

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Navigasi Pesawat Udara

Navigasi udara merupakan kegiatan untuk mengarahkan alat transportasi udara (dalam hal ini pesawat) dari satu tempat ke tempat yang lain agar tidak keluar dari jalurnya. Navigasi juga diperlukan untuk mengurangi risiko kecelakaan pesawat yang diakibatkan oleh tabrakan dengan pesawat lainnya maupun benturan dengan bukit dan awan tebal khususnya ketika cuaca buruk atau jarak pandang pilot terbatas[7].

Navigasi ini dilakukan dari darat yang dibantu melalui sinyal yang dipancarkan oleh instrumen terpasang pada menara (*ground base*) maupun sinyal dari satelit (*satellite base*). Kemudian dengan sinyal-sinyal yang dipancarkan balik oleh pesawat, orang di darat dapat mengetahui koordinat titik lokasi pesawat tersebut berada yang kemudian digunakan untuk mengarahkan pesawat[7].

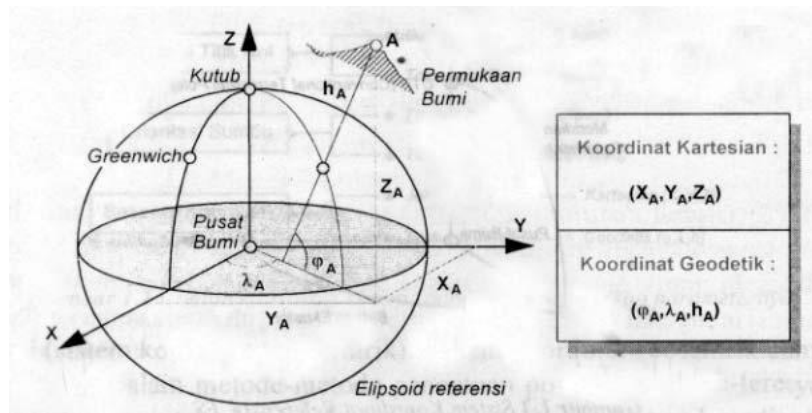
2.2 Posisi dan Sistem Koordinat

Posisi suatu titik biasanya dinyatakan dengan koordinat (dua-dimensi atau tiga-dimensi) yang mengacu pada suatu sistem koordinat tertentu. Sistem koordinat itu sendiri didefinisikan dengan menspesifikasikan tiga parameter berikut, yaitu:

1. Lokasi titik nol dari sistem koordinat
2. Orientasi dari sumbu-sumbu koordinat
3. Satuan yang digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu titik dalam sistem koordinat tersebut.

Setiap parameter dari sistem koordinat tersebut dapat dispesifikasikan lebih lanjut, dan bergantung pada spesifikasi parameter yang digunakan. Posisi titik di permukaan bumi diberikan dalam koordinat kartesian tiga-dimensi (X, Y, Z) dalam

sistem koordinat. Koordinat kartesian (X, Y, Z) tersebut selanjutnya dapat ditransformasikan menjadi koordinat geodetik (φ, λ, h)[1].

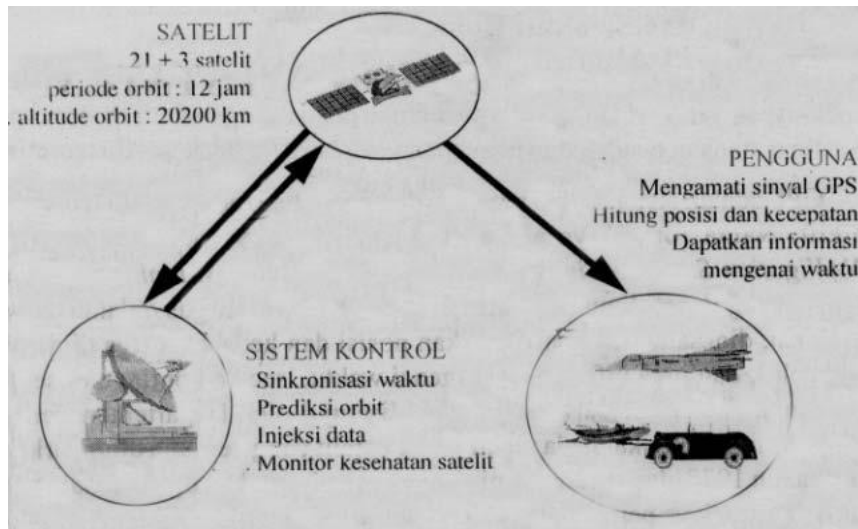


Gambar 2.1 Posisi titik dalam sistem koordinat kartesian dan geodetic [8]

2.3 GPS (*Global Positioning System*)

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*). Sistem yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca ini, didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti, dan juga informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia[8].

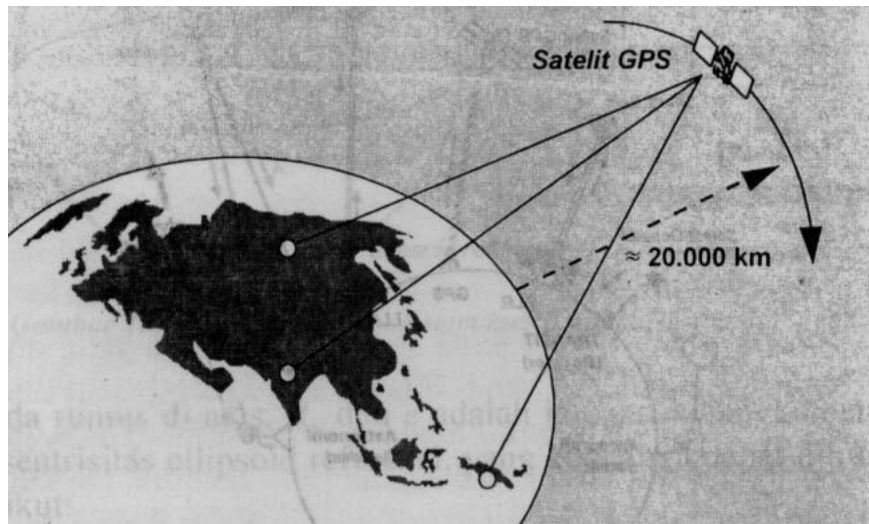
Pada dasarnya GPS terdiri atas tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*spacial segment*) yang terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS. Ketiga segmen ini digambarkan secara skematik di Gambar 2.2[8].



