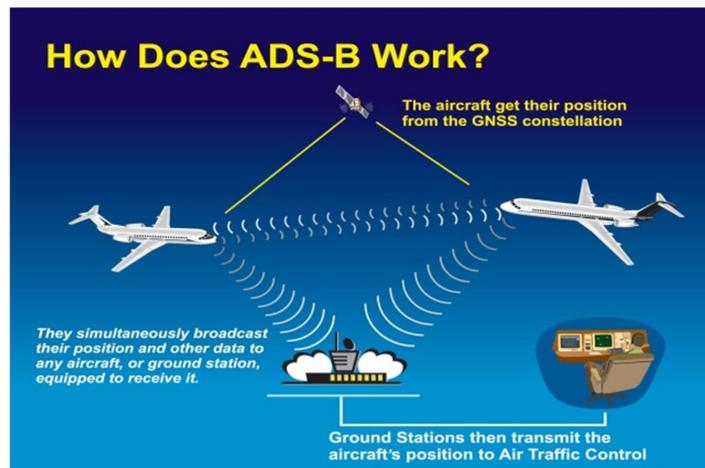


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*)

ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*) adalah sebuah sistem panggilan (*surveillance*) yang digunakan untuk memberikan informasi posisi pesawat di udara. Pesawat udara yang dilengkapi dengan sebuah transponder yang mengirimkan data penerbangan secara otomatis. Data penerbangan diperoleh dari sistem navigasi satelit GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Seperti Gambar 2.1. Data penerbangan yang dipancarkan secara siaran ini akan diterima dan ditempatkan oleh stasiun penerima di darat (*ground station*). Selanjutnya data tersebut dikirimkan ke display ATC yang untuk digunakan oleh ATC dalam memonitoring pesawat terbang. ADS-B, terdiri dari dua yaitu, "ADS-B Out" dan "ADS-B In", yang dimana menggantikan radar sebagai metode pengawasan utama dalam mengendalikan pesawat.

ADS-B menyediakan dua layanan utama dalam TIS-B (*Traffic Information Services-Broadcast*) yang menyediakan informasi tentang lalu lintas udara dan FIS-B (*Flight Information Services-Broadcast*) yang dimana menyediakan informasi melalui peringatan cuaca. Frekuensi saat ini yang digunakan pada sistem ADS-B adalah 1090 Mhz [6].



Gambar 2.1 Prinsip Kerja ADS-B [7]

Sistem ADS-B ini juga memungkinkan komunikasi data antar pesawat udara. Berikut penjelasan data ADS-B berdasarkan kode :

1. AA (*Addres Announced*) merupakan identitas Mode-S pesawat yang dapat diterjemahkan
2. CS (*Callsign*) merupakan nomor Penerbangan, dari informasi ini dapat diterjemahkan bahwa rute yang diterbangi.
3. LAT (*Latitude*) untuk mengetahui koordinat Lintang.
4. LON (*Longitud*) untuk mengetahui koordinat Bujur.
5. FL (*Flight Level*) untuk mengetahui ketinggian pesawat (dalam 100 kaki).
6. AC (*Altitude Code*) untuk mengetahui ketinggian pesawat (dalam satuan kaki).
7. VR (*Vertical Rate*) untuk mengetahui kecepatan vertikal pesawat (dalam kaki/menit).
8. TT (*True Track*) untuk mengetahui arah pergerakan pesawat saat ini.
9. HDG (*Heading*) untuk mengetahui arah pergerakan pesawat dengan patokan magnetic-north
10. IAS (*Indicated Airspeed*) untuk mengetahui kecepatan pesawat di udara yang ditampilkan dalam kokpit
11. TAS (*True Airspeed*) untuk mengetahui kecepatan pesawat di udara dengan referensi udara sekitarnya
12. GS (*Ground Speed*) untuk mengetahui kecepatan pesawat di darat
13. *Selected Altitude* untuk mengetahui Flight Level / ketinggian yang dituju (dalam 100 kaki)

