

**ANALISIS PERBANDINGAN DATA INFORMASI PESAWAT YANG  
DITERIMA OLEH APLIKASI RTL-SDR 1090 DAN ADS-B THALES AX680  
DI PERUM LPPNPI CABANG DENPASAR**

**Amin Nur Rahman<sup>1</sup>, M. Faisal Yoga Dewantara<sup>2</sup>, I Gde Made Wahyu Pranata<sup>3</sup>**

PPI Curug<sup>1</sup> [amiinrahmaan@gmail.com](mailto:amiinrahmaan@gmail.com)

PPI Curug<sup>2</sup> [faisal.yoga87@gmail.com](mailto:faisal.yoga87@gmail.com)

AirNav Denpasar<sup>3</sup> [wahyupranata1992@gmail.com](mailto:wahyupranata1992@gmail.com)

*Diterima: 1 Februari 2024    Revisi: 2 Februari 2024    Diterima: 15 Februari 2024*

**ABSTRACT:**

Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) is a surveillance technology using position information from satellites that is broadcast (broadcast) continuously. One of the problems in the development of surveillance technology is how to detect or monitor aircraft with cheap equipment technology, where it is known that surveillance equipment at Indonesian airports tends to be expensive, even the equipment modules for each surveillance tool are sold specifically according to each brand and type. surveillance equipment. The problem also faced at Indonesian airports is the limited surveillance equipment available at each airport, especially ADS-B equipment, where on average branch and unit airports in Indonesia do not yet have ADS-B equipment. Therefore, the author made an analysis, especially of the power received by an ADS-B receiver device that uses RTL-SDR RTL2832U to process signals emitted by aircraft transponders to obtain information in the form of ICAO aircraft address, aircraft callsign, altitude and speed so that it can help users to observe a target or aircraft.

**Keywords:** ADS-B, RTL1090, RTL-SDR RTL2832U

### **ABSTRAK:**

Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) adalah sebuah teknologi surveillance menggunakan informasi posisi dari satelit yang dipancarkan (broadcast) secara terus-menerus. Salah satu permasalahan dalam perkembangan teknologi surveillance yaitu bagaimana mendeteksi atau memantau pesawat dengan teknologi peralatan yang murah, dimana diketahui peralatan surveillance yang ada di bandara Indonesia cenderung mahal harganya bahkan modul-modul peralatan tiap-tiap alat surveillance dijual khusus sesuai merk dan tipe tiap-tiap peralatan surveillance. Permasalahan yang juga dihadapi di bandara Indonesia yaitu terbatasnya peralatan surveillance yang ada di tiap-tiap bandara terutama peralatan ADS-B, dimana rata-rata di bandara cabang dan unit di Indonesia belum mempunyai peralatan ADS-B. Oleh karena itu penulis membuat Analisa terutama daya yang diterima sebuah perangkat receiver ADS-B yang menggunakan RTL-SDR RTL2832U untuk memproses sinyal yang dipancarkan transponder pesawat untuk mendapat informasi berupa ICAO aircraft address, Callsign Pesawat, Altitude, dan Speed sehingga dapat membantu user untuk mengamati sebuah target atau pesawat.

**Kata Kunci:** ADS-B, RTL1090, RTL-SDR RTL2832U

## PENDAHULUAN

Politeknik Penerbangan Indonesia (PPI) Curug merupakan salah satu lembaga pendidikan vokasi bidang penerbangan yang berada di bawah Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM). PPI Curug menyelenggarakan beberapa program studi diantaranya program studi Teknik Navigasi Udara (TNU) yang fokus pada bidang navigasi udara yang meliputi komunikasi, navigasi, pengawasan dan otomasi (CNS-D). Program studi TNU berupaya untuk melatih lulusan (teknisi) yang memiliki kompetensi profesional, kompetensi tinggi dan beretika untuk bekerja di bidang dirgantara. Salah satu program kurikulum yang dijalankan oleh program studi TNU adalah Program Pelatihan Lapangan/ *On the Job Training* (OJT).

Selama proses *On the Job Training* (OJT) hingga selesai diharapkan taruna dapat menguasai dan memahami alat komunikasi, navigasi, pemantauan dan otomasi (CNS-D) serta dapat memperbaiki jika terdapat peralatan yang mengalami masalah atau gangguan. Dalam laporan *On the Job Training* (OJT) yang pertama ini penulis mengambil judul “Analisis Perbandingan Data Informasi Pesawat yang Diterima Oleh Aplikasi RTL-SDR 1090 dan ADS-B Thales AX680 di Perum LPPNPI Cabang Denpasar”. Alasan penulis mengambil judul tersebut adalah karena penulis bersama salah satu pegawai di LPPNPI Cabang Denpasar mempelajari tentang penggunaan Aplikasi RTL-SDR 1090 sebagai bahan percobaan, hal tersebut membuat penulis tertarik untuk mengetahui kelebihan dari masing-masing alat dengan melakukan analisis perbandingan data yang diterima oleh Aplikasi RTL-SDR 1090 dengan data yang diterima oleh ADS-B Thales AX680 di Perum LPPNPI Cabang Denpasar.

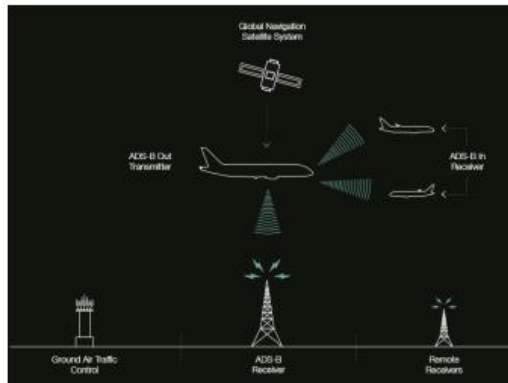
## TINJAUAN TEORI

### Pengertian ADS-B

*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B) adalah sebuah teknologi pengamatan (*surveillance*) yang digunakan untuk menggantikan fungsi radar. Posisi GPS yang didapatkan oleh ADS-B lebih akurat dan konsisten dibandingkan posisi yang dihasilkan oleh radar. Prinsip kerja ADS-B berbeda dengan radar. Radar menggunakan prinsip pulsa-pulsa *interrogate* dan *reply*, sedangkan ADS-B menggunakan prinsip kerja menerima informasi posisi dari satelit GPS. Dengan menggunakan ADS-B, teknologi pengamatan menjadi lebih akurat, lebih mudah, dan lebih murah.

ADS-B bekerja untuk memberikan informasi posisi pesawat di udara. Sistem ADS-B dengan bantuan dari GNSS (*Global Navigation Satellite System*) mengirim data informasi posisi ke pesawat. *Transponder* pada pesawat menerima informasi dari GNSS (*Global Navigation Satellite System*) kemudian sinyal informasi dikirimkan secara terus-menerus (*broadcast*) setiap 0,5 detik ke *receiver* ADS-B *Ground Station* (ADS-B *out*) ataupun ke pesawat lainnya (ADS-B *in*). Informasi data pesawat yang dikirim ke *receiver* ADS-B *Ground Station* di darat akan diproses lebih lanjut dan ditampilkan melalui layar monitor. Adapun informasi data pesawat yang ditampilkan pada layar monitor ADS-B berupa posisi pesawat, kecepatan terbang, identitas pesawat, ketinggian pesawat, dan parameter lainnya. Sinyal ADS-B berfrekuensi 1090 MHz dengan cakupan maksimum pancaran ke *Ground Station* ADS-B hingga 200 NM (370 km). (Irawan et al., 2020)

