

ANALISIS DATA PENERIMAAN SINYAL ADS-B DALAM MENENTUKAN LOKASI PESAWAT MENGGUNAKAN RTL-SDR DAN LOW NOISE AMPLIFIER

Adam Bintang Defino^{1*}, Popy Maria², Sahid Ridho³, Ummul Khair⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Negeri Padang, Indonesia

¹adambintangdefino12@gmail.com, ²popy.pnp@gmail.com, ³sahid@pnp.ac.id, ⁴ummul@pnp.ac.id

ABSTRACT

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) allows real-time monitoring of aircraft positions, but Software Defined Radio (SDR) devices such as the RTL-SDR have sensitivity limitations that can affect signal reception quality, especially at long distances or under less than ideal conditions. This study designs an ADS-B receiver system based on the RTL-SDR equipped with a Low Noise Amplifier (LNA) to amplify weak signals without adding significant noise. The method includes receiver circuit design, antenna installation, LNA integration, and signal reception testing at various distances. Reception data with and without the LNA are compared based on the maximum distance and the number of messages received. The results show that the LNA increases the maximum reception distance from 309.95 km to 417.90 km and improves signal stability at medium and short distances. This system is able to capture more messages, including from aircraft under less than ideal propagation conditions. The combination of the RTL-SDR and LNA has proven to be effective and economical as an alternative to expensive device-based flight monitoring.

Keywords:

ADS-B, Low Noise Amplifier, RTL-SDR

PENDAHULUAN

Meningkatkan ketersediaan data lintasan penerbangan telah memungkinkan pemanfaatan pembelajaran mesin dan teknik analisis data untuk menilai peristiwa keselamatan dalam penerbangan secara khusus, pengenalan teknologi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) telah menciptakan banyak peluang untuk menganalisis data lintasan penerbangan (Zaky, 2023). ADS-B merupakan teknologi pengawasan yang memungkinkan pesawat untuk menyiarkan informasi lintasan penerbangan yang ditentukan menggunakan satelit, inersia dan navigasi radio (Pokhrel., 2024).

Pesawat menerima sinyal dari beberapa satelit Global Positioning System (GPS) lalu melakukan perhitungan untuk menentukan posisi, kecepatan terbang, ketinggian terbang pesawat dan data lainnya (Diraputra et al., 2021). Informasi ini dapat diterima melalui software defined radio (SDR) seperti RTL-SDR yang digunakan untuk memantau sinyal udara di frekuensi tertentu. ADS-B pada pesawat akan mengirimkan sinyal ke groundstation dengan frekuensi 1090 MHz maka diperlukan perangkat software defined radio (SDR) (Prasetyo, 2021). Dalam sistem penerima sinyal dibutuhkan perangkat low noise amplifier (LNA) untuk membantu menangkap sinyal yang masuk. LNA berperan sebagai penguat awal yang berfungsi memperkuat sinyal lemah yang diterima dari antena sebelum diproses lebih lanjut oleh rangkaian penerima. Proses penguatan ini dilakukan dengan menaikkan level sinyal yang sangat rendah menjadi sinyal dengan daya yang lebih tinggi tanpa menambahkan noise sehingga menjaga kualitas dan keandalan transmisi data pada aplikasi nirkabel (Agarwal et al., 2022).

Salah satu tantangan dalam pengembangan teknologi ADS-B adalah bagaimana cara mendeteksi dan memantau pesawat dengan menggunakan peralatan yang lebih terjangkau dan praktis, dibandingkan dengan peralatan ADS-B yang digunakan di bandara. Sementara itu, bagi masyarakat umum, pemantauan penerbangan dapat dilakukan dengan mudah melalui aplikasi berbasis web dan Android seperti FlightRadar24 (Prasetyo, 2021). Meskipun demikian, aplikasi ini masih memiliki keterbatasan, seperti fitur data pesawat yang lengkap hanya tersedia bagi pengguna berbayar seperti pengguna yang ingin mengakses informasi pesawat lebih lengkap harus berlangganan, serta adanya keterlambatan akibat proses pengolahan data yang dibutuhkan (Zaky, 2023). Dalam sistem penerimaan sinyal ADS-B yang berbasis perangkat murah, Low noise amplifier (LNA) berperan penting untuk meningkatkan sensitivitas penerimaan dengan memperkuat sinyal lemah dari pesawat tanpa menambahkan noise yang signifikan. Hal ini memungkinkan deteksi sinyal ADS-B yang lebih andal meskipun menggunakan perangkat sederhana.

Oleh karena itu diperlukan sebuah proyek untuk mengetahui pemantauan letak lokasi pesawat. Proyek ini bertujuan dapat memberikan keuntungan posisi suatu pesawat yang dapat mengurangi resiko kesalahan informasi posisi pesawat yang diterima (Pratama et al., 2023). Dalam proyek ini, penggunaan low noise amplifier (LNA) menjadi salah satu komponen penting, karena berfungsi memperkuat sinyal ADS-B yang lemah dari pesawat sehingga proses penerimaan data lebih akurat. Dengan adanya proyek ini dapat mengetahui kedatangan dan keberangkatan pesawat

dapat dilakukan dari berbagai lokasi secara efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel dimulai pertama kali berbentuk teknologi radio yang ditemukan oleh Guglielmo Marconi pada tahun 1896. Komunikasi nirkabel merupakan sebuah kumpulan device yang terinterkoneksi membentuk jaringan saling bertukar informasi dan memakai daya bersama melalui media transmisi nirkabel (wireless) (Rahmawati, 2020). Wireless atau wireless network merupakan sekumpulan perangkat elektronik yang saling terhubung antara satu dengan lainnya sehingga terbentuk sebuah jaringan komunikasi data dengan menggunakan media udara / gelombang sebagai jalur lintas datanya.

Teknologi jaringan dapat digunakan untuk mempermudah dalam hal untuk mendistribusikan data dalam suatu pekerjaan (Rahmawati, 2020). Jaringan komputer pada umumnya menggunakan kabel sebagai media transmisi.

Implementasinya tidak terlalu sulit tetapi jika lokasinya susah untuk dijangkau dan hanya bersifat sementara tentu dengan menggunakan kabel sebagai media transmisi tentu hal ini sangatlah tidak efektif. Sebagai alternatif lain kita dapat menggunakan teknologi wireless LAN (Winarti, 2008).

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B)

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) adalah sebuah sistem surveillance menggunakan informasi posisi, kecepatan terbang, ketinggian terbang yang didapatkan dari data penerbangan diperoleh dari sistem navigasi satelit global navigation satellite system (GNSS) (Pokhrel, 2024). Teknologi surveillance menggunakan informasi posisi dari satelit yang dipancarkan (broadcast) secara berkelanjutan dengan teknologi radar yang menggunakan sistem pemindaian target pesawat. Perangkat ADS-B akan memancarkan informasi dari flight management system secara berkelanjutan. Informasi yang dipancarkan berupa ketinggian, kecepatan, identitas mirip seperti informasi secondary radar (Diraputra, 2021).