2.2 Radar (*Radio Detection and Ranging*)

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah sistem deteksi yang menggunakan gelombang radio untuk menentukan jarak, sudut, atau kecepatan benda dan dapat digunakan untuk mendeteksi pesawat, kapal, pesawat ruang angkasa, kendaraan bermotor, informasi cuaca, dan medan. Penggunaan radar dapat memungkinkan pengendalian lalu lintas udara dan dapat mengarahkan

pesawat guna menghindari terjadinya tabrakan antar pesawat. Radar pesawat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



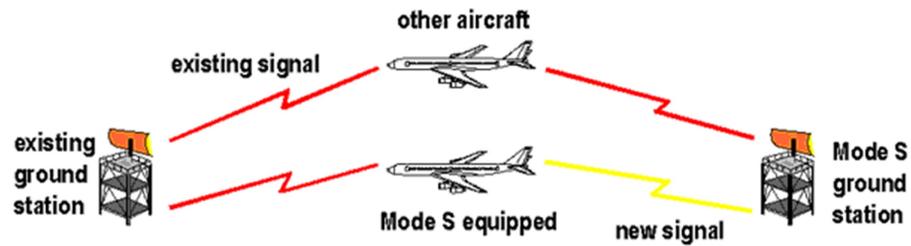
Gambar 2.2 Radar Pesawat [8]

Sistem radar bekerja dengan menggunakan gelombang radio sebagai pendeteksiaan. Jika gelombang tersebut dipancarkan mengenai benda (dalam hal ini adalah pesawat) maka gelombang akan berbalik arah, dan waktu yang dibutuhkan untuk kembali melalui alat penerima yang dimana dapat mengetahui informasi jarak, kecepatan, arah dan ketinggian. Perkembangan radar saat ini telah menambah peralatan baru salah satunya Mode S transponder yang dimana lebih canggih dari sebuah transponder.

2.2.1 Mode S Transponder

Mode S adalah mode yang sangat canggih dari sebuah transponder, karena proses radar pengawasan yang memungkinkan interogasi selektif pesawat sesuai dengan alamat 24-bit unik yang ditetapkan untuk setiap pesawat. Perkembangan terkini telah meningkatkan nilai Mode S dengan memperkenalkan Mode S EHS (*Enhanced Surveillance*). Mode S menggunakan interogator berbasis darat dan transponder udara dan beroperasi pada frekuensi radio yang sama 1090 MHz seperti sistem SSR konvensional yang dimana dapat memberikan posisi dan jarak serta dapat berkomunikasi dengan transponder mode S lainnya. Kemampuan ini digunakan oleh alat di pesawat yang bernama TCAS (*Traffic Collision and*

Avoidance System) yang dapat mencegah tabrakan pesawat udara [9][10]. Mode s Transponder terdapat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mode S Transponder [9]

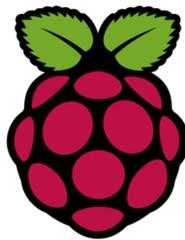
Mode S juga mempunyai sifat –sifat sebagai berikut :

Tabel 2.1 Sifat-sifat Mode S

Sifat-sifat Mode S	
Transmit Frequency	1090 MHz
Modulation	Pulse Position Modulation
Data Rate	1 Mbit/s
Short Squitter Length	56 microseconds
Extended Squitter Length	112 microseconds
Short squitter messages	<ul style="list-style-type: none"> • Downlink Format (DF) • Capability (CA) • Aircraft ID (Unique 24-bit sequence) • CRC Checksum
Extended squitter (ADS-B) messages	<ul style="list-style-type: none"> • Altitude • Position • Heading • Horizontal and Vertical Velocity

2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi, atau sering disingkat dengan nama Raspi, adalah papan tunggal (*single-board circuit*) yang ukurannya seperti kartu kredit yang dapat dihubungkan dengan mouse, keyboard, dan monitor untuk difungsikan sebagai PC desktop. Raspberry Pi bisa digunakan sebagai development board juga, sehingga Anda dapat menambahkan berbagai komponen I/O pada pin GPIO Raspberry Pi. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi Foundation, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris. Nama Raspberry Pi diambil dari nama buah, yaitu buah Raspberry, sedangkan Pi diambil dari kata Python, yaitu nama dari bahasa pemrograman. Python dijadikan bahasa pemrograman utama dari Raspberry Pi, akan tetapi bisa juga menggunakan bahasa pemrograman lain pada Raspberry Pi.