### Prinsip kerja ADS-B

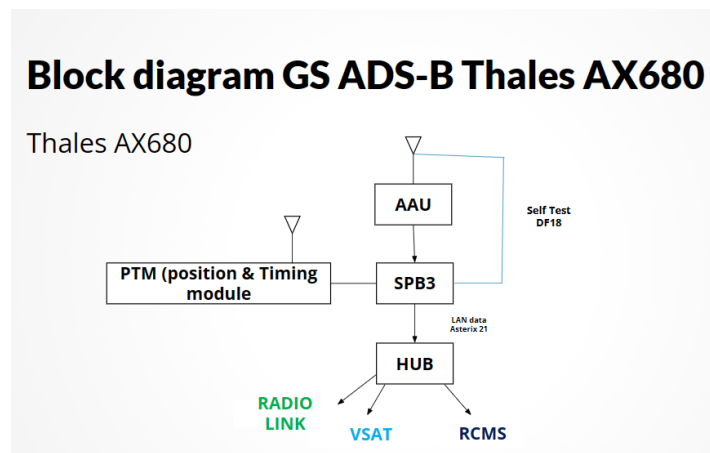


Gambar 1. Ilustrasi Prinsip Kerja ADS-B  
Sumber: ICCEREC, 2018

Prinsip kerja ADS-B sebagai berikut:

1. Sinyal dari satelit GNSS (*Global Navigation Satellite System*) ditangkap oleh pesawat dan dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan informasi posisi pesawat, kecepatan terbang, ketinggian pesawat, identitas pesawat dan parameter lainnya.
2. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan sinyal GPS oleh pesawat kemudian dipancarkan secara terus-menerus setiap 0,5 detik ke peralatan ADS-B *Ground Station* di darat menggunakan frekuensi 1090 MHZ oleh *transponder* pesawat.
3. ADS-B *Ground Station* menerima sinyal dari *transponder* di pesawat kemudian sinyal diproses dan diubah menjadi format data ASTERIX Cat.21 versi 2.1. Kemudian data ASTERIX dari ADS-B *Ground Station* dikirimkan ke peralatan *ATC Automation System* untuk digunakan oleh petugas ATC dalam melakukan pengamatan atau pengendalian lalu lintas penerbangan.

#### Blok diagram Thales AX680



Gambar 2. Blok Diagram GS ADS-B Thales AX680

Sumber: PPT AirNav

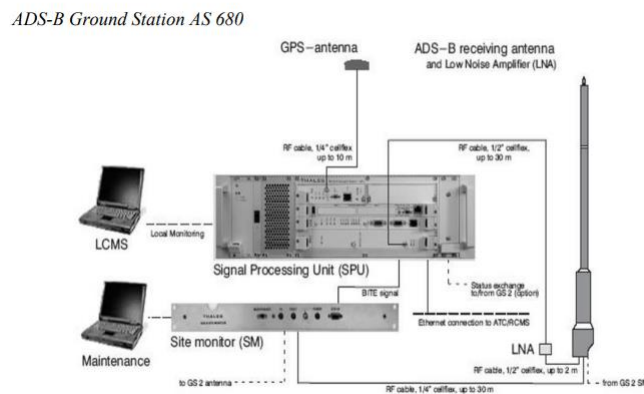
#### Cara Kerja Ground Station Thales AX680

1. Antena ADS-B menerima sinyal RF dari pesawat, kemudian sinyal RF tersebut dikuatkan oleh Antena Amplifier Unit (AAU).

2. *Output* sinyal RF dari AAU diteruskan ke SPB3 (*Signal prosesing board*), pada SPB3 melewati beberapa proses yaitu: *Receiver section*, Menerima sinyal RF dan merubah sinyal RF menjadi sinyal video. (Indonesia, n.d.)
3. Sinyal video diproses untuk *preamble detection*, *message decoding* dan pembentukan sinyal Asterix cat 21.
4. PTM (*Position and Timing Module*) memberikan referensi waktu real. PTM juga memberikan informasi tambahan tentang status GPS seperti posisi, memonitor status GPS, akurasi dan status GPS.

### Sistem ADS-B Ground Station

Secara umum ADS-B terdiri dari 3 (tiga) sub sistem yaitu: *Signal Processing Unit (SPU)*, *Site Monitor (SM)*, dan GPS RX antenna.



Gambar 3. Sistem ADS-B Ground Station AX680

*Sumber: Jurnal Elektro, 2023*

Masing-masing *Ground Station A* dan *B* terdiri dari:

1. *Signal Processing Unit (SPU)*

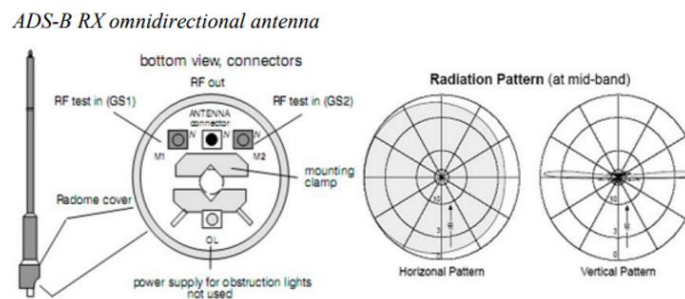
SPU menerima sinyal dari antenna ADS-B yang berisi data pesawat serta menerima sinyal GPS sebagai data referensi untuk *timming and located station*. *Output* data berupa format ASTERIX Cat 21 yang akan didistribusikan melalui system jaringan komputer, raw data, dan *video signal monitor*.

2. *Site Monitor (SM)*

SM digunakan untuk mencetak peralatan secara langsung dengan cara mengambil data melalui probe antenna monitor. Melalui kabel control ke LCMS maka parameter peralatan dapat diketahui.

### 3. GPS RX Antena

GPS *Receiver* dengan frekuensi 1575,42 MHz memproses penentuan posisi pesawat berdasarkan referensi waktu guna menghasilkan data yang akurat. Akurasi ditentukan oleh HPL (*Horizontal Level of Protection*) yang sama dengan pesawat. HPL memiliki kemampuan untuk menentukan kesalahan satelit dan juga digunakan untuk menentukan posisi serta waktu sebagai dasar sistem pewaktuan (*timing system*).



Gambar 4. Antena GPS Receiver ADS-B Omnidirectional

Sumber: Jurnal Elektro, 2023

Pada Gambar 4, Antena ADS-B terlihat mirip dengan Antena DME. Antena ADS-B merupakan antena *omnidirectional* yang dapat menerima sinyal dari segala arah secara *line of sight*. (Bagus et al., n.d.)

## Pengertian RTL-SDR

*Software Defined Radio* (SDR) merupakan sebuah software DSP (*Digital Signal Processing*) dengan teknologi radio terbaru yang memproses sinyal frekuensi radio dalam bentuk *analog* lalu diubah menjadi bentuk *digital* oleh software aplikasi SDR ini dalam bentuk *display* (GUI: *Graphics User Interface*) yang dapat dianalisa lebih lanjut melalui komputer. SDR mendapatkan *tune* frekuensi dengan rentan tertentu yang didukung dengan komputer sebagai *signal processing*, dan skematik diagramnya yang lebih sederhana dibandingkan dengan radio konvensional biasa. SDR dapat menerapkan berbagai macam modulasi dan demodulasi. SDR memiliki berbagai jenis seperti RTL-SDR, USRP, Hack RF dan SDRPlay.

*Register Transfer Level* (RTL) dalam rancangan hardware rangkaian digital merupakan suatu rancangan abstrak model *synchronous digital circuit* yang menghasilkan sinyal data digital antara *hardware register* dan operasi logika yang ditampilkan dalam bentuk sinyal. Jadi RTL-SDR mengaplikasikan perangkat keras (*hardware*) radio seperti modulator, demodulator, dan tuner ke dalam perangkat lunak (*software*). RTL-SDR mempunyai harga yang terjangkau, dengan sistem yang diproyeksikan mempunyai *bandwidth* 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 memfilter frekuensi yang tidak diinginkan.