Pesawat yang memiliki perangkat ADS-B transponder akan memancarkan informasi dari Flight Management System secara terus menerus. Informasi yang dipancarkan berupa ketinggian, kecepatan, identitas mirip dengan informasi secondary radar. Beberapa kelebihan ADS-B adalah dapat menyisipkan data lainnya seperti data cuaca, avionic, dan lain-lain. Sistem ADS-B terdiri dari 3 (tiga) sub sistem yaitu: Signal Processing Unit (SPU), Site Monitor (SM) dan GPS RX antenna (Harianto, 2019).

Software Defined Radio (SDR)

Software defined radio (SDR) adalah sebuah perangkat radio yang dikembangkan untuk membangun sistem komunikasi radio yang berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital menggunakan perangkat lunak dikomputer. Sistem komunikasi radio ini memaksimalkan programmable hardware untuk membangun sebuah radio yang berbasis software. Teknologi SDR mempunyai kelebihan yaitu mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi tidak memerlukan penambahan atau perubahan hardware, lebih mudah dan sederhana dalam pengaplikasiannya, memperkecil ukuran dari sistem radar yang digunakan, Sistem SDR mampu mendukung pengembangan sistem komunikasi radio yang lebih maju (Maharani, 2022).

SDR juga mempunyai kekurangan yaitu memerlukan sistem antena dan tingkat RF yang sesuai untuk berbagai sistem radio, diperlukan sebuah arsitektur Analog to Digital Converter (ADC), membutuhkan sistem pengolahan sinyal real time, aplikasi dari SDR membutuhkan sistem pengolahan dan transmisi yang dapat meminimalisir error (Dermawan, 2023).

Low Noise Amplifier (LNA)

Low noise amplifier merupakan alat yang berfungsi meningkatkan sinyal level rendah ke level sinyal yang tinggi tanpa penambahan noise LNA mampu meningkatkan sinyal daya rendah menjadi sinyal daya tinggi dengan pengurangan noise. LNA dirancang untuk menjaga rasio signal-to-noise tetap optimal agar kualitas penerimaan sinyal tetap tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan berbagai aplikasi komunikasi, desain LNA perlu disesuaikan dengan karakteristik dua jenis gelombang utama, yaitu gelombang milimeter (mmWave) dan gelombang frekuensi radio (RF) (Kurniawan, 2024).

Low noise amplifier (LNA) merupakan komponen penting pada bagian penerima (receiver) dalam implementasi sistem komunikasi nirkabel, satelit, maupun teknologi radar. Dalam sistem komunikasi tersebut, sinyal yang ditangkap oleh antena penerima umumnya sangat lemah dan telah terinterferensi noise oleh karena itu, LNA berperan untuk menguatkan level daya sinyal lemah tersebut dengan menambahkan noise seminimal mungkin, sehingga kualitas sinyal tetap terjaga. Secara umum, LNA terdiri dari blok komponen aktif dan rangkaian matching impedance pada input maupun output (Rahmawati, 2014).

Antena Whip

Antena whip pada perangkat RTL-SDR merupakan jenis antena yang sering digunakan karena kemampuannya untuk menerima sinyal pada berbagai rentang frekuensi dengan desain yang ringkas dan fleksibel. Dengan struktur monopole yang sederhana, antena ini efektif untuk aplikasi komunikasi radio yang memerlukan mobilitas tinggi, untuk mencapai kinerja optimal, perlu perhatian pada panjang antena yang disesuaikan dengan panjang gelombang frekuensi yang digunakan, untuk meningkatkan efisiensi penerimaan sinyal (Kumar, 2021).

Dump1090

Dump1090 merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memantau pergerakan pesawat udara dengan memanfaatkan receiver RTL-SDR. Perangkat lunak ini berfungsi untuk menerjemahkan data yang diterima oleh RTL-SDR pada frekuensi 1090 MHz berupa sinyal ADS-B atau sinyal pesawat, yaitu sinyal secara otomatis dipancarkan oleh pesawat dan berisi beberapa informasi mengenai pesawat yang nantinya akan diproses secara akurat oleh dump1090, bahkan ketika keadaan sinyal yang diterima dalam kondisi lemah (Pratama, 2023).

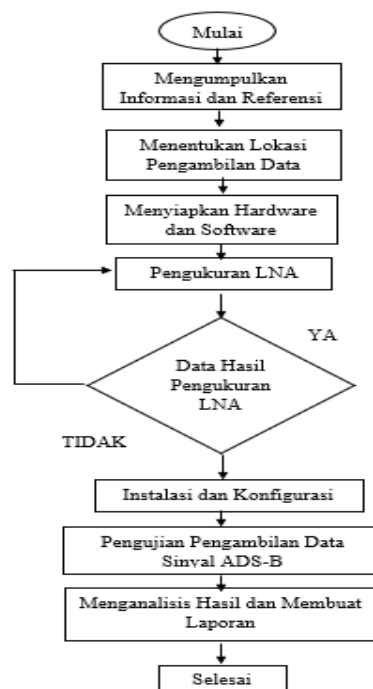
Prinsip Kerja RTL-SDR

Sinyal analog yang ditangkap oleh antena akan terlebih dahulu masuk ke dalam sistem RTL-SDR, di mana sinyal tersebut dikonversi menjadi sinyal digital agar dapat dikenali dan diproses oleh laptop sebagai perangkat penerima. Setelah dikonversi, sinyal digital tersebut kemudian melewati proses penyaringan menggunakan Intermediate Frequency (IF) filter, sehingga menghasilkan output akhir (final output) yang lebih bersih dan terdefinisi. Dalam proses operasional RTL-SDR, dibutuhkan dukungan perangkat lunak agar sistem dapat berjalan secara optimal. Dua perangkat lunak utama yang digunakan dalam sistem ini adalah aplikasi zadiq yang berfungsi untuk instalasi driver USB RTL-SDR dan virtual radar, yang digunakan untuk visualisasi data penerbangan secara real-time (Harianto, 2019).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan pengujian sistem penerima sinyal ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) pada frekuensi 1090 MHz dengan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak tertentu untuk meningkatkan jangkauan dan kualitas deteksi pesawat.

Alur Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Menemukan Informasi dan Referensi

Tahap pertama adalah mengumpulkan informasi yang relevan dan referensi dari berbagai sumber yang dapat mendukung penelitian. Ini mencakup penelitian literatur tentang teknologi yang digunakan (seperti LNA dan sistem

ADS-B) serta referensi teknis yang diperlukan untuk desain dan pengoperasian sistem.

Menentukan Lokasi Pengambilan Data

Setelah informasi dan referensi terkumpul, langkah berikutnya adalah menentukan lokasi pengambilan data. Lokasi ini harus dipilih dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kualitas sinyal, kedekatan dengan sumber data, dan efektivitas dalam menangkap sinyal ADS-B dari pesawat terbang.

