Kelompok Dosen Poltekad Kodiklatad dan Jurusan Teknik Elektro Polinema<sup>3)</sup>

E - mail : komd4404@gmail.com<sup>1)</sup>, yudhipk8@gmail.com<sup>2)</sup>, choirul.rio.p@gmail.com<sup>3)</sup>

### **Development of Roanoke Doppler Antenna For Radio Direction Finder Portable to Locate Enemy Radio Signals**

**Abstract:** In developments since World War II, electronic warfare has increasingly contributed to the military in various countries. The Innovation of communication and armaments that work with electro-magnetic waves is a measure to show the technological progress of a country's electronic warfare devices. To support the innovation of electronic devices, the author aims to conduct research on Radio Direction and Finding Portable (RDFF) to support in electronic warfare. In this study, the authors designed a omnidirectional antenna applying the Roanoke Doppler technique and the arrangement arrangement of a Uniform circular array pattern (UCA). The method of research is using experiment method. It find out the accuracy of the tool system tested by the writer to test at several locations. Thus it can be seen the effect of the work field on the signal and accuracy of RDFF testing. Furthermore, the data obtained was analyzed to compare the initial testing and after the RDFF calibration was carried out. The frequency received by the antenna on the allocation of the uhf electro-magnetic wave spectrum. The receiver circuit captures the signal beam from Handy Talky (HT) by Frequency Modulation (FM) modulation. Data retrieval from the test received a signal with a bandwidth of 25 kHz ,FIR tap size worth 100 and Decimation of 4. For antenna form of 4 elements monopole with a range of distances between antennas of less than  $0.5 \lambda$ . A distance that has a good result at a range of  $0.33 \lambda$  with a circular arrangement. The results of the transmitter detected with a signal of 858.8120 MHz and Gain of each element 32.8 and sampling rates were valued at 1.024. Tools To show the location of the target in the map.

**Keywords:** Roanoke Doppler, Radio Direction and Finding Portable (RDFF), Map, Ultra High Frequency, Monopole.

**Abstrak:** Dalam perkembangan semenjak pecah perang dunia ke II membuat peperangan elektronika semakin berperan kepada militer di berbagai negara. Perkembangan komunikasi dan persenjataan yang berkerja dengan gelombang elektro magnetik (GEM) menjadi ukuran untuk menunjukkan kemajuan teknologi perangkat peperangan elektronika suatu negara. Untuk mendukung perkembangan perangkat elektronika penulis bertujuan melakukan penelitian tentang Radio Direction and Finding Portable (RDFF) untuk mendukung dalam peperangan elektronika. Penulis merancang antena monopole menggunakan teknik Roanoke Doppler dan pengaturan penyusunan uniform circular array pattern (UCA). Pada penelitian menggunakan metode eksperimen. Untuk mengetahui akurasi sistem alat yang diuji penulis melakukan pengujian pada beberapa lokasi. Dengan demikian dapat diketahui pengaruh medan kerja terhadap sinyal dan akurasi dari pengujian RDFF. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisa untuk membandingkan pengujian awal dan setelah dilakukan kalibrasi RDFF. Frekuensi yang dideteksi pada antena pada alokasi spektrum GEM UHF. Rangkaian penerima menangkap pancaran sinyal dari Handy Talky (HT) dengan modulasi Frequency Modulation (FM). Pengujian alat penangkap pancaran

sinyal dengan bandwidth 25 kHz, FIR tap size bernilai 100 dan Decimation sebesar 4. Untuk pengaturan antena dari 4 elemen monopole dengan rentang jarak antar antena tidak lebih dari  $0.5 \lambda$ . Jarak yang memiliki hasil baik pada jarak  $0.33 \lambda$  yang berbentuk melingkar. Hasil sinyal di udara dideteksi dengan frekuensi 858,8120 MHz dan Gain masing-masing dari elemen 32,8 serta sampling rates bernilai 1,024. Alat sebagai navigasi arah dari sasaran di tampilkan dalam peta.

**Kata kunci:** *Roanoke Doppler*, *Radio Direction and Finding Portable (RDFP)*, Peta, Ultra High Frequency, Monopole.

## PENDAHULUAN

Dari awal abad ke-20, para pelaku komunitas radio mengakui aplikasi militer dari spektrum elektromagnetik. Dalam beberapa dekade berikutnya, pelaku negara dan non-negara sama-sama menggunakan radio untuk mendukung navigasi, komando dan kontrol, pengumpulan intelijen dan operasi informasi. Oleh karena itu komunikasi radio adalah target pada peperangan elektronika karena penggunaannya dalam operasi militer. *Electronic Warfare (EW)* adalah merupakan kegiatan operasi militer yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik (GEM) secara terukur untuk mengambil keuntungan dari spektrum elektro magnetik juga untuk meluncurkan ancaman untuk musuh (Department of the Army Electronic Warfare Techniques, hal. 11, 2019). Energi dari gelombang elektro magnetik yang menjadi bahan untuk diolah pada perangkat peperangan elektronika.