Gambar 2.4 Logo Raspberry Pi [11]

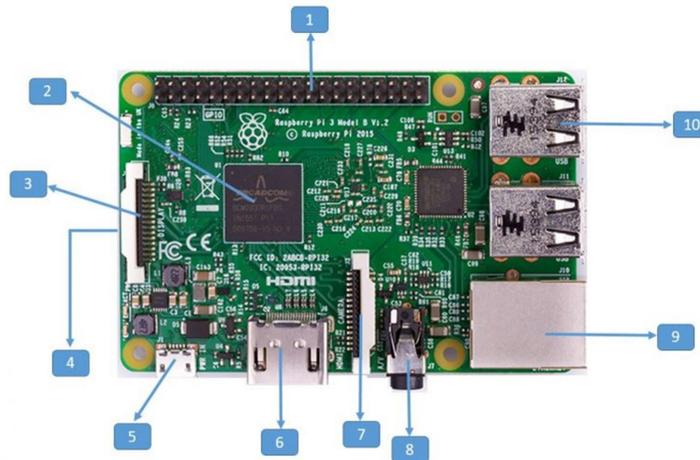
Ide dibalik Raspberry Pi diawali dari keinginan untuk mencetak pemrogram generasi baru. Seperti disebutkan dalam situs resmi Raspberry Pi Foundation, waktu itu Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft, dari Laboratorium Komputer Universitas Cambridge memiliki kekhawatiran melihat turunya keahlian dan jumlah siswa yang hendak belajar ilmu komputer. Mereka lantas mendirikan yayasan Raspberry Pi bersama dengan Pete Lomas dan David Braben pada 2009. Tiga tahun kemudian, Raspberry Pi Model B memasuki produksi massal. Dalam peluncuran pertamanya pada akhir Februari 2012 dalam

beberapa jam saja sudah terjual 100.000 unit. Pada bulan Februari 2016, Raspberry Pi Foundation mengumumkan bahwa mereka telah menjual 8 juta perangkat Raspi [11].

2.3.1 Raspberry Pi Board

Raspberry Pi memiliki komponen yang hampir serupa dengan PC pada umumnya. Seperti CPU, GPU, RAM, Port USB, Audio Jack, HDMI, Ethernet, dan GPIO. Untuk penyimpan data dan sistem operasi, Raspberry Pi tidak menggunakan *harddisk drive* (HDD) melainkan menggunakan *micro SD* dengan kapasitas paling kecil 4 GB, sedangkan untuk daya berasal dari *micro USB power* dengan sumber daya yaitu 5 V.

Raspberry Pi memiliki dua model yaitu model A dan model B. Perbedaan antara model A dan model B terletak pada modul penyimpanan yang digunakan. Model A menggunakan memory 256 MB dan model B menggunakan 512 MB. Selain itu model B sudah dilengkapi dengan kartu jaringan (*ethernet port*) yang dimana tidak terdapat pada model A. Desain Raspberry Pi didasarkan seputar SoC (*System-on-a-chip*) *Broadcom BCM2837*, yang telah menanamkan prosesor 1.2GHz 64-bit quad-core ARMv8, VideoCore IV 3D *Graphics Core GPU*, dan 1 *Gigabyte* RAM. Penyimpanan data didesain tidak menggunakan *hard disk* atau *solid-state drive*, melainkan menggunakan kartu SD (*memory card*) untuk penyimpanan dan *booting* jangka panjang seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5 Desain Raspberry Pi Model 3 B+ [11]

Keterangan:

1. : Pin GPIO (40 Pin)
2. : Broadcam BCM2837 1.2GHz – 64 bit quad-core ARMv8 CPU dan 1GB RAM
3. : DSI (Display Interface).
4. : Micro SD slot
5. : Micor USB Power Input Up to 2.5 A
6. : HDMI Video Output
7. : CSI (Camera Serial Interface) Port
8. : 3.5 mm 4-pole Composite Video dan Audio Ouput Jack
9. : Ethernet Port
10. : 4 USB Port.

