

BAB II

SISTEM KOMUNIKASI RADIO

2.1. Propagasi Gelombang Radio

Klasifikasi radio frekuensi yang mempunyai gelombang dan berada dalam daerah yang sangat luas, yaitu mulai dari gelombang *Very Low Frekuensi* (VLF) sampai dengan spectrum cahaya. Gelombang elektromagnetik yang ditransmisikan melalui udara bebas, dapat dibedakan dalam tiga jenis sesuai dengan penggunaan dan propagasinya, yaitu:

1. *Ground Wave* (gelombang tanah)

Menjalar sepanjang permukaan bumi, propagasi pada *ground wave* menggunakan polarisasi vertical, karena komponen horizontal dan medan listrik yang kontak dengan bumi akan di *short circuit* (hubung singkat).

2. *Sky Wave* (gelombang langit)

Menjalar melalui adanya pantulan dari *Troposphere* (10-20 km diatas permukaan bumi). Gelombang mengalami *refraksi* pada lapisan *atmosphere* dan *troposphere* hal ini disebabkan oleh karena adanya perbedaan indeks bias (konstanta dielektrik) dari medium (dalam hal ini udara). Apabila gelombang elektromagnetik dipancarkan keatasmenuju arah lapisan *troposphere* ataupun *ionosphere*, maka akan terjadi pembiasan atau pembelokan arah. Hal ini disebabkan karena

adanya perubahan (*gradient*) dari harga N (*rate of charge* dari N terhadap ketinggian).

3. *Space Wave* (gelombang angkasa)

Menjalarkan melalui adanya pantulan dari *troposphere* (lebih kecil dari 10 km dari permukaan Bumi).

2.2. Propagasi *Line of Sight*

Pada propagasi ini gelombang menjalar dalam garis lurus, *transmitter* dan *receiver* berada dalam jarak pandang dan menggunakan daya pancar yang relatif kecil dengan jarak link sekitar 10-100 km.

Propagasi *line of sight* menggunakan *Ultra High Frekuensi* (UHF) 1GHz atau lebih. Pada frekuensi ini gelombang elektromagnetik memiliki sifat pantulan gelombang cahaya, karena itu antara antena pemancar (*transmitter*) dan antena penerima (*receiver*) tidak boleh terdapat halangan yang dapat menutupi lintasan pantulan gelombang (tampak langsung).



Gambar 2.1 Sistem Line of Sight

2.3. Sistem Radio Gelombang Mikro

Gelombang radio yang berfrekuensi tinggi cenderung menjalar dengan garis lurus, oleh karena itu apabila berfrekuensi diatas 100 MHz dapat difokuskan. Dimana pemusatan semua energi menjadi titik kecil yang menggunakan antena parabola memberikan rasio *signal to noise* tinggi.

Karena gelombang mikro menjalar dengan garis lurus maka bila *repeater* terlalu jauh maka bumi akan meredam gelombang tersebut. Maka *repeater* diperlukan secara periodic dimana semakin tinggi menara, semakin jauh jarak yang dicapai.

Selain itu gelombang mikro tidak dapat menembus ruang dengan baik sehingga terjadi *multipath fading*, gelombang yang mengalami delay akibat divergensi di udara tiba diluar fasanya dengan gelombang langsung dan menghapus sinyalnya.

Untuk frekuensi 8 GHz terdapat masalah *absorpsi* oleh air. Gelombang yang hanya memiliki panjang gelombang beberapa sentimeter ini dapat di *absorpsi* oleh hujan. Efek ini dapat dikurangi dengan membangun oven gelombang mikro yang sangat besar diluar.

Keuntungan yang dimiliki oleh gelombang mikro bila dibandingkan dengan transmisi melalui kabel adalah tidak diperlukannya hak untuk mengikuti jalur yang ditentukan, relatif lebih murah karena hanya perlu membangun minimal dua buah menara sederhana dan pemasangan antena pada masing-masing menara daripada menanam 50 km serat optik.