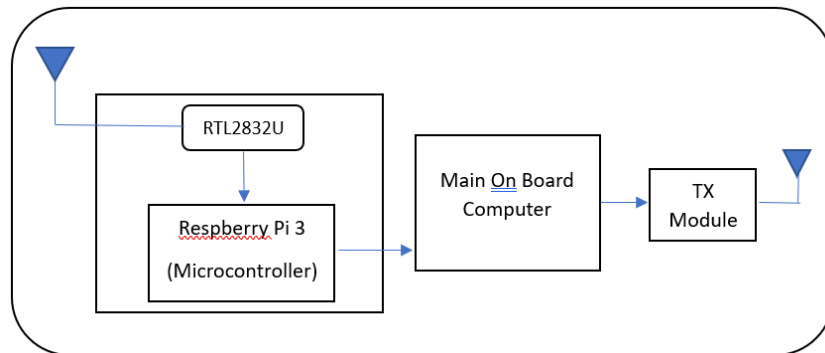
Dalam penelitian ini menggunakan RTL-SDR 1090 sebagai alat penelitiannya. RTL-SDR 1090 merujuk pada penggunaan perangkat RTL-SDR sinyal *Automatic Dependent Surveillance Broadcast* (ADS-B) pada frekuensi 1090MHz. RTL-SDR 1090 digunakan untuk menerjemahkan data yang diterima oleh SDR pada frekuensi 1090 MHz. Hasil dari data yang ditampilkan berupa data sinyal yang diterima, data Asterix, 24 bit ICAO *aircraft address*, *Callsign*, *Nationality*, *Ident* atau *Squawk*, *Altitude*, *Latitude*, *Longitude*, *Speed*, dan *Heading*. Pada software RTL-SDR 1090 juga menampilkan posisi pesawat dalam bentuk *maps*, namun tidak dalam bentuk virtual pesawat terbang.

## Desain sistem

Penerima ADS-B *prototype* dibuat menggunakan RTL2832U sebagai *receiver* ADS-B dari sinyal yang dikirimkan oleh ADS-B *Out* aktif pesawat terbang. Pesawat menerima posisi dan ketinggian informasi dari *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Pesawat mengirimkan informasi posisi, ketinggian dan tambahan informasi yang dipancarkan melalui ADS-B *out* dan akan diterima oleh penerima pada *payload* (RTL2832U). Kemudian data diterima



lalu diproses dan disimpan oleh mikrokontroler (Raspberry Pi 3 Model B). Proyek ini berfokus pada muatan satelit nano yang berfungsi sebagai penerima ADS-B data dari pesawat. Hal ini ditunjukkan pada balok diagram Gambar 5 (Pahlevy et al., 2018)



Gambar 5. Blok Diagram Desain ADS-B Receiver Nano Satelit

*Sumber: ICCEREC, 2018*

### A. Desain PCB

Ukuran pada payload disesuaikan dengan kriteria nano satelit. PCB dirancang menggunakan ukuran 1U. PCB dirancang menggunakan jenis PCB PC104 dengan ukuran 9 cm x 9,5 cm pada software. Pada PCB yang dirancang terdapat jalur yang menghubungkan Raspberry Pi 3 dengan port USB A *female*. Port tersebut digunakan untuk menghubungkan RTL-SDR TL2832U. Untuk memperkuat posisi Raspberry Pi 3 pada *payload* dibuat 4 lubang yang sudah disesuaikan dengan lubang pada Raspberry Pi 3 dan *spacer* dipasang di setiap lubang.

### B. Link Perhitungan Anggaran

Dalam merancang sistem, *link budget* dari *payload* dihitung untuk mengetahui bahwa sistem ADS-B dirancang untuk satelit nano dengan *orbit Low Earth Orbital (LEO)* pada ketinggian 500 Km dari permukaan bumi sudah cukup daya untuk menerima sinyal keluar ADS-B yang dikirim oleh *transponder* di pesawat. Perhitungannya dilakukan dengan menggunakan menghubungkan persamaan anggaran sebagai berikut:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - L_{Rx} - L_{Tx} - L_{FS} \quad (1)$$

$$L_{FS} (dB) = (32.4 + 20 \log R_{(Km)} + 20 \log f_{(Mhz)}) \quad (2)$$

Dimana  $P_{Tx}$  sebesar 50,96 dBm. Itu adalah kekuatan yang di dapat *transponder* pesawat 125Watt yang diubah menjadi satuan dBm,  $L_{Tx}$  3 dB,  $G_{Tx}$  yang digunakan dari pesawat 3 dBi.  $G_{Rx}$  adalah nilai *gain* antenna yang digunakan pada *payload* yang dirancang. Dalam proyek ini menggunakan *monopole* standar antenna dongle RTL2832U seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 6. Antena RTL-SDR 1090  
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023



Gambar 7. Dongle Antena RTL2832U  
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023

Tabel 1. Spesifikasi Dongle RTL2832U

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| <b>IC Interface</b>     | Realtek RTL2832U       |
| <b>Work Frequencies</b> | 25 – 1700 MHz          |
| <b>Sensitivity</b>      | -130 dB                |
| <b>Interface</b>        | USB 2.0 Standard       |
| <b>Weight</b>           | 22g                    |
| <b>Dimension</b>        | 30,5mm x 72mm x 14,4mm |

Tabel 2. Standar ukuran Antena RTL-SDR 1090

|                    |      |
|--------------------|------|
| Average Gain (dBi) | 0,35 |
|--------------------|------|

|                        |      |
|------------------------|------|
| <i>Min. Gain (dBi)</i> | 0,37 |
| <i>Max. Gain (dBi)</i> | 0,34 |

Untuk mengetahui penguatan antena dilakukan pengukuran yang diambil untuk mendapatkan keuntungan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. *Link budget* perhitungan menggunakan nilai gain sebesar 0,35 dBi sebagai GRx. 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 sebesar 1090 MHz, untuk jarak yang digunakan adalah jarak terjauh pesawat ke muatan penerima ADS-B yang dirancang. Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2), jarak yang dapat ditempuh terdeteksi *payload* adalah 607.435 Km.

### C. Indikator Kinerja Sistem yang Dirancang

Dalam desain muatan penerima ADS-B, beberapa sistem indikator kinerja digunakan sehingga sistem dirancang mampu digunakan pada satelit nano. Beberapa indikator diuji dalam proyek ini adalah:

#### a) *Success Rate*

$$\text{Success Rate} = \frac{\text{Number of identified aircraft}}{\text{Number of detected aircraft}} \times 100\% \quad (3)$$

#### b) *Accuracy*

$$\text{Accuracy} = \left( 1 - \left( \frac{|R_1 - R|}{R} \right) \right) \times 100\% \quad (4)$$

#### c) *Data processing speed rate*

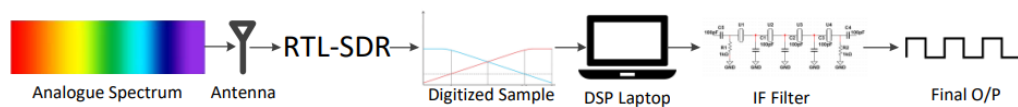
$$\text{Average Speed Rate} = \frac{(d_2 - d_1) + (d_3 - d_2) + (d_4 - d_3) + \dots + (d(n+1) - d(n))}{N} \quad (5)$$

### D. Cakupan Terjauh

Cakupan terjauh adalah jarak dari pesawat ke muatan. Dimana pesawat dapat diidentifikasi dari muatannya. Di dalam jarak yang diharapkan penelitian ini adalah jarak itu sesuai dengan satelit nano yang mengorbit di *Low Orbital Bumi* (LEO) yaitu  $\pm 500$  Km.