Raspberry Pi 3 adalah generasi ketiga dari Raspberry Pi, menggantikan Raspberry Pi 2 Model B pada Februari 2016. Raspberry Pi 3 memiliki bentuk yang identik dengan Raspberry Pi 2 sebelumnya (dan Pi 1 Model B +) dan memiliki kompatibilitas lengkap dengan Raspberry Pi 1 dan 2. Beberapa kelebihan Raspberry Pi 3 Model B+ di banding sebelumnya sebagai berikut :

1. Raspberry Pi 3 Model B+ menggunakan chipset baru yaitu Broadcom BCM2837B0 Cortex A53 64-bit 1,4GHz, mempunyai kecepatan Processor jauh lebih cepat.
2. Memiliki kemampuan Jaringan lebih baik dengan Koneksi *Wireless dual band* yang sudah mendukung 802.11ac dan Bluetooth 4.2
3. *Chipset* pada Raspberry pi 3 Model B+ Memiliki manajemen suhu yang lebih baik.
4. Faster Ethernet (Gigabit Ethernet over USB 2.0)
5. Power-over-Ethernet support (with separate PoE HAT)

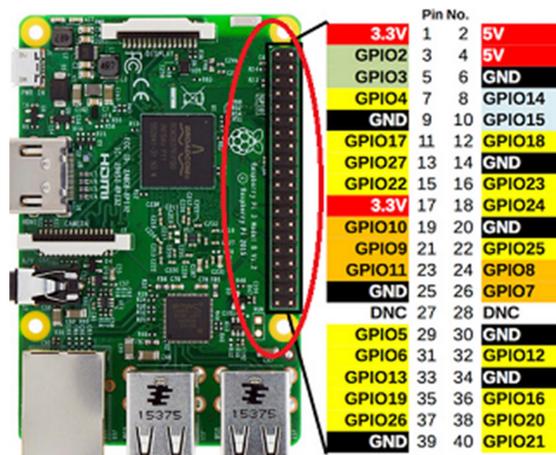
Adapun spesifikasi Raspberry Pi Model 3 Model B+ yang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi Raspberry Pi Model 3 B+

Spesifikasi	Keterangan
Soc	BCM2837B0
Processor	1.2GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
Memory/Ram	1 GB SDRAM 400MHz
GPU	VideoCore IV 3D graphics core
Wireless Adapter/LAN	2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11n Wireless LAN
Bluetooth	Bluetooth 4.2 (built in), Bluetooth Low Energy (BLE)
GPIO	Extended 40-pin GPIO header
Port USB	4 USB 2.0 ports
Card Storage	Micro SD card slot (now push-pull rather than push-push)
Jaringan	Ethernet Port
External Audio and Video	Full HDMI port, Camera interface (CSI), Display interface (DSI), Combined 3.5mm audio jack and composite video
Sistem Operasi	Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux ARM,

	RISC OS
Operating Temperature:	0~50°
Dimension	120mm x 75mm x 34mm
Weight	75 g

Pada Raspberry Pi terdapat GPIO (General Purpose Input Output) yang merupakan pin antarmuka untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan perangkat keras eksternal. GPIO dapat digunakan sebagai input atau output. GPIO dimanfaatkan sebagai alternatif komunikasi raspi seperti USB port atau Ethernet. Yang membedakannya adalah lebih fleksibel dalam pengkabelan. GPIO Terdiri dari 17 pin total yang terdapat pada Raspberry Pi. Namun, yang benar – benar merupakan GPIO ada 8 pin. Sisanya dapat digunakan untuk kepentingan khusus, seperti antarmuka komunikasi serial.



Gambar 2.6 GPIO pada Raspberry Pi 3B+ [11]

Beberapa istilah yang harus di perhatikan dalam GPIO pada gambar 2.6 antara lain :

1. Pin 3.3V dan 5V : Pin ini merupakan pin yang berfungsi untuk memberikan tegangan ke komponen seperti sensor, led, motor dan relay. Pin ini dihubungkan ke pin vcc pada komponen.

