

PENGUKURAN AIRBAND FREKUENSI MENGGUNAKAN SOFTWARE DEFINED RADIO

Bambang Bagus Harianto¹, Achmad Setyo Prabowo², M. Rifai³, Totok Warsito⁴
^{1,2,3,4} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No.73, Siwalankerto, Kec. Wonocolo,
Surabaya, 60236
Email: bambangfarzardy@gmail.com

Abstrak

Komunikasi penerbangan merupakan objek vital dalam dunia penerbangan hal itu ditunjukkan dengan adanya regulasi yang tercantum pada Peraturan Menteri (PM) Nomor 55 tahun 2016. Dalam dunia penerbangan komunikasi dilakukan antara pemandu lalu lintas udara (ATC) dengan Perkembangan dunia digital pada saat ini sangatlah pesat sehingga membuat para peneliti dapat memanfaatkannya sebagai bahan penelitian. Penelitian ini bertujuan membuat sebuah inovasi yang memanfaatkan teknologi digital yang menggunakan sebuah software bernama GQRX, GNU Radio dan Virtual Radar yang akan divalidasi menggunakan sebuah web yang mengamati penerbangan. Penelitian ini menggunakan frekuensi 125.094 MHz yang merupakan frekuensi approach dari bandar udara Juanda Surabaya. Penilaian ini menggunakan 2 personal computer, 1 raspberry pi yang didukung menggunakan 3 RTL-SDR.

Kata Kunci: GQRX, GNU Radio, RTL-SDR

Abstract

Aviation communication is a vital object in the world of aviation, this is indicated by the existence of regulations listed in Ministerial Regulation (PM) Number 55 of 2016. In the world of aviation communication is carried out between air traffic controllers (ATC) and the development of the digital world at this time is very rapid so that make researchers can use it as research material. This study aims to create an innovation that utilizes digital technology using a software called GQRX, GNU Radio and Virtual Radar which will be validated using a web observing flight. This study uses a frequency of 125,094 MHz which is the approach frequency of Juanda Airport in Surabaya. This assessment uses 2 personal computers, 1 raspberry pi which is supported using 3 RTL-SDR.

Keywords: GQRX, GNU Radio, RTL-SDR

PENDAHULUAN

Pentingnya komunikasi dalam dunia penerbangan ditunjukkan dengan PM 55 Tahun 2016 mengatur tentang komunikasi penerbangan dengan menyebutkan bahwa penyelenggara pelayanan navigasi penerbangan wajib menyediakan fasilitas telekomunikasi penerbangan sesuai dengan pelayanan navigasi yang dipersyaratkan [1]. Sistem komunikasi mendukung operasi ATM (Air Traffic Management) dengan menyediakan saluran yang dapat diandalkan untuk mengirimkan dan menerima informasi,

sarana utama komunikasi udara-darat saat ini berbasis suara.[2]. Pengawas lalu lintas udara (ATC) di menara kontrol di bandara bertanggung jawab atas pergerakan pesawat yang aman dan efisien di jalur taksi dan landasan pacu bandara, dan pesawat di wilayah udara dekat bandara. [3]. PM 55 Tahun 2016 membagi ruang udara menjadi beberapa bagian diantaranya Aerodrome Traffic Zone (ATZ), Control Zone (CTZ), Terminal Control Area (TMA), Control Area (CTA).



Gambar 1 Controlled Airspace

Pada gambar 1. diatas merupakan ilustrasi pembagian pengontrolan ruang udara di Indonesia. Pembagian *controlled airspace* menurut pasal 15 ayat (1) huruf a untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1. dibawah.

Tabel 1. *Controlled Airspace*

| No | Controlled Space | Batas Vertikal (ft) | Batas Lateral (NM) |
|----|-----------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Aerodrome | 4000 | 5 |
| 2 | Control Zone | 100 | Tergantung fasilitas telekomunikasi |
| 3 | Terminal Control Area | Atas :245 Bawah : 100 | Tergantung fasilitas telekomunikasi |
| 4 | Control Area | Atas : 600 Bawah : 245 | Sesuai dengan FIR |