Gambar 2.2 Skematik Pengolah Sinyal GPS [8]

Ada beberapa hal yang membuat GPS menarik untuk digunakan dalam penentuan posisi, yakni:

1. GPS dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca. GPS dapat digunakan baik pada siang ataupun malam hari, dalam kondisi cuaca yang buruk sekalipun seperti hujan ataupun kabut. Karena karakteristiknya ini maka penggunaan GPS dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dari pelaksanaan aktivitas-aktivitas yang terkait dengan penentuan posisi[8].
2. Satelit-satelit GPS mempunyai ketinggian orbit yang cukup tinggi, yaitu sekitar 20.000 km di atas permukaan bumi. Jumlahnya pun relatif cukup banyak, untuk saat ini terdapat 24 satelit. Ini menyebabkan GPS dapat meliput wilayah yang cukup luas, sehingga akan dapat digunakan oleh banyak orang pada saat yang sama, serta pemakaiannya menjadi tidak bergantung pada batas-batas politik dan batas alam, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.3[8].



Gambar 2.3 Cakupan GPS yang relatif luas [8]

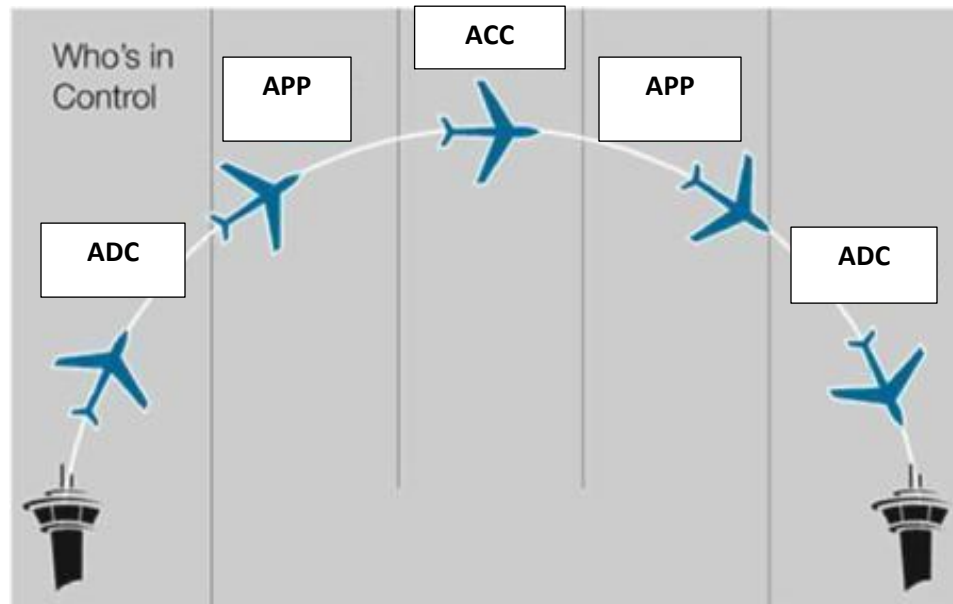
3. Posisi yang ditentukan dengan GPS akan mengacu pada suatu datum global yang dinamakan WGS 1984. WGS 1984 adalah sistem koordinat kartesian terikat-bumi. Pusatnya berimpit dengan pusat massa bumi, sumbu-Z nya berimpit dengan sumbu putar bumi yang melalui CTP (*Conventional Terrestrial Pole*), sumbu-X nya terletak pada bidang meridian nol (Greenwich), sumbu-Y nya tegak lurus sumbu X dan Z dan membentuk sistem tangan kanan[8].
4. GPS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas. Dari yang sangat teliti (orde milimeter) sampai yang biasa-biasa saja (orde puluhan meter). Luasnya spektrum ketelitian yang bisa diberikan ini memungkinkan penggunaan GPS secara efektif dan efisien sesuai dengan ketelitian yang diminta[8].
5. Selain memberikan informasi posisi, GPS juga dapat memberikan informasi mengenai jarak, kecepatan, percepatan, dan waktu secara teliti[8].

2.4 Kontrol Navigasi Pesawat Udara di Indonesia

Dengan bertambahnya kebutuhan transportasi udara, beberapa maskapai di Indonesia menambah jumlah armada pesawat udara dan rute penerbangan yang baru untuk memenuhi kebutuhan transportasi udara tersebut. Semakin bertambahnya jumlah pesawat dan rute penerbangan akan menyebabkan kepadatan lalu lintas di udara. Kepadatan lalu lintas udara harus di manajemen dengan baik agar tercipta keselamatan penerbangan. Berdasarkan PP No. 7 Tahun 2012 Perusahaan Umum Lembaga Penyelenggaraan Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (PERUM LPPNPI) merupakan lembaga yang melaksanakan penyediaan jasa pelayanan navigasi penerbangan sesuai dengan standar yang berlaku untuk mencapai efisiensi dan efektifitas dalam lingkup Nasional dan Internasional[9].

Dalam menjaga keselamatan penerbangan tersebut dilakukan pengaturan lalu lintas di ruang udara. Pengaturan lalu lintas di ruang udara dilakukan oleh operator yang di sebut *air traffic controller* (ATC). Dalam melaksanakan tugasnya, ATC tidak dapat melakukannya secara visual dengan langsung melihat keadaan sekitar bandara karena keterbatasan pandangan manusia, sehingga diperlukan peralatan yang dapat menunjang kerja ATC[9].

ATC melakukan pengaturan lalu lintas di ruang udara dan memberikan instruksi kepada pilot dengan mengamati pergerakan pesawat udara di sebuah layar *monitor* yang menampilkan lalu lintas dan pergerakan pesawat di udara. Layar *monitor* mendapatkan data pergerakan pesawat dari peralatan *surveillance radar*. Pengaturan lalu lintas di udara terbagi menjadi tiga wilayah ruang udara yaitu *aerodrome control service* (ADC), *Approach control service* (APP) dan *Area control service* (ACC)[9]. Sketsa pembagian ruang udara dapat dilihat pada Gambar 2.4.



