

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radar (*Radio Detection and Ranging*)

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat Map benda-benda seperti pesawat terbang, berbagai kendaraan bermotor dan informasi cuaca.

Penggunaan radar dalam pengendalian lalu lintas udara pertama kalinya adalah untuk alat bantu pendaratan. Setelah pengembangan peralatan yang lebih baik, peralatan tersebut kemudian ditingkatkan untuk mengatur arus lalu lintas. Radar telah memungkinkan pengendalian lalu lintas udara untuk melihat dan mengarahkan pesawat guna menghindarkan tabrakan antarpesawat atau antara pesawat dan rintangan di darat.

Radar bekerja dengan menggunakan gelombang radio untuk pendeteksian. Jika gelombang yang dipancarkan mengenai benda (dalam hal ini adalah pesawat) akan berbalik arah, dan waktu yang diperlukan untuk kembali lewat alat penerima dapat mengetahui informasi jarak, kecepatan, arah, dan ketinggian[1]. Radar pesawat dapat dilihat pada gambar 2.1.

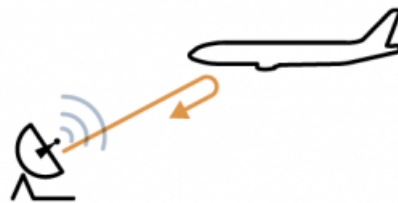


Gambar 2.1 Radar Pesawat[6]

Perkembangan radar menambah peralatan baru yang bernama *Secondary Surveillance Radar (SSR)* sebagai pelengkap radar *Primary Surveillance Radar (PSR)* dan Mode S transponder yang lebih canggih lagi dari sebuah transponder.

2.1.1 *Primary Surveillance Radar (PSR)*

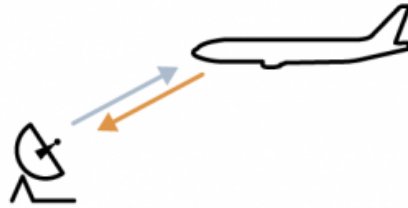
Primary Surveillance Radar (PSR) adalah alat yang memancarkan sinyal pulsa-pulsa radio dan jika pulsa tersebut mengenai sebuah permukaan logam (badan pesawat) maka pulsa radio tersebut akan dipantulkan balik kembali ke radar[7]. Radar ini kemudian menghitung waktu pantulan untuk menghitung jarak benda tersebut. PSR ini tidak efektif untuk mendeteksi objek yang ukurannya kecil seperti pesawat ringan. Bahkan pesawat yang besar pun, hanya dapat diketahui keberadaannya tapi tidak dapat ditampilkan identitasnya di layar radar. Proses PSR dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Primary Surveillance Radar[8].

2.1.2 *Secondary Surveillance Radar (SSR)*

Secondary Surveillance Radar (SSR) adalah radar yang bekerja dengan bantuan alat yang bernama transponder di pesawat udara[7]. Cara kerjanya dimana SSR di darat memancarkan sinyal yang disebut dengan interrogation pada frekuensi 1030 Mhz. Jika mendapatkan sinyal interogasi, maka transponder akan menjawab/ memberikan sinyal balasan pada frekuensi 1090 Mhz. Proses SSR dapat dilihat pada gambar 2.3.

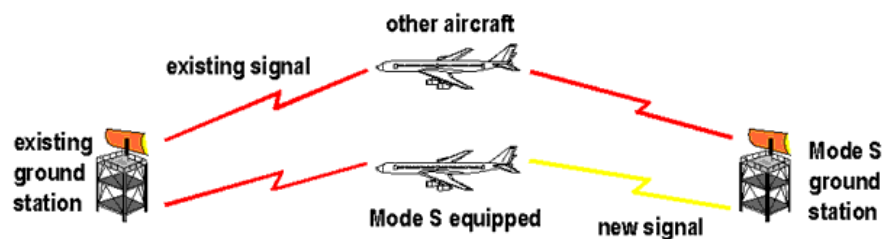


Gambar 2.3 Secondary Surveillance Radar (SSR)[8].

Dekoder yang ada di SSR akan menghitung jarak pesawat tersebut dari lamanya sinyal sampai kembali ke SSR. Arah pesawat tersebut akan ditentukan oleh arah antenna radar SSR yang berputar 360 derajat. Jadi misalnya antenna SSR sedang mengarah ke timur pada arah 90° dan mendapatkan jawaban (reply) dari sebuah transponder, maka jarak dan posisi pesawat akan diketahui oleh SSR.