Bandara Internasional Juanda merupakan salah satu bandara tersibuk di Indonesia, baik dari segi volume penumpang maupun pergerakan lalu lintas udaranya. tercatat jumlah pengguna jasa pada tahun 2019 mencapai 15 juta penumpang. sedangkan operasi penerbangan mencapai 133.000 pergerakan. [4]. Alokasi frekuensi pada bandara juanda dapat terlihat pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Alokasi Frekuensi Juanda Surabaya

| User | Frequency Primary | Frequency Secondary |
|----------------------|-------------------|---------------------|
| Ground Control Tower | 118.9 MHz | 119.15 MHz |
| APP Sub Director | 118.3 MHz | 118.1 MHz |
| APP Sub West | 125.1 MHz | 123.5 MHz |
| APP Sub East | 125.1 MHz | 123.55 MHz |
| APP (Freq Emergency) | 124.0 MHz | 122.85 MHz |
| ATIS | 121.5 MHz | - |
| ER Makassar | 128.2 MHz | - |
| ER Jangli | 123.9 MHz | 125.9 MHz |
| | 125.1 MHz | 123.55 MHz |

Sistem modulasi yang digunakan dalam pesawat adalah modulasi AM, dalam AM gelombang carrier dimodulasi oleh gelombang sinyal secara amplitude. Modulasi AM dapat diekspresikan dengan fungsi seperti dibawah[5].

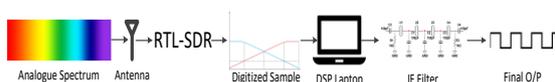
$$v_c = V_c \sin 2\pi f_c t \quad (1)$$

Sinyal modulasi gelombang sinus dapat diekspresikan dengan rumus serupa

$$v_m = V_m \sin 2\pi f_m t \quad (2)$$

v_m = nilai *instantaneous* sinyal
 V_m = peak amplitude of information signal
 f_m = frequency of modulating signal

Dalam penerbangan menjunjung tinggi tingkat kedisiplinan dan keamanan salah satu yang dapat dilakukan adalah monitor percakapan antara ATC dengan Pilot. Berkembangnya dunia digital membuat salah satu pengembang salah satu software salah satunya adalah Software Defined Radio (SDR), SDR adalah salah satu yang paling banyak teknologi penting dan terbaru untuk nirkabel modern sistem terkait komunikasi. SDR merupakan radio yang dapat *tune* frekuensi dengan rentan tertentu yang didukung dengan sebuah hardware.



Gambar 2. Proses kerja RTL-SDR

SDR juga dapat menerapkan berbagai macam modulasi dan demodulasi [6]. SDR mempunyai berbagai macam jenis seperti RTL-SDR, USRP, Hack RF dan SDRPlay berikut merupakan cara kerja hingga kelebihan dan keuntungan tiap SDR, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3 dibawah.

Tabel 3. Jenis dan Spesifikasi jenis SDR

| SDR | Low Tun Max (MHz) | Max Tune (MHz) | RX Band width (MHz) | ADC Recol ution (Bits) | Trans mitt? (yes / no) |
|-----------------|-------------------|----------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| RTL-SDR (R820T) | 24 | 1766 | 3.2 | 8 | No |
| Funcube Pro+ | 0.15 | 2602 | 0.192 | 16 | No |
| Airspy | 410 | 050 | 10 | 12 | No |
| SDR Play | 24 | 1800 | 8 | 12 | No |
| Hack RF | 0.1 | 2000 | 20 | 8 | Yes |

Jenis RTL-SDR mempunyai harga yang cukup terjangkau [7], dengan system yang diproyeksikan pada perangkat RTL-SDR, mempunyai *bandwith* yang multifungsi. Hardware RTL-SDR terdapat pada DVB-T USB Dongle, terdiri dari antena yang terhubung dengan tuner chip melalui 12C. Tuner IC digunakan untuk menerima sinyal analog dan menfilter frekuensi yang tidak diinginkan. Berikut merupakan cara kerja dari RTL-SDR. Prinsip kerja RTL-SDR yang terjelaskan pada gambar 2 yaitu sinyal analog diterima dengan antenna lalu masuk dalam sistem RTL-SDR dan diubah menjadi

sinyal digital untuk dapat dipahami oleh laptop penerima kemudian di filter menggunakan IF filter sehingga keluar menjadi final O/P. RTL-SDR perlu sebuah *software* untuk menunjang kinerja dari RTL-SDR diantaranya adalah GQRX, GNU Radio dan Virtual Radar. GQRX adalah perangkat lunak yang *open source* dan didukung oleh grafis Qt toolkit. GQRX mendukung hampir semua SDR seperti *airspy*, RTL-SDR, *Hack RF*, dan perangkat USRP [8]. Kelebihan dari GQRX yaitu.

