

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [8] penulis membahas mengenai pengambilan data gambar menggunakan *Quadrifilar Helix Antenna* (QFH) yang diintegrasikan dengan RTL-SDR, penulis sendiri menggunakan QFH antenna yang disambungkan dengan *Low Noise Amplifier* (LNA) menggunakan kabel RG-58. Penulis membandingkan hasil pengukuran (*Voltage Standing Wave Ratio*) VSWR dari antenna QFH dari frekuensi 132 MHz sampai dengan 144 MHz yang digunakan dimana hasil terbaik yang didapatkan oleh antenna tersebut berada pada pada 141 MHz, penulis juga membandingkan *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang terdapat pada antenna QFH yang dihubungkan dengan LNA dengan hasil rata – rata SNR yang didapatkan adalah 57,197 dB, Pada penelitian ini antenna yang digunakan adalah V-Dipole serta menganalisa *bandwidth* dan daya yang di dapatkan selama pengambilan data.

Penelitian [9] penulis melakukan perbandingan antara kemampuan antenna *Double V Double Dipole* dengan *Double Cross Double Dipole* dalam memenuhi standar NOAA *reception*, penulis menggunakan *software* gpredict untuk melakukan *tracking* pada satelit NOAA serta WXtoImage untuk melakukan *decoding* sinyal, hasil dari perbandingan yang didapatkan bahwa kedua antenna tersebut memenuhi standar NOAA *reception* dengan antenna *Double V Double Dipole* memiliki hasil yang lebih bagus sehingga dapat dikatakan baik kedua antenna tersebut dapat digunakan pada sebuah sistem penerima data cuaca. Pada penelitian ini pendeteksian sinyal satelit dan pengukuran menggunakan SDRSharp.

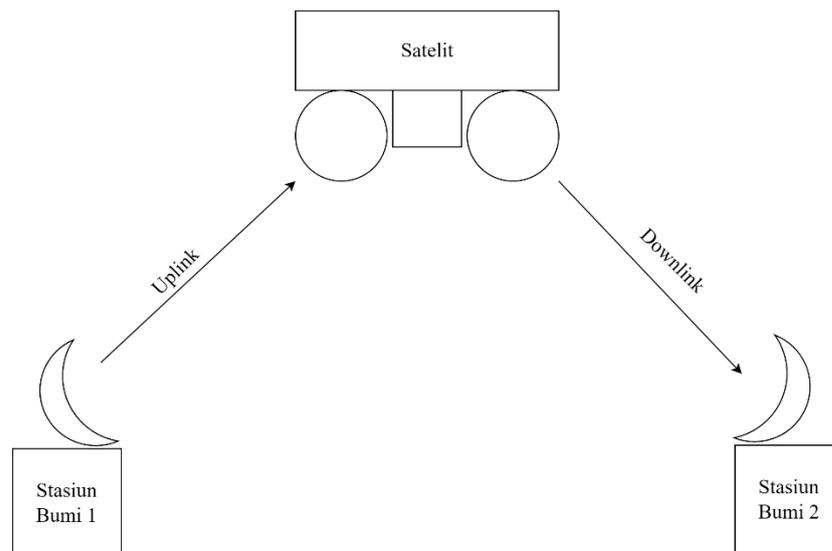
Penelitian [10] penulis membuat sistem penerima data NOAA menggunakan SDR HackRF-One yang dihungkan dengan antenna *Very High Frequency* (VHF), *Wideband RF amplifier* serta *IF amplifier* di atas gedung yang tinggi, untuk konversi data menjadi gambar sendiri penulis menggunakan raspberry dan *software library function* untuk melakukan *decoding* pada bit biner setelah demodulasi. Dengan sistem penerima cuaca tersebut penulis dapat *decode* gambar pergerakan awan pada daerah Asia, Samudra Hindia, dan India pada

*visible channel* dan *infrared channel* dengan kondisi langit berkabut tebal. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan pada lokasi rendah terbuka di Banjarnegara, Jawa Tengah, Indonesia serta menganalisis pengaruh elevasi satelit pada gambar.

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 Sistem Komunikasi Satelit

Pada dasarnya, komunikasi satelit adalah data komunikasi elektronik yang dikirim ke orbit dengan tujuan utama untuk memfasilitasi atau memulai transfer data atau pesan di luar angkasa. Data digital, suara (melalui telepon), dan video (di televisi) adalah jenis informasi yang paling umum dikomunikasikan. Pertukaran informasi dari sumber dan user dapat disebut sebagai komunikasi baik itu secara terrestrial seperti kabel atau kabel optik, akan tetapi untuk komunikasi menggunakan satelit harus melibatkan sub-segmen sistem agar dapat berjalan seperti segmen bumi yang harus melakukan *tracking* pada posisi satelit agar bisa melakukan *uplink* ke arah satelit dan menerima data *downlink* dari satelit ke bumi[11].

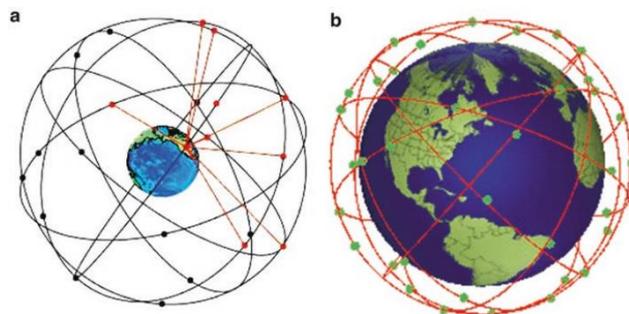


**Gambar 2.1 Uplink dan Downlink Sistem Komunikasi Satelit[11]**

Pada Gambar 2.1 menunjukkan bagaimana sebuah komunikasi satelit terjadi, dimana pada stasiun bumi 1 akan melakukan modulasi pada informasi yang akan dikirimkan lalu dipancarkan ke pada satelit yang berada di luar angkasa sehingga dinamakan sebagai *uplink* atau saluran ke atas. Setelah satelit menerima data dari stasiun bumi 1 maka satelit akan menguatkan kembali sinyal tersebut dan mengirimkannya ke arah stasiun bumi 2 yang ada di permukaan bumi sehingga disebut sebagai *downlink* atau saluran ke arah bawah, setelah stasiun bumi 2 menerima data maka data tersebut akan di demodulasi kembali sehingga data tersebut dapat digunakan. Dengan begitu peran satelit dalam komunikasi satelit dapat dikatakan sebagai sebuah *repeater*.