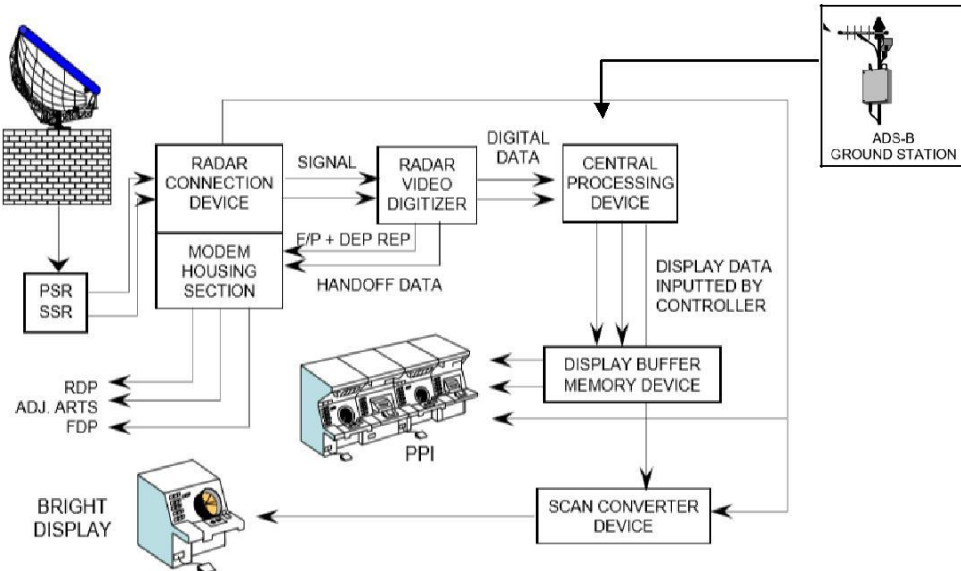
Gambar 2.4 Sketsa pembagian ruang udara [9]

ADC merupakan ruang udara yang ada di sekitar bandar udara yang menjadi wilayah kerja dan wewenang ATC unit di unit ADC. Pengaturan lalu lintas pada ADC tidak menggunakan *surveillance radar* tetapi dilakukan dengan *visual* posisi pesawat. APP merupakan area dimana pemanduan pesawat yang berangkat dan mendarat pada suatu bandara. Di unit ini traffic dikelola secara berkesinambungan dan simultan sehingga landasan dapat digunakan secara efisien. Unit ini juga bertugas menentukan urutan datang maupun berangkat. Pengaturan lalu lintas pada APP sudah menggunakan *surveillance radar* pada suatu wilayah ruang udara yang kecil. ACC merupakan area pemanduan pesawat terbang lintas (*overflying*) dari satu bandara ke bandara lain pada ketinggian di atas 24.500 kaki. Pada negara yang memiliki wilayah udara yang luas, seperti Indonesia, Unit ACC dibagi menjadi beberapa sektor guna efisiensi ruang udara dan menurunkan beban kerja controller[9].

Surveillance radar adalah peralatan radar yang digunakan untuk menentukan posisi pesawat berdasarkan jarak dan azimuth. *Surveillance radar* terdiri dari tiga jenis yaitu *primary surveillance radar (PSR)*, *secondary surveillance radar (SSR)* dan *automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B)*. *Surveillance radar* yang

terdiri dari PSR, SSR dan ADS-B dapat di kombinasikan menjadi satu buah sistem pengamatan ruang udara yang digunakan pada ACC. Sistem tersebut dikenal dengan nama *automatic radar tracking system (ARTS)*. ARTS adalah sebuah sistem dimana data pesawat yang diperoleh dari petugas ATC (*flight data processing system*) lalu disinkronisasikan dengan data yang diperoleh dari *surveillance radar* berupa data identitas, jarak, *azimuth*, dan ketinggian dari sebuah pesawat. Bandar udara yang memiliki sistem ARTS juga mendapatkan masukan data dari ADS-B[9].

Konfigurasi peralatan ARTS dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Konfigurasi ARTS dalam proses pengolahan data radar [9]

Pada Gambar 2.5 ARTS menggunakan tiga *surveillance system* secara bersamaan. Dimana ketiga peralatan tersebut dapat dikatakan sebagai sensor untuk menerima informasi dari pesawat. *Radar data processing system (RDPS)* adalah perangkat yang mengolah data PSR dan SSR menjadi format data digital sehingga memberikan informasi pada layar yang digunakan ATC. Sedangkan ADS-B memiliki *processing* tersendiri untuk mengolah data yang diterima dari pesawat menjadi informasi digital yang langsung dapat ditampilkan di layar ATC. *Flight data processing system (FDPS)* adalah sebuah sistem yang menyimpan dan mensinkronisasikan informasi rencana penerbangan dengan

data *radar surveillance* untuk *tracking* dan memprediksi pergerakan pesawat[2]. FDPS memiliki tiga fungsi yaitu:

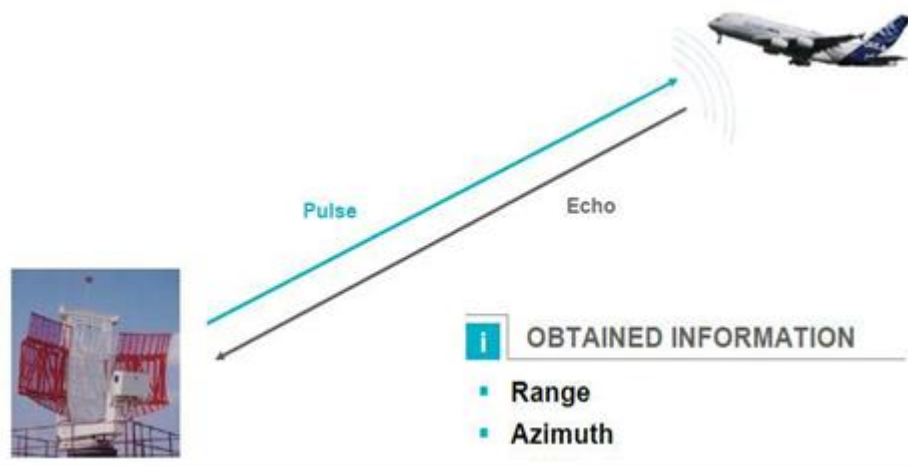
1. Sebagai penyimpanan informasi
2. Melakukan perhitungan
3. Menghasilkan informasi radar