Menentukan *Hardware* dan *Software*

Pada langkah ini, peralatan fisik (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan untuk pengambilan data dipilih dan disiapkan. *Hardware* yang digunakan meliputi perangkat penerima sinyal ADS-B seperti RTL-SDR dan *low noise amplifier* (LNA). *Software* yang dipilih digunakan untuk mengolah dan menganalisis data yang diterima dari perangkat keras tersebut.

Penelitian LNA (*Low Noise Amplifier*)

Low Noise Amplifier (LNA) digunakan untuk memperkuat sinyal lemah yang diterima oleh sistem tanpa menambah derau (*noise*) yang signifikan. Pada tahap ini, dilakukan penelitian terhadap kinerja LNA, terutama dalam meningkatkan kualitas sinyal ADS-B yang diterima. LNA diuji untuk melihat apakah ia memberikan peningkatan dalam kualitas sinyal tanpa menghasilkan noise berlebihan yang bisa merusak data yang diterima.

Keputusan pada Data Hasil Penelitian LNA

Jika YA: Jika penelitian terhadap LNA menunjukkan hasil *positif*, yaitu LNA mampu memperkuat sinyal tanpa menambah *noise* secara signifikan, maka langkah selanjutnya adalah Instalasi dan Konfigurasi. Pada tahap ini, perangkat keras dan perangkat lunak yang telah disiapkan sebelumnya akan diinstal dan dikonfigurasi agar sistem dapat berfungsi secara optimal.

Jika TIDAK: Jika hasil penelitian terhadap LNA menunjukkan bahwa perangkat tersebut tidak efektif dalam meningkatkan sinyal atau menghasilkan noise berlebihan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan Instalasi dan Konfigurasi ulang. Ini bisa berarti mengganti atau menyesuaikan komponen LNA atau melakukan pengaturan ulang sistem untuk meningkatkan performa.

Instalasi dan Konfigurasi

Pada tahap ini, semua perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dipilih sebelumnya akan diinstal dan dikonfigurasi. Instalasi ini mencakup pengaturan perangkat keras (seperti pemasangan antena dan penerima sinyal) serta konfigurasi perangkat lunak untuk memantau dan menangkap data ADS-B secara efisien.

Penerimaan Pengambilan Data Sinyal ADS-B

Setelah sistem diinstal dan dikonfigurasi, tahap selanjutnya adalah penerimaan data sinyal ADS-B. Sinyal ini diterima oleh perangkat penerima seperti RTL-SDR dan diproses untuk memonitor posisi pesawat secara real-time. Proses ini mengandalkan kekuatan dan kualitas sinyal yang telah ditingkatkan dengan menggunakan LNA.

Menganalisis Hasil dan Membuat Laporan

Pada tahap terakhir, hasil dari pengambilan dan pemrosesan data sinyal ADS-B dianalisis. Hasil analisis ini termasuk mengevaluasi sejauh mana sinyal ADS-B berhasil diterima, seberapa efektif penggunaan LNA, dan kualitas keseluruhan dari sistem penerima. Hasil analisis ini kemudian disusun dalam bentuk laporan yang mencakup temuan, rekomendasi, dan kesimpulan yang bisa digunakan untuk perbaikan lebih lanjut atau implementasi sistem yang lebih besar.

Alat dan Bahan

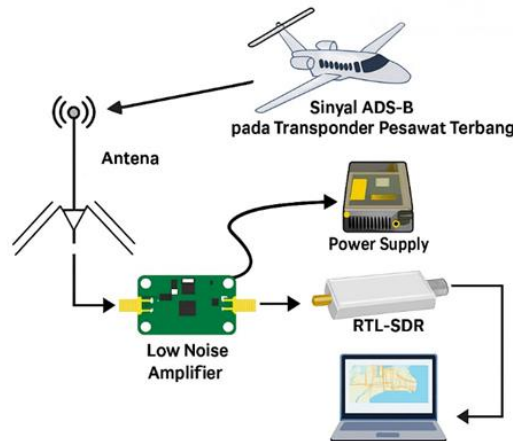
Adapun alat dan bahan yang diperlukan menunjang pembuatan tugas akhir ini adalah:

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1.Laptop | 7.Konektor SMA male to SMA male |
| 2.Antena | 8.Spectrum Analyzer |
| 3.Hardware RTL-SDR | 9.RF Generator |
| 4.Hardware LNA SPF5189z | 10.Software Zadig |
| 5.Power Bank | 11.Software Dump1090 |
| 6.Konektor SMA male to mcx | 12.Software Virtual Radar |

Desain Sistem Penerimaan Sinyal ADS-B

Perancangan antenna dengan RTL-SDR digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan penerimaan sinyal ADS-B yang dipancarkan oleh pesawat, serta memperluas jangkauan deteksinya. Proses perakitan dilakukan seperti pada gambar 3.2 dengan rancangan dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya.

Pada penelitian kali ini menggunakan antenna whip dengan rentang frekuensi 700-2100 MHz dan frekuensi yang digunakan pada sinyal ADS-B adalah 1090 MHz yang mana menandakan antenna ini cocok digunakan untuk menangkap sinyal pesawat atau sinyal ADS-B Dalam perancangan sistem penerima (*receiver*) ADS-B.

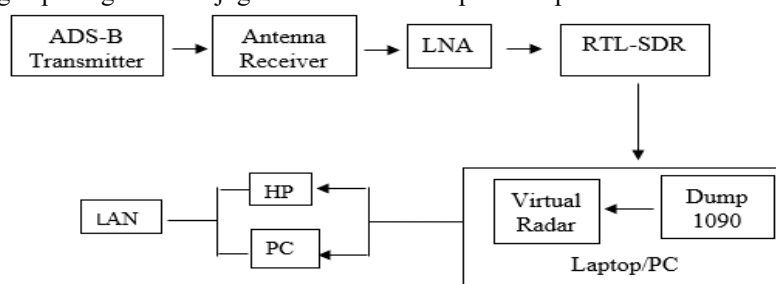


Gambar 2. Gambar Desain Penerimaan Sinyal ADS-B

Seluruh alat disusun serta digunakan secara terintegrasi untuk mendukung performa optimal dari sistem penerima sinyal ADS-B yang dikembangkan. Pada tahap pengujian, penulis akan menggunakan RTL-SDR sebagai *decoder* dari sinyal yang diterima oleh antenna, lalu data tersebut akan diterjemahkan oleh aplikasi dump 1090 dan akan ditampilkan pada map menggunakan aplikasi *virtual radar server* seperti pada gambar diatas menunjukkan hasil dari *virtual radar server* akan dilakukan analisa terkait jangkauan penerimaan sinyal ADS-B dari antenna.

Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk membangun sistem pemantauan penerima sinyal ADS-B. Perancangan perangkat keras menggunakan RTL-SDR sebagai sistem utama yang mengelola perangkat SDR didalamnya. Perancangan perangkat keras juga dilakukan terhadap antenna penerima.



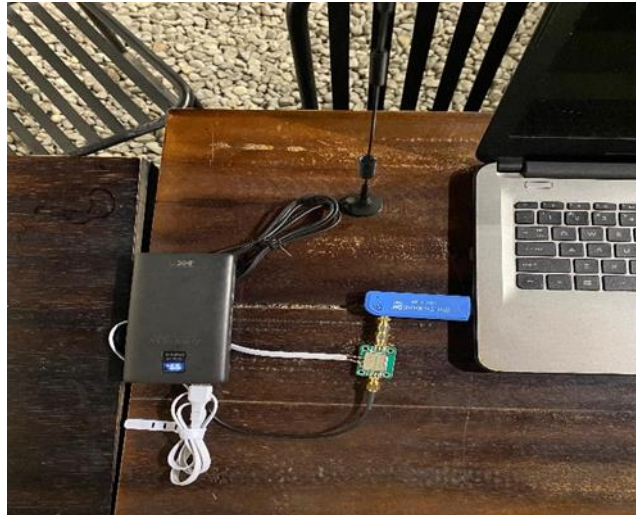
Gambar 3. Gambar Block Diagram

RTL-SDR merupakan perangkat utama yang akan menerima dan mengubah sinyal radio dalam bentuk sinyal *analog* yang dipancarkan oleh ADS-B pesawat terbang dan akan di ubah dalam bentuk sinyal digital. *Low noise amplifier* (LNA) digunakan untuk menekan *noise* yang terjadi pada proses penerimaan sinyal, LNA harus mampu menerima sinyal yang sangat lemah dari pengirim dan harus mampu memperkuat sinyal.

Perancangan Komponen Penerimaan Sinyal ADS-B

Perancangan komponen penerimaan sinyal ADS-B seperti pada gambar dibawah alat pada gambar di bawah digunakan untuk penerimaan dan pemantauan data ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*) melalui perangkat *software-defined radio* (SDR). Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *power bank* yang memberikan daya untuk perangkat SDR dan antenna penerima. Antenna teleskopik berfungsi untuk menangkap sinyal

dari pesawat yang mengirimkan data ADS-B. Untuk memperkuat sinyal yang lemah tanpa menambahkan noise yang signifikan, digunakan *low noise amplifier* (LNA). SDR kemudian memproses sinyal yang diterima dan mengubahnya menjadi data digital, yang selanjutnya ditransfer ke laptop melalui USB dongle (RTL-SDR).



Gambar 4. Gambar Perancangan Komponen Penerimaan Sinyal ADS-B

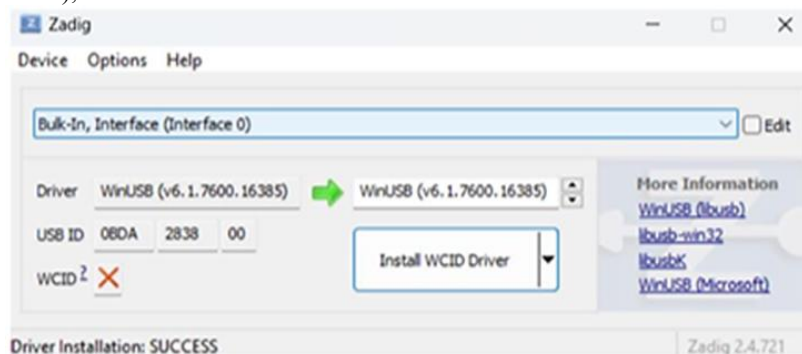
Laptop digunakan untuk menjalankan perangkat lunak seperti *dump1090* dan *virtual radar server*, yang berfungsi untuk mendekode dan menampilkan data penerbangan secara real-time, seperti posisi pesawat, ketinggian, kecepatan, dan informasi lainnya. Seluruh komponen ini dirancang dan disusun secara integratif untuk memastikan sinyal ADS-B dapat diterima dan ditampilkan dengan baik pada tampilan antarmuka komputer. Seluruh komponen ini dirancang dan disusun secara integratif untuk memastikan sinyal ADS-B dapat diterima dan ditampilkan dengan baik pada tampilan antarmuka komputer.

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak dimulai dari *download dump 1090* bertujuan agar RTL-SDR dapat mendecoding ADS-B perancangan perangkat lunak (*software*) yang akan dilakukan untuk mengontrol sistem dan pengolahan matematis dari keseluruhan program. Sistem *receiver* sinyal dirancang agar dapat mengolah sinyal ADS-B menjadi informasi, *software* yang digunakan antara lain *dump 1090* sebagai penampung data sinyal yang diperoleh dan juga *virtual radar* sebagai monitoring lokasi pesawat yang telah diterjemahkan dalam bentuk *Map*.

Proses Instalasi Driver USB Menggunakan Software Zadig

Software zadig digunakan untuk *driver* pembacaan *input* USB dari RTL-SDR pada sistem operasi windows yang digunakan pada komputer. Proses instalasi driver USB menggunakan software zadig dimulai dengan menghubungkan perangkat USB ke komputer dan membuka software Zadig. Setelah itu, pilih perangkat yang terdeteksi, pilih driver WinUSB (v6.1.7600.16385), dan klik tombol install WCID driver.

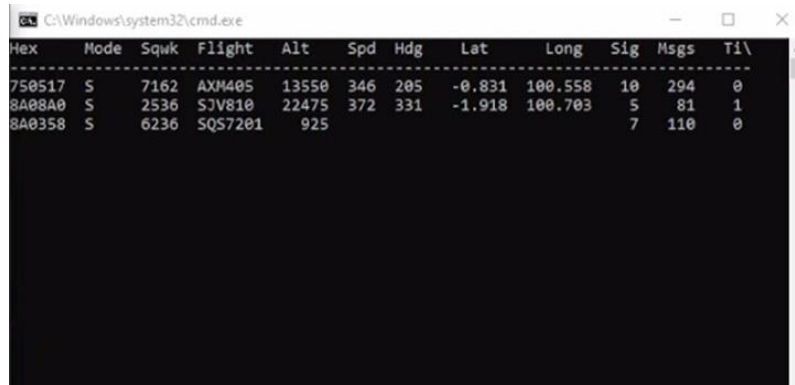


Gambar 5. Gambar Software Zadig

Pada gambar diatas software zadig berhasil terhubung dan menginstal driver dengan sukses, di mana perangkat USB yang terdeteksi berhasil dipasang dengan driver WinUSB (v6.1.7600.16385). Proses instalasi driver WCID juga berhasil, dan status pemasangan driver menunjukkan berhasil dan aplikasi siap digunakan.