### 2.2.2 Satelit Low Earth Orbit

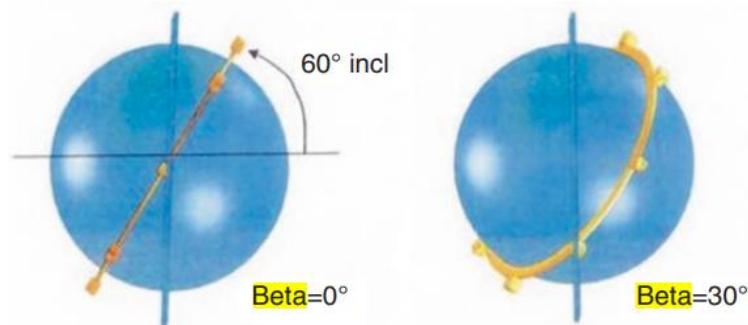
Satelit *Low Earth Orbit* (LEO) merupakan salah satu jenis orbit satelit yang bekerja pada ketinggian 320 hingga 800 km di atas permukaan bumi. Satelit ini memiliki waktu pengorbitan pada bumi yang cukup singkat akibat kecepatannya yang sangat tinggi. Umumnya satelit dengan orbit ini digunakan untuk pemetaan permukaan bumi dan juga digunakan untuk pemantauan cuaca sehingga satelit LEO akan digunakan di dalam penelitian ini[12]. Salah satu contoh konstelasi LEO yang sudah diterapkan adalah konstelasi dari satelit LEO *Global Positioning System* (GPS) (a) dan Globalstar (b) dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



**Gambar 2.2** Konstelasi Satelit LEO[13]

Pada saat mengorbit, sebuah satelit LEO akan memiliki perubahan pada orbitnya diakibatkan oleh inklikasi dan sudut beta, dimana inklinasi merupakan

besarnya sudut orbit satelit dari garis ekuator dan sudut beta yang merupakan besarnya sudut inklinasi dengan garis geosentris dari matahari. Sudut inklinasi dan beta dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut:



**Gambar 2.3 Sudut Inklinasi dan Beta pada orbit satelit[13]**

Karena satelit LEO memiliki ketinggian dari permukaan bumi yang rendah, maka umumnya satelit LEO memiliki waktu periode pengorbitan cukup singkat. Untuk mengetahui periode dari satelit dari permukaan bumi dapat diketahui dari persamaan berikut:

$$P = 0,000106587 (R_E + a)^{1,5} \text{ minutes} \quad (2.1)$$

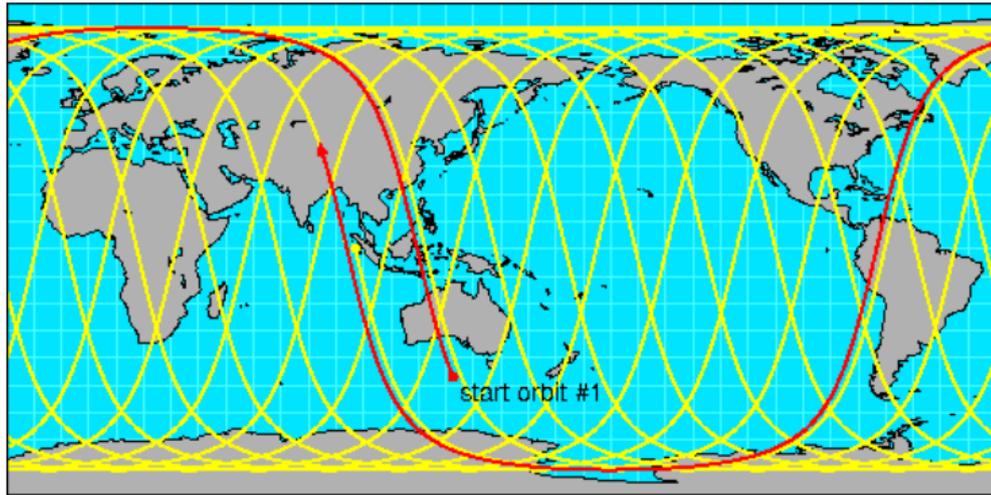
Dimana:

- P adalah periode satelit LEO
- $R_E$  adalah radius bumi
- $a$  adalah ketinggian satelit

### 2.2.3 Satelit Polar

Satelit polar merupakan satelit yang bekerja pada orbit polar bumi atau biasa disebut sebagai *Polar Orbiting Environmental Satellite* (POES), satelit jenis ini bekerja mengitari bumi dalam periode dan inklinasi tertentu dengan tujuan melakukan perekaman terhadap kondisi cuaca permukaan bumi sehingga sering disebut sebagai satelit cuaca. Satelit cuaca POES umumnya memiliki periode satelit



