

PORTABLE ADSB BERBASIS RASPBERRY PI MENGGUNAKAN RTL-SDR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Muhammad Luqman Hakim¹, Nyaris Pambudiyatno², Fiqih Faizah³

^{1,2,3} Poltekbang Surabaya, Jl. Jemur Andayani 1/73 Surabaya

Email: muhluqmanh0@gmail.com

Abstrak

Salah satu perkembangan teknologi komunikasi radio adalah SDR (*Software Defined Radio*). SDR adalah radio yang ditentukan perangkat lunak dan menggunakan donggle USB untuk menerima sinyal radio langsung dengan rentang frekuensi biasanya 500 kHz – 1.75 GHz. Penelitian dilakukan dengan *receiver* RTL-SDR yang dihubungkan ke *Raspberry Pi* sebagai sistem operasi untuk diteruskan ke *software Dump1090* sebagai pengolah sinyal serta menampilkan hasil dari sinyal yang diterima. Penelitian ini bertujuan untuk membuat media pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya. Desain penerima sinyal menggunakan RTL-SDR dan *Raspberry Pi* OS berfungsi dengan baik, sinyal yang diterima oleh RTL-SDR dapat diproses dengan baik dengan melihat hasil dari *dump1090* yang menampilkan informasi pesawat. Dengan media pembelajaran ini, diharapkan taruna dapat mempraktikkan proses pemancaran dan penerimaan sinyal secara efektif dan efisien serta lebih mudah memahami materi .

Kata Kunci : *Raspberry Pi, Software Defined Radio, Dump1090*

Abstract

One of the developments in radio communication technology is SDR (Software Defined Radio). SDR is a software-defined radio and uses a USB donggle to receive direct radio signals with a frequency range typically of 500 kHz – 1.75 GHz. The study was conducted with an RTL-SDR receiver connected to the Raspberry Pi as an operating system to be forwarded to the Dump1090 software as a signal processor and displayed the results of the received signal. This research aims to create learning media at the Surabaya Aviation Polytechnic. The signal receiver design using RTL-SDR and Raspberry Pi OS works well, the signal received by RTL-SDR can be processed properly by looking at the results of dump1090 displaying aircraft information. With this learning media, it is hoped that cadets can practice the process of transmitting and receiving signals effectively and efficiently and more easily understand the material

Keywords: *Raspberry Pi, Software Defined Radio, Dump1090*

PENDAHULUAN

Program Studi Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Surabaya yang sangat erat dengan elektronika dan komunikasi penerbangan, senantiasa dituntut bisa memberikan pembekalan kepada para lulusannya agar dapat memberikan kontribusi dan memiliki kualitas yang mumpuni untuk menghadapi dunia kerja. Oleh karena itu

pendidikan di perguruan tinggi dituntut untuk menjalankan sistem pendidikan yang kreatif dan inovatif sehingga mampu menghasilkan lulusan yang berkualitas.

Teknologi yang digunakan untuk pemantauan atau monitoring pesawat saat ini masih menggunakan teknologi Radar. Akan tetapi radar memiliki kekurangan dalam akurasi contohnya ketika pesawat sedang

posisi *airbone* atau sedang di udara terhalang oleh awan sehingga menyebabkan sinyal deteksi menjadi lemah, karena keterbatasan pada teknologi Radar terciptalah teknologi baru untuk mendukung kinerja keamanan navigasi udara yaitu teknologi ADS-B atau disebut dengan *Automatic Dependent Surveillance Broadcast*.

Automatic Dependent Surveillance Broadcast adalah sebuah teknologi baru system pemantauan yang digunakan untuk memberikan informasi pesawat di udara yang dimana sistem avionik dari pesawat terbang memberikan informasi dengan kombinasi *Global Positioning System*, sehingga pesawat bisa terlacak yang dimana pengiriman data penerbangan dilakukan secara otomatis.

Dalam tugas akhir ini, penulis akan merancang dan membangun sebuah sistem *portable* ADS-B berbasis *Raspberry Pi* yang menggunakan RTL-SDR sebagai media penerima sinyal. Dengan demikian, tugas akhir ini diharapkan dapat membantu meningkatkan pemahaman para Taruna/i tentang teknologi ADS-B dan mempromosikan penggunaannya di masa depan.

ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance Broadcast*)

Automatic Dependent Surveillance Broadcast adalah sebuah system *surveillance* dengan dilengkapi sebuah *transponder* yang dapat mengirimkan data penerbangan secara otomatis. Data penerbangan diperoleh dari system navigasi satelit GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Selanjutnya data pesawat dikirimkan ke display ATC digunakan untuk memonitoring pesawat terbang. ADS-B menyediakan dua layanan utama yaitu TIS-B (*Traffic Information Service- Broadcast*) yang menyediakan informasi tentang lalu lintas udara dan FIS-B (*Flight Information Service-Broadcast*) yang

dimana menyediakan informasi melalui peringatan cuaca dengan frekuensi 1090 MHz.[1]

Raspberry Pi

Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (*Single-Board Circuit*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. *Raspberry Pi* dikembangkan oleh yayasan nirlaba, *Raspberry Pi Foundation*, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris. [2]

Software Defined Radio (SDR)

RTL-SDR adalah perangkat keras elektronik berbentuk dongle USB yang memiliki komponen utama berupa microchip buatan Realtek Semiconductor Corp, Taiwan. SDR sendiri memiliki kepanjangan *Software Defined Radio*. Asal-usul RTL-SDR berasal dari *donggle* TV tuner DVB-T yang diproduksi secara massal yang didasarkan pada chipset RTL2832U. Dengan upaya gabungan Antti Palosaari, Eric Fry dan Osmocom (khususnya Steve Markgraf) ditemukan bahwa data I/Q mentah pada chipset RTL2832U dapat diakses secara langsung, yang memungkinkan tuner TV DVB-T diubah menjadi perangkat lunak pita lebar, mendefinisikan radio melalui driver perangkat lunak khusus yang dikembangkan oleh Steve Markgraf.

SDR bertujuan untuk memaksimalkan *programmable Hardware* untuk membangun radio yang berbasis *software*. RTL-SDR R820T2 merupakan salah satu jenis *Software Defined Radio (SDR)* yang dapat digunakan untuk menangkap gelombang radio dengan menggunakan USB Tuner dan komputer sebagai pengoprasianya. [3]



Gambar 1 RTL-SDR

Tabel 1 Tabel Parameter RTL-SDR

| Parameter RTL SDR | Nilai |
|-------------------------|---------------------------------|
| Demodulator | Realtek RTL2832 |
| Receiver | Realtek R820T2 |
| Range frekuensi | 25-1766MHz |
| Nilai sampling maksimal | 2,4 MS/s, secara teori 3,2 MS/s |
| Bandwidth | 3.2 MHz |
| Resolusi ADC | 7 b, secara teori 8 b |
| Input Impedance | 75 ohm |
| Power terima maksimal | +10 dBm |
| Kestabilan osilator | 1 PPM |
| Konektivitas | USB 2.0 |
| Sensitivitas | -130 dB |

Dump1090

Dump1090 merupakan *software* monitoring pesawat yang dikombinasikan dengan RTL-SDR yang biasanya digunakan untuk decoding ADS-B. *Dump1090* jika dijalankan di *Raspberry Pi*, maka akan mengubah seluruh Pi menjadi pemroses data ADS-B. *Dump1090* sangat kuat dan pandai mendekode sinyal lemah.

Dump1090 adalah program yang kompatibel dengan RTL-SDR yang umum digunakan. Untuk memberikan informasi tentang pesawat yang terdeteksi (misalnya alamat *hex icao24*, nomor registrasi/ekor dan terkadang jenis pesawat seperti A380), *dump1090* menggunakan database offline.