D = diameter antena (m)

λ = Panjang gelombang (m)

η = Efisiensi antena (0,65)

f = Frekuensi kerja (GHz)

2.5. Penentuan Koordinat Lokasi

Dalam sebuah perencanaan *link* komunikasi, harus juga ditentukan koordinat lokasi tempat dibangunnya *link* komunikasi tersebut. Secara teknis, koordinat dari lokasi tidak terlalu berpengaruh langsung terhadap operasi radio, tetapi koordinat lokasi tersebut sangat dibutuhkan untuk melakukan perhitungan dari panjangnya lintasan. Penentuan panjang lintasan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

a. *Global Positioning System* (GPS)

Dengan bantuan alat GPS, kita tinggal menghidupkan alat tersebut, kemudian kita meletakkannya ditempat yang terbuka (lokasi pemasangan), maka beberapa saat kemudian GPS tersebut akan secara otomatis menampilkan koordinat lokasi dimana GPS tersebut tadi diletakkan. Alat GPS ini juga dapat digunakan untuk menentukan panjangnya lintasan.

b. Peta

Apabila tidak ada alat GPS di lokasi, maka sebagai alternatif lain yang dapat menggunakan bantuan peta untuk dapat menentukan koordinat lokasi dan menentukan panjang lintasan. Karena pada peta biasanya selalu dilengkapi dengan garis-garis koordinatnya. Pembacaan pada peta dapat

dilakukan dengan cara interpolasi, dimana kita melakukan perbandingan antara garis-garis lintang dan garis-garis bujurnya.

2.6. Daerah *fresnel*

Daerah *fresnel* adalah tempat kedudukan dimana titik-titik yang mempunyai selisih jarak tetap, dari dua buah lokasi yang tetap pula, yaitu kelipatan dari setengah panjang gelombang radio yang dioperasikan.

Daerah *fresnel* ini memegang peranan yang sangat penting dalam pentransmisi energi gelombang mikro, dimana bentuk daerah *fresnel* ini berupa *ellipsoid*.

Jari-jari daerah *fresnel*, dinotasikan dengan h_0 , pada titik sembarang antara dua titik pemancar dan penerima, dimana:

$$F = 17,3 \sqrt{\{(d_1 \times d_2) / (f \times d)\}} \dots\dots\dots(2.2)$$

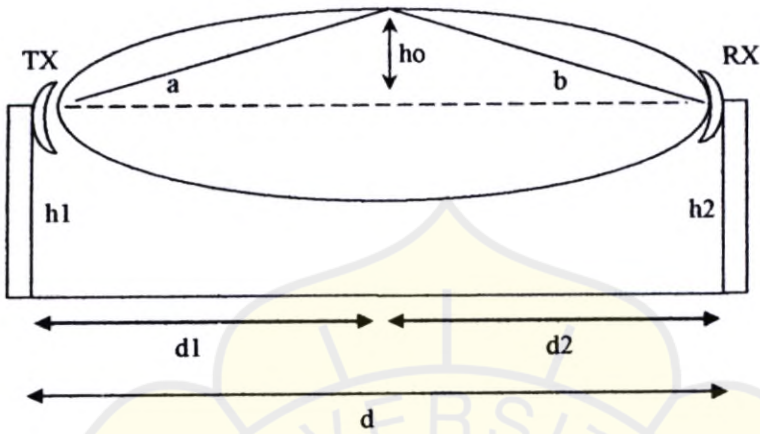
dimana :

f = Frekuensi kerja (GHz)

d_1 = Jarak dari penghalang ke pemancar terdekat (km)

d_2 = Jarak dari penghalang ke penerima terdekat (km)

d = Jarak total dari pemancar ke penerima (km)



Gambar 2.5. Jari-jari *Fresnel*

2.7. Faktor K

Faktor K adalah factor pengali jari-jari bumi sebenarnya. Harga K merupakan radius efektif bumi berbanding dengan radius bumi sebenarnya.

$$K = \frac{r}{r_0} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : r = jari-jari bumi efektif

r_0 = jari-jari bumi (6370)

K = Faktor pengali jari-jari bumi efektif (4/3)

Kalau dianggap lintas propagasinya lurus ini berarti permukaan bumi menjadi lebih datar dari pada permukaan sebenarnya. Biasanya lebih mudah menganggap lintas propagasinya lurus dengan cara merubah lengkung bumi dari pada menggambar lintas propagasi sebagai garis lengkung. Untuk maksud ini

akan diadakan analisa propagasi gelombang dengan mengalikan jari-jari bumi K kali. Harga K ini dinamakan “koefisien persamaan jari-jari bumi.”