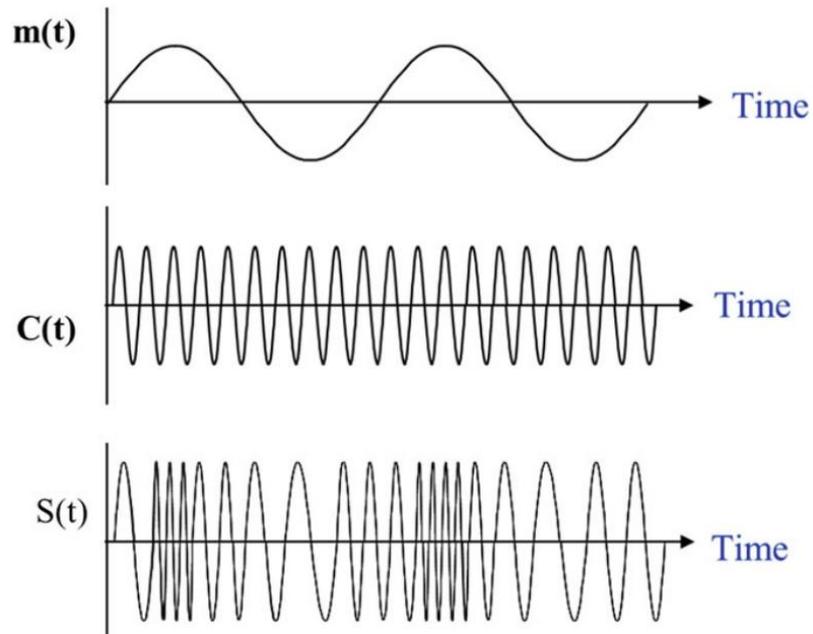


**Gambar 2.5 Pola Orbit Polar Selama 24 Jam[3]**

Gambar 2.5 menunjukkan pergerakan dari orbit POES yang terjadi selama kurun waktu 24 jam (satu hari), garis berwarna merah menandakan awal dan akhir dari pengorbitan satelit dan garis kuning menandakan adanya 14 kali pengorbitan selama 24 jam dari kutub ke kutub, pada tiap pengorbitan 24 jam berlalu maka akan ada pergeseran orbit akibat gerakan rotasi bumi yang terjadi.

#### **2.2.4 Modulasi Frekuensi**

Dalam komunikasi dengan media gelombang radio, terdapat sebuah teknik modulasi sinyal yang dinamakan dengan modulasi frekuensi atau *frequency modulation* (FM). FM sendiri menggunakan sebuah teknik perubahan dari variasi sinyal analog pada sinyal frekuensi *carrier* mengikuti sinyal modulasi yang dibawa oleh sinyal *carrier* tersebut tanpa harus mengubah kekuatan atau *magnitude* dari sinyal tersebut. Adapun ilustrasi dari modulasi frekuensi pada Gambar 2.6 di bawah:



**Gambar 2.6 Modulasi Frekuensi[15]**

Dimana:

- $m(t)$  adalah sinyal informasi yang akan dibawa
- $C(t)$  adalah sinyal pembawa atau *carrier*
- $S(t)$  adalah sinyal FM atau sinyal yang telah termodulasi

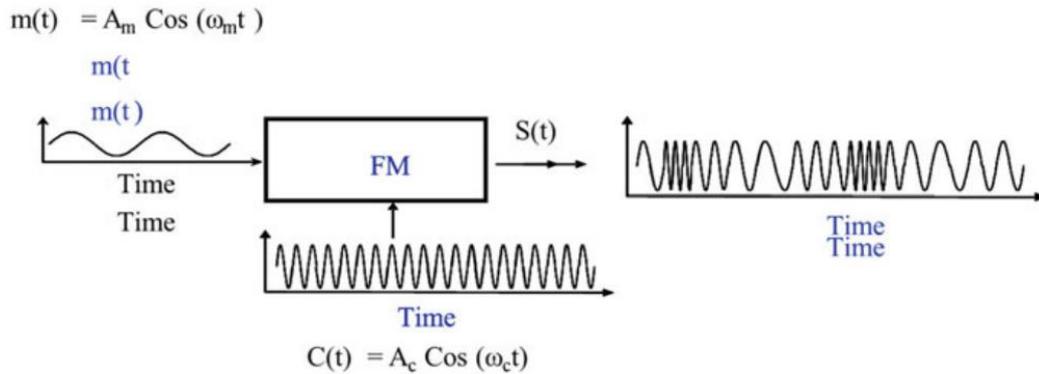
Karena pada dasarnya modulasi frekuensi adalah sebuah modulasi dengan mengubah sudut dari gelombang, maka dapat diketahui persamaan untuk mengetahui sudut dari frekuensi sebagai berikut:

$$\omega = 2\pi f \text{ radians per second} \quad (2.3)$$

Dimana:

- $\omega$  adalah banyaknya perubahan sudut frekuensi dalam satu detik
- $f$  adalah frekuensi dari *carrier* atau sinyal modulasi

Sebuah modulasi frekuensi bekerja dengan menggabungkan sinyal informasi  $m(t)$  lalu ditumpangkan dengan sinyal *carrier* atau pembawa  $C(t)$  sehingga dapat menghasilkan sinyal termodulasi FM  $S(t)$ , proses penggabungan dua sinyal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah ini:



**Gambar 2.7 Proses Kerja FM[15]**

Sinyal modulasi sendiri memiliki persamaan sebagai berikut:

$$m(t) = A_m \cos(\omega_m t) \quad (2.4)$$

Dimana:

- $m(t)$  adalah sinyal modulasi atau informasi yang akan dikirim
- $A_m$  adalah amplitude atau tegangan sinyal modulasi
- $\omega_m$  adalah sudut frekuensi dari sinyal modulasi

Untuk sinyal *carrier* sendiri memiliki rumus sebagai berikut:

$$C(t) = A_c \cos(\omega_c t) \quad (2.5)$$

Dimana:

- $C(t)$  adalah sinyal *carrier* atau pembawa yang akan menjadi tempat sinyal informasi ditumpangkan
- $A_c$  adalah *amplitude* atau tegangan sinyal *carrier*
- $\omega_c$  adalah sudut frekuensi dari sinyal *carrier*

Karena sinyal termodulasi adalah sinyal yang telah menggabungkan sinyal modulasi dan *carrier* maka didapatkan persamaan untuk mengetahui sinyal termodulasi yaitu:

$$S(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \beta \sin(2\pi f_m t)] \quad (2.6)$$

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} \quad (2.7)$$

Dimana:

- $S(t)$  adalah sinyal FM termodulasi
- $f_c$  adalah sinyal *carrier*
- $A_c$  adalah amplituda dari sinyal *carrier*
- $\beta$  adalah indeks modulasi
- $f_m$  adalah frekuensi dari sinyal pemodulasi
- $\Delta f$  adalah selisih dari puncak tertinggi sinyal *carrier* dengan sinyal modulasi

Saat menerima suatu sinyal radio FM dan melakukan demodulasi pada sinyal tersebut, maka kemungkinan terdapat dua sinyal yang bisa didapatkan yaitu sinyal *carrier* dan informasi. Untuk mengetahui puncak tegangan rata – rata dari masing – masing sinyal tersebut dapat menggunakan rumus:

$$V(t) = V_p \sin(\omega_f t) \quad (2.8)$$

Dimana:

- $V(t)$  adalah sinyal rata – rata dalam satu waktu
- $V_p$  adalah tegangan maksimum
- $\omega_f$  adalah sudut sinyal modulasi atau *carrier*

### 2.2.5 *Bandwidth*

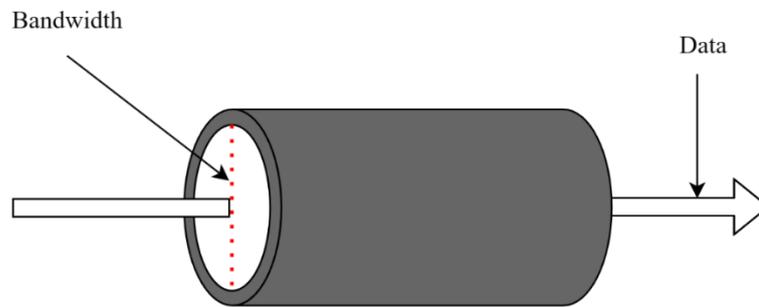
Dalam komunikasi melalui gelombang radio, *bandwidth* menjadi sebuah ukuran seberapa besar pita transmisi yang dapat dilewati oleh data – data yang dikirimkan. *Bandwidth* dapat dianalogikan dengan sebuah saluran air yang memiliki kapasitas tertentu sehingga dapat mengirimkan banyaknya air yang diperlukan saat transmisi seperti yang ilustasikan pada Gambar 2.8. Dalam

modulasi frekuensi, *bandwidth* dari sinyal FM dapat dihitung dengan persamaan *carson's rules* sebagai berikut:

$$BW = 2(\Delta_f + f_m)Hz \quad (2.9)$$

Dimana:

- $\Delta_f$  adalah puncak deviasi sinyal
- $f_m$  adalah frekuensi informasi



**Gambar 2.8 Ilustrasi *Bandwidth***

### 2.2.6 Sudut Elevasi Satelit

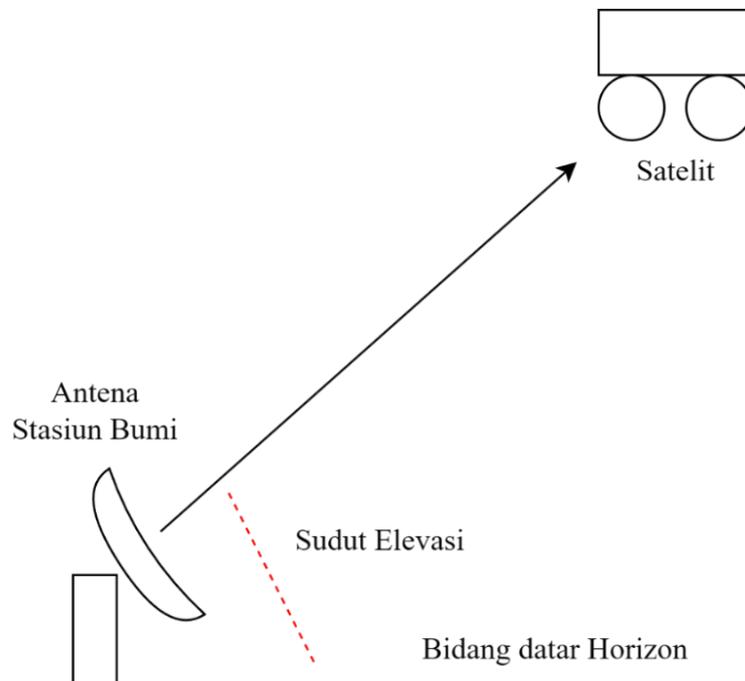
Dalam melakukan komunikasi satelit, posisi dari satelit sangat menentukan arah antenna yang digunakan oleh sebuah stasiun bumi karena dengan mengarahkan antenna sesuai dengan arah satelit maka antenna akan dapat menangkap sinyal yang dikirim oleh satelit dalam daerah cakupannya[12].

Sudut elevasi merupakan besaran sudut antara bidang datar horizon dengan arah garis lurus dari stasiun bumi dengan satelit yang ada di luar angkasa yang diciptakan oleh titik acuan utara asli, ilustrasi dari sudut elevasi dapat dilihat pada Gambar 2.9. Sudut elevasi sendiri dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$E = \tan^{-1} \left[ \frac{\cos l \cdot \cos L - 0,151}{\sqrt{1 - (\cos l \cdot \cos L)^2}} \right] \quad (2.10)$$

Dimana:

- $l$  adalah *latitude* dari stasiun bumi
- $L$  adalah selisih dari *longitude* satelit dan stasiun bumi
- $E$  adalah sudut elevasi yang dibutuhkan oleh antena stasiun bumi



**Gambar 2.9 Sudut Elevasi Satelit**

### 2.2.7 Sudut Azimuth Satelit

Selain sudut elevasi, sudut *azimuth* juga dibutuhkan oleh antena stasiun bumi untuk mengetahui arah mata angin dari kemana antena harus diarahkan. Sudut *azimuth* sendiri merupakan besaran sudut arah jarum jam dari titik  $0^\circ$  pada arah utara terhadap posisi satelit sehingga besaran sudutnya berada pada kisaran  $0^\circ$  hingga  $360^\circ$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10[12]. Besaran sudut *azimuth* sendiri dapat melalui rumus:

$$A' = \tan^{-1} \left[ \frac{\tan|\theta_s - \theta_l|}{\sin\theta_l} \right] \quad (2.11)$$