Program Linux

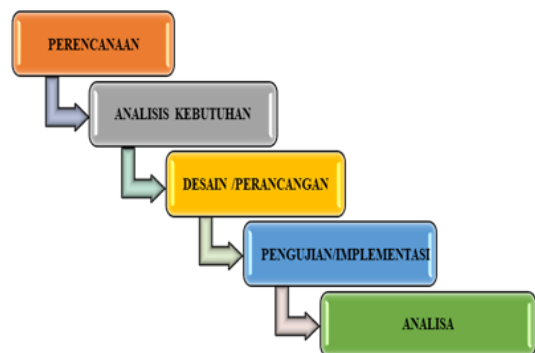
Linux atau GNU/Linux adalah sistem operasi bebas yang sangat populer untuk komputer, Istilah Linux atau GNU/Linux (GNU) juga digunakan sebagai rujukan kepada keseluruhan distro Linux (*Linux distribution*), yang di dalamnya disertakan program-program lain pendukung sistem operasi.

Istilah Linux atau GNU/Linux digunakan sebagai rujukan kepada keseluruhan distro Linux (*Linux distribution*), yang didalamnya

disertakan program-program lain pendukung sistem operasi. Contoh program tersebut adalah server web, bahasa pemrograman, basisdata, tampilan layer (*Desktop Environment*), dan aplikasi perkantoran (*office suite*) seperti. Distro Linux telah mengalami pertumbuhan yang pesat dari segi popularitas, sehingga lebih populer dari versi UNIX yang menggunakan sistem lisensi dan berbayar (*proprietary*) maupun versi UNIX bebas lain yang pada awalnya.[4]

METODE

Dalam merancang suatu sistem diperlukan sebuah Metode penelitian untuk membantu proses perancangan berjalan sesuai tahapan - tahapan yang akan dicapai. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode SDLC (*System Development Life Cycle*). Metode SDLC ini sangat cocok untuk diterapkan dalam perancangan sistem pada penelitian ini karena metode ini memiliki model alur penelitian yang terstruktur mulai dari perencanaan, analisis kebutuhan, desain/perancangan, pengujian/implementasi dan Analisa.[5]



Gambar 2 Alur Metode Penelitian

A. Perencanaan

Tahap pertama yaitu melakukan perencanaan untuk pengumpulan data yang dimulai dari pembelajaran konsep perancangan seperti studi literatur yang diperoleh dari jurnal – jurnal yang membahas konsep yang sama dan literatur dari internet

sebagai referensi untuk menunjang teori dalam penulisan.

B. Analisis Kebutuhan

Setelah memahami konsep dan mengumpulkan beberapa jurnal yang mendukung penulisan dan perancangan selanjutnya melakukan analisis kebutuhan terhadap perancangan sistem seperti perancangan *Hardware* dan perancangan *Software*.

1. Analisis kebutuhan *Hardware* :
 - Antena
 - *Raspberry Pi 4*
 - RTL-SDR *Dongle*
 - Monitor *Touchscreen*
2. Analisis kebutuhan *Software* :
 - *Dump1090*
 - *Localhost:8080*

C. Desain / Perancangan

Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) Pada tahapan ini, perancangan perangkat keras merupakan perancangan perangkat yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan alat. Komponen yang digunakan harus diperhatikan untuk menghindari terjadinya kerusakan saat pengujian sistem. Komponen tersebut seharusnya memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan pembuatan alat. Pada rancangan perangkat keras digunakan RTL-SDR R820T2 sebagai *receiver*. [1]



Gambar 3 Perancangan *Hardware*

D. Pengujian / Implementasi

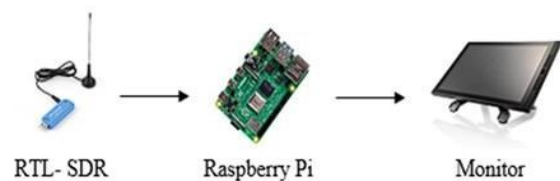
Setelah sistem dirancang selanjutnya melakukan tahap Pengujian disini, dilakukan untuk melihat kualitas dari rancangan sistem pemantau sinyal ADSB yang dibangun sekaligus melihat bagaimana cara kerja Sistem Pemantau Penerima Sinyal yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan beberapa cara untuk pengambilan data dalam penangkapan sinyal ADS-B. berikut adalah Skenario pengujian pada Sistem Pemantau Penerima Sinyal ADS-B. [6]

E. Analisa

Tahap terakhir merupakan proses untuk dianalisa bagaimana rancangan sistem yang telah kita bangun sesuai dengan tujuan pada penulisan. Tahapan ini juga banyak menghasilkan teori dan pengamatan baru untuk ditulis berdasarkan data yang didapat saat pengujian.

