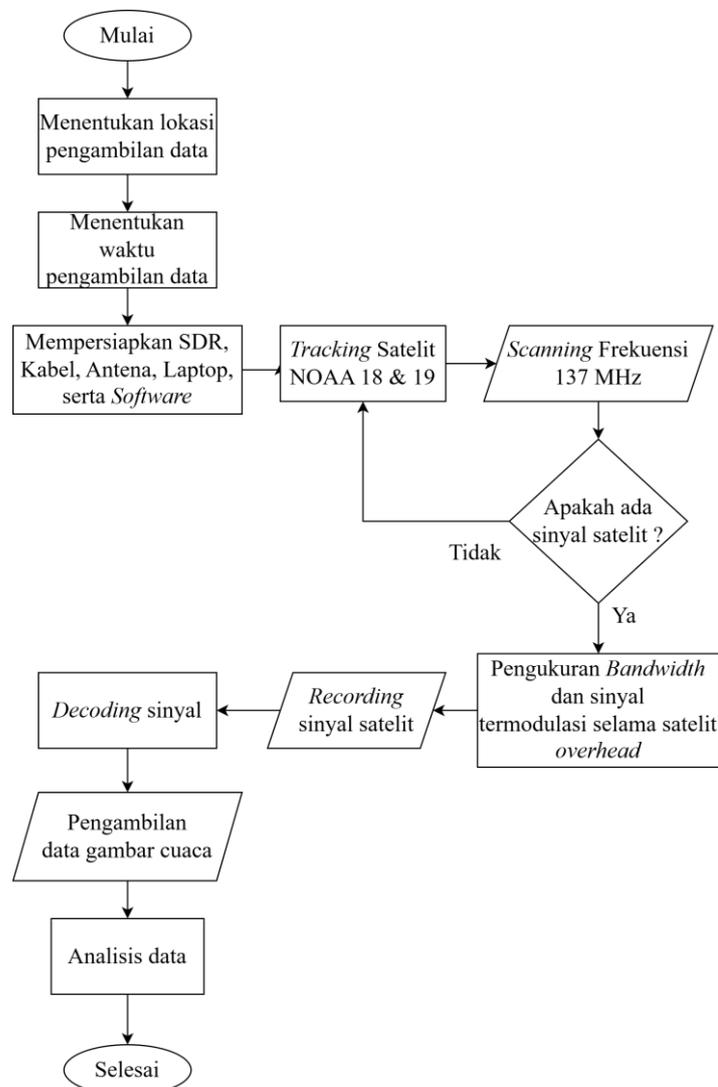


BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN

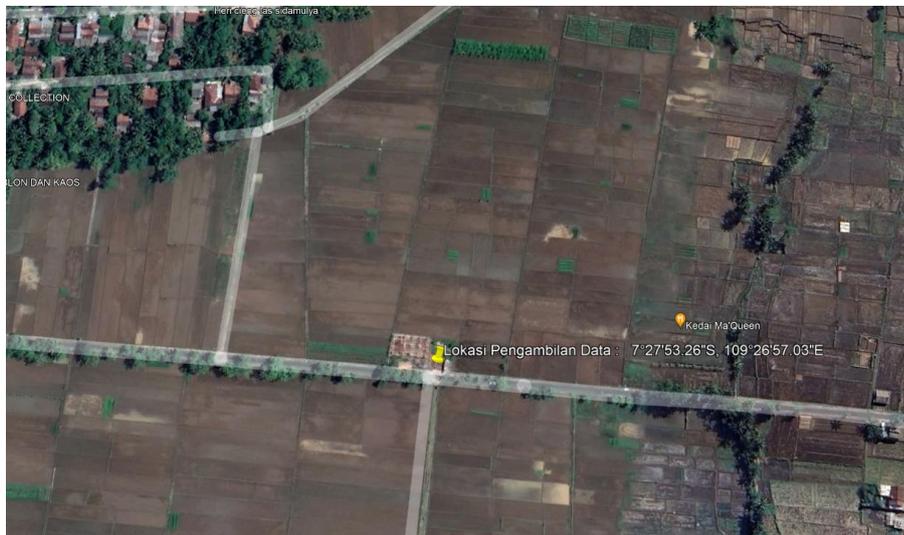
Dalam penelitian ini, peneliti melewati beberapa tahap dalam mengerjakan penelitian. Tahap – tahap yang dilakukan meliputi tahap persiapan, pengambilan data hingga analisis. Semua bagian dari tahapan tersebut berperan penting untuk mendapatkan sebuah analisis dari implementasi dongle RTL – SDR sebagai sistem penerima data cuaca dari satelit NOAA. Alur penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.1 di bawah:



Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

3.1.1 Menentukan Lokasi

Pada tahap awal penelitian, peneliti menggunakan lokasi yang memiliki area pandang terbuka atau hampir tidak ada objek yang menjadi sebuah halangan bagi sinyal yang datang dari satelit di luar angkasa. Untuk itu, peneliti menggunakan lokasi terbuka seperti area persawahan agar tidak banyak *noise floor* yang ditimbulkan oleh pantulan sinyal lainnya. Lokasi yang digunakan oleh peneliti berada pada longitude: $109^{\circ}26'57.03''\text{E}$ dan $7^{\circ}27'53.26''\text{S}$ yang bertepatan pada daerah persawahan Desa Kalilandak, Purwareja Klampok, Banjarnegara seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Data pada *Maps*



Gambar 3.3 Lokasi Asli Pengambilan Data

3.1.2 Menentukan Waktu

Setelah penentuan lokasi, dilakukan penentuan waktu pengambilan data untuk mendapatkan waktu yang sesuai saat satelit NOAA 19 melintas. Dari jadwal satelit yang disediakan oleh software WXtoIMG, waktu pengambilan data ditentukan sebanyak 2 kali pada tanggal 16 Mei 2024 pada pukul 08:04 dan 21 Mei 2024 pukul 08:43. Skema waktu data yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skema Waktu Penelitian

| Satelit | Tanggal dan Waktu | Elevasi Satelit |
|---------|------------------------|-----------------|
| NOAA 19 | 16 Mei 2024, 08:04 WIB | 32° |
| NOAA 19 | 21 Mei 2024, 08:43 WIB | 87° |

3.1.3 Persiapan Alat

Pada tahap ini peneliti mempersiapkan peralatan *hardware* yang akan digunakan dalam pengambilan data seperti dongle RTL-SDR, kabel, antena, serta laptop. Peneliti akan melakukan pointing antena pada arah datang satelit NOAA, lalu kabel yang digunakan pada antena akan dihubungkan dengan RTL-SDR dan dihubungkan dengan laptop.

3.1.4 Tracking Satelit NOAA 19

Selanjutnya peneliti akan melakukan tracking pada satelit NOAA 19 untuk mengetahui kapan waktu saat satelit akan melintas dan juga mengetahui durasi melintasnya dari satelit itu sendiri. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan fitur jadwal satelit pada *software* WXtoIMG sehingga dapat melihat jadwal orbit satelit NOAA 19 pada tanggal yang telah ditentukan.

3.1.5 Scanning Frekuensi

Dengan menggunakan *software* SDR Sharp, peneliti akan melakukan *scanning* sinyal dari satelit NOAA pada frekuensi 137 MHz, tahap ini berfungsi untuk mengetahui apakah proses *tracking* yang dilakukan sudah benar atau belum

sehingga apabila saat sinyal satelit tidak terlihat pada frekuensi tersebut maka peneliti dapat melakukan *tracking* ulang.

3.1.6 Pengukuran *Bandwidth* dan Sinyal Termodulasi

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengukuran pada *bandwidth* dan daya sinyal termodulasi sinyal *Automatic Picture Transmission* (APT) dari NOAA selama transmisi atau saat melintas berlangsung pada *software* SDR Sharp dan mencatat perubahan *bandwidth* serta sinyalnya tiap menit.

3.1.7 *Recording* dan *Decoding* Sinyal

Recording atau perekaman dilakukan dengan menggunakan *software* WXtoIMG selama proses transmisi berlangsung. Sinyal yang terekam akan disimpan ke dalam bentuk format *Waveform Audio File* (WAV) sehingga nantinya dapat langsung di *decode* pada *software* yang sama menjadi gambar cuaca permukaan bumi dalam format *Joint Photographic Experts Group* (JPEG atau JPG).