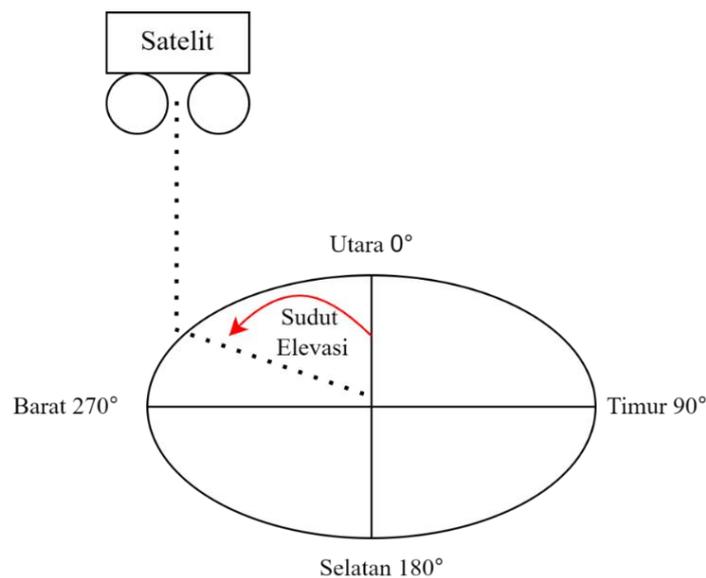
Dimana:

- $s$  adalah *longitude* stasiun bumi

- $l$  adalah *longitude* satelit
- $I$  adalah *latitude* dari stasiun bumi

Dalam menentukan *azimuth* dapat diketahui bahwa ada yang dinamakan sebagai True North (TN) *azimuth* yang berarti mengacu langsung pada titik utara planet bumi dan bukan mengacu pada medan magnet bumi[12]. Untuk mengetahui TN *azimuth* maka:

- $180^\circ - A'$  apabila stasiun bumi (SB) di utara khatulistiwa dan di bagian barat satelit
- $180^\circ + A'$  apabila SB di utara khatulistiwa dan di bagian timur satelit
- TN *Azimuth* =  $A'$  apabila SB di selatan khatulistiwa dan di bagian barat satelit
- $360^\circ - A'$  apabila SB di selatan khatulistiwa dan di bagian timur satelit



**Gambar 2.10 Sudut *Azimuth* Satelit**

### 2.2.8 *Slant Range* Satelit

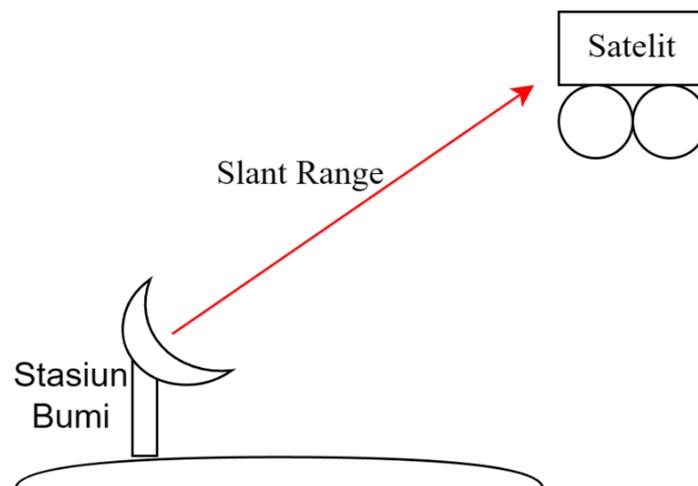
*Slant Range* merupakan sebuah garis miring yang menjadi acuan jarak langsung dari sebuah stasiun bumi ke arah satelit, *slant range* didapatkan dengan menarik garis lurus dari satelit yang berada pada luar angkasa ke stasiun bumi yang

ada di permukaan bumi yang digambarkan pada Gambar 2.11 di bawah[12]. *Slant range* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$D = \sqrt{h^2 + 2R_E + h)(1 - \cos\varphi_G \cos\Delta} \quad (2.12)$$

Dimana:

- $D$  adalah *slant range*
- $R_E$  adalah jari – jari bumi
- $\cos\varphi_G$  adalah selisih *longitude* SB dengan satelit
- $\cos\Delta$  adalah nilai *latitude* dari stasiun bumi
- $h$  adalah ketinggian satelit



**Gambar 2.11 Slant Range Satelit**

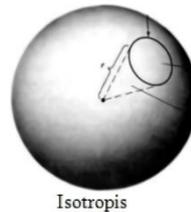
### 2.2.9 Antena

Dalam komunikasi satelit, sebuah antenna menjadi alat utama yang menentukan keberhasilan transmisi sinyal dari satelit ke stasiun bumi. Antena sendiri merupakan sebuah perangkat yang dapat digunakan untuk melakukan penerimaan atau pemancaran gelombang radio pada frekuensi gelombang radio

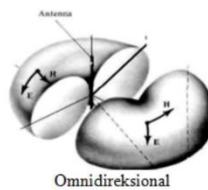
tertentu, umumnya performansi dari antena ditentukan oleh beberapa faktor seperti pola radiasi, polarisasi, direktivitas, serta *gain*.

a) Pola radiasi

Pola radiasi merupakan suatu bentuk pancaran daya yang dihasilkan suatu antena ke arah ruang udara. Pada Gambar 2.12 hingga 2.14 terlihat ada 3 macam pola radiasi antena, yang pertama adalah antena dengan pola radiasi isotropis yang berarti pola atau bentuk distribusi dayanya mengarah ke segala arah dengan kekuatan yang sama. Untuk pola kedua adalah pola radiasi omnidireksional yang memiliki arah pancaran pada segala arah dengan posisi tertentu seperti horizontal atau vertikal sehingga apabila pola radiasinya berada pada satu sisi maka arah lain akan bernilai 0. Untuk pola radiasi terakhir adalah direksional yang mana pada pola radiasi ini pancaran daya antena akan diarahkan pada arah tertentu[16].