Desain Penelitian

Implementasi dari penelitian ini menggunakan monitor yang terintegrasi dengan *Raspberry Pi*.



Gambar 4 Rangkaian Peralatan

Rangkaian Block Diagram alat ini disusun dari RTL-SDR dongle, sinyal 1090 yang diterima antenna diterjemahkan atau di decoding oleh RTL-SDR lalu di teruskan ke *Raspberry Pi* untuk di proses melalui *software dump1090* dan *localhost:8080* setelah itu diteruskan ke monitor untuk menampilkan data yang diproses.

Cara Kerja Alat

ADS-B adalah sistem pengawasan paling akurat yang pernah dilihat industri penerbangan. Ini akan memungkinkan pesawat untuk menerbangkan lebih banyak rute langsung, mengurangi kemacetan, mengurangi emisi karbon dan menghemat waktu dan uang operator pesawat.

Sinyal yang dipancarkan dari transponder pesawat diterima oleh antena yang kita pakai sebagai *receiver* dengan menggunakan frekuensi 1090 MHz, setelah itu data yang diterima masuk ke dalam proses pengolahan data pada RTL-SDR yang disambungkan dengan perangkat *Raspberry Pi* yang didalamnya sudah menggunakan perangkat lunak *dump1090*.

Dump1090 akan memproses data dengan decoding sinyal yang lemah dan menampilkan informasi dari data tersebut berupa pesawat yang terdeteksi (*24 bit ICAO aircraft address, Nationality, Squawk, Altitude, Latitude, Longitude, Speed, Heading dan Track*) sehingga dapat membantu mengamati sebuah target atau pesawat dan informasi tersebut akan di tampilkan pada monitor dengan web browser localhost:8080.

Komponen Alat

Perangkat Keras (*Hardware*)

1. RTL-SDR dongle
 - o Bandwidth: Up to 2.4 MHz stable.
 - o ADC: RTL2832U 8-bits
 - o Frequency Range: 500 kHz – 1766 MHz (500 kHz – 24 MHz in direct sampling mode)
 - o Typical Input Impedance: 50 Ohms
 - o Typical Current Draw: 270 – 280 Ma
2. *Raspberry Pi 4*
 - o Processor Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
 - o GPU menggunakan Video Core seri VI @ 500 Mhz
- o Memory Memiliki Opsi pilihan RAM yaitu, 1GB, 2GB or 4GB LPDDR4-2400 SDRAM.
- o Connectivity Dual-band 802.11ac wireless networking, 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless,
- o Connectivity Bluetooth 5.0, BLE
- o Connectivity Gigabit Ethernet
- o Connectivity Port USB, 2 Port USB 3.0 ; 2 Port USB 2.0.
- o *Raspberry Pi* standard 40 pin GPIO header
- o Video 2 × micro-HDMI ports (up to 4kp60 supported)
- o 2-lane MIPI DSI display port
- o 2-lane MIPI CSI camera port
- o 4-pole stereo audio and composite video port
- o Decoding H.265 (4kp60 decode), H264 (1080p60 decode, 1080p30 encode)
- o OpenGL ES 3.0 graphics
- o Micro-SD card slot untuk Operating System and data storage
- o Input Power, 5V DC via USB-C connector (minimum 3A)
- o Input Power, 5V DC via GPIO header (minimum 3A)
- o Power over Ethernet (PoE) enabled (requires separate PoE HAT)

3. Layar Monitor

- o Display Dimension: 7”
- o Viewing Angle: 180°
- o Brightness: 400cd/m²
- o Resolution: 1024*600
- o Optical Properties: IPS full color
- o Refresh Rate: 60HZ
- o Color Gamut: 100%
- o *Power supply*: Micro
- o Material: CNC Aluminium Alloy
- o Product Size: 211*150*53 mm
- o Weight: 405g