2.1.3 Mode S Transponder

Mode S adalah mode yang lebih canggih lagi dari sebuah transponder. Sebuah transponder dengan mode S tidak hanya dapat menjawab interogasi SSR dan memberikan posisi dan jarak dari SSR tapi juga dapat “mengobrol” dengan transponder mode S yang lainnya. Kemampuan ini digunakan oleh alat di pesawat yang bernama TCAS (*Traffic Collision and Avoidance System*) yang dapat mencegah tabrakan pesawat udara. Jika 2 buah pesawat udara mendekat dengan sangat cepat maka transponder mode S akan menghitung rasio mendekatnya kedua pesawat tersebut dan jika membahayakan maka alat TCAS akan berbunyi, "traffic, traffic!" sehingga penerbang akan menghindari tabrakan[1].



Gambar 2.4 Mode S Transponder[9]

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

Automatic Dependent Surveillance – Broadcast adalah sebuah sistem pemantauan (*surveillance*) penerbangan nir radar. Pesawat udara yang dilengkapi dengan sebuah transponder mengirimkan data penerbangan secara otomatis (*automatic*). Data penerbangan seperti posisi dan kecepatan diperoleh dari sistem satelit navigasi GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Data penerbangan yang dipancarkan secara *broadcast* ini akan diterima dan diproses oleh stasiun penerima (*ground station*). Pada saat ini, frekuensi yang umum digunakan pada teknologi ADS-B adalah 1090Mhz. Sistem ADS-B ini juga memungkinkan komunikasi data antar pesawat udara[2]. Berikut penjelasan data ADS-B berdasarkan kode :

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

ICAO (*International Civil Aviation Organization*) sebagai organisasi penerbangan sipil internasional mewajibkan penggunaan ADS-B untuk wilayah non-radar airspace pada 2015 dan mewajibkan penggunaan ADS-B *avionics* untuk semua pesawat pada 2020 [10].

Teknologi ini memungkinkan pesawat terbang untuk secara berkala menyiarkan informasi posisinya (ketinggian, koordinat GPS, heading, dll.) Menggunakan skema pensinyalan Mode-S. Mode-S adalah jenis mode interogasi transponder penerbangan. Ketika sebuah pesawat terbang menerima permintaan interogasi, pesawat itu mengirim kembali kode *squawk* transponder. Mode-S memiliki sifat-sifat 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

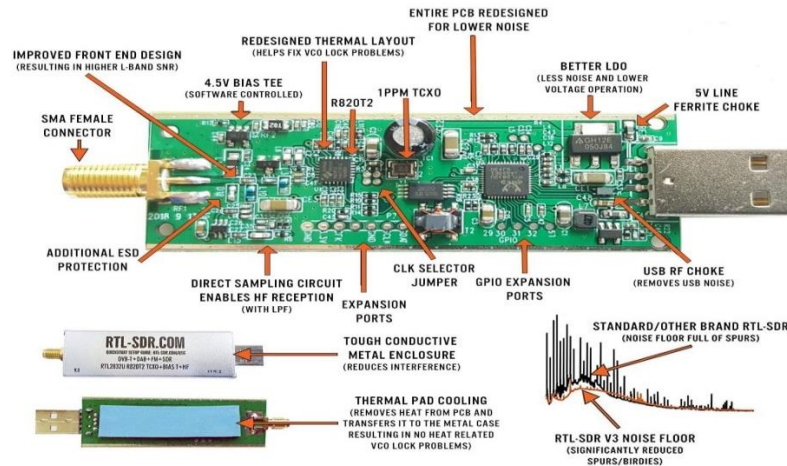
2.3 *Software Defined Radio*

Software Defined Radio (SDR) adalah teknologi yang berkembang pesat dan selalu menarik untuk industri telekomunikasi. Beberapa tahun terakhir, sistem radio analog telah digantikan dengan sistem radio digital untuk berbagai aplikasi radio, yaitu pada militer, sipil, dan untuk komersial. Selain itu, modul programmable hardware makin banyak digunakan untuk radio digital untuk fungsi yang berbeda-beda. Perbedaan radio analog dan digital dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbedaan Analog dan Digital