2. Pin GND atau *Ground*, pin ini dihubungkan ke pin ground atau negatif (-) pada led, sensor, motor maupun relay.
3. Pin GPIO : Pin ini yang akan kita control melalui bahasa pemrograman *Python*. Dengan *Python* kita dapat mengatur apakah pin ini aktif atau mati maupun nyala berdasarkan kondisi tertentu dengan program yang dibuat.

2.3.2 Kartu Micro SD

MicroSD adalah kartu memori *non-volatile* yang dikembangkan oleh SD Card Assosiation yang digunakan untuk perangkat portble. Saat ini, teknologi microSD sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar industri de-facto.

MicroSD (*Secure Digital*) merupakan memory card dengan ukuran sangat kecil yang dirancang untuk menyediakan memori berkapasitas besar. Umumnya ukuran SD Card ukuran 24x32x2,1 mm dan berat sekitar 2 gram. Ukuran kapasitasnya beragam mulai dari 16 Megabyte sampai 1 Gigabyte. Saat ini memory card yang paling sering digunakan adalah SD card, digunakan pada perangkat elektronik seperti kamera digital, *Handphone*, dan lain-lain yang terdapat pada gambar 2.7 [11].



Gambar 2.7 Micro SD [11]

MicroSD dapat digunakan secara langsung dalam slot MicroSD dengan adaptor pasif sederhana karena meskipun kartu berbeda dalam ukuran tetapi tidak untuk listrik interface. Dengan adaptor elektronik aktif, kartu SD dapat digunakan dalam CompactFlash atau kartu PC slot. Beberapa SD termasuk konektor USB

kompatibel dengan laptop dan komputer desktop serta Card Reader sehingga memungkinkan kartu yang diakses melalui port konektivitas seperti Fire Wire, port printer paralel bahkan dari Floopy disk dan FlashPath adaptor.

2.3.3 Bahasa Pemograman Python

Python adalah bahasa pemograman interpretatif multiguna, yang dimana keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Dalam Raspberry Pi, Python menjadi bahasa pemograman utama. Beberapa fitur utama bahasa Python diantaranya banyak *library* standar yang dapat membantu programmer dalam melakukan tugas umum seperti menghubungkan program ke web *server*, membaca dan mengubah konten dari suatu file. Bahasa pemograman Python dapat dijalankan di OS mana saja seperti Mac OS X, Windows, Linux dan Unix. Python juga bersifat *opensource software* yang dimana pengguna bebas melakukan mengedit *software* untuk memecahkan masalah, memperbarui suatu produk, menambahkan sebuah fitur, memperbaiki bug, serta meningkatkan software tanpa perlu mencari izin resmi [12].

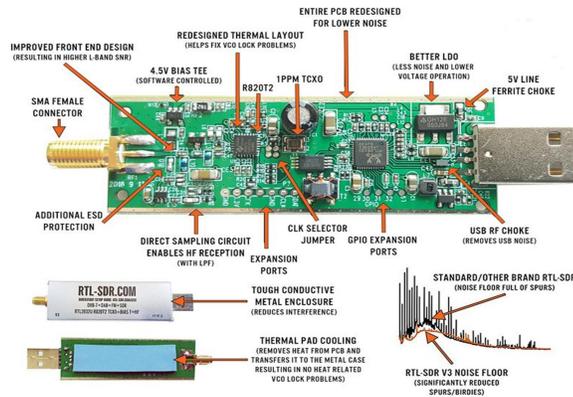


Gambar 2.8 Logo Python [13]

Python juga berfungsi untuk mengontrol pin-pin GPIO pada Raspberry Pi. Sehingga Raspberry Pi dapat membaca nilai dari sensor, mengontrol suatu komponen elektronika, dan sebagainya.