Harga K berubah sesuai dengan daerahnya dan umumnya mengecil apabila didaerah tersebut pada ketinggian yang rendah dan membesar untuk ketinggian yang tinggi. Meskipun untuk daerah yang sama, K akan tergantung pada keadaan meteorology.

$K = 1$ apabila persamaan jari-jari bumi sesuai dengan jari-jari bumi sesungguhnya. Dalam keadaan demikian kondisi atmosfer adalah homogen, tidak ada pembiasan dan gelombang akan berjalan lurus, apabila $K = \sim$ busur lintas gelombang sama dengan lengkung bumi yang sesungguhnya, sehingga gelombang yang dipancarkan secara horizontal akan dipropagasikan sepanjang permukaan bumi. Indonesia termasuk dalam daerah dengan ketinggian sedang dimana $K = 4/3$ dalam keadaan atmosfer standar.

Bila dalam lintasan komunikasi *microwave* terdapat rintangan yang tidak dapat dihindari, pada kondisi atmosfer dengan keadaan pembiasan normal yaitu pada nilai $K = 4/3$, lintasan komunikasi dengan tinggi seperti itu biasanya tinggi bebas tambahan yang diperlukan agar didapatkan komunikasi yang benar-benar *clearance* adalah antara 0,5 – 0,7 dari harga *fresnel zone*. Besarnya *clearance* sebagai tambahan agar komunikasi dapat berjalan dengan baik pada setiap rintangan adalah :

$$C = 0,6 \times Fz \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : C = Clearence / tinggi bebas tambahan (m)

0,6 = factor untuk pengali fresnel zone

Fz = fresnel zone

2.8. Kalkulasi Link

Path analysis (link budget) adalah analisis perhitungan panjangnya suatu lintasan (*link*). Yang dimaksud disini adalah untuk menetapkan parameter-parameter operasi yang digunakan seperti misalnya *power output* dan *input*.

Maka dapat dihubungkan kinerja (*performance*) yang diinginkan dengan tingkatan sinyal penerima (*receive signal level / RSL*). Sebuah referensi RSL dibutuhkan.

Selanjutnya, dihitung *free space loss* diantara antenna pemancar dan antenna penerima. Fungsi ini untuk menentukan frekuensi dan jarak (contoh : operasional frekuensi pemancar gelombang mikro). Kemudian menghitung *Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)* pada antenna pemancar. EIRP adalah penjumlahan dari *power output* pemancar dikurangi *loss line transmisi* ditambahkan gain antenna, semua dalam satuan desibel.

Ketika ditambahkan EIRP ke *free space loss* (dalam dB), hasilnya adalah *Isotropic Receive Level (IRL)*. Jika ditambahkan gain antenna penerima terhadap IRL dan dikurangi *loss line transmisi* maka didapatkan *receive signal level (RSL)*.

2.8.1. Free Space Path Loss (FSL)

Free space path loss atau rugi-rugi ruang bebas, merupakan rugi-rugi yang disebabkan oleh redaman dari udara yang dilintasinya. Redaman udara bebas besarnya dipengaruhi oleh tekanan, temperatur dan kelembaban yang disebabkan perubahan cuaca. Ekspresi untuk *free space loss* diberikan sebagai berikut :

$$FSL = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi f D}{c} \right)^2$$

Dimana :

- FSL = free space path loss
- D = jarak (Km)
- f = frekuensi (GHz)
- λ = panjang gelombang
- c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Konversi ke dalam satuan dB

$$FSL_{dB} = 20 \log \frac{4\pi f D}{c} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D$$

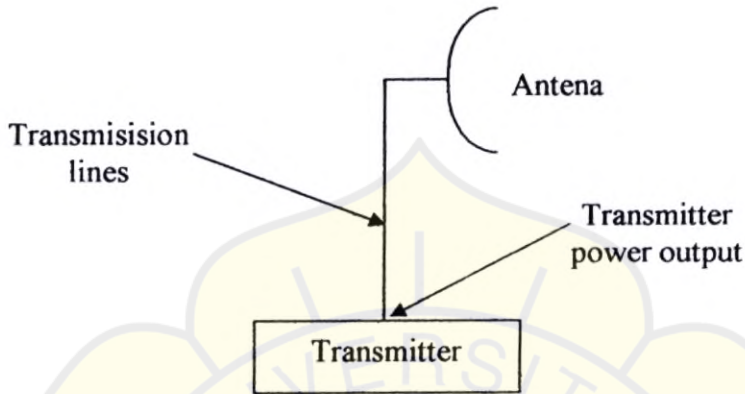
Dimana frekuensi yang diberikan dalam GHz dan jarak dalam satuan Km.