Analog	Digital
Bersifat continue.	Bersifat discrete (0 dan 1).
Bagus digunakan untuk komunikasi yang lalu lintasnya rendah.	Bagus digunakan untuk komunikasi yang lalu lintasnya tinggi.
Kemungkinan error besar.	Kemungkinan error kecil.
Perbaikan noise sulit.	Perbaikan error lebih mudah.
Mudah terkena noise.	Lebih tahan pada noise.
Kapasitas informasi sedikit.	Kapasitas informasinya lebih besar.
sukar dilakukan modifikasi informasi.	mudah dilakukan modifikasi informasi.
Menggunakan konsep frekuensi	Menggunakan konsep biner/bit
Boros bandwidth	Lebih hemat bandwidth

Teknologi SDR bertujuan untuk memaksimalkan *programmable hardware* untuk membangun sebuah radio yang berbasis *software*[11]. Gambar blok RTL-SDR dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Blok RTL-SDR[12]

RTL-SDR R820T2 adalah salah satu jenis *Software Defined Radio* yang biasa digunakan sebagai *receiver* sinyal digital dari DVB-T maupun dari DAB (*Digital Audio Broadcasting*). Selain itu kelebihan dari RTL-SDR yaitu dapat menerima sinyal di frekuensi yang sangat luas yaitu dari 25 MHz sampai 1700 MHz.. Spesifikasi RTL-SDR R820T2

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.

Parameter RTL-SDR :

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

2.4 *Coxial Collinear Antena*

Antena didefinisikan sebagai transformator atau struktur transmisi gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Saluran transmisi tersebut digunakan untuk mengubah gelombang listrik menjadi gelombang elektromagnetik di udara dan sebaliknya, merubah gelombang elektromagnetik di udara menjadi gelombang listrik. Antena adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah radio, radar dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya.

Fungsi antena adalah merubah gelombang listrik menjadi gelombang elektromagnetik, lalu kemudian meradiasikannya di udara dan sebaliknya, merubah gelombang elektromagnetik di udara menjadi gelombang listrik. Antena dapat menjalankan kedua fungsinya sekaligus dan ada yang hanya menjalankan salah satu fungsi saja.

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 velocity factor 84%. Setiap elemen pada kabel *coaxial* dengan panjang mengikuti panjang gelombang yang diinginkan dengan rumus yang sudah ditetapkan untuk perhitungan antena[13].

$$L = 0.5 * \lambda * \text{velocity factor}$$



Gambar 2.6 Elemen Dasar *Coaxial Collinear Antena* [14]

2.5 Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single board yang bersifat *open source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri[15].



Gambar 2.7 Arduino Uno[15].

Arduino Uno adalah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah

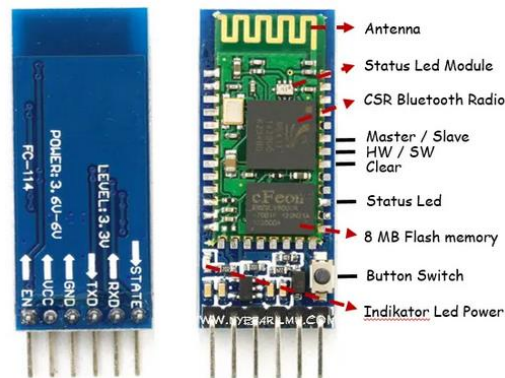
keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Spesifikasi Arduino Uno dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno

Parameter	Spesifikasi
Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah tiap pin I/O digital	14(6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	32 KB (Atmega328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1KB (Atmega328)
Clock Speed	16MHz
Software	Arduino IDE

2.6 Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Antarmuka yang dipergunakan untuk mengakses module ini yaitu serial TXD, RXD, VCC serta GND. Serta terdapat LED (*built in*) sebagai indikator koneksi bluetooth terhadap perangkat[16].



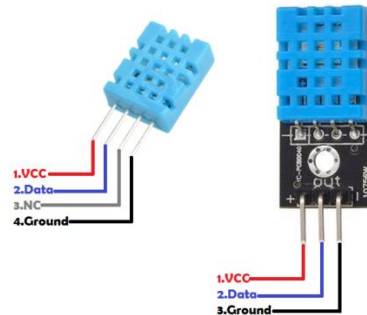
Gambar 2.8 Modul Bluetooth HC-05[16]

Spesifikasi Modul Bluetooth HC-05 antara lain :

1. Frekuensi kerja ISM 2.4 GHz.
2. Bluetooth protocol : Bluetooth tipe v2.0+EDR.
3. Kecepatan dapat mencapai 1Mbps pada mode sinkron.
4. Kecepatan dapat mencapai 2.1 Mbps / 160 kbps pada mode asinkron maksimum.
5. Tegangan kerja pada 3,3 – 6 Volt DC.
6. Konsumsi arus kerja yaitu 50 mA.
7. Memiliki modulasi Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK).
8. Sensitivitas -84dBm (0.1% BER).
9. Daya emisi 4 dBm.
10. Suhu operasional range -20°C — $+75^{\circ}\text{C}$.
11. Memiliki keamanan dengan enkripsi data dan enkripsi.
12. Dimensi modul $15.2 \times 35.7 \times 5.6$ mm.