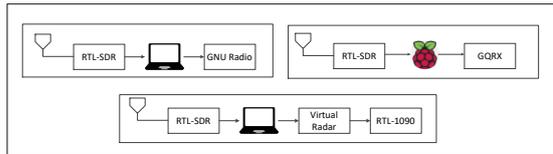
1. Mendukung berbagai macam OS komputer
2. Dapat mengubah frekuensi, meningkatkan gain, dan mendukung berbagai macam modulasi
3. Display *FFT Plot* dan *waterfall*
4. Merekam audio yang diterima di GQRX
5. Mempunyai mode *spectrum analyzer*.

Pada penelitian sebelumnya GQRX digunakan pada penelitian yang berjudul “A Pilot Study on Aeronautical Surveillance System for Drone Delivery using Heterogeneous Software Defined Radio Framework”. Pada penelitian ini software GQRX digunakan untuk memonitor sinyal yang masuk pada PC [9]. Software selanjutnya yaitu GNU Radio adalah software gratis untuk berbagai macam modulasi. Pada GNU Radio dapat melakukan visualisasi sebuah pembuatan sinyal dalam flowgraph yang mempunyai bahasa pemrograman phyton [10]. Banyak penelitian yang telah memanfaatkan GNU Radio salah satu penelitian yang berjudul “Analytical Performance of OFDM Transceiver on SDR and GNU Radio-Companion” yang menjadikan GNU Radio sebagai instrument untuk melihat sinyal OFDM yang masuk dalam RTL-SDR [11].

METODE

Software yang digunakan yaitu GQRX, GNU Radio, RTL 1090 dan Virtual Radar dan Hardware yang digunakan yaitu RTL-SDR

serta 2 PC dan 1 raspberry pi, berikut merupakan desain software dan hardware yang digunakan.



Gambar 3 Pengujian menggunakan 3 instrumen

GNU Radio dan GQRX dilakukan tune frekuensi sebesar 125.094 supaya dapat menerima sinyal APP *sub director* bandara Juanda Surabaya, sementara virtual radar yang dibantu oleh RTL 1090 digunakan untuk melihat pergerakan pesawat yang telah dimonitor di software GQRX dan dan GNU Radio. Ketiga intrumen akan dihidupkan secara bersamaan dan memonitor percakapan ATC dengan pilot serta *tracking* pergerakan pesawat.

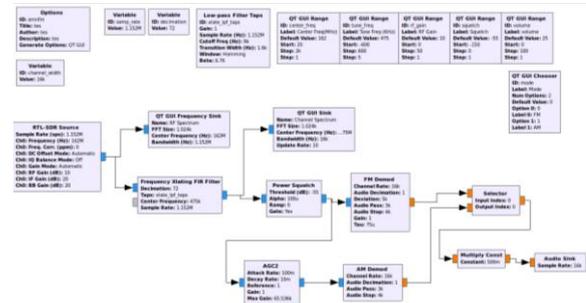
Penulis menggunakan GNU Radio *companion* yang mempunyai seri 3.7.13.4 yang menggunakan berbagai blok seperti RTL-SDR Source, QT GUI Frequency Sink, Frequency Xlating FIR Filter, QT GUI Sink dan lain lain untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. List Block

| Nomor | Nama Blok | Fungsi |
|-------|------------------------------|---|
| 1 | RTL-SDR Source | Menghubungkan antara hardware RTL dengan software GNU Radio |
| 2 | QT GUI Frequency Sink | Melihat RF Spectrum yang diterima oleh GNU Radio |
| 3 | Frequency Xlating FIR Filter | Tunner frekuensi yang diterima oleh GNU Radio |
| 4 | FM Demod | Mendemodulasi Sinyal FM |
| 5 | AGC 2 | Automatic Gain Control class dengan tambahan decay rates. |
| 6 | AM Demod | Medemodulasi AM |
| 7 | Selector | Memilih modulasi yang akan ditampilkan dilayar. |
| 8. | Multiply | Mengalikan suatu |

9. Const Audio Sink konstanta. Mengubah sinyal digital menjadi suara.

Blok GNU Radio disusun berdasarkan fungsi dan peran masing-masing, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4 Blok GNU Radio

Gambar daiatas merupakan susunan blok yang menunjang AM dan FM *receiver*, keunggulan dari GNU Radio adalah fleksibilitas pada tiap blok yang menunjang berbagai macam modulasi.

Penulis menggunakan GQRX dengan tipe 2.11.5 yang telah mendukung hampir semua jenis RTL, Software GQRX dilalukan tune frekuensi sebesar 125.094 MHz dengan receiver options 74.300 KHZ. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5 dibawah.