Untuk mendeteksi sinyal radio maka dibutuhkan alat *RDFP*. Sistem *Radio Direction Finder Portable (RDFP)* digunakan dalam Navigasi Radio, Bantuan Darurat, dan operasi intelijen. Informasi terpenting yang

diperkirakan oleh sistem *RDFP* adalah Direction Of Arrival (DoA) dari sinyal yang masuk. Pencarian arah *DoA* bergantung pada kecepatan GEM yang dalam golongan spektrum GEM di atmosfer. Dengan konsep ini, jika seseorang dapat dengan tepat menentukan kapan sinyal diterima di beberapa lokasi penerimaan yang terkoordinasi waktu, lokasi pemancar dapat ditentukan berdasarkan *Time of Flight (ToF)* sinyal tersebut ke setiap penerima (Colman dan Stieber 2012a). Dibutuhkannya peralatan pernaka untuk mendukung pencarian arah dari radio maka diusulkan untuk melakukan penelitian *RDFP*.

Perancangan ini diharapkan untuk membangun sistem yang mampu mengikuti kemajuan saat ini. Sistem ini dibangun untuk digunakan pada saat operasi militer pernaka berlangsung. Pencarian arah yang *real time* secara instan menampilkan data langsung ke pengguna. Dengan sistem yang memungkinkan memproses setelah data didapat menjadi arah dari sasaran, merekam data selama periode waktu tertentu, dan kemudian memberikan data yang direkam ke program aplikasi pemetaan untuk

pemaparan. Tujuan dari aplikasi penelitian adalah untuk menghasilkan arah yang ditampilkan pada peta.

Sistem dari *Radio Direction Finder* secara luas pada penerapannya telah diperkenalkan guna pencarian petunjuk arah transmisi pemancar yang mengudara oleh pemancar dan disamakan posisinya. Sistem terbagi dari komponen yaitu *transmitter*, antena, penerima, rangkaian pengarah dan indikator led 360°(Rahmat, Prastiyo, dan Azzahra 2018). Umumnya teknologi *DoA* pada jaman sekarang diterapkan menggunakan teknik *multichannel techniques such as the super-resolution eigenanalysis (MUSIC)*. Teknik ini membutuhkan setidaknya 3 penerima yang koheren di mana fase (dan biasanya amplitudo) penyesuaian hasil yang sama. Penerima pada perangkat pencari arah memerlukan filter yang sangat akurat, *common local oscillators (LO)*, dan *Automatic Gain Control (AGC)* yang akurat sehingga harus beroperasi lebih dari 80 dB atau lebih dari rentang dinamis. Keakuratan harus dipertahankan atas waktu, frekuensi, dan suhu. Teknik kalibrasi berkala, berguna untuk meminimalkan persyaratan keakuratan ini tetapi penerima perangkat ini masih berukuran besar, berat dan mahal untuk dibangun selain itu mengkonsumsi banyak daya. Selain itu, algoritma yang lebih canggih biasanya membutuhkan prosesor kelas atas

yang seringkali sangat boros daya. Sistem multisaluran ini lebih cocok untuk instalasi perangkat statis daripada digunakan *man-portable*.

Pengkajian ini berorientasi pada memberikan solusi *RDF* yang mengatasi dua rintangan utama pemakaian *RDF* yang umum yaitu biaya dan kompleksitas. Misalnya, total biaya sistem *Rescue 21* diperkirakan mencapai 872 juta dollar meningkat dari biaya akuisisi awal pada tahun 1999 sebesar 250 juta dollar yang menunjukkan jika *RDF* mahal pada produksi secara komersial(Colman dan Stieber 2012a). Salah satu hasil yang diharapkan dari perancangan ini adalah meminimalkan biaya sistem untuk meningkatkan ketersediaan teknologi ini secara umum. Tugas utama kedua adalah dalam kompleksitas sistem baik dari sisi peralatan dan kegunaan. Sistem *RDF* yang ada memiliki peralatan rumit yang sangat meningkatkan biaya total atau dalam kasus yang memiliki peralatan sederhana tetapi membutuhkan operator yang terlatih untuk menemukan sasaran (misalnya pelacakan satwa liar dan bantuan pencarian orang tersesat). Untuk mengatasi masalah ini, sistem yang diusulkan harus mempertahankan penggunaan perangkat komponen yang sederhana dan penggunaan operator dengan mudah, disamping menghemat biaya produksi.