2.5 Radar

Radio Detection and Ranging (RADAR) adalah peralatan radio yang dapat mendeteksi dan menentukan posisi serta jarak sebuah pesawat yang dicari. Radar menggunakan gelombang radio sebagai media untuk mendeteksi sebuah objek. Jika gelombang radio yang dipancarkan oleh radar mengenai benda maka akan gelombang radio akan dipantulkan (*echo*) kembali ke Radar sehingga interval waktu gelombang dipancarkan dan dipantulkan kembali akan menjadi acuan untuk mengetahui informasi jarak, kecepatan dan arah pesawat. Prinsip *echo* sinyal tersebut yang menjadi dasar sistem pengamatan ruang udara. Berdasarkan prinsip kerjanya, Radar dikelompokkan menjadi 2 yaitu *Primary Surveillance Radar* (PSR) dan *Secondary Surveillance Radar* (SSR)[9].

2.5.1 Primary surveillance radar (PSR)

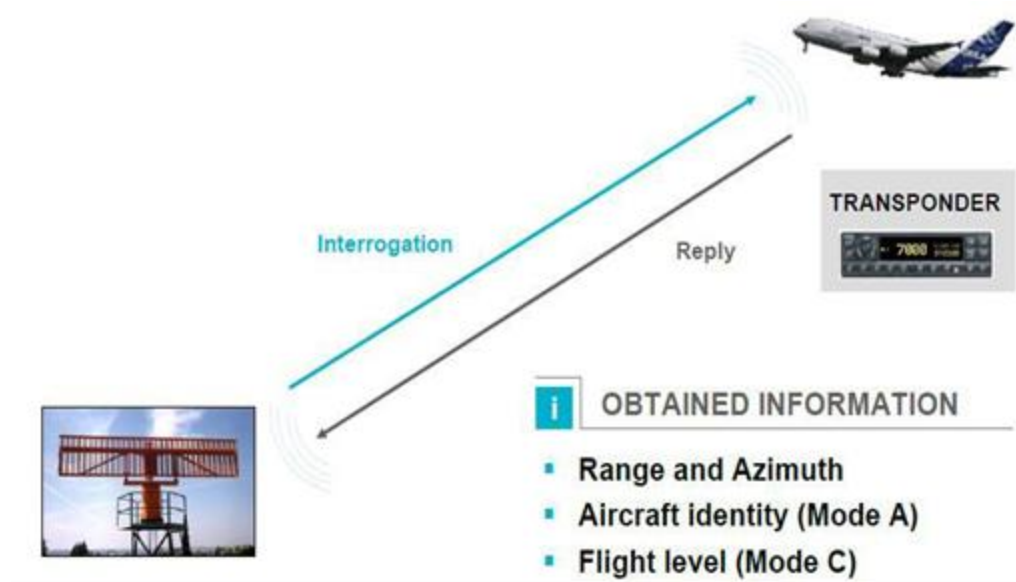
PSR merupakan radar yang bersifat pasif, artinya untuk mengetahui informasi posisi dan jarak pesawat, PSR bekerja sendiri tanpa ada informasi dari transponder pesawat. PSR mendapatkan informasi dengan memancarkan gelombang radio sehingga ketika pesawat terkena gelombang radio, gelombangnya akan memantul kembali ke radar dan radar akan melakukan perhitungan untuk mendapatkan informasi pesawat. Prinsip kerja PSR dapat dilihat pada Gambar 2.7[9]



Gambar 2.6 Prinsip kerja radar PSR [9]

2.5.2 *Secondary surveillance radar (SSR)*

SSR merupakan radar yang bersifat aktif karena adanya interaksi antar radar dan pesawat. Prinsip kerjanya radar akan mengirimkan gelombang radio ke pesawat (*interogation*) yang berisi pulsa-pulsa (*mode*) lalu pesawat akan memproses sinyal tersebut untuk memberikan jawaban (*reply*) berupa pulsa yang berbentuk kode (*frame*) sesuai dengan jenis sinyal yang dikirimkan oleh radar. Dengan adanya interaksi antara pesawat dan radar informasi yang di dapat akan lebih akurat dan presisi. Prinsip kerja SSR dapat dilihat pada Gambar 2.8[9].



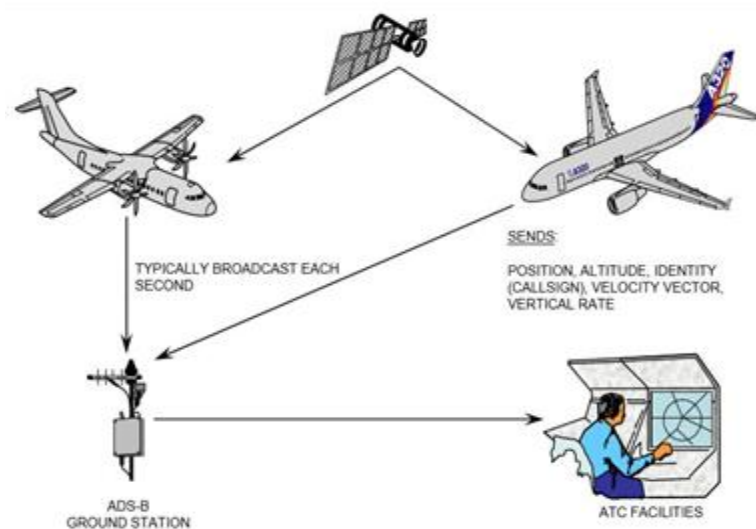
Gambar 2.7 Prinsip kerja radar SSR [2]

Mode-S dan juga Mode S *Extended Squitter/ES* memberikan informasi identifikasi pesawat. Mode-S ES selalu aktif memancarkan reply tanpa ada sinyal Interogasi dari Radar dengan frekuensi 1090 MHz. Mode inilah yang dipakai untuk Radar memiliki beberapa jenis Mode untuk dikirimkan ke *transponder* pesawat sehingga pesawat akan membalas *code* sesuai dengan jenis *mode* yang dikirimkan. *Mode A* merupakan pertanyaan yang berisi pertanyaan identifikasi pesawat dan dijawab oleh pesawat berupa informasi identifikasi pesawat yang selalu di *update* oleh pilot sesuai dengan arahan dari petugas pengatur lalu lintas udara. *Mode C* merupakan pertanyaan yang berisi pertanyaan tentang ketinggian pesawat, pesawat akan menjawab dengan kode yang mana datanya didapat dari instrument ketinggian pesawat[9].