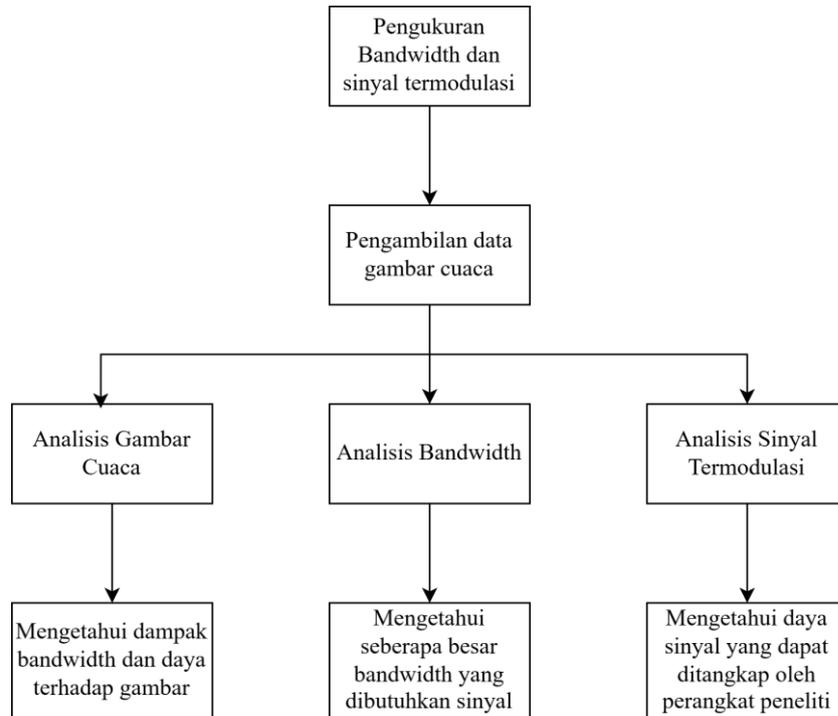
3.1.8 Pengambilan Data Gambar

Hasil sinyal suara yang telah mengalami proses *decoding* pada *software* WXtoIMG akan disimpan dengan hasil berupa gambar cuaca pada *channel infrared, visible* dan *multispectral* sehingga dapat dianalisis pada tahap penelitian selanjutnya.

3.1.9 Analisis Data

Pada data yang telah diambil, pada tahap ini peneliti akan melakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan hasil data gambar pada waktu tertentu. Selain itu pada tahap ini peneliti juga menganalisis *bandwidth* dan sinyal

termodulasi yang telah diukur pada tahap sebelumnya untuk mengetahui seberapa besar *bandwidth* yang dibutuhkan oleh sinyal untuk melewati informasi secara optimal, dan juga peneliti akan menganalisa kekuatan sinyal termodulasi serta korelasinya dengan gambar yang dihasilkan. Alur analisis data dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah:



Gambar 3.4 Alur analisis data

3.2 RANCANGAN SISTEM PENELITIAN

Dalam penelitian ini, perancangan sistem menjadi hal yang krusial karena mempengaruhi hasil data yang dapat diperoleh. Dalam membuat sebuah sistem penerima data satelit cuaca NOAA, peneliti menggunakan dua bagian yaitu bagian *hardware* dan *software*. Dimana *hardware* berfungsi untuk menerima sinyal APT dari satelit NOAA, dan *software* yang berfungsi untuk melakukan pengolahan seperti *decoding* untuk memperoleh gambar permukaan bumi yang telah di-*scanning* oleh satelit.

3.2.1 Bagian *Hardware*

Dalam perancangan sistem terdapat beberapa komponen perangkat keras yang dibutuhkan untuk menangkap sinyal dari satelit, komponen yang digunakan dapat penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah sebagai berikut:

Tabel 3.2 *Komponen Hardware*

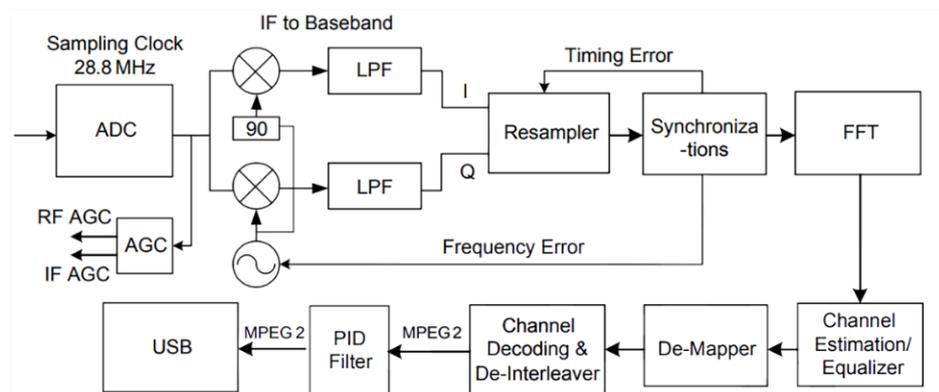
| No | Perangkat | Jumlah |
|----|---|--------|
| 1 | RTL SDR 2832U | 1 |
| 2 | Antena V-Dipole | 1 |
| 3 | Kabel RG-58 | 1 |
| 4 | Konektor SMA <i>Female</i> | 1 |
| 5 | <i>Converter SMA Male</i> to MCX <i>Male</i> | 1 |
| 6 | Laptop | 1 |
| 7 | NOAA 19 | 1 |

1. RTL-SDR 2832U

RTL – SDR 2832U merupakan salah satu perangkat *software defined radio* yang termasuk ke dalam perangkat SDR dengan harga yang terjangkau dengan tujuan utama untuk Digital HD TV, jenis SDR ini ditemukan oleh Eric Fry pada tahun 2012 sehingga chip ini dapat digunakan untuk penerimaan sinyal radio dengan tipe *wideband*. Dengan harga yang terjangkau ini SDR dapat digunakan untuk tuning berbagai projek yang melibatkan sinyal radio seperti salah satunya adalah sistem penerima data cuaca dari satelit, dengan *tuner chip* yang bertipe 2823U yang memiliki *tuning range* dari 24 – 1700 Mhz sehingga sinyal NOAA yang berada pada frekuensi 137 MHz dapat ditangkap oleh perangkat SDR ini[5].



Gambar 3.5 Dongle RTL-SDR 2832U



Gambar 3.6 Blok Diagram RTL-SDR 2832U[20]

Pada Gambar 3.6 menunjukkan blok diagram dari SDR-RTL2832U yang bekerja dengan cara menangkap sinyal IF yang mana sinyal analog akan di sampling oleh ADC dan diteruskan kepada blok modulasi OFDM. Adapun penjelasan cara kerja tiap blok diagram RTL2832U:

- a) Dalam konversi analog ke digital (ADC), konverter A/D internal dapat menerima keluaran tuner dengan frekuensi IF yang berbeda (4,57M atau 36,167M), lebar pita yang berbeda (6, 7, 8MHz), dan *input Zero IF* (saluran I & Q). Selain itu, mereka memiliki kemampuan untuk melakukan inversi spektrum. RTL2832U mendemodulasi sinyal TV yang diterima dengan menggunakan *clock sampling* yang dibuat oleh PLL internal dengan sumber clock 28,8 MHz.
- b) Untuk *Automatic Gain Control* (AGC), sirkuit AGC digunakan untuk menyesuaikan kekuatan sinyal yang diterima ke tingkat yang menengah.

Modul ini mendukung dua jalur keluaran, yang masing-masing mengandung sinyal modulasi sigma-delta.