$$FSL_{dB} = 92,4 + 20 \log f_{GHz} + 20 \log D_{Km} \dots\dots\dots(2.5)$$

2.8.2. Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

Daya yang diradiasikan (dipancarkan) oleh antenna isotropik dalam teknik radio disebut *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP). Atau dengan kata lain EIRP merupakan penjumlahan dalam satuan desibel: *power output* pemancar

(dalam dBm atau dBW), redaman saluran transmisi dalam dB (bernilai negatif karena merupakan redaman) dan gain antenna dalam dB.



Gambar 2.6. Element EIRP

Secara rumus dapat ditulis sebagai berikut :

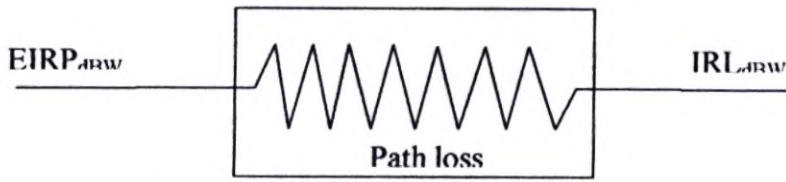
$$EIRP_{dBW} = P_o + G_t - L_t \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

- Dimana :
- P_o = power output RF transmitter (dBW)
 - L_t = redaman saluran transmisi (dB)
 - G_t = gain antenna pemancar (dB)

2.8.3. Isotropic Receive Level (IRL)

Isotropic receive level adalah batasan RF *power level* pada antenna penerima.

Dapat juga dikatakan sebagai *power* yang diukur pada sebuah isotropic antenna penerima. Perhitungan secara grafik ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 2.7. Perhitungan IRL

Secara rumus dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{IRL}_{\text{dBW}} = \text{EIRP}_{\text{dBW}} - \text{FSL}_{\text{dB}} \dots \dots \dots (2.7)$$

2.8.4. Receive Signal Level (RSL)

Receive signal level (RSL) adalah *power level* yang memasuki tingkatan pertama aktif pada penerima :

$$\text{RSL}_{\text{dBW}} = \text{IRL}_{\text{dBW}} + G_r - L_r \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : G_r = gain antena penerima (dB)

L_r = redaman pada penerima (dB)

2.8.5. Receiver Thermal Noise Level

Receiver Thermal Noise Level adalah fungsi dari *noise figure* penerima dan *bandwidth*-nya. Untuk sistem radio analog, *thermal noise level* penerima dihitung dengan menggunakan *bandwidth Intermediate Frequency (IF)*.

Receiver Thermal Noise Level dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Nth (dBW)} = 10 \log KTB \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

T = Temperatur Noise ($^{\circ}\text{K}$)

B = Bandwidth (Hz)

K = Konstanta Boltzman ($1,3803 \times 10^{-23} \text{ J / } ^{\circ}\text{K}$)

Atau dinyatakan dengan persamaan :

$$N_{th} (\text{dBW}) = -228,6 \text{ dBW} + 10 \log T + 10 \log B_{IF}$$

Kita dapat mengkonversikan *noise figure* terhadap noise temperatur dalam kelvin dengan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$NF_{dB} = 10 \log (1 + T_e/290)$$

Dimana T_e adalah adalah Temperatur Operasi (yang dibandingkan dengan temperatur kamar 290°K).

Dengan demikian, persamaan untuk *Receiver Thermal Noise Level* dapat ditulis :

$$\begin{aligned} N_{th} (\text{dBW}) &= -228,6 \text{ dBW} + 10 \log 290^{\circ}\text{K} + NF (\text{dB}) + 10 \log B_{IF} \\ &= -204 \text{ dBW} + NF (\text{dB}) + 10 \log B_{IF} \dots \dots \dots (2.10) \end{aligned}$$

2.8.6. E_b / N_o

Dalam sistem digital yang menggunakan E_b/N_o , yang berarti perbandingan energi per bit per *noise spectral density*. Maka dapat dihubungkan E_b/N_o terhadap *bit error rate* (BER) yang diberikan pada tipe modulasi.