2.4 RTL-SDR

RTL SDR atau lebih dikenal RTL Dongle adalah sebuah usb *dvb-t/dongle* yang berperan sebagai *receiver*. Dongle berbasis *Chipset* Realtek R820T2 yang mampu menerima *signal* radio dari frekuensi yang sangat luas yaitu dari 25 MHz sampai 1700 MHz. Gambar blok RTL-SDR dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Blok RTL-SDR [14]

RTL-SDR dapat digunakan untuk scanner radio pita lebar, mendengarkan percakapan yang tidak terenskripsi yaitu polisi, ambulance, pemadam kebakaran dan satelit. Spesifikasi RTL-SDR sebagai berikut.

1. RTL2832U adalah demodulator berkinerja tinggi yang mendukung USB 2,0 interface.
2. R820T2 tuner yang lebih sensitif/lantai kebisingan lebih baik dan kompatibel daripada R820T tuner sebelumnya.
3. *SMA Female Connector* menggunakan SMA yang jauh lebih umum sehingga lebih banyak adapter dan antena yang tersedia.
4. 4.5 v bias Tee memungkinkan RTL-SDR untuk memberikan daya terhadap LNA dan antena aktif melalui kabel membujuk.
5. *Temperature Compensated Oscillator (TCXO)* sebagai isolator dan penstabil suhu.

Untuk disisi softwarena yang bisa dipakai adalah sebagai berikut :

1. SDR ataupun HSDR di sistem operasi Windows 7/8/9
2. GNU Radio di sistem operasi Linux
3. GQRX di Mac OS
4. SDRTouch pada sistem operasi Android di *smartphone* ataupun *tablet*.

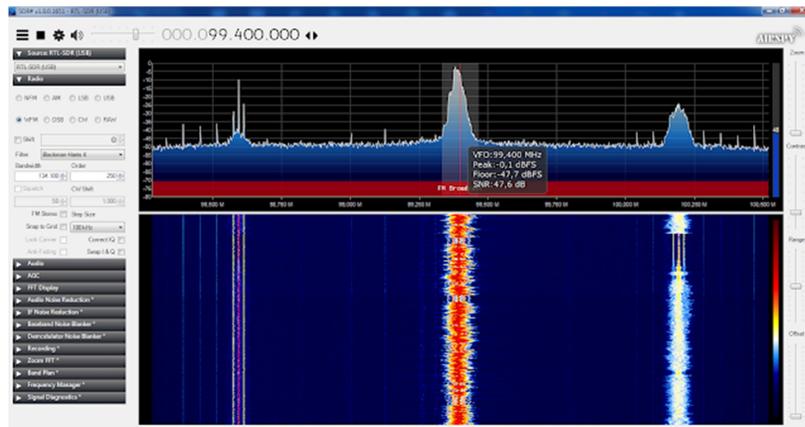
Parameter SDR dijelaskan pada tabel 2.3. dibawah ini :

Tabel 2.3 Parameter RTL-SDR

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

2.5 SDR (*Software Defined Radio*)

Software Defined Radio (SDR) adalah sebuah teknologi yang dikembangkan untuk membangun sistem komunikasi radio yang fleksibel dimana komponen berupa *hardware* diatur oleh *software* komputer. Komponen seperti mixer, filter, amplifier, modulator/demodulator, dan detector digantikan perangkat lunak yang tersedia di dalam komputer [15]. SDR mampu menerjemahkan sinyal yang ditangkap oleh perangkat keras yang berupa *transmitter / reciver* yang nantinya akan diterjemahkan kedalam komputer sebagai proses *decoding* sinyal itu sendiri. Sistem tersebut memerlukan perangkat keras yang digunakan sebagai antenna dan *software* yang digunakan untuk proses *decode* sinyal tersebut.



Gambar 2.10 *Software Defined Radio* [11]

2.6 Antena *Omnidirectional*

Antena *omnidirectional* didefinisikan sebagai saluran transmisi dengan pancaran sinyal ke segala arah dengan daya sama. Saluran transmisi tersebut digunakan untuk mengubah gelombang elektromagnetik di udara menjadi gelombang listrik. Antena *omnidirectional* adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah radio, radar dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya.