2.7 Sensor Suhu DHT 11

Sensor suhu DHT 11 berfungsi untuk membaca suhu (*temperature*) ruangan dan kelembapan udara (*humidity*)[17]. Kegunaan sensor DHT 11 biasanya digunakan pada monitoring suhu ruangan maupun kelembapan udara.



Gambar 2.9 Sensor suhu DHT 11[17]

Spesifikasi sensor DHT 11 antara lain:

1. Tegangan input 3-5V
2. Arus 0,3mA, iddle 60uA
3. Periode sampling 2 detik
4. Output data serial
5. Resolusi 16bit
6. Temperatur antara 0°C sampai 50°C (akurasi 1°C)
7. Kelembapan antara 20% sampai 90% (akurasi 5%)

2.8 Visual Studio (v.net)

Visual studio sering juga disebut dengan VB.NET adalah sebuah bahasa pemrograman komputer. Dimana pengertian dari bahasa pemrograman itu adalah perintah-perintah atau instruksi yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu[18].



Gambar 2.10 Logo visual Studio

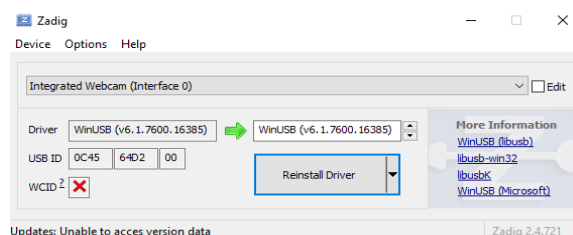
Selain disebut dengan bahasa pemrograman, VB.Net juga sering disebut sebagai sarana(tool) untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasis windows. Beberapa keistimewaan Visual Studio diantaranya:

1. Menggunakan platform pembuatan program yang dinamakan developer studio, yang memiliki tampilan dan sarana yang sama dengan Visual C++ dan Visual J++. Dengan begitu Anda dapat bermigrasi atau belajar bahasa pemrograman lainnya dengan mudah dan cepat.
2. Memiliki *compiler* handal yang dapat menghasilkan file executable yang lebih cepat dan lebih efisien dari yang sebelumnya
3. Memiliki beberapa tambahan wizard yang baru. Wizard adalah sarana yang mempermudah di dalam pembuatan aplikasi dengan mengotomisasi tugas-tugas tertentu.
4. Visual Studio 2010 mempunyai beberapa fitur untuk pengembangan berbagai macam aplikasi yang diantaranya; *Windows Development, Web Development, Office Development, Sharepoint Development, Cloud Development (Windows Azure), Silverlight Tooling, Multi-jkl6Core Development, Customizable IDE.*

2.9 Zadig

Zadig merupakan aplikasi yang digunakan untuk menginstall driver USB generik, seperti winusb, Libsub-Win32/libusb0.sys atau Libusbk untuk membantu anda mengakses perangkat USB[19]. Hal ini dapat berguna ketika :

1. Mengakses perangkat menggunakan aplikasi berbasis Libusb.
2. Mengupgrade driver USB generik.
3. Mengakses perangkat menggunakan WinUSB.



Gambar 2.11 Tampilan Zadig.

2.9.1 WinUSB

USB Windows (WinUSB) adalah pengandar generik untuk perangkat USB yang dikembangkan bersamaan dengan Windows Driver Framework (WDF) untuk Windows XP dengan SP2. Arsitektur WinUSB terdiri dari pengandar kernel-mode (Winusb.sys) dan pustaka tautan dinamis mode pengguna (Winusb.dll) yang memperlihatkan fungsi winusb. Dengan menggunakan fungsi ini, Anda dapat mengelola perangkat USB dengan perangkat lunak mode pengguna.