Perangkat Lunak (Software)

1. *Dump1090*
2. Localhost:8080

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian peralatan dilakukan untuk melihat apakah alat tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian pada rangkaian *Portable ADS-B* berbasis *Raspberry Pi* ini dilakukan dengan menguji data informasi pesawat yang dihasilkan oleh *software dump1090* dengan data yang ada di *Flightradar24* ini sesuai dan tampilan pada pemantauan lalu lintas pesawat secara *live/langsung* juga sesuai dengan tampilan *Flightradar24*.

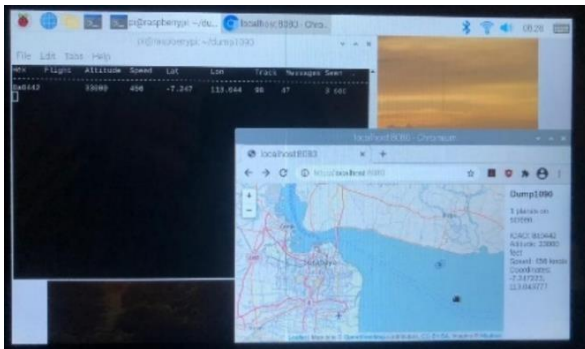
| Tabel 2 Tabel Hasil Pengujian | |
|-------------------------------|---------|
| <i>ICAO</i> | 8A0442 |
| <i>Altitude</i> | 33000 |
| <i>Speed</i> | 456 |
| <i>Latitude</i> | -7.247 |
| <i>Longitude</i> | 113.044 |
| <i>Track</i> | 98 |
| <i>Massage</i> | 47 |

Perhitungan Link Budget

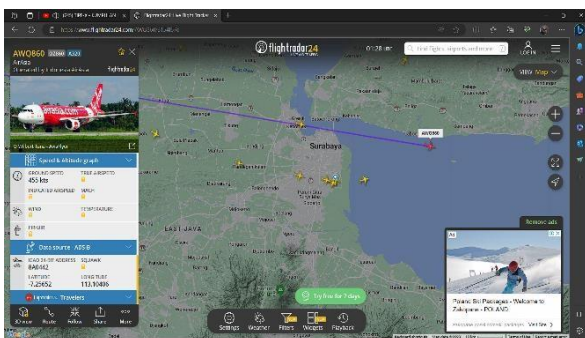
Dalam perancangan sistem dilakukan perhitungan *link budget payload* untuk mengetahui apakah sistem ADS-B yang dirancang untuk satelit nano dengan orbit *Low Earth Orbital (LEO)* pada ketinggian 500 Km dari permukaan bumi memiliki daya yang cukup untuk menerima Sinyal ADS-B out dikirim oleh transponder di pesawat. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan link budget sebagai berikut :

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{RX} - L_{TX} - L_{FS} \quad (1)$$

$$L_{FS} (dB) = (3.24 + 20 \log R_{(km)} + 20 \log f_{(MHz)}) \quad (2)$$



Gambar 5 Data dan Hasil pemantauan alat



Gambar 6 Pemantauan pada Flightradar24

Pada pengujian ini menghasilkan informasi yang sama dari hasil pemantauan alat dan hasil pemantauan *Flightradar24*, dengan menampilkan posisi pesawat yang sama. Pengujian ini menunjukkan penangkapan sinyal ADS-B menggunakan antenna RTL berjalan dengan baik dan *realtime* dan menghasilkan informasi berupa :

Dimana P_{Tx} sebesar 50,96 dBm. Daya yang didapat dari transponder pesawat sebesar 125 Watt yang diubah menjadi satuan dBm, L_{Tx} sebesar 3 dB, G_{Tx} yang digunakan dari pesawat sebesar 3 dBi dan G_{Rx} merupakan nilai *gain* antena yang digunakan pada *payload* yang dirancang. Perhitungan link budget menggunakan nilai *gain* sebesar 0,35 dBi sebagai G_{Rx} .