Perancangan ini menjelaskan teknik baru dengan kinerja tinggi, daya rendah, untuk pencarian arah radio. Persyaratan dasar untuk memperoleh petunjuk arah kedatangan dengan akurasi tinggi (*DoA*) pada frekuensi tinggi melalui spektrum frekuensi *Ultra High Frekuensi (UHF)* menggunakan sistem *man-portable* telah menjadi tantangan yang sulit untuk sekarang. Tabel 1 berikut penjelasan pengelompokan pita frekuensi menurut Radio Regulation-ITU.

Tabel 1. Pengelompokan Pita Frekuensi Radio menurut Radio Regulation ITU(Tulus t.t.).

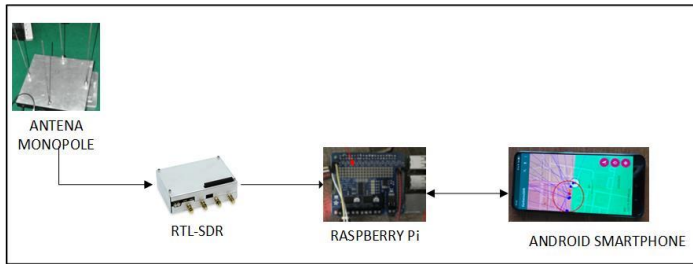
| No. | Band Frekuensi | MHz              |
|-----|----------------|------------------|
| 1   | VLF            | 0,009 - 0,030    |
| 2   | LF             | 0,03 - 0,30      |
| 3   | MF             | 0,3 - 3,0        |
| 4   | HF             | 3 – 30           |
| 5   | VHF            | 30 – 300         |
| 6   | UHF            | 300 - 3.000      |
| 7   | SHF            | 3.000 - 30.000   |
| 8   | EHF            | 30.000 - 275.000 |

Teknologi terbaru seperti teknik *Software Defined Radio (SDR)* memudahkan untuk penggunaan penerima semua radio digital yang merupakan perangkat yang fleksibel dan dapat digunakan saat bergerak (Kristiyana, Susanto, dan Hidayat 2017). Baru-baru ini, banyak arsitektur penerima radio digital telah diselidiki.

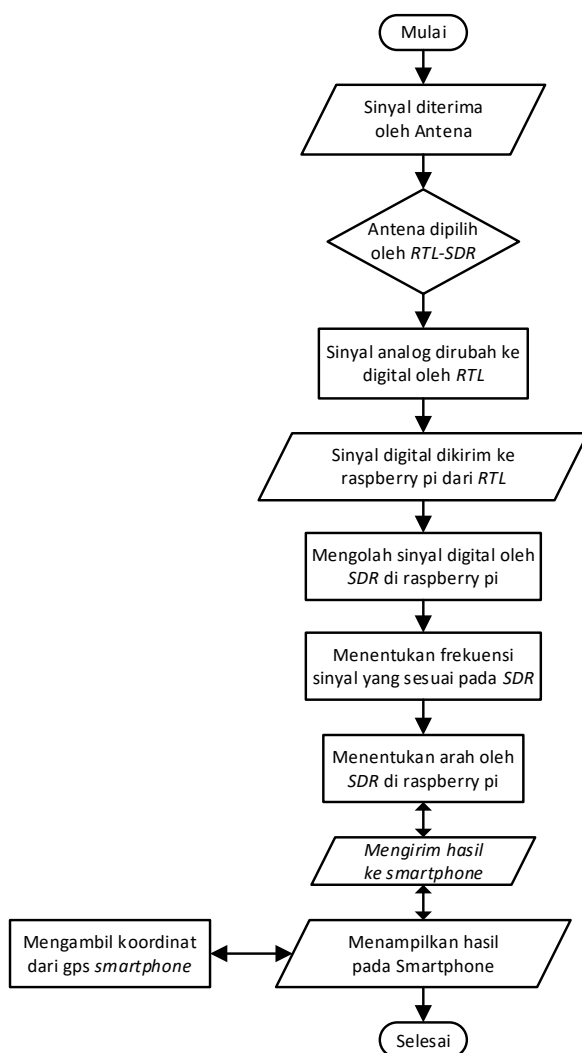
Spesifikasi ukuran dan beratnya mengharuskan sistem dapat dibawa pada satu ransel oleh satu orang. Ini termasuk baterai, antena, kabel, *user interface* dll. Perangkat diharapkan dapat beroperasi dengan baik pada pengoperasian lapangan.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian perancangan antena dengan teknik *roanoke doppler pada radio direction and finding portable* bertujuan untuk mencapai resolusi sudut tinggi di seluruh pita operasi perangkat, yaitu 24 MHz - 1700 MHz, menggunakan *SDR* yang dikelola dengan tepat. Resolusi tinggi ditafsirkan sebagai kemungkinan untuk membedakan dan memperkirakan arah kedatangan sinyal radio dengan akurasi setidaknya satu derajat. Fitur spesifikasi milik sistem yang disajikan adalah arsitektur yang bisa dinilai menggunakan antarmuka peta digital. Unit *Register Transfer Level-Software Defined Radio (RTL-SDR)*, perangkat *Single Board Computer (SBC)*, dan platform *User Interface (UI)* terhubung menggunakan protokol komunikasi IP. Penundaan transfer paket variabel dalam jaringan mempengaruhi waktu peralihan array antena dan perangkat *SDR* dan dengan demikian dinamika dan resolusi sistem yang juga berubah selama bekerja. Hasilnya akan disuguhkan dengan bentuk peta real-time di layar *User Interface (UI)*.