## Prinsip kerja RTL-SDR

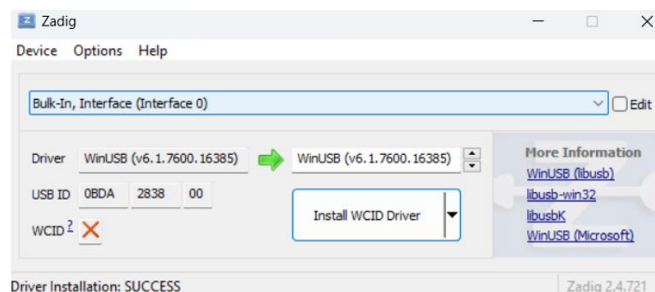
Prinsip kerja RTL-SDR dapat dilihat pada Gambar 8 yaitu sinyal analog diterima oleh antena lalu masuk dalam sistem RTL-SDR dan diubah menjadi sinyal digital untuk dapat dipahami oleh laptop penerima. Kemudian sinyal digital di *filter* menggunakan IF *filter* sehingga *output* yang dihasilkan menjadi *final O/P*. Dalam proses kerja RTL-SDR perlu sebuah *software* untuk menunjang kinerja dari RTL-SDR. Software tersebut adalah Aplikasi Zadig dan Aplikasi Virtual Radar. (Harianto et al., 2020)



Gambar 8. Prinsip Kerja RTL-SDR  
*Sumber: Jurnal Teknologi Penerbangan, 2020*

### A. Software Zadig

Software Zadig digunakan untuk driver pembacaan input USB dari RTL2832U *flight aware* pada sistem operasi windows yang digunakan pada computer menampilkan Software Zadig seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9 (Dermawan et al., 2023)

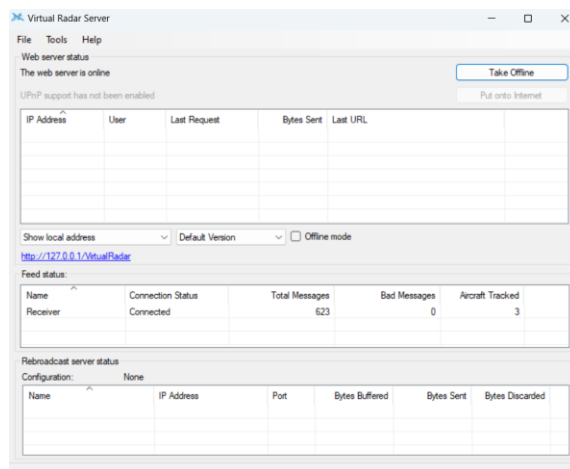


Gambar 9. Display Aplikasi Zadig  
*Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023*

## B. Virtual Radar

Virtual Radar yang digunakan oleh penulis adalah tipe 2.4.4.36598. Software ini dapat diunduh secara gratis pada *browser*. Fungsi Virtual Radar yaitu sebagai *tracking* pergerakan pesawat yang dapat menampilkan target/pesawat di udara dimana tampilan tersebut adalah hasil dari pemrosesan dan terjemahan dari aplikasi RTL-SDR 1090. Dengan kata lain aplikasi ini harus terintegrasi dengan sistem RTL1090. (Harianto et al., 2020)

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 antena. RTL 1090 merupakan *software* gratis yang dikembangkan oleh *jetvision*. Display RTL 1090 akan mendeteksi dongle RTL-SDR yang *connect* dengan komputer, dan akan muncul kode penerbangan jika menerima sinyal dari pesawat. Berikut merupakan *display* Virtual Radar dan *display* dari RTL 1090.



Gambar 10. Display Virtual Radar  
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023



Gambar 11. Display RTL 1090  
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023

## METODE

*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B) merupakan salah satu peralatan pengamatan (*surveillance*) yang digunakan di dunia penerbangan. ADS-B memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan peralatan pengamatan lainnya seperti dimensi peralatan, sistem yang sederhana, dan harga yang terjangkau. Dalam analisis ini, penulis akan membandingkan data informasi posisi pesawat terbang yang teridentifikasi oleh ADS-B dengan aplikasi *software* yang lebih terjangkau, lebih simple, dapat diakses dimana saja, dan alat yang digunakan lebih ringan serta dapat dibawa kemana-mana. Aplikasi yang akan digunakan ini adalah Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090 dengan bantuan Antena *Dongle* RTL2832U sebagai alat penerimanya.

### Analisis Pembahasan

Dalam proses analisis perbandingan data informasi yang teridentifikasi oleh Aplikasi RTL-SDR 1090 dan ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar, ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan:

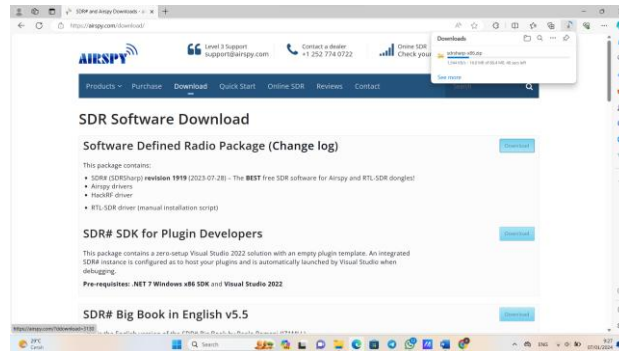
1. Instalasi Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090.
2. Pengambilan data informasi pesawat pada Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090 dan Parameter pada Monitor ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar.
3. Melakukan perbandingan jumlah data teridentifikasi antara data informasi pesawat pada Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090 dan ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar menggunakan tabel dan grafik. Adapun data teridentifikasi yang dibandingkan pada analisis ini mencakup identitas, *callsign*, kecepatan, dan ketinggian pesawat.

### Instalasi Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090

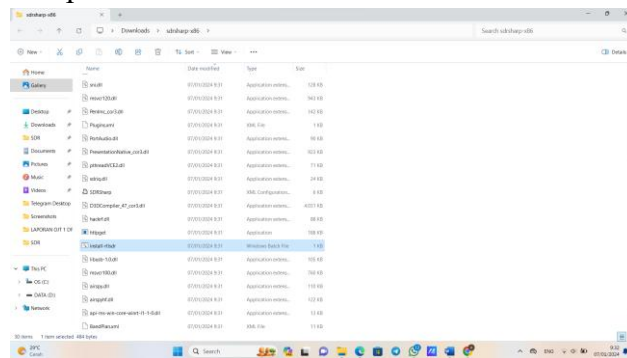
Dalam analisis ini menggunakan Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090 sebagai bahan penelitian. Berikut adalah langkah-langkah instalasi Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090:

#### A. Instalasi *Driver* Zadig

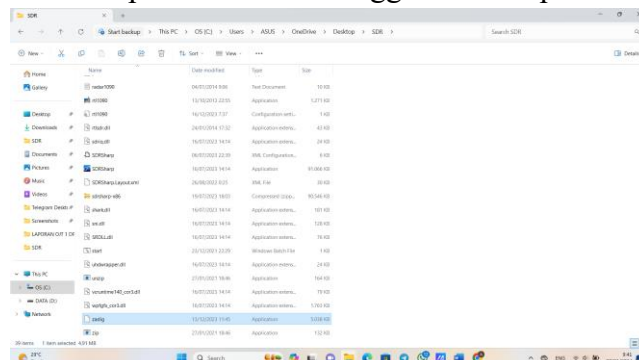
1. Buka *browser* dan masuk pada halaman <https://airspy.com/download/>. Lalu unduh aplikasi dengan menekan tombol *download* pada “*Software Defined Radio Package (Change Log)*” bagian paling atas.



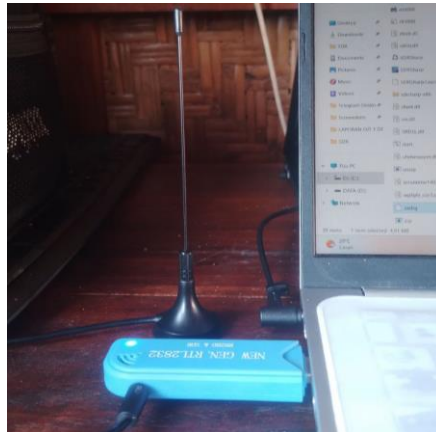
- Setelah file selesai diunduh, lakukan *extract file*. Setelah itu, klik dua kali pada “*install-rtlsdr*”



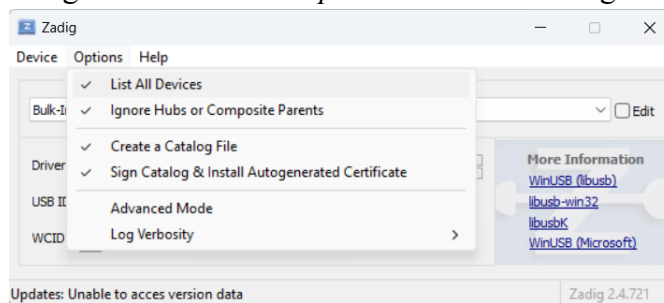
- Lakukan proses instalasi hingga muncul aplikasi “*zadig*” pada tampilan.