Instalasi dan Pemantauan Data Penerbangan dengan Dump1090

Dump 1090 digunakan sebagai *software open-source* yang berfungsi untuk menangkap dan mendekode sinyal ADS-B yang dipancarkan oleh pesawat pada frekuensi 1090 MHz. Ketika sinyal ADS-B berhasil terdeteksi, dump1090 akan secara otomatis memproses sinyal yang tertangkap dan menampilkan informasi penerbangan dari pesawat yang berada dalam jangkauan antenna.



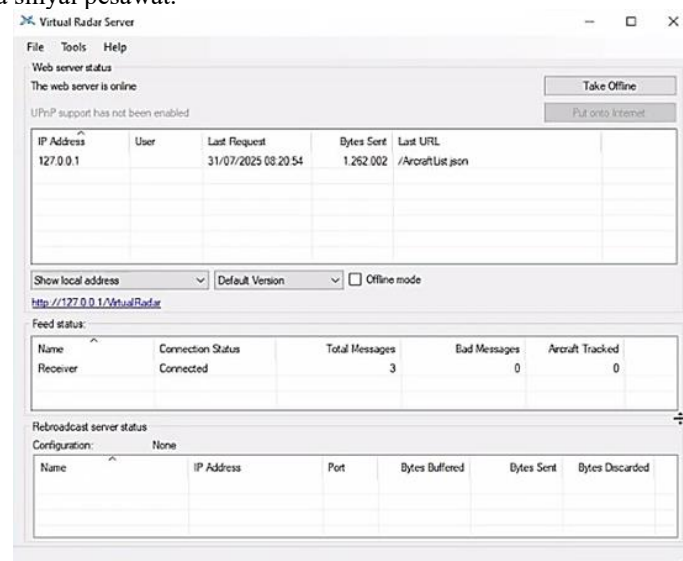
Gambar 6. Gambar Dump1090

Pada gambar diatas server dump berhasil tersambung dengan baik, berhasil membaca dan menampilkan data pesawat yang terdeteksi, seperti pada gambar di bawah. Informasi penerbangan seperti kode penerbangan, ketinggian, kecepatan, heading, serta koordinat lintang dan bujur dapat dibaca dengan akurat, menunjukkan bahwa server mampu memproses dan menampilkan data penerbangan secara *real-time*.

Instalasi Pemantauan Web Server Pada *Virtual Radar Server*

Tampilan pada gambar 3.9 ini menunjukkan virtual radar Server yang menunjukkan bahwa server web dalam keadaan online. Pada bagian web server status, alamat IP lokal yang digunakan adalah koneksi yang digunakan pada perangkat, yang mengindikasikan bahwa server berjalan di komputer lokal. Seperti pada gambar dibawah bagian feed status, *server* menunjukkan bahwa penerima data terhubung dengan status *connected*, menerima total 3 pesan, tanpa ada pesan yang rusak atau tidak valid, serta tidak ada pesawat yang terdeteksi atau dilacak.

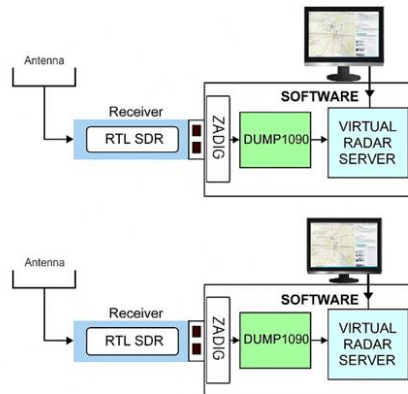
Sementara itu, pada bagian *rebroadcast server* status, tidak ada *server rebroadcast* yang aktif atau terkonfigurasi. *Display dump1090* akan mendeteksi dongle RTL-SDR yang *connect* dengan komputer, dan akan muncul kode penerbangan jika menerima sinyal pesawat.



Gambar 7. Gambar Virtual Radar Server

Konfigurasi Hardware dan Software

Merancang koneksi antara *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk konfigurasi *virtual radar server*. Rancangan alat yang akan diuji merupakan sistem penerima sinyal ADS-B yang bekerja dengan memanfaatkan sinyal frekuensi 1090 MHz yang dipancarkan oleh pesawat, di mana sinyal tersebut membawa informasi dari sistem *Automatic Dependent Surveillance–Broadcast* (ADS-B). Sinyal ini kemudian diterima oleh antenna ADS-B dan diteruskan ke perangkat RTL-SDR. Sinyal yang masuk ke RTL-SDR diproses oleh perangkat lunak Dump1090, yang berfungsi untuk menerjemahkan sinyal frekuensi menjadi data digital berupa paket *Extended Squitter* (ES) ADS-B pada frekuensi 1090 MHz. Hasil *decoding* dari dump1090 selanjutnya diintegrasikan dengan aplikasi *virtual radar server*.



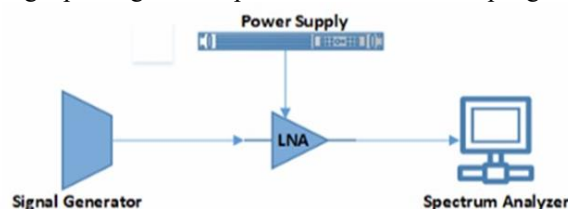
Gambar 8. Gambar Rancangan Konfigurasi

Untuk menampilkan posisi pesawat secara visual di peta serta menyajikan informasi penerbangan secara *real-time*. Sinyal yang masuk ke RTL-SDR diproses oleh perangkat lunak dump1090, yang berfungsi untuk menerjemahkan sinyal frekuensi menjadi data digital berupa paket *Extended Squitter* (ES) ADS-B pada frekuensi 1090 MHz. Hasil *decoding* dari dump1090 selanjutnya diintegrasikan dengan aplikasi *virtual radar server* untuk menampilkan posisi pesawat secara visual di peta serta menyajikan informasi penerbangan secara *real-time*.

Pengukuran Low noise amplifier (LNA)

Pengukuran power gain dilakukan dengan mengukur daya *input* dan *output* dari perangkat penguat. Pertama, ukur daya input menggunakan power meter dan catat nilainya. Peneliti melakukan pengukuran LNA di Laboratorium Antena G301 Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang. Pengujian performa *low noise amplifier* (LNA) dirancang seperti pada gambar dibawah. Peneliti melakukan pengukuran *power gain* menggunakan RF Generator sebagai pembangkit daya bagi antenna pemancar, serta menggunakan *spectrum analyzer* untuk menampilkan hasil daya *output* dari antenna pemancar.