Gambar 1. Blok diagram *Radio Direction and Finding Portable (RDFP)*.  
(Sumber perancangan, 2022)



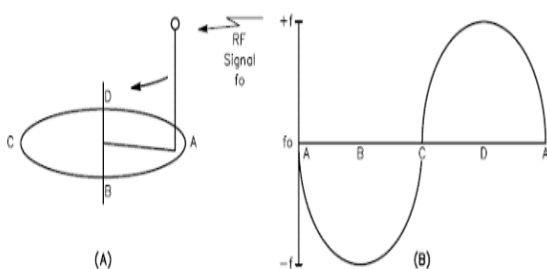
Gambar 2. diagram alir cara kerja sistem *RDFP*  
(Sumber Perancangan, 2022)

RTL SDR adalah dongle USB DVB-T (siaran video digital terrestrial) yang digunakan kembali untuk digunakan sebagai penerima radio dengan harga murah untuk mengalirkan sampel *baseband* I / Q yang dikonversi dan didigitalkan ke komputer host untuk diproses lebih lanjut(+RasHAWK Distributed EM Situational Awareness Based on RaspberryPi and Red Hawk A.O.C Susquehanna Technology Challenge 2013 Final Report 2014). Komponen saklar antenna, yang termasuk pada SDR ditampilkan lewat gambar 2, memungkinkan untuk mengukur dan mengkompensasi perbedaan fase antara osilator lokal pada setiap perangkat SDRP. Secara umum, unit switching antenna terdiri dari switch N berdasarkan dioda PIN yang diatur daripada sinyal logika TTL. Jumlah saklar ditentukan oleh jumlah antenna yang dipakai pada susunan antenna, pengaturan algoritma yang memperkirakan sudut sinyal kedatangan dan jumlah penerima SDR independen dalam SDR. Sistem yang dirancang menggunakan empat saklar antenna. Blok pembagi sinyal referensi terdiri dari pembagi sinyal dan saklar transfer. Karena arsitektur seperti itu dimungkinkan untuk menentukan fase awal perangkat SDR selama proses kalibrasi *RDF*.



Gambar 2. Kerberosdr  
(Sumber perancangan, 2022)

Contoh klasik dari efek Doppler adalah ketika sebuah mobil mendekati sumber pengamat, suara klakson mobil lebih besar dari (frekuensi) yang didengar pengamat ketika mobil menjauh dari pengamat (Sudibya dkk. 2022). Pencarian arah Doppler menggunakan teknik *doppler* untuk menentukan arah kejadian. Jika elemen antenna diputar dalam lingkaran jari-jari  $R$ , maka sinyal  $\omega_0$  yang diterima adalah frekuensi yang dimodulasi dengan frekuensi rotasi  $\omega_r$  karena efek *doppler*. Saat antenna berputar ke arah kejadian, frekuensi yang diterima meningkat, sementara ketika antenna berputar menjauh dari arah kejadian, frekuensi yang diterima berkurang.



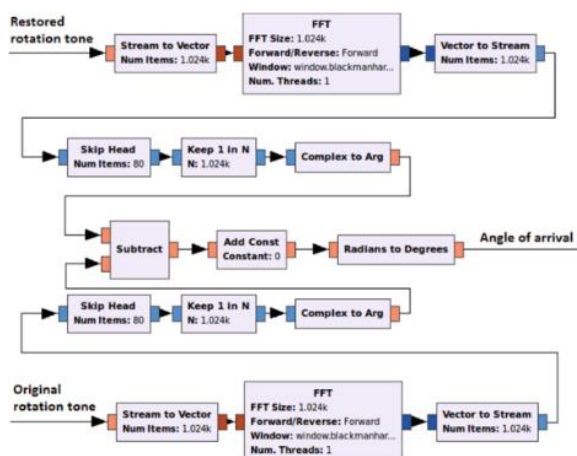
Gambar 3. Frekuensi rotasi antenna Doppler (Colman dan Stieber 2012b)

Pencari arah pseudo-doppler menggunakan efek Doppler untuk

menentukan sudut sinyal kedatangan (AOA) komponen penerima. Jika antenna bergerak menuju sumber sinyal, frekuensi penerima yang terukur sedikit lebih tinggi daripada jika stasioner. Sebaliknya, saat antenna bergerak menjauh dari sumbernya, frekuensi yang dirasakan lebih rendah. Dengan memutar antenna dalam lingkaran, berlanjut meningkatkan dan mengurangi jarak ke sumber, frekuensi menjadi dimodulasi pada frekuensi yang sama dengan kecepatan rotasi.