Untuk *Free Space Loss (FSL)* diperoleh dari persamaan (2), dengan R adalah jarak dalam satuan Kilometer (Km) dan f adalah frekuensi dalam satuan Megahertz (Mhz). Sistem ADS-B menggunakan frekuensi 1090 MHz, untuk jarak yang digunakan adalah jarak terjauh pesawat dengan *payload* penerima ADS-B yang dirancang. Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2), jarak

yang dapat dideteksi oleh *payload* adalah 607.435 Km

$$L_{FS} (dB) = (3.24 + 20\log R_{(km)} + 20\log f_{(Mhz)})$$

$$L_{FS} (dB) = (3.24 + 21.03 + 60.74)$$

$$L_{FS} (dB) = 85.01$$

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{RX} - L_{TX} - L_{FS}$$

$$P_{RX} = 50.96 + 3 + 0.35 - 3 - 85.01$$

$$P_{RX} = -33.7$$

Pengujian di lingkungan Poltekbang Surabaya

Pengujian dengan mengumpulkan dan menyimpan data di Poltekbang Surabaya dengan koordinat *latitude* -7.333409 dan *longitude* 112.736805 pada tanggal 11-13 Agustus 2023. Pengujian ini menampilkan akurasi informasi pesawat yang diterima oleh Alat penelitian dengan *Flightradar24* serta jarak *start* pesawat terdeteksi dan jarak terjauh pesawat sebelum menghilang.

Tabel 3 Tabel akurasi perbandingan data dengan *Flightradar24*

| Callsign | Waktu | Perbandingan | | | | Akurasi (%) |
|---------------------------|-------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------|
| | | Alat | | <i>Flightradar24</i> | | |
| | | <i>Altitude</i> (ft) | <i>Speed</i> (knot) | <i>Altitude</i> (ft) | <i>Speed</i> (knot) | |
| BTK7516 | 11.10 | 10200 | 287 | 10200 | 287 | 100.00 |
| BTK6593 | 11.23 | 5.175 | 256 | 5.180 | 270 | 96.55 |
| CTV632 | 11.24 | 33000 | 433 | 33000 | 432 | 99.96 |
| GIA327 | 11.51 | 4950 | 252 | 4725 | 249 | 92.64 |
| CTV822 | 17.11 | 33750 | 491 | 33700 | 489 | 95.42 |
| GIA313 | 20.23 | 7125 | 279 | 6950 | 276 | 91.33 |
| PAS203 | 20.31 | 6575 | 280 | 6350 | 280 | 90.56 |
| LNI748 | 08.20 | 11050 | 335 | 11050 | 333 | 99.56 |
| CPA780 | 08.41 | 7375 | 280 | 7380 | 287 | 97.65 |
| LNI657 | 08.57 | 36.000 | 476 | 36000 | 474 | 98.82 |
| Rata-Rata Tingkat Akurasi | | | | | | 96.33 |

Tabel 3 menunjukkan hasil tingkat akurasi yang diterima *payload* dibandingkan dengan data yang diterima oleh *Flightradar24* dari lokasi pengamatan di Politeknik Penerbangan Surabaya. Presentase rata-rata yang didapat dari hasil pengamatan tingkat akurasi adalah 96%.

Tabel 4 Tabel Jarak awal dan terjauh pesawat terdeteksi

| ICAO | Callsign | Jarak start pesawat terdeteksi (km) | Jarak terjauh pesawat sebelum menghilang (km) |
|--------|----------|-------------------------------------|---|
| 8A0516 | BTK7516 | 3.10 | 3.35 |
| 8A063B | BTK6593 | 1.57 | 2.90 |
| 8A057A | CTV632 | 9.13 | 10.05 |
| 8A02D5 | GIA327 | 1.50 | 3.02 |
| 8A0508 | CTV822 | 10.28 | 10.77 |
| 8A0240 | GIA313 | 2.17 | 2.49 |
| 8A0915 | PAS203 | 2.00 | 2.77 |
| 8A0234 | LNI748 | 3.36 | 3.61 |
| 780A4B | CPA780 | 2.24 | 3.63 |
| 8A0834 | LNI657 | 10.97 | 11.27 |

Presentasi tingkat keberhasilan dari *payload* yang dirancang dihitung dengan menggunakan persamaan. Tingkat keberhasilan 98.1% diperoleh dari perhitungan. Tabel 3 menunjukkan hasil tingkat akurasi yang diterima *payload* dibandingkan dengan data yang dimiliki *Flightradar24* dari lokasi pengukuran di Poltekbang Surabaya. Kemudian persentase rata-rata tingkat akurasi *payload* dalam mengidentifikasi posisi pesawat adalah 96.33%.