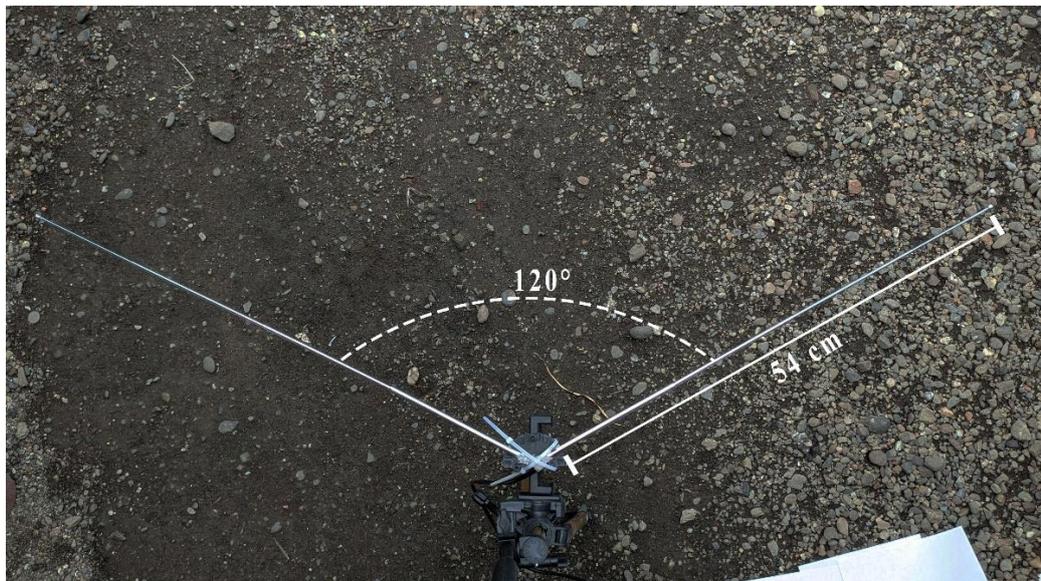
- c) *Down Sampling Converter*, untuk memproses sinyal yang diterima, RTL2832U menggunakan *sampling* IF atau Zero-IF. Untuk pengolahan lebih lanjut, sinyal IF sampel diubah menjadi sinyal *base-band* kompleks oleh DDC. Frekuensi IF, laju sampling, dan lebar pita sinyal dapat diubah untuk menyesuaikan frekuensi *down-conversion* dan *filter low-pass*.
- d) *Resampler*, Sirkuit *resampler* mengubah sinyal yang diterima dari tingkat sampling ADC menjadi tingkat *sampling Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) sesuai dengan lebar pita sinyal.
- e) *Guard Interval Removal*, Dalam modulasi domain waktu, ada interval pengaman yang dimasukkan di antara dua sinyal *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM), yang harus dihapus sebelum pemrosesan *Fast Fourier Transform* (FFT). Modul ini digunakan untuk memoderasi batas simbol OFDM untuk transformasi FFT sesuai dengan hasil sinkronisasi.
- f) *Fast Fourier Transform* (FFT), Sirkuit *Fast Fourier Transform* (FFT) mengubah sinyal *domain* waktu menjadi *domain* frekuensi. Keluaran FFT mengandung *continuous pilot*, *scattered pilot*, *Transmission Parameter Signal* (TPS), dan sinyal data, menurut definisi ETSI 300-744. Dalam pengolahan lanjutan, sinyal ini dapat digunakan untuk sinkronisasi, estimasi saluran, dan keputusan data.
- g) *Synchronization*, Sebelum membuat keputusan data, RTL2832U dapat mengukur dan mengompensasi banyak offset frekuensi *sampling* dan pembawa. Interferensi Simbol-ke-Simbol (ISI) dihindari dengan menggunakan batas simbol.
- h) *Channel Estimation*, menghitung kondisi saluran dari sinyal yang diterima. Respons saluran yang diestimasi dapat digunakan untuk ekualisasi, dan simbol demi simbol diperbarui untuk mendukung variasi saluran seluler.
- i) *Transmission Parameter Signal Decoder*, (TPS) didekode dan ditentukan oleh modul ini. Pembawa TPS memiliki parameter demodulasi. *Encoding*

Bose, Ray-Chaudhuri, Hocquenghem (BCH) melindungi parameter ini. Setelah dekode, demodulator RTL2832U memproses data. *Register* dapat digunakan untuk mengubah parameter seperti mode transmisi, nilai interval pengaman, tingkat kode, dll. untuk mengubah hasil dekoding TPS.

- j) *Equalization*, mengkompensasi kerusakan sinyal yang disebabkan oleh profil saluran multi-jalur yang berbeda untuk menangani berbagai kondisi saluran. Keluaran ekualisasi digunakan untuk menentukan bit data.
- k) Untuk mengurutkan kembali bit data keputusan ke urutan yang tepat, RTL2832U menggunakan *de-interleaver*, sesuai dengan ETSI 300-744. Bit error dalam urutan diidentifikasi dan diperbaiki oleh FEC. *Descrambler* mengembalikan keluaran dekoder ke urutan *Transport Stream* (TS) yang sudah ada sebelumnya[20].