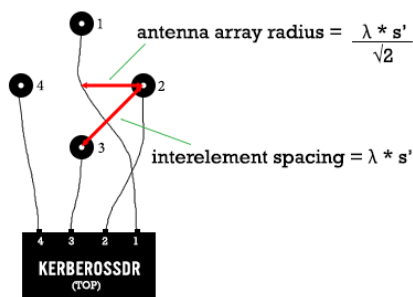
Perhitungan bagaimana antenna berputar didasarkan pada rumus berikut yang memberikan puncak pergeseran frekuensi ( $\Delta f$  dalam Hz) dalam hal jari-jari rotasi antenna ( $R$  dalam meter), kecepatan sudut rotasi ( $\Omega$  dalam radian per detik), kecepatan cahaya ( $c$  dalam meter per detik), dan frekuensi pembawa dari sinyal yang diterima ( $F_c$  dalam Hz).

$$\Delta f = \frac{r \times \omega \times f_c}{c}$$



Gambar 4. Diagram alir sinyal di SDR  
(Sumber perancangan, 2022)

Frekuensi yang difilter tidak dapat dibandingkan secara langsung karena tingkat daya, gangguan, dll yang berbeda. Gambar 3 menggambarkan pemrosesan nada rotasi dan perhitungan sudut kedatangan. Aliran data output harus dikonversi dari domain waktu ke domain frekuensi. Ini dilaksanakan oleh Fast Fourier Transformation (FFT). Bagian dari data, dimana ukurannya serupa dengan ukuran jendela FFT, ditangkap oleh modul Stream to Vector dan diproses oleh modul FFT dan dikonversi kembali ke aliran data oleh modul Vector to Stream. Data terletak di domain frekuensi sekarang dan data yang relevan dengan nada rotasi sekarang dapat dipisahkan. Ini dioperasikan daripada Skip Head dan Keep 1 dalam modul N. Eq dimanfaatkan untuk menghitung jumlah sampel data yang hendak dilewati.



Gambar 5. Peyusunan Antena

(Sumber Perancangan, 2022)

Penyusunan antena berbentuk Seperti dalam lingkaran. Seperti array linier, jarak elemen maksimum harus kurang dari setengah dari lamda frekuensi ( $0,5 * \lambda$ ) untuk menghindari ambiguitas. Untuk menjadikan

hasil yang sesuai sehingga menggunakan  $1/3$  panjang gelombang. Perangkat lunak KerberosSDR merubah faktor jarak antarlemen diubah menjadi radius. Sebagai contoh, apabila kita memilih jarak interelemen  $s' = 0,33$ , faktor jarak radial untuk didalam pada perangkat lunak adalah  $s = 0,33 / (\sqrt{2}) = 0,233$ .

Dalam perangkat lunak *interface* ada pilihan dari algoritma pencarian arah Bartlett, Capon, MEM dan MUSIC. Untuk menemukan sasaran menggunakan MUSIC adalah yang paling baik dalam hasil, dengan Capon berada di urutan kedua. Untuk pemakaian operasi perangkat, hanya dapat diaktifkan satu algoritma pada satu waktu. Mengaktifkan banyak indikator akan menggabungkan hasilnya menjadi rata-rata. Saat menggunakan array linier, maka harus mengaktifkan FB Averaging (Forward-Backward), yang rata-rata sinyal masuk dari belakang dan di depan array antena. Ini mengurangi efek pantulan multipath, tetapi juga dapat menyebabkan sudut menjadi miring. Saat menggunakan array melingkar tidak perlu menggunakan fungsi ini.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Implementasi perangkat rancangan untuk *RDF* ternyata sangat sederhana dalam konfigurasi perangkat kerasnya. Seluruh sistem hanya membutuhkan transceiver radio, modul GPS, dan beberapa bentuk