**Gambar 2.12 Pola Radiasi Isotropis[16]**



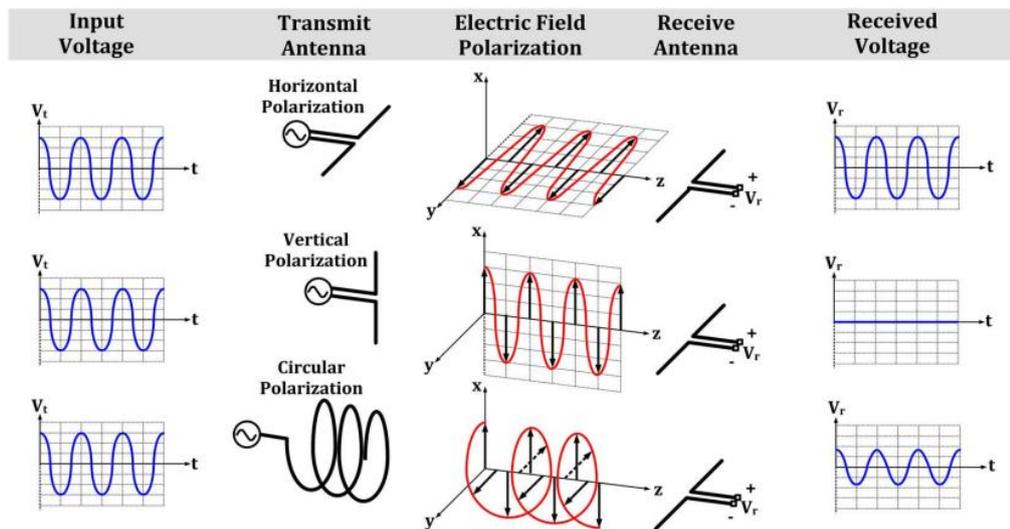
**Gambar 2.13 Pola Radiasi Omnidireksional[16]**



**Gambar 2.14 Pola Radiasi Direksional[16]**

b) Polarisasi antenna

Polarisasi antenna merupakan sebuah arah transmisi gelombang elektromagnetik saat dipancarkan oleh antenna tersebut, dengan kata lain polarisasi dapat didefinisikan sebagai arah daya yang diradiasikan yang memiliki penguatan maksimum atau optimal. Polarisasi dapat terjadi pada sisi transmister maupun receiver dalam komunikasi satelit sehingga untuk mendapatkan penguatan maksimum maka polarisasi yang dihasilkan oleh antenna pengirim dan penerima harus sama[16]. Umumnya terdapat beberapa jenis polarisasi seperti polarisasi horizontal, vertikal, dan sirkular.



**Gambar 2.15 Polarisasi Antena dan Efeknya[6]**

Pada gambar 2.15 terlihat ada 3 polarisasi yang memiliki efek berbeda apabila diterima pada sebuah antenna yang memiliki polarisasi horizontal. Pada sinyal yang dikirim menggunakan polarisasi horizontal pada sumbu y dan z lalu diterima oleh antenna yang memiliki polarisasi horizontal juga maka sinyal yang diterima akan memiliki daya maksimum atau tegangan maksimum, untuk sinyal yang dikirimkan menggunakan polarisasi vertikal pada sumbu x dan z lalu diterima menggunakan antenna yang memiliki

polarisasi horizontal maka sinyal yang didapatkan adalah bernilai 0 atau tidak ada tegangan sama sekali.

Pada sinyal yang dikirimkan menggunakan polarisasi sirkular atau 3 dimensi karena berada pada sumbu x, y, dan z lalu diterima menggunakan antenna yang memiliki polarisasi horizontal maka sinyal yang diterima hanya sinyal sumbu horizontal y dan z sehingga mengakibatkan tegangan yang diterima tidak maksimum.

### c) Direktivitas

Direktivitas sebuah antenna dapat didefinisikan sebagai sebuah titik atau arah yang memiliki daya terbesar pada radiasi yang dipancarkan oleh antenna dibandingkan dengan area pancaran lainnya, sehingga sebuah antenna yang baik adalah antenna yang memiliki direktivitas tinggi yang menunjukkan bahwa pengarahannya radiasi antenna itu sangat baik[16]. Untuk menemukan nilai direktivitas antenna dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \quad (2.13)$$

Dimana:

- D adalah direktivitas antenna
- U adalah besarnya intensitas radiasi
- $U_0$  adalah besarnya intensitas radiasi pada sumber isotropic
- $P_{rad}$  adalah besarnya daya radiasi

### d) Gain

Gain merupakan sebuah rasio dari intensitas radiasi pada suatu arah yang dipancarkan dengan intensitas radiasi yang diterima oleh antenna isotropik[16]. Gain antenna dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \eta D \quad (2.14)$$

$$\eta = \frac{Prad}{Prad + Ploss} \quad (2.15)$$

Dimana:

- G adalah penguatan antena
- D adalah direktivitas antena
- $\eta$  adalah efisiensi antena
- *Ploss* adalah daya yang hilang
- *Prad* adalah besarnya daya radiasi

e) Panjang Gelombang

Dalam sebuah desain antena, panjang gelombang menjadi penentu bagaimana sebuah antena dirancangan. Panjang gelombang sendiri merupakan jarak antara puncak gelombang radio saat merambat. Dalam merancang sebuah kaki antena seperti antena dipole umumnya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.16)$$