2. Antena V-Dipole

Antena V-Dipole digunakan sebagai antena penerima sinyal pada frekuensi 137 MHz. Antena ini dirancang dengan menggunakan dua kaki berbahan aluminium dan dibentuk seperti bentuk V dengan sudut sebesar 120° . Dari persamaan 2.16 dan 2.17 diketahui panjang kaki antena yang dibutuhkan adalah sepanjang 54 cm tiap kaki seperti yang diilustrasikan pada gambar 3.7:



Gambar 3.7 Rancangan Antena

3. Kabel RG-58

Kabel *coaxial* RG-58 di dalam penelitian ini digunakan sebagai kabel penghubung antara antena *V-Dipole* dengan SDR, kabel ini sendiri umum digunakan sebagai kabel antena televisi sehingga peneliti menggunakannya sebagai penghubung antara kedua komponen tersebut karena memiliki impedansi sekitar 50 Ohm. Kabel RG-58 yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 3.8 di bawah ini:



Gambar 3.8 Kabel RG-58

4. Konektor SMA *Female*

Dalam penelitian ini konektor SMA *female* penghubung dari antena *V-Dipole* dengan *converter SMA Male to MCX Male* melalui kabel RG-58 yang telah terhubung dengan kaki antena.



Gambar 3.9 Konektor SMA *Female*

5. *Converter SMA Male to MCX Male*

Dalam penelitian ini *converter SMA Male to MCX Male* akan berperan sebagai jembatan dari sinyal yang disalurkan melalui kabel RG58 menuju RTL-SDR yang memiliki *port SMA female*.



Gambar 3.10 Converter SMA male to MCX male

6. Laptop

Dalam penelitian ini, Laptop Acer Swift X dengan sistem operasi Windows 11 berfungsi sebagai perangkat komputasi yang digunakan untuk melakukan *decoding* menggunakan *software WXtoIMG* serta melakukan tuning frekuensi pada RTL-SDR. Selain itu, laptop juga digunakan untuk melakukan observasi terhadap data yang diterima.



Gambar 3.11 Laptop Acer Swift X[21]

7. Satelit NOAA 19

Pada penelitian ini, NOAA 19 menjadi satelit yang akan mengirimkan sinyal radio yang membawa informasi mengenai gambar hasil scanning permukaan bumi. Satelit ini diluncurkan pada tahun 2009 oleh NOAA dengan ketinggian orbit pada 870 km di atas permukaan bumi, sehingga satelit ini termasuk dalam kategori satelit orbit rendah[3].



Gambar 3.12 Satelit NOAA 19[3]

3.2.2 Bagian *Software*

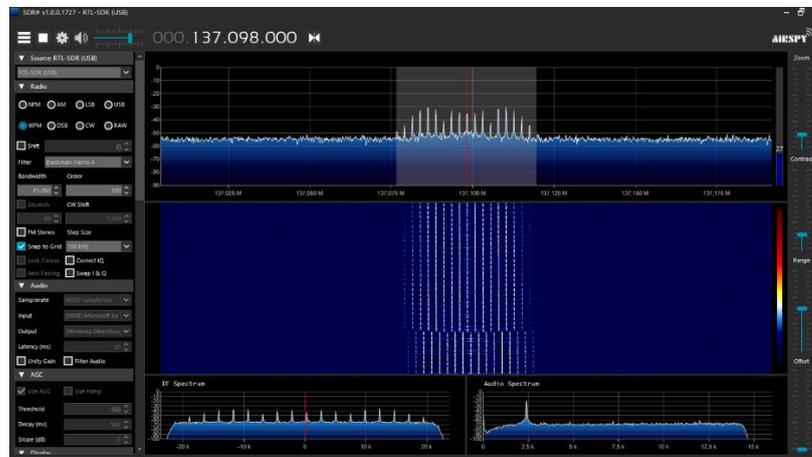
Dalam perancangan sistem terdapat beberapa komponen perangkat lunak yang berperan sebagai alat untuk mentuning frekuensi RTL-SDR, melakukan observasi hasil data, serta melakukan *decoding* pada sinyal satelit NOAA, komponen *software* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah:

Tabel 3.3 Komponen *Software*

| No | <i>Software</i> |
|----|---------------------|
| 1 | SDR Sharp |
| 2 | WxtoIMG |
| 3 | Zadig |
| 4 | Virtual Audio Cable |