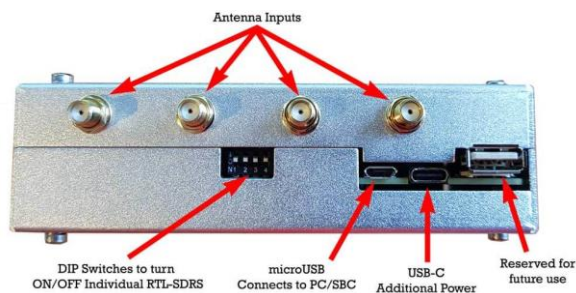
mikrokontroler untuk antarmuka dalam penelitian ini. Karena bukti konsepnya adalah untuk berintegrasi dengan jaringan sistem laporan posisi otomatis radio amatir, menemukan komponen untuk membangun prototipe ini berkonsentrasi untuk pencarian radio di lokasi yang tersamar diketahui. Penelitian ini menitik beratkan pemakaian antena dengan cara *Roanoke Doppler* dan menerima sinyal untuk diproses pada *Single Board Computer*. Tracking pada sasaran pancaran radio yang ditentukan adalah perangkat yang menghubungkan analog dari GEM menjadi digital pada *User Interface* mengendalikan semua hal berawal dari penanganan paket dan tingkat audio hingga telemetri dengan koordinat *GPS*. *RDF* berfokus pada penciptaan perangkat keras highquality, low-cost, dan open-source untuk *tracking* lokasi radio yang mengganggu, tetapi juga berguna pada penerapan untuk komersial yang memanfaatkan antarmuka manajemen sinyal pada perangkat tampilan elektronik untuk mengoordinasikan kendaraan mereka di jalan. Mengingat faktor-faktor ini, prototipe *RDF* dirancang dari komponen *SDR* untuk menyederhanakan sistem. Perlu dicatat bahwa komponen sistem yang setara tersedia dari produsen lain misalnya *operacake* tetapi dengan fungsionalitas yang berpotensi berkurang. *Tracking* hadir dalam berbagai *platform* bentuk untuk aplikasi yang berbeda, tetapi untuk penelitian ini RasPi dengan lebih baru

dipilih karena berisi microprocessor dengan keunggulan performa dan kapasitas pemrosesan dalam satu paket kompak. Kesederhanaan faktor bentuk ini secara khusus menargetkan salah satu kriteria desain proyek dan ketersediaan semua komponen untuk penelitian dengan harga yang rendah.

Perangkat *SDR* termasuk pada perancangan ini dalam pengembangan untuk fungsi sebagai receiver radio. Karena ada empat RTL-SDR di dalamnya, penelitian ini memiliki kebutuhan daya yang cukup tinggi. Satu *interface* USB 3.0 pada komputer yang dapat menangani hingga 3A memadai untuk menyuplai energi listrik pada perangkat dari satu kabel USB berkualitas tinggi. Perhatikan bahwa hanya port microUSB yang terhubung ke *interface* USB komputer dan bahwa port USB-C (Batch 1), atau mikro USB yang tepat (Batch 2 atau yang lebih baru) hanya untuk daya tambahan.

Jika suplai tenaga yang dibutuhkan tidak memenuhi karena perangkat keras USB 2.0, atau tidak dapat memakai 3A dari *interface* USB (misalnya PC papan tunggal tidak dapat menyediakan arus sebanyak ini), maka Anda harus mencolokkan sumber daya kedua ke port USB-C (Batch 1)/mikro USB kanan (Batch 2 atau yang lebih baru), pada KerberosSDR. Sumber daya ini perlu disuplai menuju ke catu USB 5V pada stopkontak atau baterai 5V eksternal jika yang *portable*.

Pasokan daya minimal harus dapat mengirimkan arus 2.4A.



Gambar 6. Port pada SDR  
(Sumber perancangan, 2022)

Antena 1 adalah port di sebelah kiri. dapat ditemukan dengan melihat sakelar DIP. Tulisan pada sakelar DIP menunjukkan urutan antena. 40 Pin kepala ini hanya eksperimental dan tidak mendukung penggunaan fitur ini saat ini. Perangkat ini dikembangkan untuk memberi tenaga listrik pada RasPi. Jika dioperasikan untuk menyambungkan RasPi ke header, dan memberi listrik pada SDR, sehingga dapat menyalakannya dengan cara ini. Tetapi penghubungan harus memiliki suplai arus yang memenuhi untuk SDR.

Penelitian ini condong untuk menjalankan SDR pada komponen RasPi 3/4 atau Tinkerboard dan menggunakan Software yang disiapkan untuk dioperasikan. Platform lain seperti PC Linux, dan SBC lainnya memang berfungsi, tetapi akan sulit untuk memberikan dukungan untuk platform lain karena ada terlalu banyak variabel. Setidaknya uji unit dilakukan di platform Raspberry Pi 4. SDR bukanlah aplikasi yang menggunakan RAM dalam ruang

pemrosesan yang banyak sehingga tidak ada degradasi kinerja yang harus terjadi. Pemakaian aplikasi disiapkan dengan mengistallnya kedalam ke penyimpanan SD 8GB atau lebih besar untuk SBC melalui Win32DiskImager atau Etcher. Pada SBC yang digunakan, penting untuk memastikan pelambatan termal tidak terjadi (melalui heatsinking / kipas yang sesuai pada SBC jika diperlukan) jika tidak, maka akan terjadi perangkat yang berhenti bekerja secara tiba-tiba.