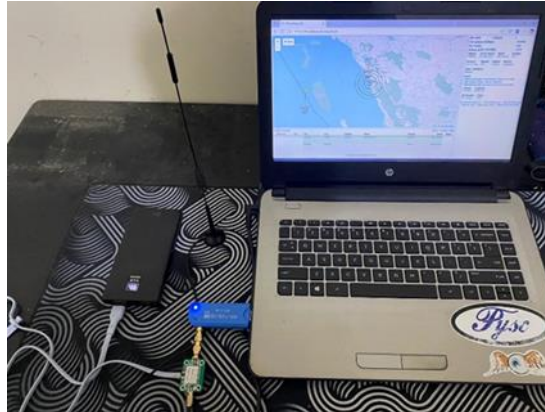
Pengukuran *power gain* ini berfungsi mengukur seberapa efektif suatu perangkat penguat seperti low noise amplifier (LNA) dalam meningkatkan daya sinyal yang diterimanya. Power gain menunjukkan peningkatan daya dari input ke output perangkat, yang sangat penting dalam aplikasi komunikasi dan pengolahan sinyal.



Gambar 9. Gambar Set-up Pengukuran Power Gain pada LNA

Tahap Pengambilan Data

Dalam melakukan tahap pengambilan data proses dimulai dengan ADS-B Transmitter pada pesawat yang mengirimkan data penerbangan seperti posisi, ketinggian, dan kecepatan. Sinyal ini kemudian diterima oleh Antenna Receiver dan diperkuat oleh *low noise amplifier* (LNA) untuk memastikan kualitas sinyal yang optimal. Sinyal yang telah diperkuat selanjutnya diproses oleh RTL-SDR, yang terdiri dari dua bagian: demodulator yang mengubah sinyal analog menjadi digital, dan decoder yang mengonversi sinyal digital menjadi data penerbangan yang dapat dipahami.



Gambar 10. Gambar Tahap Pengambilan Data

Data yang telah didekode diteruskan ke laptop atau PC yang menjalankan perangkat lunak virtual radar dan dump1090. Sistem ini terhubung melalui LAN (*Local Area Network*), yang menghubungkan perangkat seperti PC, handphone (HP), dan laptop, memungkinkan pemantauan dan pengolahan data secara efektif.

Dalam bab ini, penulis telah membahas secara rinci mengenai analisis data dan pembuatan tugas akhir ini. Penulis memulai dengan melakukan perancangan desain penelitian. Selanjutnya penulis memperkenalkan langkah-langkah perancangan LNA dengan menggunakan RTL-SDR sampai dengan pengambilan data penerimaan sinyal ADS-B dan memaparkan sistem yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan bagaimana hasil dan pembahasan dari pengukuran LNA dan pengambilan data pesawat dengan menggunakan rancangan LNA dengan RTL-SDR serta akan menunjukkan hasil pengujian LNA dengan RTL-SDR pada sistem penerimaan sinyal ADS-B.

Hasil Pengukuran *Low noise amplifier* (LNA)

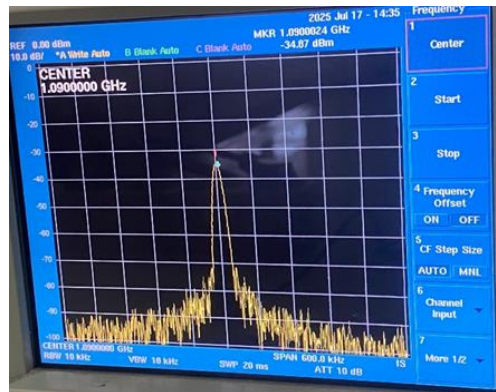
Pengukuran daya pemancar dilakukan untuk menilai kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh perangkat komunikasi, memastikan sinyal dapat mencapai penerima dengan kualitas baik, serta mengevaluasi pengaruh jarak dan kondisi lingkungan terhadap daya sinyal. Pengukuran ini juga penting untuk menguji efektivitas *low noise amplifier* (LNA) dalam memperkuat sinyal dan mengurangi gangguan, serta memastikan sistem beroperasi sesuai dengan standar dan regulasi yang berlaku.



Gambar 11. Gambar Pengukuran Low Noise Amplifier

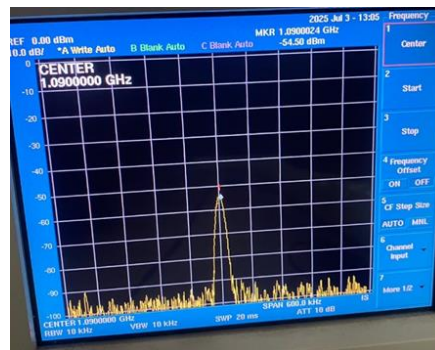
Pada gambar diatas menunjukkan spektrum sinyal yang diperkuat menggunakan *Low noise amplifier* (LNA). Dengan LNA, sinyal yang terdeteksi lebih jelas, dengan puncak sinyal yang lebih terpusat dan kuat. LNA mengurangi noise dan interferensi, meningkatkan kualitas sinyal yang diterima, dan meminimalkan gangguan dari frekuensi yang

tidak diinginkan.



Gambar 12. Gambar Tampilan Daya Noise menggunakan LNA

Pada gambar dibawah menunjukkan spektrum sinyal yang tidak menggunakan LNA, yang mana noise dan gangguan lebih terlihat. Puncak sinyal lebih tersebar, dan sinyal yang diterima cenderung lebih lemah dan terpengaruh oleh interferensi dari sinyal lain.



Gambar 13. Gambar Tampilan Daya Noise tanpa LNA

Hal ini bisa disebabkan karena pengaruh penggunaan LNA yang dapat meningkatkan daya sinyal yang terdeteksi pada Spectrum Analyzer. Pada pengukuran daya pemancar dengan LNA, terlihat adanya peningkatan daya sinyal yang signifikan dibandingkan dengan pengukuran tanpa LNA, terutama pada tingkat daya pemancar yang lebih rendah, seperti -10 dB, -20 dB, dan -30 dB. Berdasarkan tabel dibawah dapat dilihat bahwa pengukuran daya pemancar pada setiap tingkat daya yang diuji, penggunaan LNA (*Low Noise Amplifier*) memberikan peningkatan yang signifikan terhadap daya sinyal. Pada daya pemancar 0 dB, daya sinyal dengan LNA tercatat sebesar -34.87 dBm, sementara tanpa LNA terdeteksi pada -54.50 dBm, menunjukkan peningkatan sebesar 19.63 dB. Begitu juga pada daya pemancar -10 dB, daya sinyal dengan LNA tercatat -45.74 dBm, sedangkan tanpa LNA mencapai -64.06 dBm, dengan peningkatan sebesar 18.32 dB.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Daya Pemancar dengan LNA dan Non LNA

Daya Pemancar	LNA	Non LNA
0 db	-34.87 dBm	-54.50 dBm
-10 db	-45.74 dBm	-64.06 dBm
-20 db	-55.81 dBm	-74.67 dBm
-30 db	-65.63 dBm	-83.47 dBm

Pada daya pemancar -20 dB, daya sinyal dengan LNA tercatat -55.81 dBm, sedangkan tanpa LNA tercatat -74.67 dBm, memberikan peningkatan daya sinyal sebesar 18.86 dB. Pada daya pemancar -30 dB, daya sinyal dengan LNA tercatat -65.63 dBm, sedangkan tanpa LNA terdeteksi pada -83.47 dBm, dengan peningkatan sebesar 17.84 dB. Secara keseluruhan, penggunaan LNA meningkatkan daya sinyal pada setiap pengukuran dibandingkan dengan kondisi tanpa LNA. Penggunaan LNA (*Low Noise Amplifier*) secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan sinyal yang diterima.