1. SDR Sharp

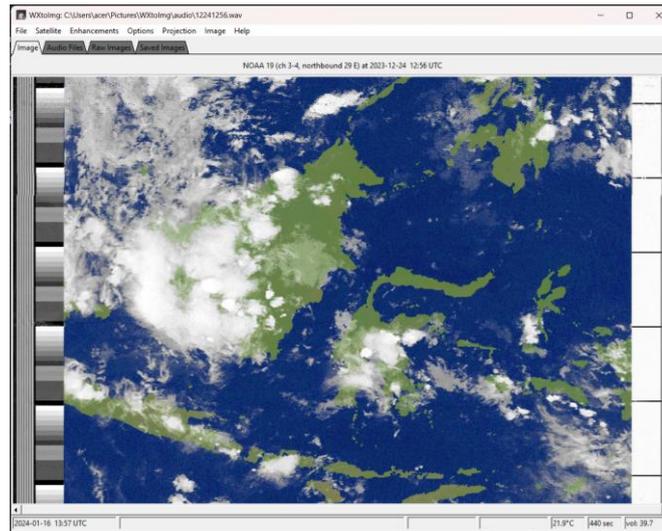
SDR Sharp merupakan sebuah perangkat lunak yang sederhana dan efisien dan dikhususkan sebagai perangkat *Software Defined Radio*. Perangkat lunak ini bertujuan untuk membantu perangkat SDR seperti RTL-SDR sehingga memudahkan untuk melakukan tuning pada frekuensi, *gain* serta *bandwidth* yang dibutuhkan. Dengan menggunakan SDR Sharp maka RTL-SDR dapat mengatur frekuensi penerimaan pada frekuensi 137 MHz serta memilih jenis modulasi yang akan discan seperti *Wide Frequency Modulation* (WFM)[22].



Gambar 3.13 Tampilan SDR Sharp Versi 1727

2. WXtoIMG

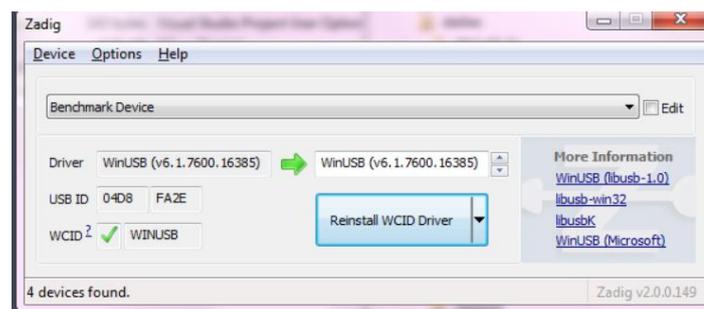
Dalam penelitian ini *software* WXtoIMG berfungsi sebagai alat untuk *decode* sinyal APT yang telah ditangkap oleh antena dan di tuning oleh SDR-Sharp, *Software* ini berfungsi untuk mengubah sinyal APT yang dikirimkan menjadi gambar permukaan bumi yang diambil oleh satelit NOAA 19. Tampilan dari *software* WXtoIMG dapat dilihat pada gambar 3.14 di bawah ini:



Gambar 3.14 Software WXtoIMG Versi 2.11.2

3. Zadig

Zadig merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk menginstal *driver* perangkat yang menggunakan *port* USB, Dimana di dalam *software* ini terdapat berbagai library yang berisi driver berbagai perangkat USB seperti RTL – SDR dongle[23]. Tujuan menggunakan zadig ialah agar laptop dapat membaca dongle RTL-SDR sebagai perangkat input sehingga nantinya *software* yang lain dapat mengelola sinyal APT dari satelit NOAA.