SDR sudah dihubungkan dengan PC dan daya. Langkah-langkah untuk perangkat lunak dirangkum diantaranya :

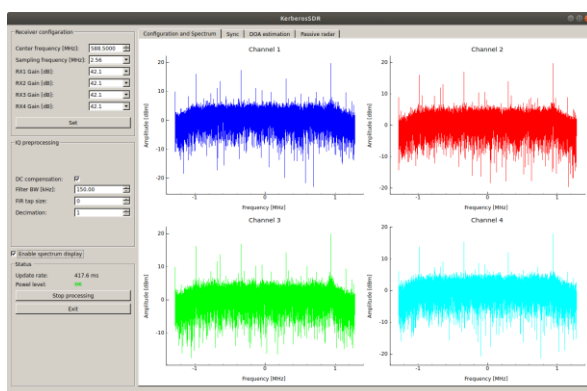
1. mengatur frekuensi, laju sampel, dan pengaturan penguatan.
2. Kalibrasi SDR dengan sumber *noise*.
3. menghubungkan antena.
4. Mengatur indikator pada tab DOA atau Radar Pasif.

Melakukan penyesuaian Sinyal dan *Gain*.

1. Klik pada tampilan Pengaturan dan Spektrum
2. Klik mulai untuk memproses. Konfirmasikan bahwa tingkat pembaruan ditampilkan.
3. Di bawah konfigurasi penerima, dimasukkan frekuensi tengah yang diawasi, dan *sampling rate*. Untuk tingkat pengambilan

sampel, digunakan nilai 2,56 MSPS untuk radar pasif, dan 1,0 MSPS untuk pencarian arah.

4. mengatur penguatan untuk setiap penerima sesuai kebutuhan untuk mengoptimalkan SNR. Gain untuk setiap penerima ditetapkan pada 15,7 atau lebih tinggi agar berhasil menyinkronkan SDR.
5. Klik tombol 'Set' untuk frekuensi, laju pengambilan sampel, dan pengaturan penguatan ke SDR.
6. Memeriksa kompensasi DC untuk hasil yang sedikit lebih baik.
7. Pilih kotak input 'Enable Spectrum Display' jika diinginkan untuk memeriksa spektrum. Ini akan menunjukkan kepada spektrum secara visual dan dapat memeriksa apakah sinyal sedang diterima.
8. Tampilan spektrum dinonaktifkan setelah selesai untuk mengurangi beban CPU.

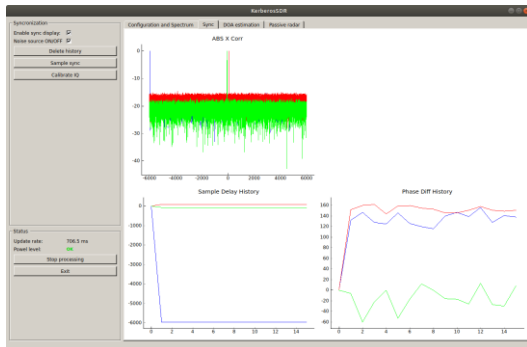


Gambar 7. Tampilan Spektrum Frekuensi (Sumber perancangan, 2022)

Langkah awal proses sinkronisasi dan kalibrasi saat menyinkronkan, yang dilakukan melepaskan terlebih dahulu antenna. Untuk pencarian arah memutuskan sambungan antenna dan kemudian sambungkan terminator 4x 50 Ohm yang disertakan. Menghubungkan terminator tidak perlu, tetapi melakukannya dapat memberikan hasil yang sedikit lebih akurat. Selanjutnya melakukan kalibrasi *sampling* dan fase. Selain itu dapat menyinkronkan SDR dengan antenna yang terhubung. Namun Apabila ada transmisi dalam bandwidth yang saat ini diterima maka ini dapat mendistorsi kalibrasi fase. Jadi lebih baik untuk memeriksa frekuensi pada awal di grafik spektrum. Yang harus diperhatikan kalibrasi dengan filter FIR diatur ke nol, dan deklamasi diatur ke 1.

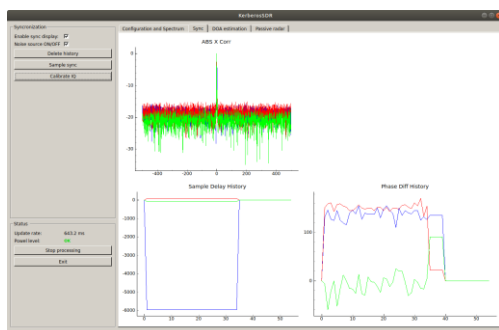
1. Kalibrasi mengasumsikan bahwa pengaturan frekuensi telah di sesuaikan, laju sampel, dan penguatan juga sesuai. Setiap kali dilakukan perubahan pengaturan tersebut caranya memilih opsi 'Set', perlu dilakukan kalibrasi ulang.
2. Pilih di bagian Sinkronisasi.
3. Hidupkan kotak pilihan Sumber *noise* dan tampilan sinkronisasi. Diamati bahwa grafik corr Abs X memiliki tiga puncak, dan bahwa riwayat penundaan Sampel dan riwayat perbedaan fase adalah bukan nol. Ini

menunjukkan bahwa *SDR* tidak disinkronkan.