2.6 Automatic Dependent Surveillance Broadcast

ADS-B adalah suatu peralatan yang menerima informasi secara periodik dari pemancar radio yang dikirim oleh pesawat yang sedang terbang, pesawat yang bergerak di bandar udara, dan kendaraan yang bergerak di sekitar area sisi udara. ADS-B menerima menerima informasi posisi pesawat, identifikasi pesawat,

kecepatan pesawat, ketinggian pesawat dan informasi lainnya. ADS-B disebut otomatis karena tidak membutuhkan stimulus dari perangkat lain. Kemudian dikatakan *Dependent* karena ADS-B sangat bergantung pada keakuratan sinyal yang dikirim oleh satelit untuk menentukan data posisi pesawat. *Surveillance* artinya peralatan ADS-B digunakan untuk mengamati pergerakan pesawat. Dan yang terakhir *Broadcast* artinya ADS-B secara terus menerus akan menerima informasi yang dikirimkan oleh pesawat. Prinsip dasar cara kerja ADS-B dapat dilihat pada Gambar 2.8[9].



Gambar 2.8 Prinsip dasar cara kerja ADS-B

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa pesawat menerima informasi koordinat posisi pesawat dari satelit menggunakan *global positioning system (GPS)* yang terdapat di pesawat. Lalu pesawat mengirimkan informasi posisi, identifikasi, jarak dan ketinggian kepada peralatan ADS-B menggunakan peralatan yang disebut *transponder* di pesawat dalam bentuk gelombang elektromagnetik. ADS-B menerima gelombang elektro magnetik tersebut menggunakan antena. Setelah diterima melalui antena, gelombang elektromagnetik tersebut di proses oleh peralatan ADS-B sehingga informasi dari pesawat dapat ditampilkan pada layar yang digunakan oleh ATC untuk mengatur lalu lintas penerbangan.

Informasi yang dikirimkan *transponder* pesawat akan dipancarkan dua kali dalam setiap detik kepada ADS-B dan pesawat lainnya. Informasi tersebut didapat dari *Global Positioning System* (GPS) atau *Global Navigation Satellite System* (GNSS) dan dari *Flight Management System* (FMS) yang ada di pesawat[9].

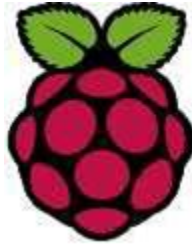
ADS-B merupakan radio yang menerima sinyal dari transponder pesawat berupa pesan yang menggunakan format khusus sebagai fungsi untuk membentuk informasi. Format pesan yang digunakan adalah *ASTERIX Category 21*. Sistem ADS-B terdiri dari Antena *receiver* (SSR antena), *receiving unit*, *processing unit*, *GPS receiver*, *power supply unit*, *battery set* dan *GPS Antena*[9].

2.7 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah SBC (*Single Board Computer*) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah. *Raspberry Pi* dikenalkan pada tahun 2012 dan memiliki Processor bernama Broadcom BCM2835 system on chip (SOC) yang telah memiliki ARM1176JZF-S 700 MHz CPU, untuk Graphics telah disertakan VideoCore IV GPU, serta telah memiliki ram sebesar 256MB untuk model A, dan telah ditingkatkan ke 512 MB untuk model B dan B+ pada generasi pertama. Sedangkan untuk generasi kedua *Raspberry Pi*, dimana diperkenalkan pada Februari 2015 memiliki Processor Broadcom BCM2836 SoC, dengan *Processor quad-core* ARM Cortex-A7 CPU dan sebuah *VideoCore IV* dual-core GPU; serta memiliki ram sebesar 1 GB[10].

System on Chip yang dipakai oleh *Raspberry Pi* diciptakan oleh Boradcom, dan menggunakan arsitektur ARM. Arsitektur ARM merupakan arsitektur prosesor 32-bit RISC yang dikembangkan oleh ARM Limited. Dikenal sebagai *Advanced RISC Machine* dimana sebelumnya dikenalsebagai *Acorn RISC Machine*. Pada awalnya merupakan prosesor desktop yang sekarang didominasi oleh keluarga x86. Namun desain yang sederhana membuat prosesor ARM cocok untuk aplikasi berdaya rendah.

Hal ini membuat prosesor ARM mendominasi pasar *mobile electronic* dan *embedded system* dimana membutuhkan daya dan harga yang rendah[10].



Gambar 2.9 Logo Raspberry Pi

2.7.1 Sistem Operasi Raspberry Pi

Ini adalah daftar sistem operasi yang berjalan pada *Raspberry Pi*.

A. Full OS :

- *AROS*
- *Haiku*
- *Linux :*
 - *Android : Android 4.0 (Ice Cream Sandwich)*
 - *Arch Linux ARM*
 - *R_Pi Bodhi Linux*
 - *Debian Squeeze*
 - *Firefox OS*
 - *Gentoo Linux*
 - *Google Chrome OS : Chromium OS*
 - *PiBang Linux*
 - *Raspberry Pi Fedora Remix*

- *Plan 9 from Bell Labs*
- *RISC OS*
- *Unix :*
 - *FreeBSD*
 - *NETBSD*

B. Multi-purpose light distributions:

- Moebius, ARMHF distribusi berdasarkan Debian. Menggunakan repositori Raspbian, cocok di kartu 1 GB microSD. Ini memiliki layanan hanya minimal dan penggunaan memori yang dioptimalkan untuk menjaga footprint kecil.
- Squeezed Arm Puppy, versi Puppy Linux (Puppi) untuk ARMv6 (sap6) khusus untuk *Raspberry Pi*.