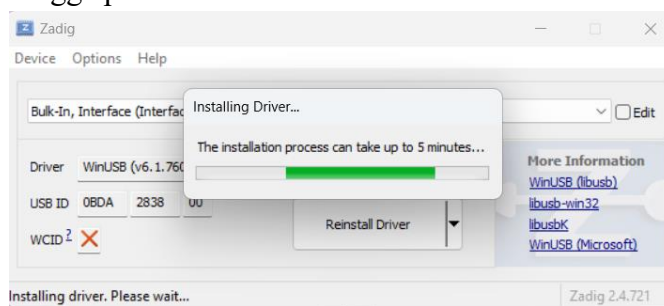
- Kemudian masukkan *dongle* RTL2832U pada port USB PC yang digunakan.



5. Klik dua kali aplikasi zadig lalu akan muncul tampilan kotak dialog zadig. Kemudian klik '*option*' lalu klik centang '*List All Device*'



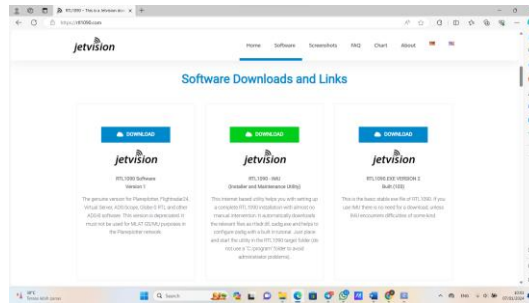
6. Pilih '*Interface 0*' kemudian klik '*Install/Reinstall Driver*' lalu tunggu hingga proses instalasi selesai.



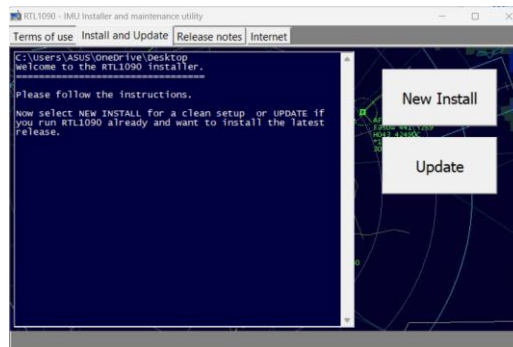
## B. Instalasi *Software* RTL1090

1. Buka *browser* dan masuk pada halaman [RTL1090 – This is a Jetvision download site...](#) pilih RTL 1090-IMU lalu klik *download*.

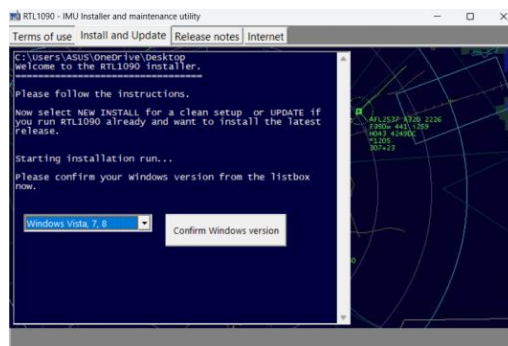




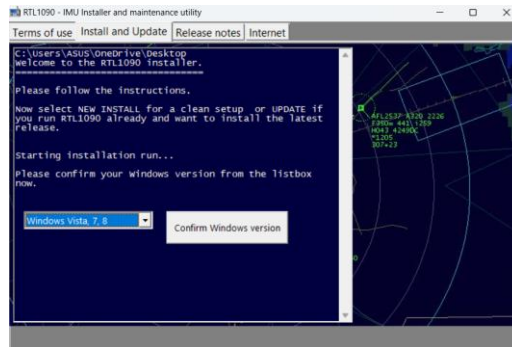
2. Setelah file selesai diunduh, lalu *extract file*. Jalankan aplikasi rtl1090 lalu klik 'New Install'



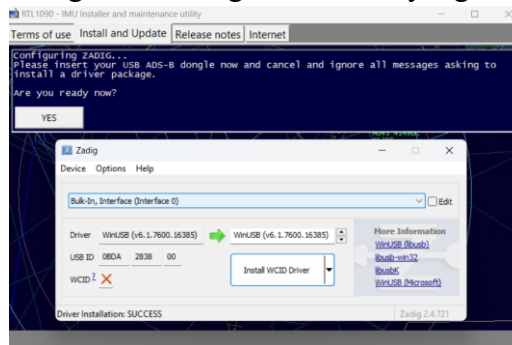
3. Setelah klik 'New Install' muncul tampilan seperti gambar dibawah. Lalu pilih sistem operasi windows vista, 7,8. Kemudian klik 'Confirm Windows version'



4. Pilih lokasi instalasi penyimpanan yang diinginkan, lalu klik OK.



5. Setelah itu akan muncul tampilan *task/windows* baru pada aplikasi Zadig untuk menginstal *driver* yang terbaca/terdeteksi.

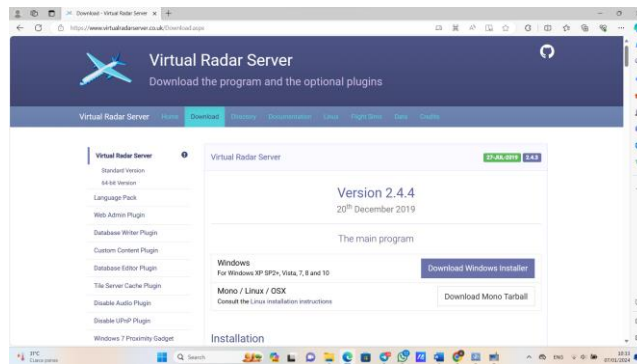


6. Lakukan instruksi proses instalasi *driver* dan rtl1090 hingga muncul aplikasi rtl1090, kemudian klik '*START*' untuk memulai. (Bagian kanan adalah tampilan target pesawat yang telah ditangkap).

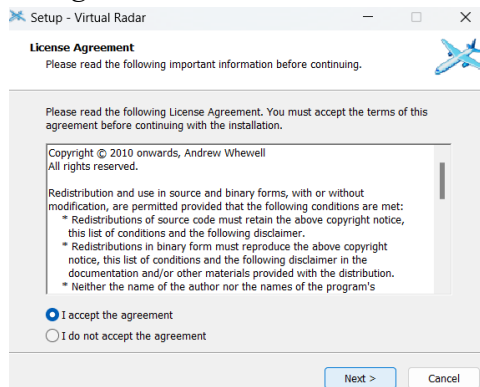


### C. Instalasi Virtual Radar Server

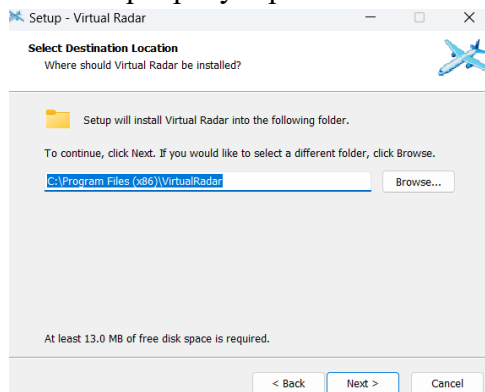
1. Buka *browser* dan masuk pada halaman [Download - Virtual Radar Server](https://www.virtualradarserver.co.uk/Download.aspx) dan klik ‘*Download Windows Installer*’ pada tampilan.