Tabel 5. Spesifikasi GQRX

| Nomor | Spesifikasi | Nilai |
|-------|------------------|-------------|
| 1 | Frekuensi | 125.094 MHz |
| 2 | Receiver Options | 74.300 KHZ |
| 3 | Filter Width | Narrow |
| 4 | Filter Shape | Normal |
| 5 | Mode | AM |
| 6 | AGC | Medium |
| 7 | Squelch | -150 dB |

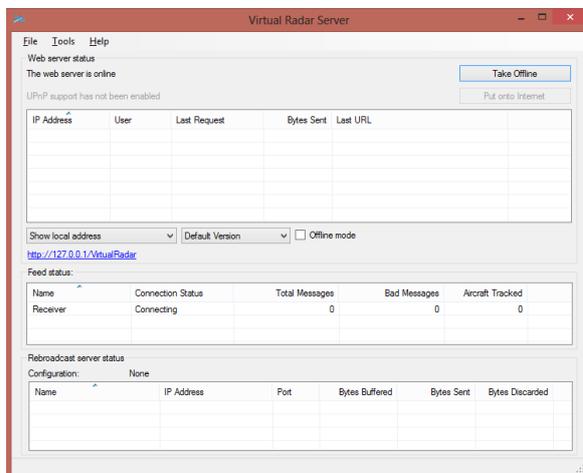
Pada software GQRX terdapat waterfall sink yang digunakan untuk melihat frekuensi yang masuk pada RTL-SDR, untuk lebih jelasnya lihat pada gambar 5 dibawah



Gambar 5 Display GQRX

Penulis membagi menjadi beberapa box yaitu orange, kuning, hijau dan biru, box orange yang berfungsi menampilkan spectrum pada frekuensi tertentu yang telah dipilih, box kuning menampilkan waterfall sink, box hijau digunakan untuk pengaturan receiver pada *software* GQRX sedangkan box biru untuk meningkatkan gain pada receiver GQRX.

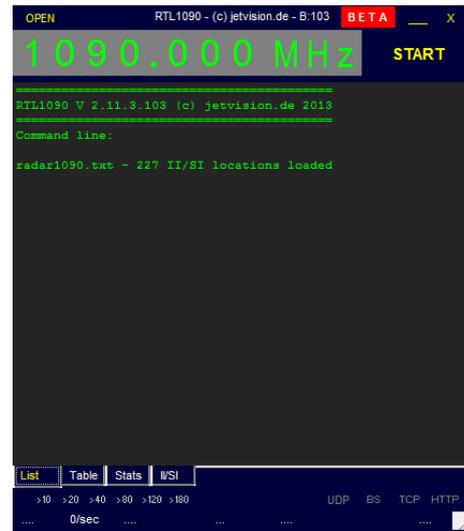
Virtual Radar yang digunakan oleh penulis adalah tipe 2.4.4.36598, software ini dapat didownload secara gratis, fungsi virtual radar yaitu *tracking* pergerakan pesawat yang didukung menggunakan dongle RTL-SDR untuk lebih jelasnya dapat dilihat display virtual radar dibawah.



Gambar 6. Display Virtual Radar

Virtual radar tidak dapat berkerja sendiri melainkan dia membutuhkan software yang bernama RTL 1090 yang digunakan untuk menghubungkan software virtual radar dengan dongle RTL-SDR yang digunakan

sebagai antenna. RTL 1090 merupakan software gratis yang dikembangkan oleh jetvision. Berikut merupakan display dari RTL 1090.



Gambar 7. RTL 1090 Display

RTL 1090 akan mendeteksi dongle RTL-SDR yang *connect* dengan komputer, dan akan muncul kode penerbangan jika menerima sinyal dari pesawat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

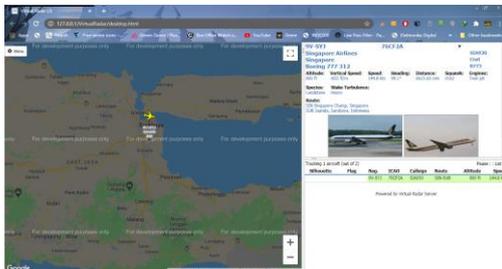
Hasil dari pengukuran 3 instrumen tersebut dapat dibandingkan yang ditunjukkan pada tabel dibawah.