2.9.2 Libsub-Win32/libusb0.sys atau Libusbk

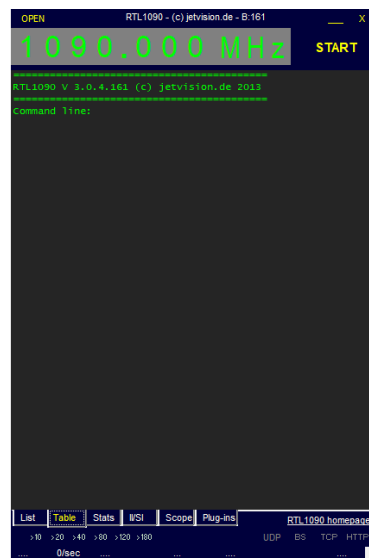
libusb-Win32 adalah port dari perpustakaan USB libusb 0,1 (<http://SourceForge.net/projects/libusb>) ke sistem operasi Microsoft Windows (Windows 2000, Windows XP, Windows Vista dan Windows 7; Windows 98 SE dan Windows ME untuk versi hingga 0.1.12.2). Perpustakaan memungkinkan pengguna ruang aplikasi untuk mengakses banyak perangkat USB pada Windows dengan cara generik tanpa menulis baris kode driver kernel. Vista/7/2008/2008R2 64 bit didukung dari versi 1.2.0.0 sejak Microsoft KMCS diterima tanda tangan digital tertanam di pengandar kernel libusb0.sys.

Fitur:

1. Dapat digunakan sebagai driver filter untuk perangkat yang sudah terinstal. Fitur ini memungkinkan libusb-Win32 untuk berkomunikasi dengan banyak perangkat USB yang diinstal.
2. Dapat digunakan sebagai driver perangkat normal untuk perangkat yang ada driver tidak ada (diri membangun/dikembangkan hardware USB, dll).
3. Mendukung semua transfer USB: kontrol, massal, interupsi dan Isochronous transfer. Catat libusb 0,1 di bawah OS lain (Linux, Mac OS X, BSDs, dll) tidak mendukung Isochronous transfer. libusb-Win32 juga memiliki API asinkron sendiri yang tidak tersedia untuk libusb-0,1 di bawah Linux atau OS lainnya.
4. Mendukung semua permintaan perangkat standar (pesan kontrol) yang dijelaskan dalam Bab 9 dari spesifikasi USB.
5. Mendukung vendor pesan kontrol khusus.

2.10 Rtl1090

Rtl 1090 merupakan aplikasi yang menterjemahkan sinyal ADS-B menjadi data informasi. Aplikasi ini terintegrasi pada *hardware* RTL-SDR dan hanya dapat bekerja jika terhubung pada RTL-SDR.