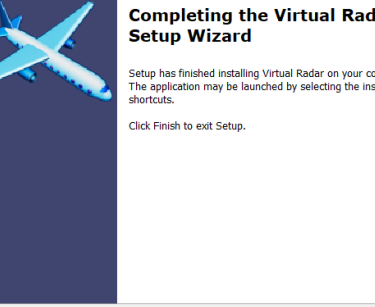


2. Setelah aplikasi terinstall, klik file Virtual Radar kemudian pilih “*I accept the agreement*” lalu klik *next*.



3. Pilih tempat penyimpanan file lalu klik *Next*.



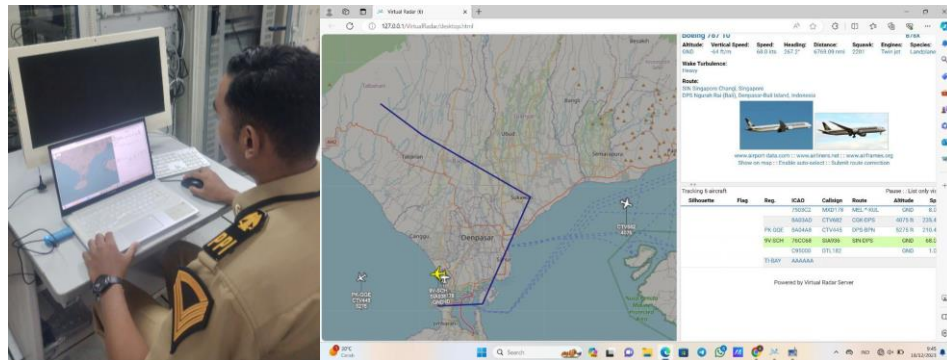
- 
- The screenshot shows a window titled "Setup - Virtual Radar". On the left is a dark blue vertical panel with a 3D model of a white commercial airplane flying upwards. The main area has a light blue background. The title "Completing the Virtual Radar Setup Wizard" is displayed in large, bold black font. Below it, a paragraph states: "Setup has finished installing Virtual Radar on your computer. The application may be launched by selecting the installed shortcuts." A button labeled "Finish" is located at the bottom right of the window.

- [illegible]

- [illegible]

### Pengambilan Data ADS-B Thales AX680 dan RTL-SDR 1090

Setelah berhasil melakukan instalasi Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090, penulis melakukan pengambilan data dengan cara mengambil gambar pada layar monitor ADS-B dan *capture* pada Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090. Dalam pelaksanaannya, penulis membagi waktu pengambilan data informasi posisi pesawat menjadi tiga hari, yaitu hari pertama mengambil data pada pagi hari, kemudian hari kedua mengambil data pada siang hari, dan hari ketiga mengambil data pada malam hari. Ketiga hari pengambilan data tersebut dalam kondisi cuaca cerah. Adapun lokasi pengambilan data informasi pesawat yang diterima oleh Aplikasi RTL-SDR 1090 adalah dengan meletakkan Antena Dongle RTL2832U di ruangan server, ruangan CNSD, halaman depan, dan parkir LPPNPI Cabang Denpasar. Data yang telah diambil kemudian dikumpulkan dalam bentuk tabel. Berikut adalah dokumentasi penulis ketika melakukan pengambilan data informasi pesawat pada Aplikasi RTL-SDR 1090 dan pada Monitor ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar. Serta tampilan gambar *capture* monitor dan tabel data informasi pesawat dari Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090 dan ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar.



Gambar 12. Pengambilan data informasi pesawat pada Aplikasi RTL-SDR 1090 dan Tampilan informasi pesawat pada Aplikasi Virtual Radar.

*Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023*



TABEL 3 DATA INFORMASI PESAWAT 18 DESEMBER 2023 (PAGI)

| No | ICAO Address | Callsign | Pembacaan Callsign       |                          | Altitude (ft) |          | Speed (kts) |          |
|----|--------------|----------|--------------------------|--------------------------|---------------|----------|-------------|----------|
|    |              |          | ADS-B                    | RTL 1090                 | ADS-B         | RTL 1090 | ADS-B       | RTL 1090 |
| 1  | 8A0418       | AWQ803   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1650.00       | 2125     | 185.01      | 232.0    |
| 2  | 8A077D       | WON1850  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2725.00       | 1850     | 171.17      | 145.2    |
| 3  | 7C531F       | QFA35    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 40700.00      | 38000    | 484.28      | 484.4    |
| 4  | C81E22       | ANZ6016  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 37550.00      | 35000    | 487.35      | 485.9    |
| 5  | 06A0BC       | QTR965   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2000.00       | 1525     | 208.08      | 163.4    |
| 6  | 76BD4A       | TGW280   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GND           | GND      | 1.76        | 2.5      |
| 7  | 8A02CA       | AWQ751   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7300.00       | 4925     | 249.17      | 254.9    |
| 8  | C95000       | DTL181   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GND           | GND      | 21.09       | 36.0     |
| 9  | BA02CA       | AWQ751   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5175.00       | 7225     | 254.22      | 257.6    |
| 10 | C95000       | DTL181   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GND           | GND      | 8.57        | 9.0      |
| 11 | 7C47A8       | JST126   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2150.00       | 1250     | 201.27      | 196.2    |
| 12 | 7C47A8       | JST126   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 11300.00      | 9625     | 312.89      | 300.8    |
| 13 | BA0921       | SJV757   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2450.00       | 2275     | 217.97      | 218.0    |
| 14 | 8015C1       | VTI145   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GND           | GND      | 11.43       | 22.0     |
| 15 | 76CC68       | SIA936   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5275.00       | 5675     | 273.12      | 295.5    |
| 16 | 8A03AD       | CTV682   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 10875.00      | 11075    | 289.60      | 303.6    |
| 17 | 8A04A8       | CTV445   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2425.00       | 2175     | 212.92      | 211.0    |
| 18 | 76B444       | SIA935   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 33050.00      | GND      | 438.79      | 22.0     |
| 19 | 8A01CD       | LNI990   | <input type="checkbox"/> | X                        | 6975.00       | 6875     | 274.00      | 277.5    |
| 20 | 76AA78       | JSA244   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1600.00       | 1150     | 188.31      | 162.0    |

Dari hasil pengumpulan data informasi pesawat pada Monitor ADS-B Thales AX680 LPPNPI Denpasar dan Aplikasi RTL-SDR 1090 pada 18 Desember 2023 di pagi hari, maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Jumlah pesawat yang terdeteksi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL-SDR 1090 adalah 20.
2. Jumlah *callsign* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B adalah 20 dan Aplikasi RTL 1090 adalah 19.
3. Jumlah *altitude* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL 1090 adalah 20.
4. Jumlah *speed* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL 1090 adalah 20.

TABEL 4 DATA INFORMASI PESAWAT 19 DESEMBER 2023 (SIANG)

| No | ICAO Address | Callsign | Pembacaan Callsign       |                          | Altitude (ft) |          | Speed (kts) |          |
|----|--------------|----------|--------------------------|--------------------------|---------------|----------|-------------|----------|
|    |              |          | ADS-B                    | RTL 1090                 | ADS-B         | RTL 1090 | ADS-B       | RTL 1090 |
| 1  | 8A05AD       | GIA409   | <input type="checkbox"/> | X                        | 2500.00       | 2200     | 192.92      | 175.0    |
| 2  | 8A0947       | TNU5107  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1100          | 1000     | 150.29      | 150.3    |
| 3  | 8A0520       | BTK7308  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1375.00       | 1250     | 154.47      | 153.4    |
| 4  | 8881B1       | VJC848   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 800.00        | 375      | 165.01      | 132.1    |
| 5  | 888143       | VJC894   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 575.00        | 525      | 167.21      | 168.2    |
| 6  | 8A07B7       | AWQ627   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 800           | 800      | 132.06      | 132.1    |
| 7  | 8A03F3       | AWQ544   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1200.00       | 1225     | 157.54      | 157.6    |
| 8  | 8A060E       | CTV684   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5300.00       | 5025     | 273.56      | 281.1    |
| 9  | 8AQ952       | AXM377   | <input type="checkbox"/> | X                        | 2075.00       | 1475     | 161.06      | 165.3    |
| 10 | 8A0262       | LNI844   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1400.00       | 1275     | 155.13      | 154.1    |
| 11 | 8A026D       | GIA408   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6925.00       | 6525     | 255.76      | 255.8    |
| 12 | 8A094E       | SJV733   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2225.00       | 2100     | 206.10      | 204.0    |
| 13 | 8A0951       | SJV789   | <input type="checkbox"/> | X                        | 1175.00       | 1125     | 154.47      | 154.4    |
| 14 | 8A096D       | BTK7135  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1725.00       | 1325     | 271.17      | 164.0    |
| 15 | 8A04AB       | CTV699   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1925.00       | 1900     | 201.05      | 201.2    |
| 16 | 8A094B       | SJV753   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1725.00       | 1725     | 177.98      | 163.2    |
| 17 | 7C531F       | QFA35    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 40700.00      | 38000    | 484.28      | 484.4    |
| 18 | 7C6BBC       | JST058   | <input type="checkbox"/> | X                        | 675.00        | 125      | 177.10      | 138.1    |
| 19 | 888140       | VJC897   | <input type="checkbox"/> | X                        | 600.00        | 625      | 129.20      | 129.1    |
| 20 | 76B869       | TGW285   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1325.00       | 1275     | 164.36      | 164.1    |

Dari hasil pengumpulan data informasi pesawat pada Monitor ADS-B Thales AX680 LPPNPI Denpasar dan Aplikasi RTL-SDR 1090 pada 19 Desember 2023 di siang hari, maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Jumlah pesawat yang terdeteksi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL-SDR 1090 adalah 20.
2. Jumlah *callsign* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B adalah 20 dan Aplikasi RTL 1090 adalah 15.
3. Jumlah *altitude* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL 1090 adalah 20.
4. Jumlah *speed* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL 1090 adalah 20.