Tabel 6. Perbandingan antara 3 software

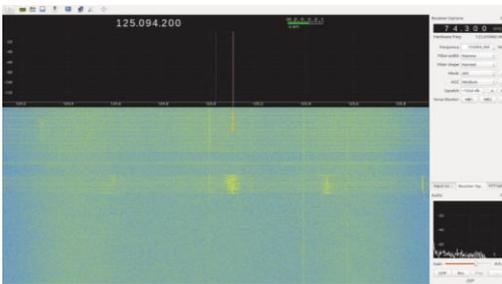
| Tanggal | Waktu | Virtual Radar | GQRX | GNU Radio |
|-----------------|-------|---------------|-------------|-------------|
| 24 Agustus 2020 | 08.40 | Terdetek si | Terdetek si | Terdetek si |
| 25 Agustus 2020 | 09.50 | Terdetek si | Terdetek si | Terdetek si |
| 26 Agustus 2020 | 10.12 | Terdetek si | Terdetek si | Terdetek si |
| 27 Agustus 2020 | 09.52 | Terdetek si | Terdetek si | Terdetek si |

28 08.21 Terdetek Terdetek Terdetek
Agust si si si
us
2020

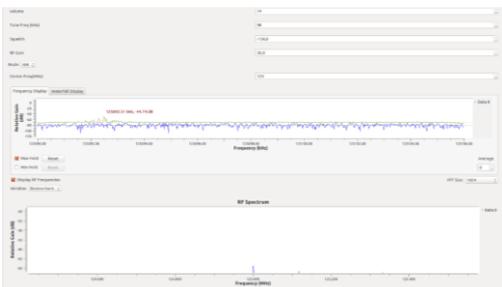
Penulis juga melakukan screen shoot hasil penelitian yang dilakukan pada tanggal 24 Agustus 2020 pada pukul 08.40 WIB, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 8. Tracking pergerakan pesawat



Gambar 9 Penerimaan sinyal pada software GQRX



Gambar 10. Penerimaan sinyal pada software GNU Radio

Pada tanggal 24 -28 Agustus 2020 telah dilakukan pengamatan pada 3 instrumen yang menunjukkan kedua instrument yaitu GNU Radio dan GQRX dapat memonitor percakapan antara pilot dan ATC sedangkan virtual radar dapat melakukan tracking pergerakan pesawat. Contoh pada tanggal 24 Agustus 2020 pada pukul 08.40 virtual radar

mengeteksi sebuah pesawat dengan tipe boeing 777 312 rute SIN-SUB (Changi-Juanda), dan pada waktu yang sama GQRX dan GNU Radio menerima percakapan antara pilot dengan ATC.

PENUTUP

Simpulan

Memanfaatkan perkembangan teknologi digital dapat membuat sebuah inovasi yang berguna bagi dunia penerbangan, salah satu pemanfaatannya yaitu sebuah dongle SDR yang didukung oleh seperangkat software seperti GNU Radio, GQRX dan Visual radar yang jika diintegrasikan membuat sebuah monitoring percakapan ATC dengan pilot serta tracking pergerakan pesawat.

Saran

Berdasarkan temuan yang dilakukan oleh peneliti maka dengan memanfaatkan teknologi yang ada yaitu dengan RTL-SDR dan GNU Radio, diharapkan para peneliti juga dapat memanfaatkan teknologi yang telah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia 2016 Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 55 Tahun 2016 tentang Tatanan Navigasi Penerbangan nasional *Kementeri. Perhub. Republik Indones.*
- [2] Gomez Depoorter D and Kellerer W 2019 Designing the air-ground data links for future air traffic control communications *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.* **55** 135–46
- [3] Karikawa D 2019 RESILIENCE OF AIR TRAFFIC
- [4] Indonesia A 2019 *DATA PENERBANGAN 2017-2019 Bandara Juanda Surabaya*
- [5] Laing T H W I N H, Un H L A M Y O T, Aing Z A W M I N N, Oe W I N K H M and Att M A M A L 2017 Analysis on AM Modulation with using MATLAB / SIMULINK **06**

- 4534–6
- [6] Mishra M, Potnis A, Dwivedy P and Meena S K 2018 Software defined radio based receivers using RTL - SDR: A review *International Conference on Recent Innovations in Signal Processing and Embedded Systems, RISE 2017*
- [7] Saber M, Aroussi H K, Rharras A El and Saadane R 2018 Raspberry Pi and RTL-SDR for Spectrum Sensing based on FM Real Signals *International Conference on Multimedia Computing and Systems - Proceedings*
- [8] Hung P D and Vinh B T 2019 Vulnerabilities in IoT devices with software-defined radio *2019 IEEE 4th Int. Conf. Comput. Commun. Syst. ICCCS 2019* 664–8