Dari hasil pengumpulan informasi pesawat diperoleh sebagai berikut :

- Jumlah pesawat yang terdeteksi sebanyak 10 pesawat
- Jumlah pesawat yang teridentifikasi sebanyak 10 pesawat
- Jumlah pesawat yang gagal teridentifikasi sebanyak 0 pesawat
- Jangkauan terjauh sebelum menghilang 11.27 Km
- Jangkauan terdekat sebelum menghilang 2.49 Km

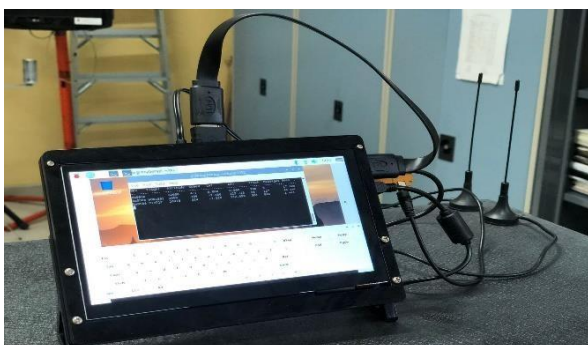
Multireceiver

Multireceiver ADS-B berbasis RTL-SDR melibatkan penggunaan beberapa penerima RTL-SDR untuk mengumpulkan data ADS-B dari berbagai sudut dan lokasi. Selain itu, adanya beberapa *receiver* juga memberikan redundansi pada sistem, sehingga jika ada salah satu *receiver* yang mengalami kerusakan

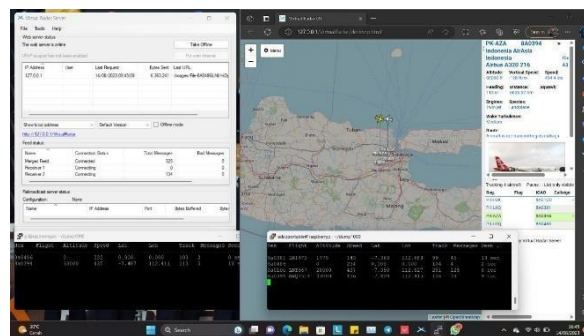
atau gangguan, maka masih ada *receiver* lain yang dapat menangkap sinyal pesawat. Hal ini dapat meningkatkan keandalan sistem dan mengurangi risiko kesalahan pada informasi posisi pesawat yang diterima. Rancangan *multireceiver* ADS-B dapat diterapkan pada berbagai lokasi, seperti di beberapa bandara. Keuntungan dari rancangan ini adalah :

- Cakupan yang Lebih Luas: Dengan menggunakan beberapa penerima yang ditempatkan di lokasi yang berbeda, dapat memperluas cakupan pengawasan ADS-B. Ini memungkinkan untuk melacak pesawat yang mungkin berada di luar jangkauan satu penerima tunggal.
- Pengelompokan dan Analisis Data: Dengan memiliki data dari beberapa penerima, dapat melakukan analisis lebih mendalam tentang pola lalu lintas udara, waktu tiba, dan lainnya. Ini dapat bermanfaat bagi penelitian tentang navigasi udara, pengembangan lalu lintas udara, dan keamanan penerbangan.
- Penelitian dan Pengembangan: *Multireceiver* ADS-B berbasis RTL-SDR juga memungkinkan penelitian lebih lanjut dalam pengembangan sistem ADS-B, pengolahan sinyal, dan teknik pelacakan.