Rata-rata sinyal yang diterima dengan menggunakan LNA sekitar 15-20 dB lebih kuat dibandingkan dengan tidak menggunakan LNA, pada setiap level daya pemancar.

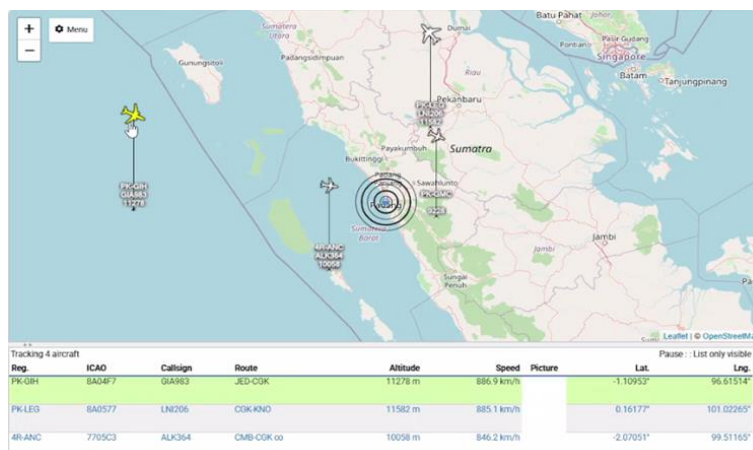
Pengambilan Data Sistem Penerimaan Sinyal ADS-B

Pemilihan lokasi pengujian pada lokasi yang tidak ada atau sedikit *obstacle* agar dapat menerima sinyal ADS-B dari pesawat yang sedang mengudara tidak ada penghalang atau yang mengganggu penerimaan sinyal. Oleh karena pengujian dilakukan pada Puncak Paralayang, Bukit Gado-Gado, Kecamatan Padang Selatan, Kota Padang. Dengan koordinat *latitude* = -0.98235, *longitude* = 100.36554 dan ketinggian 230 m dari permukaan laut dan memiliki sudut pandang yang luas serta dokumentasi pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah pengujian dilakukan dengan kondisi memakai penguat sinyal dan tanpa penguat sinyal.



Gambar 14. Gambar Pengambilan Data Pesawat

Pada Gambar dibawah tersebut memperlihatkan antarmuka sistem *Virtual Radar* yang digunakan untuk memantau pergerakan pesawat secara waktu nyata (*real-time*) dengan memanfaatkan data ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance–Broadcast*). Peta yang ditampilkan menggunakan basis *openstreetmap*, sementara titik pusat dengan lingkaran konsentris menandakan lokasi receiver atau stasiun penerima sinyal yang terletak di wilayah Sumatera Barat.



Gambar 15. Visualisasi Penerimaan Sinyal Pesawat ADS-B

Pada laptop yang menampilkan posisi pesawat di peta, dilakukan juga perekaman layar (*screen recording*). Hal ini bertujuan untuk mendokumentasikan koordinat paling jauh yang berhasil diterima dari sinyal pesawat. Selanjutnya, koordinat tersebut digunakan dalam perhitungan menggunakan Persamaan *Euclidean distance* untuk menentukan jarak maksimum antena dalam menerima sinyal ADS-B.

Contoh pada pesawat Airbus dengan *call sign* GIA983 terlihat posisi terjauh pada jam 05:25 UTC pada koordinat *Longitude* = 96,61514 dan *Latitude* = -1,10953.

$$d = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2} \times 111,39$$

$$d = \sqrt{(-1,10953 - (-0,98235))^2 + (96,61514 - 100,36554)^2} \times 111,39$$

$$d = \sqrt{(-0,016129)^2 + (-14,06450016)^2} \times 111,39 = 417,907432 \text{ Km}$$

Setiap pesawat memiliki *call sign* yang berbeda-beda maka dilakukan perhitungan yang sama dengan contoh pada sebelumnya menggunakan persamaan diatas. Hasil perhitungan tersebut dimasukkan kedalam tabel dibawah untuk sistem dengan menggunakan LNA, tabel dibawah untuk sistem dengan tidak menggunakan LNA. Berdasarkan kedua tabel tersebut, sistem menggunakan LNA dapat menerima sinyal ADS-B dari pesawat dengan *call sign* GIA983 pada jarak 417,90 Km, sedangkan sistem tidak menggunakan LNA dapat menerima sinyal ADS-B dari pesawat pada jarak 309,67 Km. Pada tabel dibawah terdapat beberapa pesawat yang tidak memiliki data koordinat maupun jarak. Hal ini disebabkan oleh pesawat-pesawat tersebut hanya terbang didalam radius jangkauan sistem menggunakan LNA, tanpa memasuki area jangkauan sistem tidak menggunakan LNA.

Tabel 2. Jarak terjauh penerimaan sinyal dengan menggunakan sistem LNA

<i>Call Sign</i>	<i>Time (UTC)</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Range (Km)</i>
GIA983	05:25	-1,10953	96,61514	417,90743
GA149	05:26	-1,30165	101,23501	103,17832
LNI206	05:26	0,17792	101,00821	147,81341
ALK364	05:37	-2,305508	100,99045	162,91678
GIA186	05:43	0,05141	101,08939	140,57529
SJV958	05:43	-0,43996	101,03832	96,34789
AXM405	08:26	-0,658	100,644	47,63481
BTK7011	8:54	-0,103	101,291	142,20047
GIA146	8:54	-0,287	100,894	97,29025

Tabel 3. Jarak terjauh penerimaan sinyal dengan menggunakan sistem Non LNA

<i>Call Sign</i>	<i>Time (UTC)</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Range (Km)</i>
GIA983	05:33	-1,55058	97,63922	309,95271
GA149	05:26	-1,23816	101,10397	87,05239
LNI206	-	-	-	-
ALK364	05:35	-2,26936	100,76451	149,94542
GIA186	-	-	-	-
SJV958	05:43	-0,41981	101,01943	96,12288
AXM405	8:26	-0,661	100,643	47,29953
BTK7011	-	-	-	-
GIA146	-	-	-	Activate

Berdasarkan kedua tabel diatas, terlihat bahwa sistem yang digunakan sebagai penerima, serta perbedaan setiap pesawat, menghasilkan variasi jarak jangkauan. Selain itu, penggunaan sistem penerima yang lebih kompleks dapat mempengaruhi jarak yang dapat dicapai. Tabel dibawah menunjukkan perbandingan jarak jangkauan masing-masing sistem penerimaan.