E_b adalah energi per bit. Andaikan RSL 1 Watt dan menerima 1.000 bit per detik. Maka besarnya energi yang dihasilkan dalam 1 bit adalah 1mW. Dibagi 1 Watt dengan 1.000 bit per detik. Dalam radio yang bekerja lebih melakukannya

pada divisi logaritma karena kita bekerja dalam desibel. E_b dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$E_b = RSL_{dBW} - 10 \log(\text{Bit rate}_{bps}) \dots\dots\dots(2.11)$$

Sedangkan N_o dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N_o = -204 \text{ dBW/Hz} + NF_{dB} \dots\dots\dots(2.12)$$

Sekarang dapat diberikan rumusan untuk E_b/N_o :

$$E_b/N_o = RSL_{dBW} - 10 \log(\text{Bit rate}_{bps}) - (-204 \text{ dBW} + NF_{dB}) \dots\dots(2.13)$$

Dapat disederhanakan lagi menjadi :

$$E_b/N_o = RSL_{dBW} - 10 \log(\text{Bit rate}_{bps}) + 204 \text{ dBW} - NF_{dB} \star \dots\dots(2.14)$$

2.8.7. Carrier-to-Noise (C/N)

Carrier-to-noise (C/N) merupakan parameter terpenting yang harus dipertimbangkan untuk mengetahui kinerja dari sebuah sistem komunikasi gelombang mikro (*microwave*). C/N adalah perbandingan lebar pita “*carrier*” dengan *wideband noise power* (penerima dari *noise wideband*). C/N dapat ditentukan pada RF atau titik IF di penerima. C/N dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C/N_{dB} = RSL_{dBW} - N_{dBW} \dots\dots\dots(2.15)$$

2.8.8. Fade Margin (FM)

Level sinyal terima yang diperlukan untuk memberikan kualitas penerimaan yang baik disebut sensitivitas penerimaan. Terjadinya *fading* mengakibatkan level sinyal sesungguhnya mengalami fluktuasi. Agar komunikasi dapat berjalan dengan baik maka, level sinyal penerima harus lebih besar dari sensitivitas penerimaan atau level sinyal penerimaan minimum.

Untuk menanggulangi masalah *fading* maka perlu ditambahkan cadangan *fading* (*fading margin*) pada sinyal penerima minimum yang diperlukan untuk mendapatkan nilai sensitivitas tertentu. Dengan demikian, cadangan *fading* dapat dikatakan sebagai perbedaan antara level sinyal penerimaan yang sesungguhnya dengan sensitivitas penerimaan. Besarnya cadangan *fading* tergantung pada lingkungan dan radio yang dipergunakan.

Dengan adanya cadangan *fading* ini diharapkan dapat lebih menjaga kehandalan system transmisi dari pengaruh *fading*. Cadangan *fading* dapat ditentukan dengan selisih antara daya terima dengan daya terima minimum pada perangkat. Sehingga didapat persamaan :

$$FM_{dBm} = RSL_{dBm} - P_{th} \dots\dots\dots(2.16)$$

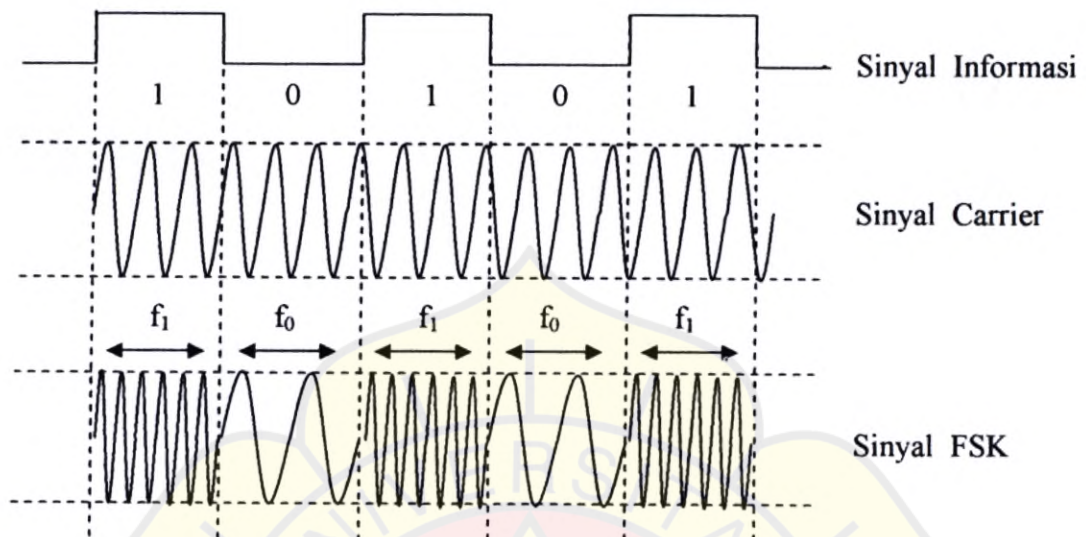
Dimana : FM = *Fading Margin* (Cadangan fading) (dBm)
 RSL = *Receiver Signal Level* (Daya penerimaan) (dBm)
 P_{th} = *Receiver Threshold* (Daya terima minimum) (dBm)