C. Single-purpose light distributions:

- IPfire
- OpenELEC
- Raspbmc
- XBMac
- NXBian

D. User Applications

Aplikasi berikut dapat dengan mudah diinstal pada Raspbian melalui apt-get:

- Asterisk (PBX), Open source PBX dapat digunakan melalui IP phones atau WI-FI softphones.
- BOINC client; Namun sangat sedikit proyek BOINC memberikan ARM compatible client paket software.
- Minidlna, DLNA kompatibel home LAN multimedia server.
- Firefly Media Server (new RPiForked-Daapd), server iTunes kompatibel Open source audio.

2.7.2 Raspberry Pi 3

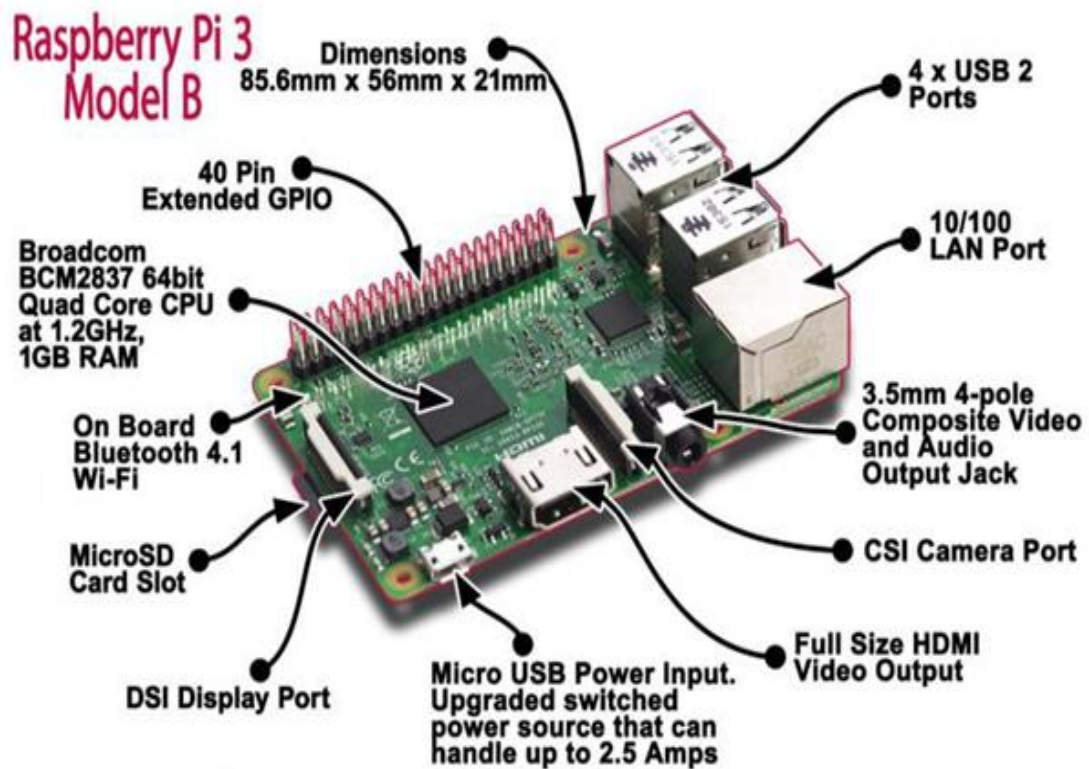
Raspberry Pi 3 merupakan generasi ketiga dari keluarga *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi 3* memiliki RAM 1GB dan grafis *Broadcom VideoCore IV* pada frekuensi *clock* yang lebih tinggi dari sebelumnya yang berjalan pada 250MHz. *Raspberry Pi 3* menggantikan *Raspberry Pi 2* model B pada bulan Februari 2016. Kelebihannya dibandingkan dengan *Raspberry Pi 2* adalah:

- A 1.2GHz 64-bit *quad-core* ARMv8 CPU
- 802.11n *Wireless* LAN
- *Bluetooth* 4.1
- *Bluetooth Low Energy* (BLE)

Sama seperti *Pi 2*, *Raspberry Pi 3* juga memiliki 4 USB port, 40 pin GPIO, Full HDMI port, Port Ethernet, *Combined 3.5mm audio jack and composite video*, *Camera interface* (CSI), *Display interface* (DSI), slot kartu *Micro SD* (Sistem tekan-tarik, berbeda dari yang sebelumnya ditekan-tekan), dan *VideoCore IV 3D graphics core*.

Raspberry Pi 3 memiliki faktor bentuk identik dengan *Raspberry Pi 2* dan memiliki kompatibilitas lengkap dengan *Raspberry Pi 1* dan 2. *Raspberry Pi 3* juga

direkomendasikan untuk digunakan bagi mereka yang ingin menggunakan *Pi* dalam proyek-proyek yang membutuhkan daya yang sangat rendah.



Gambar 2.10 Port pada *Raspberry Pi 3 Model B*

(Sumber : www.google.com)

Raspberry Pi board mempunyai input dan output antara lain :

- HDMI, dihubungkan ke LCD TV yg mempunyai port HDMI yang dapat dihubungkan ke monitor PC atau TV digital.
- Video analog (RCA port) , dihubungkan ke Televisi sbg alternatif jika tidak menggunakan monitor PC .

- Audio output untuk output ke speaker atau headset
- 2 buah port USB digunakan untuk perangkat usb biasa seperti keyboard, mouse, dll
- Micro USB untuk power
- pin I/O digital untuk berbagai keperluan seperti membaca sensor, dll.
- DSI (Display Serial Interface) untuk modul LCD.
- CSI port (Camera Serial Interface) berada dekat dengan LAN. Digunakan untuk modul kamera
- LAN port (network) jika ingin menggunakan internet
- SD Card slot untuk SD Card memori yang menyimpan sistem operasi berfungsi seperti hardisk pada PC.

2.7.3 GPIO Raspberry Pi 3

GPIO merupakan sederet pin yang terdiri dari 40 pin dengan berbagai fungsi. Salah satu fitur yang kuat dari *Raspberry Pi* adalah deretan GPIO (tujuan umum input / output) pin di sepanjang tepi atas pin board. Ini adalah antarmuka fisik antara Pi dan dunia luar. Pada tingkat yang paling sederhana, Anda dapat menganggap mereka sebagai switch yang Anda dapat mengaktifkan atau menonaktifkan (input) atau bahwa Pi dapat mengaktifkan atau menonaktifkan (output)[10].