TABEL 5 DATA INFORMASI PESAWAT 23 JANUARI 2024 (MALAM)

| No | ICAO Address | Callsign | Pembacaan Callsign       |                          | Altitude (ft) |          | Speed (kts) |          |
|----|--------------|----------|--------------------------|--------------------------|---------------|----------|-------------|----------|
|    |              |          | ADS-B                    | RTL 1090                 | ADS-B         | RTL 1090 | ADS-B       | RTL 1090 |
| 1  | 480196       | THY066   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 33275.00      | 32650    | 456.37      | 452.4    |
| 2  | 76CD71       | SIA222   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 42725.00      | 41736    | 501.20      | 609.7    |
| 3  | 76CC70       | SIA944   | <input type="checkbox"/> | X                        | 32175.00      | 31023    | 497.68      | 483.1    |
| 4  | 8A02D6       | GIA420   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 37425.00      | 34937    | 464.50      | 438.6    |
| 5  | 7503FD       | AXM376   | <input type="checkbox"/> | X                        | 37500.00      | 38374    | 471.97      | 459.7    |
| 6  | 76CD43       | SIA228   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 42650.00      | 40933    | 502.42      | 604.1    |
| 7  | 8A02CB       | AWQ501   | <input type="checkbox"/> | X                        | 625.00        | 732      | 124.15      | 124.3    |
| 8  | 8AQ9FB       | TNU5109  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 12150.00      | 9879     | 369.15      | 356.9    |
| 9  | 6A050B       | CTV685   | <input type="checkbox"/> | X                        | 8350.00       | 8263     | 300.37      | 300.1    |
| 10 | 8A094E       | SJV161   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 25400.00      | 23788    | 395.07      | 389.6    |
| 11 | 8AQ7AD       | AWQ611   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 28300.00      | 23735    | 447.14      | 437.9    |
| 12 | 406590       | BAW16    | <input type="checkbox"/> | X                        | 38525.00      | 31956    | 495.70      | 491.5    |
| 13 | 8A0507       | CTV194   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 39575.00      | 35752    | 440.99      | 438.3    |
| 14 | 8A0508       | CTV688   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5825.00       | 5926     | 108.94      | 112.4    |
| 15 | 6AQ455       | LNI920   | <input type="checkbox"/> | X                        | 26425.00      | 25827    | 426.27      | 426.1    |
| 16 | 8A03C9       | GIA842   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1800.00       | 1475     | 201.93      | 167.7    |
| 17 | 8A040D       | WON1884  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 700.00        | 750      | 114.04      | 114.1    |
| 18 | 8A02CB       | AWQ601   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GND           | GND      | 41.94       | 58.0     |
| 19 | 888140       | VJC897   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GND           | GND      | 50.10       | 53.0     |
| 20 | 8A0952       | BTK7637  | <input type="checkbox"/> | X                        | 1825.00       | 1821     | 174.02      | 173.9    |

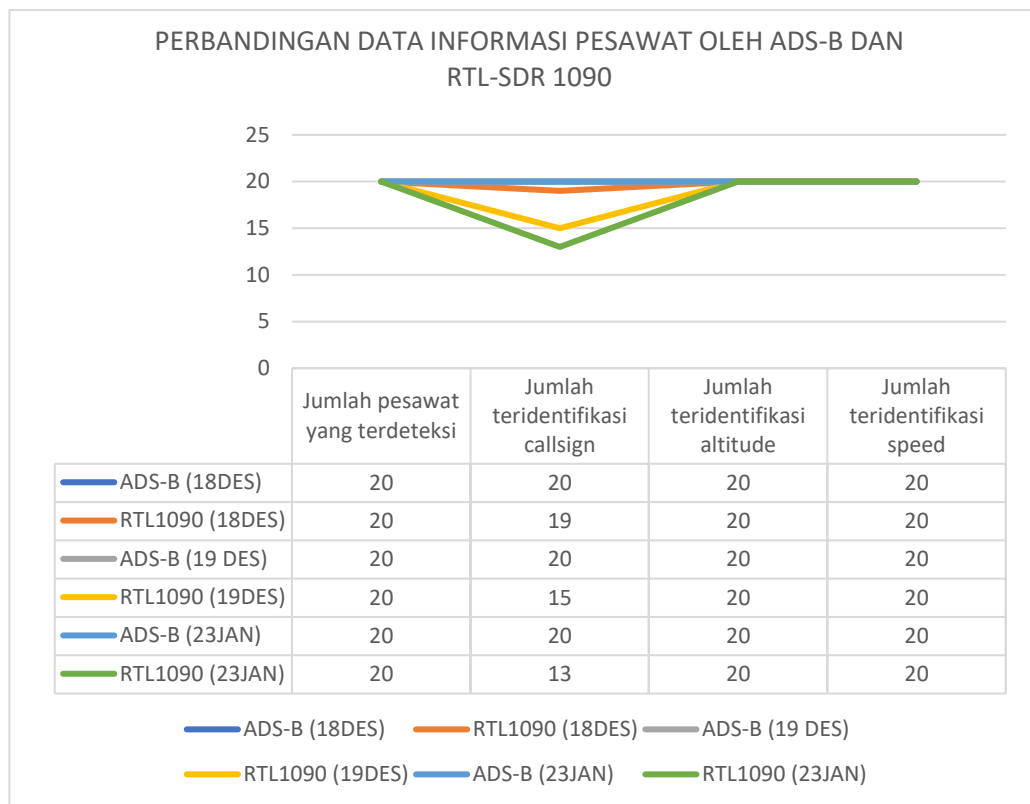
Dari hasil pengumpulan data informasi pesawat pada Monitor ADS-B Thales AX680 LPPNPI Denpasar dan Aplikasi RTL-SDR 1090 pada 23 Januari 2024 di malam hari, maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Jumlah pesawat yang terdeteksi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL-SDR 1090 adalah 20.
2. Jumlah *callsign* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B adalah 20 dan Aplikasi RTL 1090 adalah 13.
3. Jumlah *altitude* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL 1090 adalah 20.
4. Jumlah *speed* pesawat yang teridentifikasi pada monitor ADS-B dan Aplikasi RTL 1090 adalah 20.

#### 4.4.2 Perbandingan Data ADS-B Thales AX680 dan RTL-SDR 1090

Setelah dilakukan pengambilan data informasi dari Aplikasi *Software* RTL-SDR 1090 dan Monitor ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar, langkah selanjutnya adalah membandingkan jumlah data yang teridentifikasi. Adapun data teridentifikasi yang akan dibandingkan pada analisis ini adalah identitas, *callsign*, kecepatan, dan ketinggian pesawat. Data perbandingan ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Grafik dan Tabel 6 Perbandingan Data Informasi Pesawat



Dalam perbandingan data informasi pesawat yang teridentifikasi diatas dapat diketahui bahwa data yang diterima oleh ADS-B memiliki grafik yang stabil. Sedangkan pada Aplikasi RTL-SDR 1090 memiliki grafik dengan jumlah yang berubah setiap harinya. Hal ini dipengaruhi oleh faktor antena, waktu dan tempat pengambilan data informasi posisi pesawat.