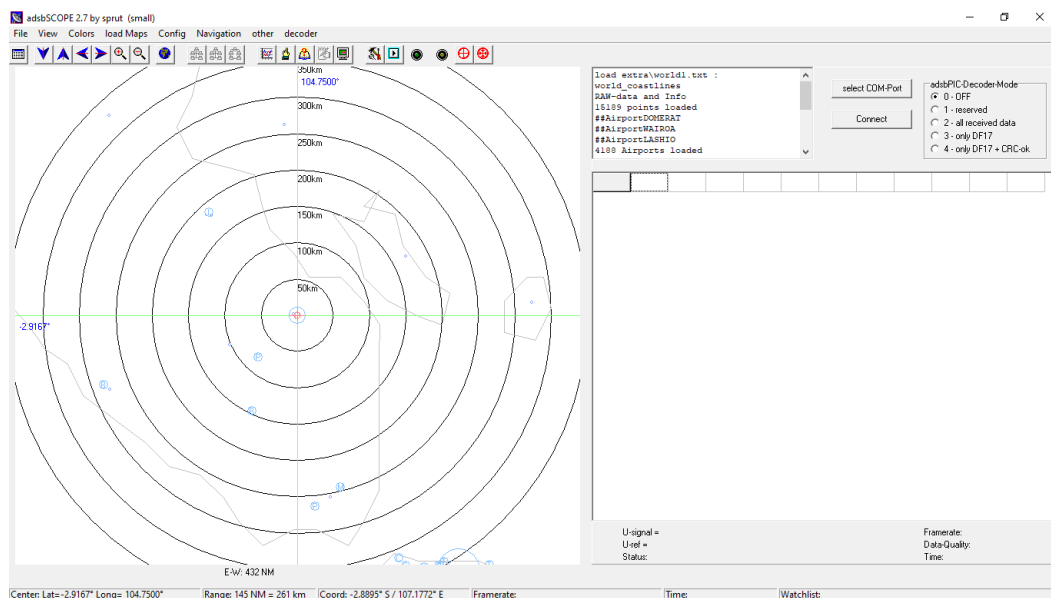


Gambar 2.12 Tampilan rtl 1090

Pada aplikasi rtl1090 terdapat menu pengaturan Tuner AGC, RTL AGC, Mode S, mode AC send UDP, Config dan Sisex serta data yang bisa ditampilkan dapat berupa List, Table, Stats dan Scopee.

2.11 Adsbscope

Adsbscope merupakan aplikasi yang dapat menterjemahkan data sinyal 1090MHz menjadi informasi dan tampilan Map. Aplikasi ini memperoleh data sinyal dari pembacaan pada aplikasi rtl1090.



Gambar 2.13 Tampilan Adbscope

Pada tampilan aplikasi Adbscope terdapat bagian Scopee untuk menampilkan track pesawat, pada Scopee penterjemahan data berupa track yang posisinya sesuai dengan informasi koordinat GPS yang diperoleh dari sinyal 1090 MHz sebelumnya. Pada list of tracked planes di tampilkan informasi pesawat berupa 24 bit ICAO *aircraft address*, *Nationality*, *Ident* atau *Squawk*, *Altitude*, *Latitude*, *Longitude*, *Speed*, *Heading* dan *Track*.

2.12 Tabel Perbandingan Penelitian

Tabel 2.5 Tabel Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Tahun Jurnal	Kelebihan	Kekurangan
1.	Mumahha d Ar Rasyid, et.all	IMPLEMENTA SI GNU RADIO AIR MODES ADS-B UNTUK PELACAKAN PESAWAT	2016	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penangkapan sinyal ADS-B sangat baik. 2. Menggunakan hardware dan software lebih sedikit. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. USRP B210 memiliki harga sangat mahal. 2. Rumit dalam pengoprasia nnya.
2.	Bambang bagus, et.all	Studi Ekperimental Penerima Ads-B Menggunakan Rtl 1090 Dan Rtl-Sdr R820t2 Di Bandara Juanda Surabaya	2019	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan antena GPS rx (1575,42 MHz) 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Masih menggunakan koneksi internet. 3. Tidak ada penambahan data sensor.
3.	A. Kaviyarasu, et.all	Air Traffic Control Secondary Radar	2018	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan dipole antena. 2. Menggunakan Raspberry pi 3 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masih menggunakan koneksi internet. 2. Memerlukan biaya yang cukup mahal.
4.	Mauro Leonard, et.all	ADS-B Signal Signature Extraction for Intrusion Detection in the Air Traffic Surveillance System	2018	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya murah, 2. Menggunakan antenna omnidirectional. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan data tetrtbatas. 2. Lebih baik ada penambahan sensor.
5.	Djoni,Ayu et.all,	Rancangan Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Menggunakan RTL-SDR R820T2 Guna Meningkatkan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Lombok	2018	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan antena GPS RX. 2. Terdapat hasil perbandingan simulasi dan pabrikan antena 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penampilan data hanya menggunakan rtl1090 2. Antena yang digunakan memiliki harga yang cukup mahal.

6.	Yati Nurhayati dan Susanti	Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di Indonesia	2014	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemasangan ADS-B banyak, sebanyak 30 unit 2. Teintegrasi dengan ATM System 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Belum dilakukan Instalasi, Standarisasi dan sertifikasi peralatan ADS-B Avionic pada Pesawat 2. Belum ada prosedur, penyusunan konsep dan peraturan
7.	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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat perbandingan perhitungan antara pengukuran dan pengujian antean 2. Dijelaskan nilai return loss adalah -31,16 dB dan VSWR adalah 1,04. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak melakukan pengujian hasil dari sinyal ADS-b yang diperoleh oleh antena
8.	Abdul Azis dan Rio Setiawan	RANCANGAN ANTENA PENERIMA AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE BROADCAST DENGAN FREKUENSI 1090 MHz MENGGUAKAN RTL820T	2019	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dijelakan cara pembuatan antena 2. Lebih sederhana dalam pengoprasiaannya 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dalam penampilan hasil data informasi pesawat kurang jelas. 2. Tidak menggunakan software tambahan seperti Adscope