Dari 40 pin, 26 pin GPIO dan yang lain adalah pin *power* atau *ground* (ditambah dua pin ID EEPROM yang tidak harus digunakan). Input tidak harus berasal dari saklar fisik; itu bisa menjadi masukan dari sensor atau sinyal dari komputer lain atau perangkat, misalnya. output juga dapat melakukan apa saja, dari menyalakan LED untuk mengirim sinyal atau data ke perangkat lain[10].

Pin	NAME	NAME	Pin
01	3.3V EOPower	DC Power 5V	04
03	GPIO2 (SDA1, I2C)	DC Power 5V	04
05	GPIO3 (SCL1, I2C)	Ground	06
07	GPIO4 (GPIO_GCLK)	(GPIO) GPIO14	08
08	Ground	(GPIO) GPIO15	09
11	GPIO17 (GPIO_GEMO)	(GPIO_GEMO) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GBK2)	Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GBY3)	(GPIO_GBY3) GPIO23	16
17	3.3V EOPower	(GPIO_GBY3) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	Ground	20
21	GPIO9 (SPI_MISO)	(SPI_CE0_N) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)	(SPI_CE0_N) GPIO28	24
25	Ground	(SPI_CE1_N) GPIO27	26
29	ID_SD (PC DIRECTION)	(PC_DIRECTION) ID_5C	30
30	GPIO5	Ground	31
31	GPIO6	GPIO12	32
33	GPIO3	Ground	34
35	GPIO19	GPIO16	36
37	GPIO26	GPIO20	38
39	Ground	GPIO21	40

Gambar 2.11 *Raspberry Pi 3 Model B* GPIO 40 Pin Block

2.8 Software Defined Radio (SDR)

Software Defined Radio (SDR) forum mendefinisikan SDR sebagai radio yang menggunakan software untuk bagian teknik modulasi, wide-band atau narrow-band operation, fungsi keamanan komunikasi (seperti hopping), dan waveform requirement untuk standar saat ini dan yang akan datang pada daerah frekuensi broad band. Singkatnya, *Software Defined Radio* (SDR) adalah suatu teknologi dimana software dijalankan pada platform hardware, yaitu pada Digital Signal Processing (DSP) processor, dan Field Programmable Gate Array (FPGA), untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi radio seperti proses modulasi pada transmitter dan proses demodulasi pada receiver. Teknologi SDR dapat diimplementasikan pada militer dan radio komersial. Aplikasi yang lebih luas lagi dari teknologi SDR adalah untuk Bluetooth, WLAN, GPS, Radar, WCDMA, GPRS, CDMA, GSM, dll[11].

2.8.1 Kelebihan SDR

➤ **Mampu beradaptasi**

Sistem SDR mampu untuk beradaptasi ke setiap jenis sistem radio yang ada dengan pemakaian multiband dan multistandard. Standar commercial wireless network yang selalu berkembang, mulai dari 2G ke 2.5G/3G, dan kemudian ke 4G. Setiap generasi network memiliki standar link-layer protocol yang sangat berbeda, yang menyebabkan masalah pada pelanggan, wireless network operator, dan peralatan vendor[11].

➤ **Tidak memerlukan penambahan/perubahan hardware**

Untuk pembuatan sistem radio yang baru tidak perlu menambah ataupun mengganti hardware (perangkat keras), tetapi cukup dengan penambahan software saja yang dimuat ke dalam DSP. Pelanggan dipaksa untuk membeli handset baru ketika telah dikembangkan generasi baru dari suatu standar network. Network operator juga memerlukan biaya peralatan yang tinggi ketika melakukan migrasi dari generasi lama ke generasi yang baru, karena jika standar berbeda maka hardware yang digunakan oleh vendor juga sangat berbeda[11].

➤ **Mudah dan sederhana**

Pemilihan sistem radio yang dikehendaki dapat dilakukan dengan perubahan yang mudah dan sederhana yaitu cukup mengaktifkan sistem radio yang dikehendaki tersebut. Begitu juga pengembangan untuk jenis sistem radio dan servis yang baru mudah untuk diaplikasikan[11].

➤ **Memperkecil ukuran**

Dengan aplikasi sistem SDR, memungkinkan ukuran hardware yang lebih praktis dengan kapasitas kemampuan yang cukup banyak[11].

- **Sistem SDR mampu mendukung pengembangan sistem komunikasi radio yang lebih maju.**

Air-interface dan link-layer protocol yang berbeda dari berbagai tempat (contohnya, European Wireless Networks didominasi oleh GSM/TDMA sedangkan di USA wireless network didominasi oleh IS95/CDMA based). Masalah ini akan mempengaruhi pelanggan yang sering bepergian dari satu negara ke negara lain[11].

- **Wireless network operator akan menemui masalah apabila melakukan launching layanan baru, karena harus melakukan customization pada semua handset pelanggannya.**

Teknologi SDR dapat diimplementasikan di radio untuk menjalankan fungsi networking infrastructure equipment dan subscriber terminals sebagai software yang dijalankan pada platform hardware tertentu. Hal ini akan memudahkan migrasi jaringan dari satu generasi ke generasi lainnya karena hanya meng-upgrade software-nya saja. Selanjutnya, karena fungsi radio diimplementasikan sebagai software, maka beberapa software yang berbeda dapat digunakan pada satu handset yang sama. Sebuah software dapat diimplementasikan (baik itu oleh pelanggan ataupun operator) tergantung jaringan yang diinginkan. Ini akan mendukung multi-mode handset dan dapat selalu melakukan koneksi dimanapun berada, sesuai dengan layanan jaringan yang tersedia di tempat tersebut[11].

Teknologi SDR mendukung over-the-air upload software untuk handset pelanggan. Hal ini akan membantu network operator bertindak seperti vendor handset. Network operator dapat melakukan kustomisasi massal pada handset pelanggan hanya dengan meng-upload software terbarunya, sehingga mempercepat penyebaran layanan baru. Produsen dapat meningkatkan performansi dengan remote dan memperbaiki kekurangannya dengan meng-upload versi software yang terbaru ke handset pelanggan serta infrastruktur jaringan[11].