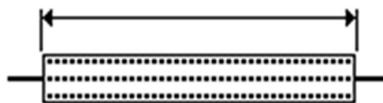
Gambar 2.11 Antena *Omnidirectional* [4]

Antena *omnidirectional* mempunyai sifat umum radiasi atau pancaran sinyal 360-derajat yang tegak lurus ke atas. Antena tersebut secara normal mempunyai *gain* sekitar 3-12 dBi dengan jarak jangkauan tertentu. Dimana

digunakan untuk hubungan P2MP (*Point-To-Multi-Point*) atau satu titik ke banyak titik di sekitar daerah pancaran. Antena *omnidirectional* mempunyai keistimewaan yaitu pancaran antena lebih terfokus. Hal ini menjadikannya sebagai salah satu antena paling populer untuk memancarkan dan menerima gelombang wifi. Antena *omnidirectional* sering juga disebut sebagai antena wifi.

Coaxial Collinear Antena merupakan salah satu jenis antena *omnidirectional* yang dapat menerima ataupun memancarkan gelombang sinyal ke segala arah. Antena ini dapat dibuat dengan menggunakan kabel *coaxial* Rg-06 (75 Ohm) dengan faktor kecepatan 85%. Setiap elemen pada kabel *coaxial* dengan panjang mengikuti panjang gelombang yang diinginkan dengan rumus yang sudah ditetapkan untuk perhitungan antena [16].

$$L=0.5*\lambda*velocity\ factor$$



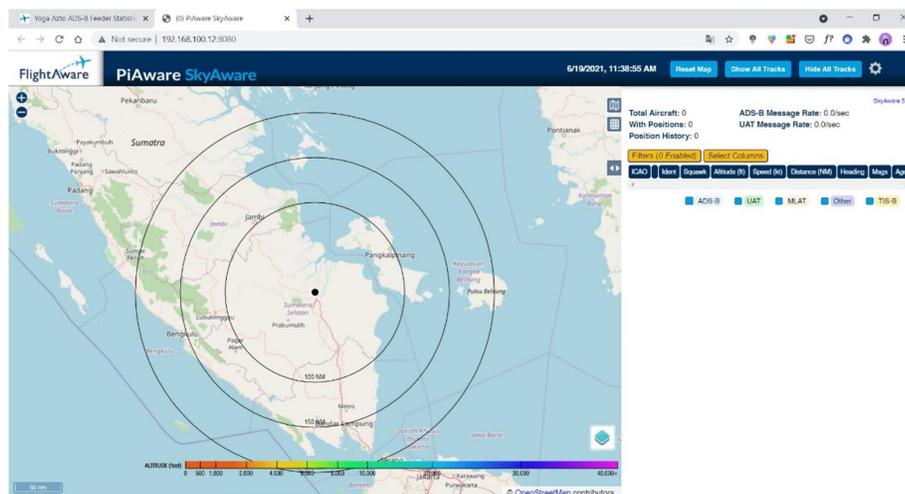
Gambar 2.12 Elemen Dasar *Coaxial Collinear Antena* [17]

2.7 Dump1090

Dump1090 merupakan software monitoring pesawat yang dikombinasikan dengan RTL-SDR yang biasanya digunakan untuk decoding ADS-B. Dump1090 jika dijalankan di Raspberry Pi, maka akan mengubah seluruh Pi menjadi pemroses data ADS-B. Dump1090 sangat kuat dan pandai mendekode sinyal lemah. Ia memiliki kemampuan untuk memecahkan kode pesan DF11 dan DF17. Kedua pesan ini dipadatkan pada kecepatan nominal 1 Hz oleh transponder Mode S. Pesan squitter DF17 yang diperluas digunakan untuk sistem ADS-B yang berisi informasi seperti kecepatan udara, posisi pesawat dan identitas[18].

2.8 PiAware

PiAware adalah aplikasi monitoring pesawat berbasis web yang berjalan pada Raspberry Pi untuk mengirimkan data dump1090 ADS-B dan Mode S secara aman ke FlightAware. PiAware dapat menjalankan Raspberry Pi mereka sendiri dengan penerima ADS-B dan dump1090. Data yang diterima akan ditampilkan seperti data Asterix, 24 bit ICAO *Aircraft Address*, *Callsign Nationality*, *Ident* atau *Squawk*, *Altitude*, *Message*, *Longitude*, *Speed*, dan *Heading*. Pada PiAware juga menampilkan posisi pesawat dalam bentuk *maps* dan bentuk *virtual* pesawat terbang [19][20].