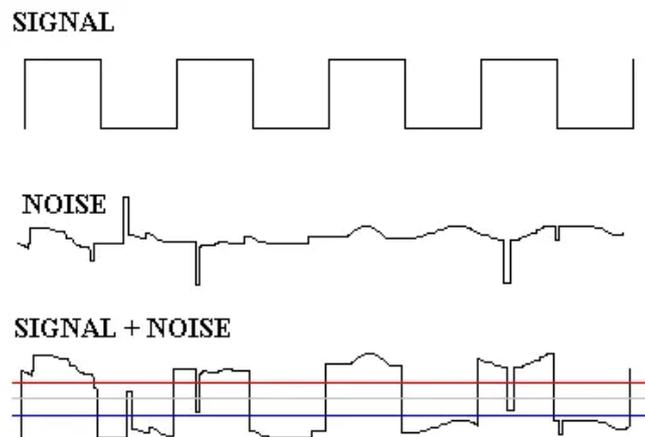
$$L = \frac{\lambda}{4} \quad (2.17)$$

Dimana:

- $\lambda$  adalah panjang gelombang
- c adalah kecepatan cahaya
- L adalah panjang tiap kaki antena
- f adalah frekuensi kerja

### 2.2.10 *Signal-to-Noise Ratio*

Dalam komunikasi menggunakan gelombang radio sebuah kualitas sinyal yang ditransmisikan dan diterima dapat diketahui dari *Signal-to-Noise Ratio* (SNR). SNR sendiri merupakan perbandingan rasio antara daya sinyal yang ditransmisikan dengan *noise* yang ada di dalam sinyal[17]. Nilai SNR sendiri dapat diketahui melalui rumus berikut:



**Gambar 2.16 Pengaruh *noise* dalam sinyal**

$$SNR = \frac{P_{in}}{P_n} \quad (2.18)$$

Dimana:

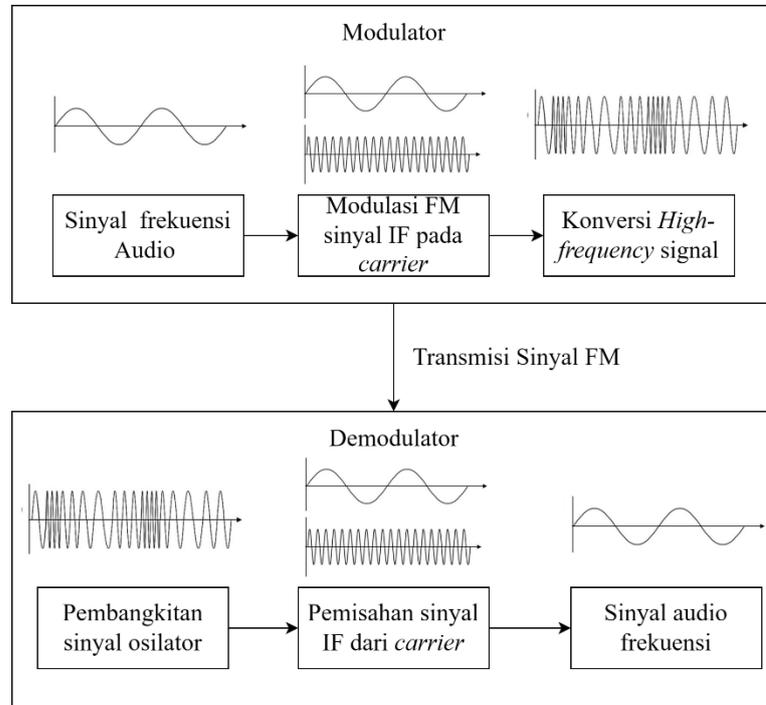
- SNR adalah perbandingan daya sinyal dan *noise*
- $P_{in}$  adalah sinyal yang diterima
- $P_n$  adalah daya *noise*

Pada Gambar 2.16 terlihat bagaimana sebuah *noise* dapat mempengaruhi sinyal yang ditransmisikan, saat sinyal sebuah informasi dikirimkan melalui sinyal yang terkena *noise* lalu sampai pada sisi penerima maka akan terjadi sebuah gangguan perubahan informasi sinyal akan *noise* tersebut. *Noise* ini dapat dikatakan sebagai *noise floor* atau *noise* yang muncul pada frekuensi yang digunakan untuk melakukan transmisi informasi melalui gelombang elektro magnetik.

### 2.2.11 Modulator dan Demodulator

Dalam komunikasi satelit, sebuah informasi yang dikirim ke arah stasiun bumi harus melewati dua proses utama yaitu modulator dan demodulator. Pada modulator berfungsi untuk memasukkan sinyal frekuensi audio ke dalam sebuah sinyal *carrier Intermediate Frequency (IF)* yang akan menghasilkan frekuensi tinggi yang mana dalam transmisi sinyal analog umumnya menggunakan FM. Untuk demodulator sendiri bekerja dengan mengekstrak frekuensi tinggi yang

dibangkitkan oleh osilator menjadi sebuah IF *carrier* lalu mengambil sinyal audio yang ditumpangkan. Ilustrasi dari modulator dan demodulator dapat dilihat pada Gambar 2.17:

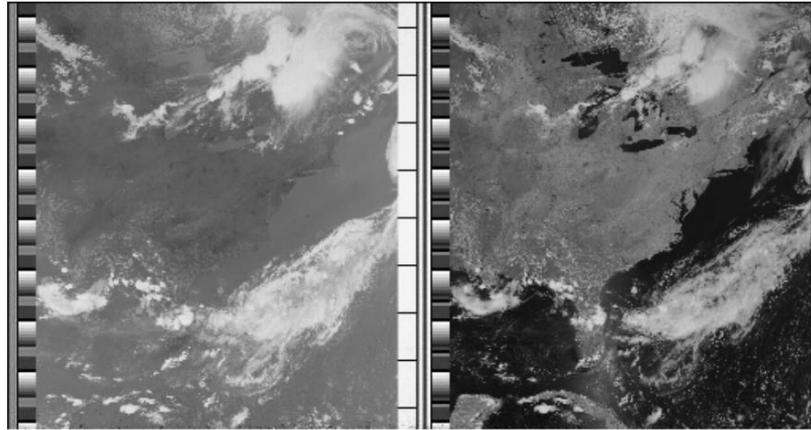


**Gambar 2.17 Modulator dan Demodulator**

### 2.2.12 *Automatic Picture Transmission*

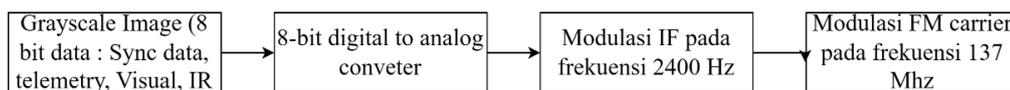
*Automatic Picture Transmission* (APT) merupakan sebuah transmisi gambar yang digunakan oleh satelit cuaca polar dengan cara melakukan pengiriman gambar permukaan bumi yang discan secara terus menerus dengan resolusi yang rendah untuk stasiun bumi. Pada awalnya digunakan pada tahun 1963 oleh satelit TIROS – VII. APT digunakan untuk mengirimkan dua *channel* dari 5 channel utama yang digunakan pada satelit saat menangkap gambar permukaan bumi dengan *Advanced Very High-Resolution Radiometer* (AVHRR) yang seharusnya dikirim melalui *High Resolution Picture Transmission* (HRPT) sehingga dapat ditangkap dengan sebuah stasiun bumi yang lebih sederhana. APT sendiri akan mengirimkan dua *channel* yang mewakili dua waktu yaitu *visual channel* saat

permukaan bumi tersinari matahari dan juga *infrared channel* saat malam hari yang diperlihatkan pada Gambar 2.18 di bawah[3].



**Gambar 2.18 Channel Visual (Kiri) dan Channel Infrared (Kanan) APT[3]**

Cara kerja APT ditunjukkan oleh Gambar 2.19 dimana gambar data permukaan bumi yang telah di scan oleh satelit NOAA akan di konversi menjadi sebuah data analog agar dapat diubah menjadi sebuah sinyal audio dengan *tone* 2400 Hz, setelah itu sinyal tersebut ditumpangkan pada frekuensi *carrier* 137 MHz saat transmisi. APT sendiri membutuhkan *bandwidth* sekitar 40 KHz pada sisi *receiver* agar informasi yang dikirimkan dapat diterima pada stasiun bumi.



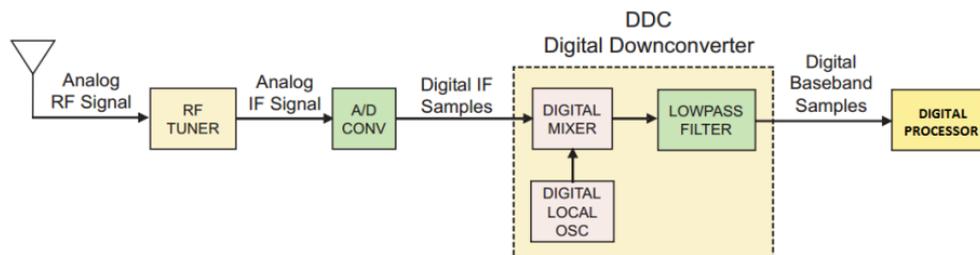
**Gambar 2.19 Cara kerja APT**

### 2.2.13 Software Defined Radio

*Software Defined Radio* atau SDR merupakan sebuah konsep dimana gelombang radio yang diterima oleh radio dapat diubah – ubah menggunakan sebuah *software* tanpa harus mengubah platform dari SDR itu sendiri. Tujuan utama dari konsep SDR ini yaitu agar dapat berkomunikasi pada tiap frekuensi,

*bandwidth*, modulasi, dan *data rate* yang diinginkan dengan hanya mengkonfigurasi sisi *software*.

Adanya perkembangan dari SDR ini sendiri terjadi akibat didorongnya perubahan atau evolusi dari perkembangan teknologi *converter* Digital Analog dan Analog Digital serta dorongan besar dari bidang militer yang membutuhkan perangkat komunikasi yang fleksibel. Pengaplikasian dari SDR mendapat banyak ketertarikan dalam berbagai bidang yang mengandalkan komunikasi gelombang radio, dalam dunia komersial SDR menjadi hal yang penting karena dapat mengurangi biaya dari penggantian sebuah *base station* dengan hanya meng-*update software* yang digunakan oleh SDR, sedangkan di dalam dunia militer sendiri menjadi sebuah benda yang penting karena dapat menjadi membantu melindungi investasi jangka panjang dengan cara memperpanjang layanan dari sebuah sistem komunikasi. Hal ini dapat terjadi karena kemampuan dari SDR yang memungkinkan untuk melakukan konfigurasi pada *waveforms* yang sudah ada untuk di pindahkan ke platform SDR lain[18].



**Gambar 2.20 Block Diagram SDR [19]**

SDR umumnya terdiri dari sebuah RF *front end* yang bekerja menjadi *transmitter* atau *receiver* atau secara sederhana SDR receiver dapat dikatakan sebagai sebuah *Analog to Digital converter* yang dihubungkan pada sebuah antena. Dalam Gambar 2.20, terlihat sebuah *block diagram* dari sistem SDR yang terdiri dari beberapa proses yang terjadi seperti:

- 1) Sinyal analog yang masuk ke dalam *radio frequency tuner* akan diubah menjadi *intermediate frequency*.
- 2) Sinyal intermediate yang diteruskan pada *Analog to Digital converter* akan diubah lagi menjadi sinyal sampel – sampel digital.

- 3) Sinyal hasil sampling akan dibangkitkan menggunakan osilator yang mana akan dicampurkan dengan *filter* untuk mengurangi *noise* pada *Digital Downconverter*.
- 4) *Digital Base Band* sample yang dihasilkan oleh DDC akan dikirimkan pada *digital processor* yang bertugas sebagai *decoder* pada sisi non – fisik atau *software*[19].