Namun, ada beberapa tantangan dalam mengimplementasikan *multireceiver* ADS-B berbasis RTL-SDR, termasuk manajemen transmisi data dan optimalisasi performa.



Gambar 7 Rancangan Multireceiver



Gambar 8 Hasil penerimaan dan pengamatan Multireceiver

PENUTUP

Simpulan

Perancangan sistem *Portable* ADS-B ini menggunakan *Raspberry Pi* sebagai *Operating System* untuk menjalankan *software* yang akan digunakan, Dalam penelitian ini menggunakan *software dump1090* yang berguna untuk *decode* sinyal yang diterima oleh antena RTL-SDR. Selain *dump1090*, rancangan ini juga menggunakan *webbrowser localhost:8080* digunakan untuk menampilkan pemantauan lokasi pesawat dengan *latitude dan longitude* sesuai dengan informasi pesawat yang diterima. Sinyal ADS-B berfrekuensi 1090 MHz dengan cakupan maksimum pancaran 200 NM atau sekitar 370 km, untuk menerima data sinyal 1090 MHz serta menerjemahkannya dalam bentuk RAW data, maka diperlukan perangkat SDR (*Software Defined Radio*). RTL-SDR merupakan perangkat yang mampu menangkap sinyal radio dari frekuensi dan modulasi tertentu, perangkat ini tentunya memerlukan perangkat keras berupa antena dengan frekuensi kerja 1090 MHz serta *software dump1090* yang digunakan untuk *decode* sinyal.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, *Portable* ADS-B berbasis *Raspberry Pi* tidak lepas dari kelebihan dan kekurangan, sehingga saran untuk pengembangan

selanjutnya yaitu untuk penggunaan antena *Portable ADS-B* harus digunakan di tempat yang terbuka, karena sinyal 1090 pesawat tidak dirancang untuk menembus objek. Lalu untuk *software dump1090* bisa langsung terbuka saat *booting* OS selesai dijalankan sehingga tidak perlu menjalankan perintah lagi untuk membuka *software dump1090*. Selanjutnya *Power supply* dari *Raspberry* bisa disesuaikan dengan menggunakan power yang sesuai dengan kebutuhan *Raspberry*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Yoga, A. Diraputra, and J. T. Elektro, "Rancang Bangun Monitoring Lokasi Pesawat Menggunakan ADS-B dengan RTL-SDR dan *Raspberry Pi* Sopian Soim Sarjana," 2021.
- [2] Sri Eshwar College of Engineering, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Madras Section, IEEE Computer Society, IEEE Communications Society. Madras Chapter, and IEEE Signal Processing Society, *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced Computing and Communication Systems : December 19-21, 2013, "Sri Eshwar College of Engineering" campus*.
- [3] P. T. Eleko, F. Teknik, and U. N. Jakarta, "PENDAHULUAN Perkembangan teknologi yang semakin pesat di zaman modern ini membuat munculnya berbagai alat elektronik yang ada di lingkungan masyarakat , baik di rumah , sekolah / Universitas , perkantoran , dan rumah sakit . Salah satu alat elektronik yan".
- [4] S. Setyowibowo and) Syahminan, "MEMBANGUN SERVER VOIP DENGAN ASTERISK DI LINUX BESERTA ADMINISTRASI USER BERBASIS WEBSITE." [Online]. Available: <http://www.e->
- [5] F. A. P. Maharani, S. Soim, and M. Fadhli, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Penerima Sinyal Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Berbasis *Raspberry Pi* dan Antena Ground Plane Sebagai Antena Penerima," *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, p. 111, Sep. 2022, doi: 10.33387/protk.v9i2.4690.
- [6] M. Sohobi, D. Dermawan, and L. Lasmadi, "Rancang Bangun *Receiver* menggunakan Antena 1090 MHz dan Low Noise Amplifier untuk Menambah Jarak Jangkauan Penerimaan Sinyal dan Data Parameter Target ADS-B berbasis RTL820T2," *AVITEC*, vol. 2, no. 2, Aug. 2020, doi: 10.28989/avitec.v2i2.765.