Gambar 3.15 Tampilan Zadig Versi 2.4

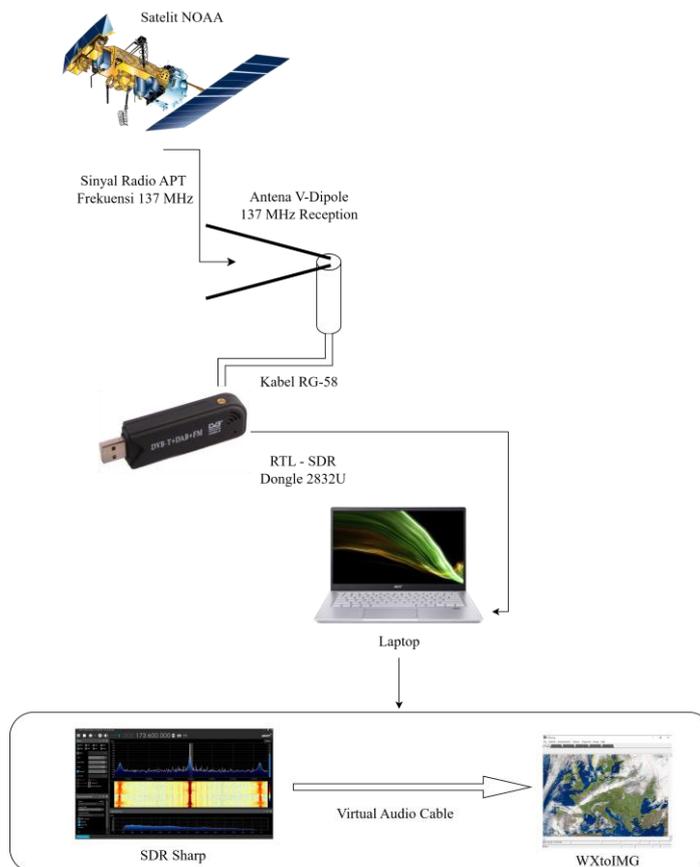
4. Virtual Audio Cable

Virtual Audio Cable merupakan *software* yang berperan sebagai penyalur sinyal suara yang telah ditangkap oleh SDRSharp dan mengirimkannya melewati jalur kabel virtual tanpa harus ada kabel fisik.

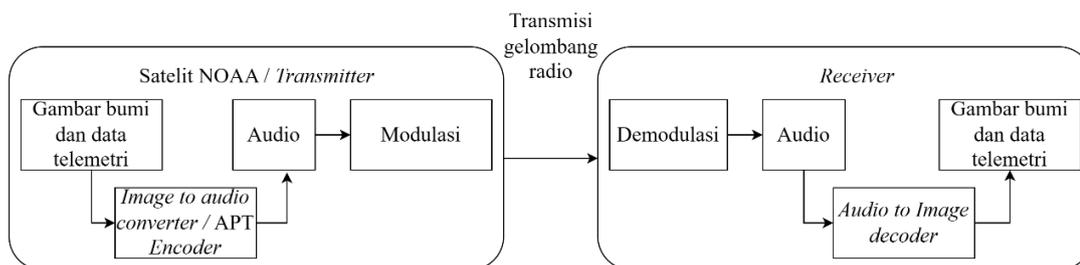


Gambar 3.16 Software Virtual Audio Cable Versi 1.0.3.5

Semua bagian rancangan sistem yang sudah disiapkan oleh peneliti akan digabungkan untuk menjadikan sebuah sistem penerima sinyal satelit NOAA, kedua bagian tersebut akan bekerja satu sama lain agar dapat mendapatkan sebuah gambar cuaca dari satelit. Bentuk rancangan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.16 di bawah.



Gambar 3.17 Rancangan sistem



Gambar 3.18 Diagram cara kerja sistem

Pada gambar 3.18 menunjukkan alur kerja sistem keseluruhan. Pada sisi *transmitter* atau satelit NOAA menunjukkan proses perubahan gambar bumi menjadi sebuah audio menggunakan *encoder* dan dimodulasi dengan modulasi FM pada sinyal *carrier* dengan frekuensi 137 MHz lalu di transmisikan melalui gelombang radio. Selanjutnya pada sisi penerima sinyal akan didemodulasi kembali menjadi sinyal audio dan diubah menjadi gambar bumi menggunakan *audio to image decoder*.

3.3 SKENARIO PENELITIAN

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengukuran daya sinyal serta bandwidth dari sinyal yang dikirim oleh satelit NOAA pada lokasi terbuka yang telah ditentukan. Waktu pengukuran dilakukan pada 16 dan 21 Mei 2024 pada rentang pukul 08:00 hingga 09:00 pagi hari untuk mendapatkan elevasi yang berbeda. Dari hasil pengukuran tersebut akan dilakukan pengamatan pada penggunaan *bandwidth* serta daya yang diterima selama proses transmisi atau selama satelit melintas. Selain itu peneliti juga akan menganalisis dampak dari *bandwidth* dan daya terhadap gambar dan juga perbedaan dari cakupan daerah yang masuk kedalam hasil *scanning* satelit.