2.9. Modulasi

Modulasi adalah suatu proses menumpangkan sinyal informasi ke dalam frekuensi pembawa (*carrier*). Teknik modulasi dilakukan dengan cara mengubah parameter dari gelombang pembawa yaitu amplitudo, frekuensi, atau fasa. Jika dilihat dari sinyal yang dimodulasikan, modulasi dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu modulasi analog dan modulasi digital. Modulasi analog terdiri atas Modulasi Amplitudo, Modulasi Frekuensi, dan Modulasi Fasa. Sedangkan modulasi digital terdiri atas Amplitude Shift Keying (ASK), Frequency Shift Keying (FSK), Phase Shift Keying (PSK), dan Quadrature Amplitude Modulation (QAM).

2.10. Frequency Shift Keying (FSK)

Pada system ini frekuensi dari *carrier* berubah sesuai dengan sinyal informasi, sedangkan untuk amplitudo *carrier tidak berubah*. Misalnya untuk bit 1 dinyatakan dengan perubahan frekuensi f_1 , dan untuk bit 0 dinyatakan dengan perubahan frekuensi f_0 .



Gambar 2.8. Modulasi FSK

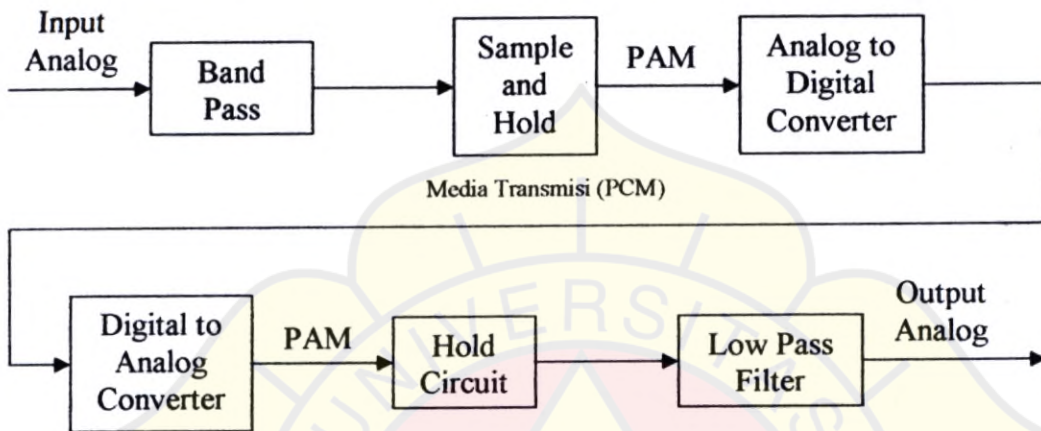
2.11. Pulse Code Modulation (PCM)

Yaitu modulasi yang menghasilkan sederet pulsa dengan amplitudo berubah-ubah sesuai dengan perubahan amplitudo informasinya. PCM adalah satu-satunya teknik modulasi pulsa kode digital yang digunakan dalam sistem transmisi digital.

Untuk menyampaikan sinyal informasi menuju tempat yang diinginkan maka sinyal informasi yang berupa sinyal analog diubah bentuknya secara sampling yang akan menghasilkan sinyal PAM (*Pulse Amplitudo Modulation*). Sinyal ini kemudian diubah kedalam kode biner, sehingga sinyal yang dilewatkan adalah besaran amplitudo yang dikodekan dalam suatu angka tertentu yang mewakili level amplitudo dalam kode biner (logik 1 dan 0). Kode-kode PCM tersebut kemudian ditransmisikan ke penerima. Pada bagian penerima kode

diubah lagi ke level sampling PAM dan kemudian pulsa PAM diubah lagi ke bentuk analog.