Teknologi SDR diimplementasikan di beberapa fungsi pada sistem radio, seperti modulasi/demodulasi, pengolahan sinyal, pemrograman dan link-layer protocol pada software. Hal ini sangat membantu pada saat mendesain ulang sistem software radio dimana parameter-parameternya sering diubah-ubah untuk mendapatkan kualitas yang sesuai dengan yang diharapkan. Pada sistem radio yang menggunakan full hardware, ini akan susah dilakukan karena parameter-parameter yang digunakan sudah fix, dan jika ingin mengubah suatu parameter, maka hardware-nya juga harus diganti. Sistem radio yang dibangun menggunakan teknologi SDR, dapat dikembangkan untuk berbagai aplikasi yang menggunakan link-layer yang berbeda protocol dan teknik modulasi/demodulasi.

Berikut ini adalah kunci dari teknologi SDR :

➤ ***Fleksible***

Perangkat radio tersebut dapat diubah-ubah/dimodifikasi karakteristiknya sesuai dengan sistem radio yang dikehendaki.

➤ ***Multiservice***

Radio yang dapat mengaplikasikan berbagai layanan atau servis berupa suara, teks, dan data.

➤ ***Multistandard***

Perangkat radio tersebut dapat dioperasikan/diaktifkan pada standar radio yang berbeda, seperti GSM, AMPS, GPRS, DECT, GPS, WCDMA, CDMA, dan WiMax

➤ ***Multiband***

Dapat digunakan pada frekuensi kerja yang berlainan, seperti 800 MHz, 900 MHz, VHF, dan UHF.

➤ ***Reconfigurable***

Perangkat radio tersebut mampu diubah-ubah konfigurasi sistem radionya sesuai dengan standar yang sudah ada.

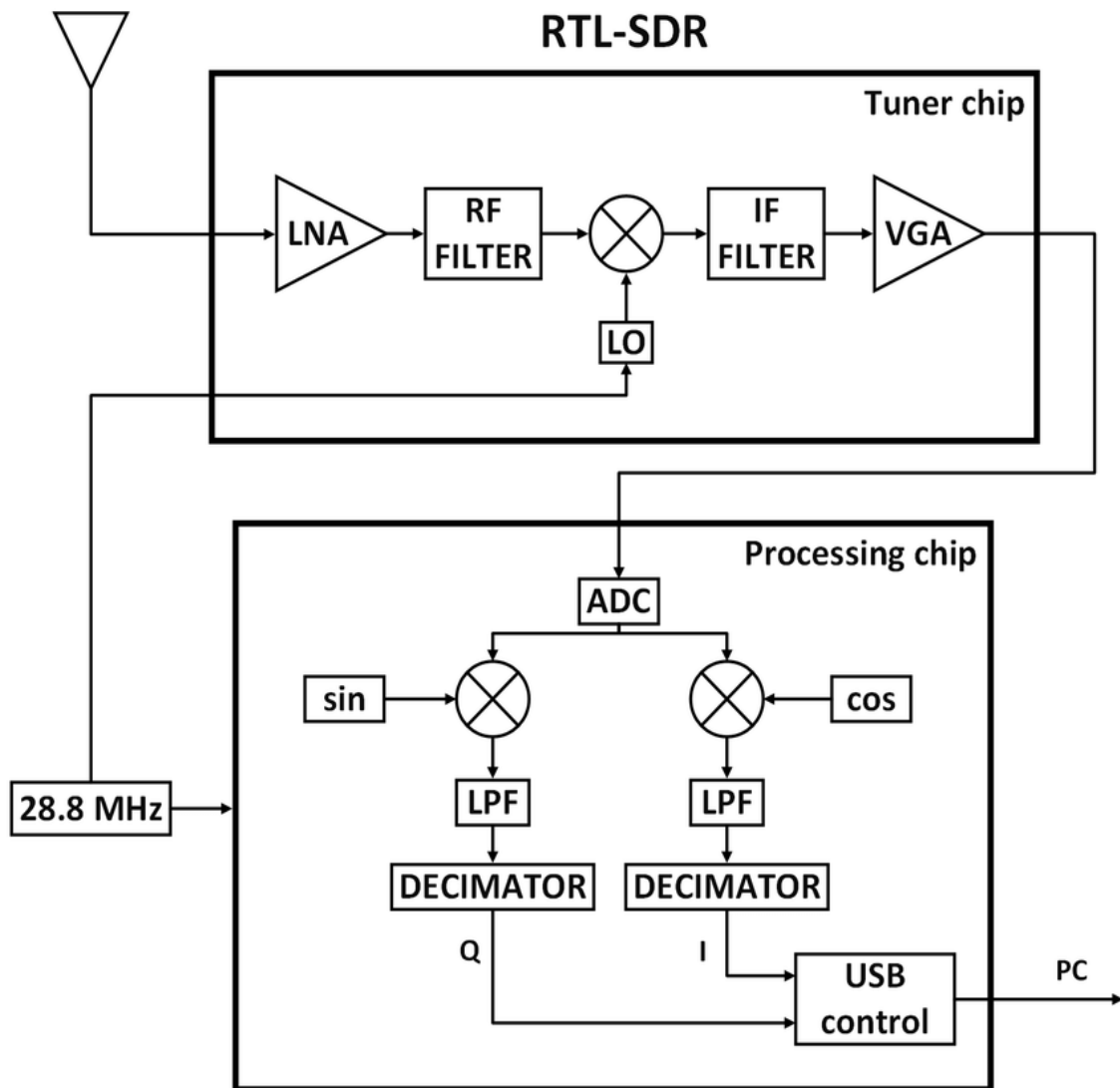
➤ *Reprogrammable*

Perangkat radio tersebut dapat diprogram ulang sehingga memungkinkan untuk memuat (men-download) software yang baru, seperti untuk penambahan layanan, daerah frekuensi, pengkodean, dan lain-lain.



Gambar 2.12 Software Defined Radio (SDR)

(Sumber : www.google.com)



Gambar 2.13 Blok Diagram SDR

Tabel 2.1 Parameter RTL-SDR

Parameter RTL SDR	Nilai
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