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis perbandingan data informasi dari Aplikasi RTL-SDR 1090 dan Data pada Monitor ADS-B Thales AX680 di LPPNPI Cabang Denpasar, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa perbedaan dari data informasi yang diterima oleh *receiver* RTL-SDR 1090 dan ADS-B *Ground Station*. Adapun perbedaan yang penulis temukan antara lain:

1. Perbedaan nilai *receive* antara Aplikasi RTL-SDR 1090 dengan ADS-B *Ground Station* pada *altitude* dan *speed* pesawat. Perbedaan pada nilai *receive* ini tidak terlalu jauh. Untuk nilai *differen altitude* yang ditangkap oleh kedua antena memiliki perbedaan antara 0-3000 ft. Sedangkan untuk nilai *differen speed* yang ditangkap oleh kedua antena memiliki perbedaan antara 0-500 kts. Perbedaan tersebut terjadi dikarenakan faktor dari Antena Dongle RTL28 yang menerima sinyal mengalami *stuck* sehingga mengakibatkan perbedaan nilai *receive* pada Aplikasi RTL-SDR 1090.
2. Aplikasi RTL-SDR 1090 menangkap data target informasi pesawat lebih sedikit dan membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan ADS-B *Ground Station* karena pengaruh dari keterbatasan pada antena penerimanya. Antena Dongle RTL2832U memiliki cakupan penerimaan yang kecil setara dengan ukuran antenanya yang kecil.
3. Aplikasi RTL-SDR 1090 bergantung pada tempat dan waktu dalam pengambilan data target informasi pesawat. Ketika Antena Dongle RTL2832U ditempatkan pada ruangan tertutup/di dalam ruangan, maka target informasi yang didapatkan akan lebih sedikit dan lama, sedangkan ketika ditempatkan di ruangan terbuka/di luar ruangan maka target informasi yang diterima akan lebih banyak dan lebih cepat, akan tetapi tidak sebanyak dan secepat target informasi yang diterima oleh ADS-B *Ground Station*. Waktu pengambilan data target juga berpengaruh, target pada siang hari lebih banyak dan lebih cepat didapatkan dari target pada pagi dan malam hari. Hal tersebut karena faktor waktu penerbangan pada siang hari lebih banyak pesawat yang terbang daripada pagi dan malam hari.
4. Informasi data pada ADS-B lebih lengkap dan terbaca dengan baik, sedangkan pada Aplikasi RTL-SDR 1090 ditemukan ada beberapa *callsign* yang tidak terbaca. Hal tersebut terjadi karena faktor dari Antena Dongle RTL2832U yang memiliki keterbatasan dalam menangkap sinyal serta dalam pembacaan target pada Aplikasi RTL-SDR 1090 yang kurang akurat.

Seperti yang sudah dijelaskan diatas terkait perbedaan antara data informasi yang diterima oleh *receiver* RTL-SDR 1090 dan ADS-B *Ground Station*, maka dapat disimpulkan bahwa data informasi yang diterima oleh ADS-B lebih baik, lebih akurat, dan jangkauan penerimaan lebih luas dibandingkan dengan data informasi yang diterima oleh Aplikasi RTL-SDR 1090 dan Antena Dongle RTL2832U sebagai alat penerimanya. Disamping keunggulan pada ADS-B *Ground Station*, Aplikasi RTL-SDR 1090 juga memiliki keunggulan dalam penggunaannya, diantaranya adalah biaya yang lebih terjangkau, penggunaan yang lebih simple, dapat digunakan dimana saja (disarankan pada tempat yang terbuka), dan alat yang digunakan lebih ringan serta dapat dibawa kemana-mana.

### **SARAN**

Berdasarkan analisis penelitian dan kesimpulan yang telah penulis dapatkan, maka terdapat saran bahwa seiring perkembangan zaman, Aplikasi RTL-SDR 1090 dengan menggunakan Antena Dongle RTL2832U sebagai alat penerimanya, dapat dikembangkan menjadi aplikasi yang cocok sebagai alternatif bagi bandara yang belum memiliki peralatan ADS-B *Ground Station*, terutama pada bandara-bandara kecil yang memiliki riwayat penerbangan yang sedikit. Aplikasi RTL-SDR 1090 ini sangat tepat digunakan karena aplikasi ini memiliki harga yang terjangkau, simpel, dan mudah dalam penggunaannya.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan kegiatan *On the Job Training* (OJT) yang pertama di Perum LPPNPI Cabang Denpasar selama 5 bulan ini serta mampu menyelesaikan penulisan Laporan *On the Job Training* (OJT) yang pertama.

Penulisan laporan kegiatan *On the Job Training* (OJT) ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi setelah melaksanakan kegiatan *On the Job Training* (OJT) di Perusahaan Umum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (Perum LPPNPI) Cabang Denpasar.

Dalam menyusun dan menyelesaikan laporan *On the Job Training* (OJT) ini, penulis banyak mendapatkan ilmu, bantuan, saran, dan masukan yang

membangun dari semua pihak sehingga dapat mempermudah penulis dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi saat penulisan laporan kegiatan *On the Job Training* (OJT) oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan *On the Job Training* (OJT) yang pertama ini dan membantu menyelesaikan penyusunan laporan kegiatan *On the Job Training* (OJT) ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT, Sang Maha Pencipta yang telah memberikan limpahan anugrah, rahmat dan lindungan pada hamba-Nya.
2. Orang tua penulis yang telah memberikan ridho, restu dan bantuan serta dukungan kepada penulis sehingga dapat melaksanakan kegiatan *On the Job Training* (OJT) ini dengan lancar serta menyelesaikan laporan dengan baik.
3. Bapak Agustono, S.Sos., M.MTr. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Indonesia Curug.
4. Ibu Feti Fatonah, S.E., M.Si. Selaku Ketua Program Studi Teknik Navigasi Udara
5. Mas Mochamad Faisal Yoga Dewantara, S.Tr.T selaku Dosen Pembimbing.
6. Bapak Suryadi Joko Wiratmo Selaku General Manager Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
7. Bapak Cahirul Iskandar selaku Manager Fasilitas Teknik Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
8. Bapak I G. N. Putra Jaya Negara selaku Manager Teknik Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
9. Bapak Novan Endri Saputra selaku Manager Teknik Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
10. Ibu Idawati selaku Manager Teknik Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
11. Bapak Bhekti Waluyo selaku Manager Teknik Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
12. Bapak I Putu Nopa Sri Rhaha N. selaku Junior Manager Fasilitas Teknik CNS & Otomasi Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
13. Bapak I Gde Made Wahyu Pranata selaku OJT Instruktur selama melaksanakan OJT di Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
14. Seluruh teknisi CNSD dan senior-senior Perum LPPNPI Cabang Denpasar.
15. Teman-teman OJT AirNav Denpasar yang menemani selama pelaksanaan OJT.
16. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan praktek kerja lapangan atau *On the Job Training* (OJT), yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

Bagus, B., Suprpto, Y., Winiasri, L., & Amansyah, F. (n.d.). *Studi Ekperimental Penerima ADS-B Menggunakan RTL 1090 dan RTL-SDR R820T2 di Bandara Juanda Surabaya*.

Dermawan, D., Setiawan, P., & Suwarti, D. W. (2023). Rancang Bangun Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Menggunakan RTL-SDR R820T2 Flight Aware. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(03), 156–165. <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i3.006>

Harianto, B. B., Prabowo, A. S., Rifai, M., & Warsito, T. (2020). PENGUKURAN AIRBAND FREKUENSI MENGGUNAKAN SOFTWARE DEFINED RADIO. *Jurnal Teknologi Penerbangan*.

Indonesia, A. (n.d.). *ADS-B*.

Irawan, F., Ciksadan, & Suroso. (2020). Rancang Bangun Receiver Sinyal ADS-B Pesawat Menggunakan RTL-SDR serta Antena 1090 MHz. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(2).

Pahlevy, R. N., Prasetyo, A. D., & Edwar. (2018). Nanosatellite ADS-B Receiver Prototype for Commercial Aircraft Detection. *The 2018 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC)*.