Gambar 2.13 Tampilan *software* Pi Aware

2.1 Tabel Perbandingan Penelitian

Berikut Tabel Perbandingan Penelitian yang dilakukan untuk menjadireferensi pembuatan tugas akhir.

Tabel 2.4 Tabel Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Tahun Jurnal	Kelebihan	Kekurangan
1.	M Sharavan et.all,	RTL SDR ADS-B Data Analysis for Predicting Airports and ATS Routes	2020	1. Biaya murah. 2. Menggunakan Raspberry pi 3	1. Pengambilan data terbatas 2. Antena yang digunakan tidak memancarkan lebih jauh
2.	Bambang bagus, et.all	Studi Ekperimental Penerima Ads-B Menggunakan Rtl 1090 Dan Rtl-Sdr R820t2 Di Bandara Juanda Surabaya	2019	1. Menggunakan antena GPS rx (1575,42 MHz)	1. Masih menggunakan koneksi internet. 2. Tidak ada penambahan data sensor.
3.	Abdul Azis dan Rio Setiawan	Rancangan Antena Penerima Automatic Dependent Surveillance Broadcast Dengan Frekuensi 1090 MHz Menggunakan RTL820T	2019	1. Dijelaskan cara pembuatan antena 2. Lebih sederhana dalam pengoprasiaannya	1. Dalam penampilan hasil data informasi pesawat kurang jelas. 2. Tidak menggunakan software tambahan seperti Radar Virtual Server
4.	Dr. Yedukondalu dan Sushmitha Pollamoni	Implementation of Automatic Aircraft Tracking with RTL-SDR	2019	1. Terdapat perhitungan antara pengukuran dan pengujian antena 2. Terdapat tampilan pelacakan pada pesawat	1. Tidak menggunakan antena omnidirectional 2. Pengambilan data yang terbatas
5.	A. Kaviyarasu, et.all	Air Traffic Control Secondary Radar	2018	1. Menggunakan antena dipole. Menggunakan Raspberry pi 3	1. Memerlukan biaya yang cukup mahal.

6.	Mauro Leonard, et.all	ADS-B Signal Signature Extraction for Intrusion Detection in the Air Traffic Surveillance System	2018	1. Biaya murah. Menggunakan antena omnidirectional	1. Pengambilan data yang terbatas.
7.	Mumahhad Ar Rasyid, et.all	Implementasi GNU Radio Air Modes ADS-B Untuk Pelacakan Pesawat	2016	1. Penangkapan sinyal ADS-B sangat baik 2. Menggunakan hardware dan software lebih sedikit	1. USRP B210 memiliki harga sangat mahal. Rumit dalam hal pengoperasiannya
8.	Feti Fatonah, Djoni Slamet Hardjono, et.all	Rancangan Antena Monopole Peralatan Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Sebagai Alat Bantu Pembelajaran di Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia	2016	1. Terdapat perbandingan perhitungan antara pengukuran dan pengujian antena 2. Dijelaskan nilai return loss adalah -31,16 dB dan VSWR adalah 1,04.	1. Tidak melakukan pengujian hasil dari sinyal ADS-b yang diperoleh oleh antena
9.	Yati Nurhayatid Susanti	Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di Indonesia	2014	1. Pemasangan ADS-B banyak, sebanyak 30 unit teintegrasi dengan ATM System	1. Belum dilakukan Instalasi, Standarisasi dan sertifikasi peralatan ADS-B Avionic pada Pesawat 2. Belum ada prosedur, penyusunan konsep dan peraturan
10.	Danymol R dan GandhirajR	Real-Time Communication System Design using RTL-SDR and Raspberry Pi	2013	1. Dijelaskan Penggunaan RTL-SDR secara real-time 2. Menggunakan Raspberry pi 3	1. Tidak dijelaskan penggunaan RTL-SDR dalam menerima sinyal