Gambar 8. Pengaturan kalibrasi *SDR*  
(Sumber perancangan, 2022)

4. Klik 'Sample Sync'. Tunggu hingga grafik riwayat penundaan sampel dan grafik Abs X Corr menjadi nol.
5. Saat melakukan pencarian arah, klik Perbaiki IQ. Tunggu hingga grafik riwayat perbedaan Fase menjadi nol.
6. Pada langkah ini *SDR* berada dalam sinkronisasi sampel dan fase. Sehingga harus dilakukan langkah-langkah ini setiap kali memulai aplikasi, atau setiap kali dilakukan penyesuaian ke frekuensi yang berbeda atau mengubah pengaturan penguatan.



Gambar 9. Pengaturan Sinkronisasi *SDR*  
(Sumber perancangan, 2022)

7. Kemudian sekarang dapat dihapus centang pada sumber *noise* dan kotak centang grafik.

## PENUTUP

### • Kesimpulan

Pada pengkajian ini didapatkan hasil untuk untuk diterapkan pada bidang militer untuk mengetahui posisi dari pancaran sinyal radio musuh yang tersembunyi atau belum diketahui. Upaya pencarian dapat terbantu dengan memudahkan dalam perhitungan penentuan lokasi dengan sistem digital sehingga memiliki tampilan yang lebih menarik.

1. Penentuan arah pancaran sinyal berasal dari sinyal yang masuk pada penerima yang terdiri antenna monopole kemudian masuk ke *SDR* yang terdapat antenna switching untuk menentukan sinyal yang paling kuat diterima diantara 4 antenna.
2. Proses merubah sinyal Analog kepada data digital untuk diproses menjadi koordinat dilakukan oleh *SDR* sebagai ADC karena memerlukan software untuk penerepannya.
3. Penerima Sinyal *UHF* menggunakan antenna monopole yang mampu menerima sinyal dari segala arah karena memiliki pola radiasi 360 derajat. Penyusunan Antena untuk sistem kerja *roanoke doppler* disusun

secara *UCA* sehingga memiliki kemampuan menentukan arah datangnya sinyal dengan teknik *DOA*.

- **Saran**

Untuk kemajuan sistem kerja dari alat yang kami kembangkan dapat dilakukan peningkatan pada fungsi dan komponennya untuk menciptakan hasil lebih memuaskan. Peningkatan dari hardware dapat digunakan antena yang lebih akurat dalam penentuan arah pancaran sinyal dengan menambah jumlah antena yang digunakan. Meningkatkan kemampuan untuk menerima transmisi dengan akurat menghindari sinyal yang memantul dari halangan yang ada dilingkungan sekitar. Meningkatkan Jarak kawasan yg bisa ditangkap oleh antena penerima. Pencarian frekuensi oleh *RDF* kepada radio yang memancar agar di kembangkan menjadi otomatis menjangkau dan menjalankan pemindahan beberapa frekuensi *UHF*.

Network Receiver Design For Low-Cost Public Service Applications.

Colman, Marcel, Dan Eric Stieber. 2012b. Radio Direction Finding Network Receiver Design For Low-Cost Public Service Applications.

Kristiyana, S, A Susanto, Dan R Hidayat. 2017. 1 Ijitee The Radio Frequency Source Position Finder Based On The Triangle-Centroid-Algorithm.

Rahmat, Rahmat, Dwi Nur Prastiyo, Dan Anisa Azzahra. 2018. "Rancang Bangun Pemancar Uhf Dan Antena Roanoke Doppler Untuk Sistem Radio Pendeteksi Arah Pemancar Sinyal Uhf." dalam seminar nasional teknik elektro, , 159–64.

Sudibya, Bambang, Denny Dermawan, Muhammad Jalu Purnomo, Dan Mardiana Irawaty. 2022. "Radio Transmission Detection Using Doppler In Uhf Frequency Band." Avitec 4(1).

Tulus, Rahardjo. "Alokasi Frekuensi: Kebijakan Dan Perencanaan Spektrum Indonesia."

## DAFTAR PUSTAKA

Rashawk Distributed Em Situational Awareness Based On Raspberry Pi And Redhawk Aoc Susquehanna Tech Challenge 2013 Final Report. 2014. [www.geontech.com](http://www.geontech.com).

Atp 3-12.3 Electronic Warfare Techniques Headquarters, Department Of The Army Electronic Warfare Techniques. 2019. <https://armypubs.army.mil/>.

Colman, Marcel, Dan Eric Stieber. 2012a. Radio Direction Finding