Tabel 4. Perbandingan Jarak Jangkauan Masing-Masing Sistem Penerima

Call Sign	LNA		Non LNA	
	Time (UTC)	Range (Km)	Time (UTC)	Range (Km)
GIA983	05:25	417,90743	05:33	309,95271
GA149	05:26	103,17832	05:26	87,05239
ALK364	05:37	162,91678	05:35	149,94542
SJV958	05:43	96,34789	05:43	96,12288

Berdasarkan Tabel diatas, penerimaan sinyal ADS-B menggunakan RTL-SDR yang dilengkapi dengan *Low noise amplifier* (LNA) memiliki jangkauan terjauh dibandingkan dengan RTL-SDR tanpa LNA. Hal ini disebabkan oleh LNA mampu meningkatkan rasio sinyal terhadap derau (SNR) dengan memperkuat sinyal yang diterima sebelum proses pengolahan di RTL-SDR, sehingga kualitas sinyal tetap terjaga. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penggunaan LNA mampu mencapai jarak maksimum penerimaan hingga 417,90 km, sedangkan tanpa LNA jarak maksimumnya hanya 309,95 km. Pada pesawat dengan jarak menengah seperti GA149 dan ALK364, penggunaan LNA juga memberikan peningkatan jarak penerimaan masing-masing sebesar ± 16 km dan ± 13 km dibandingkan tanpa LNA. Bahkan pada jarak yang relatif dekat seperti SJV958, hasil penerimaan tetap lebih stabil dengan LNA. Perbedaan ini membuktikan bahwa penambahan LNA tidak hanya memperluas jangkauan penerimaan, tetapi juga membantu mempertahankan kestabilan sinyal pada berbagai kondisi jarak dan waktu penerimaan, sehingga sistem pemantauan berbasis RTL-SDR dapat bekerja lebih optimal.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi Low Noise Amplifier (LNA) pada sistem penerima ADS-B berbasis RTL-SDR secara signifikan meningkatkan kinerja penerimaan sinyal. Peningkatan jarak maksimum penerimaan dari 309.95 km menjadi 417.90 km serta bertambahnya jumlah pesan yang diterima menunjukkan bahwa LNA efektif dalam memperkuat sinyal lemah tanpa menambah noise yang berarti. Sistem ini dapat dijadikan sebagai solusi alternatif yang ekonomis dan efisien untuk pemantauan penerbangan secara real-time.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak di Program Studi D4 Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, atas dukungan dan bimbingan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

REFERENSI

- Abdo, E., Younis, A., & Ismael, A. (2020). *Optimum Design of 2.4GHz Low Noise Amplifier (LNA)*. <https://doi.org/10.4108/eai.28-6-2020.2298137>
- Agarwal, N., Gupta, M., & Kumar, M. (2022). an Extensive Review on: Low Noise Amplifier for Millimeter and Radio Frequency Waves. *Jurnal Teknologi*, 84(1), 231–239. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.16524>
- Amalia Yunia Rahmawati. (2020). *Pengantar Jaringan Komunikasi Nirkebal* (Issue July).
- Cantatore, E. (2007). *Session 3 Overview TD : Emerging Devices and Circuits*. 60–61.
- Dermawan, D., Setiawan, P., Suwanti, D. W., & Teknologi Nasional Yogyakarta, I. (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>
- Dhimas Eko Prasetyo. (2021). Rancangan Antenna Dipole Penerima Adsb Dengan Frekuensi 1090 Mhz Untuk Rtl Sdr Di Pesawat Menggunakan Software Simulasi Cst Studio Suite 2019. *Politeknik Penerbangan Surabaya*, 4–5.
- Diraputra, M. Y. A., Soim, S., & Sarjana, S. (2021). Rancang Bangun Monitoring Lokasi Pesawat Menggunakan ADS-B dengan RTL-SDR dan Raspberry Pi. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(2), 89. <https://doi.org/10.33387/protk.v8i2.3233>
- Harianto, B. (2019). Studi Ekperimental Penerima Ads-B Menggunakan Rtl 1090 Dan Rtl-Sdr R820T2 Di Bandara Juanda Surabaya. *Jurnal Penelitian*, 4(3), 20–28. <https://doi.org/10.46491/jp.v4e3.346.20-28>

- Islam, R., & Kim, J. (2014). *An Effective Approach to Improving Low-Cost GPS Positioning Accuracy in Real-Time Navigation*. 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/671494>
- Kumar, H. V., G. S., V. N., M. S. Y., & S. S. K. H. (2021). Tracking of Aircrafts Using Software Defined Radio (SDR) With An Antenna. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 660–665. <https://doi.org/10.32628/ijrst2183148>
- Kurniawan, T. A., & Maritza, A. (2024). A High Gain Concurrent Dual-band Low-Noise Amplifier in 130-nm BiCMOS Technology. *International Journal of Electrical, Computer, and Biomedical Engineering*, 2(1), 79–87. <https://doi.org/10.62146/ijecbe.v2i1.15>
- Maharani, F. A. P., Soim, S., & Fadhli, M. (2022). 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*, 9(2), 111. <https://doi.org/10.33387/protk.v9i2.4690>
- Pokhrel, S. (2024). Analisis Perbandingan Data Informasi Pesawat Yang Diterima oleh Aplikasi RTL-SDR 1090 dan ADS-B Thales AX680 di Perum LPPNPI Cabang Denpasar. *Ayan*, 15(1), 37–48.
- Pratama, N. R., Harianto, B. B., & Sudjoko, R. I. (2023). *Konfigurasi Virtual Radar Server Untuk Penggabungan Data Automatic Dependent Surveillance Broadcast*. 1–6.
- Rahman Sofian Pasaribu, Much. Furqon Muchaddats, & Dianditama T.R. (2024). 1. Rancangan Receiver Ads-B Menggunakan Rtl-Sdr Untuk Pembacaan Data Asterix Di Program Studi Teknik Navigasi Udara. *TNI Angkatan Udara*, 3(2). <https://doi.org/10.62828/jpb.v3i2.97>
- Rahmawati, D., Wijanto, H., & Syihabuddin, B. (2014). Perancangan Dan Realisasi Low Noise Amplifier (Lna) 1,265-1,275 Ghz Untuk Aplikasi Synthetic Aperture Radar (Sar). *EProceedings of Engineering*, 1(1), 303–308.
- Shravan, M., Rakshit, R., Sanjana, P., Priya, B. K., & Kumar, N. (2020). RTL SDR ADS-B data analysis for predicting airports and ATS routes. *2020 International Conference for Emerging Technology, INCET 2020*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/INCET49848.2020.9154059>
- Winarti, T. (2008). Sistem Komunikasi Menggunakan Wireless. *Jurnal Transformatika*, 5(2), 68. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v5i2.22>
- Zaky, M. (2023). *Implementasi Rtl-Sdr Untuk Pemantauan Lalu Lintas Pesawat Menggunakan Ads-B*. 9(6), 3031–3035.