Berikut adalah blok diagram sederhana dari kanal tunggal, sistem PCM satu arah



Gambar 2.9. Blok Diagram Kanal Tunggal, Sistem PCM Satu Arah

Band Pass Filter membatasi input sinyal analog ke batasan band frekuensi suara antara 300 sampai 3400 Hz. Lalu *disample-and-hold* secara periodik mengambil *sample* dan mengkonversikan *sample* tersebut ke sinyal PAM. Lalu dikonversikan kembali di *hold circuit* dan *Low Pass Filter* dari sinyal PAM ke bentuk analog. Dalam proses modulasinya PCM melalui proses *sampling*, *quantizing* dan *coding/decoding*.

a) *Sampling*

Sampling merupakan langkah pertama dalam proses perubahan sinyal analog menjadi sinyal digital. Dalam proses *sampling* sinyal analog diubah menjadi *sample-sample* terpisah dengan interval waktu yang sama. Pada saat sinyal analog disampling sejumlah pulsa akan dihasilkan, pulsa tersebut merupakan

pulsa termodulasi amplitudo (PAM). Amplitudo tiap pulsa yang berubah-ubah merupakan amplitudo dari setiap sinyal yang di-*sampling*.

Frekuensi *sampling* untuk *sampling* yang periodik adalah jumlah *sample* per unit waktu. Berdasarkan standart CCITT frekuensi *sampling* untuk sinyal suara (300 – 3400 Hz) pada jaringan telepon adalah 8000 kali per detik atau 8000 Hz. Maka interval tiap *sampling* mempunyai periode 1/8000 Hz atau 125 μ s.

b) *Quantizing*

Pada proses ini setiap *sampling* amplitudo gelombang diberikan harga numerik/level kuantum sesuai dengan besar amplitudo.

c) *Coding*

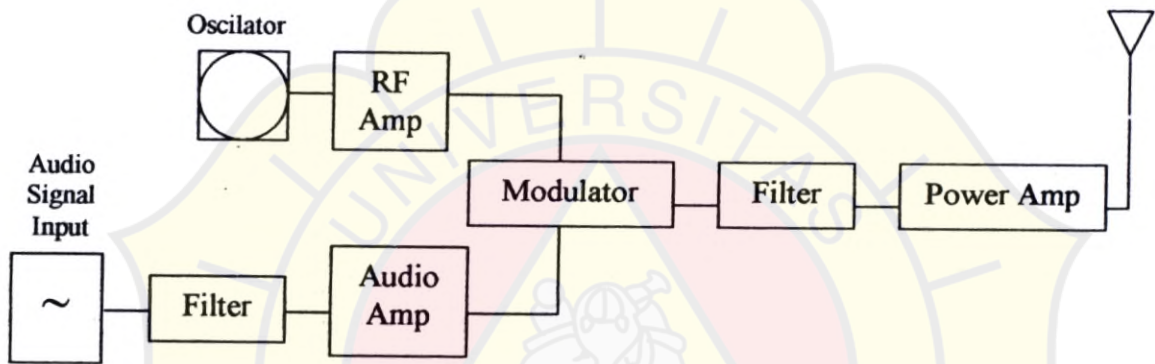
Harga numerik dari amplitudo kemudian ditranslasikan menjadi 8 bit biner, dimana bit pertama digunakan sebagai bit tanda positif atau negatif dan 7 bit lain digunakan untuk *coding amplitudo* sinyal. Setiap 8 bit biner disebut *sample*. Kecepatan *sampling* adalah 8000 *sample* per detik sama dengan 64000 bps.

2.12. Perangkat Radio

Dalam pembahasan tentang perangkat radio, terdapat komponen yang dibahas yaitu tentang *transciver* dan *Receiver*.

2.12.1. Transmitter

Transmitter berfungsi sebagai alat pembangkit getaran (sinyal input elektrik) berupa frekuensi tinggi yang disebut frekuensi radio (RF). Melalui RF ini, energi tersalur ke antena untuk dipancarkan ke segala arah sebagai gelombang radio/gelombang elektromagnetik.



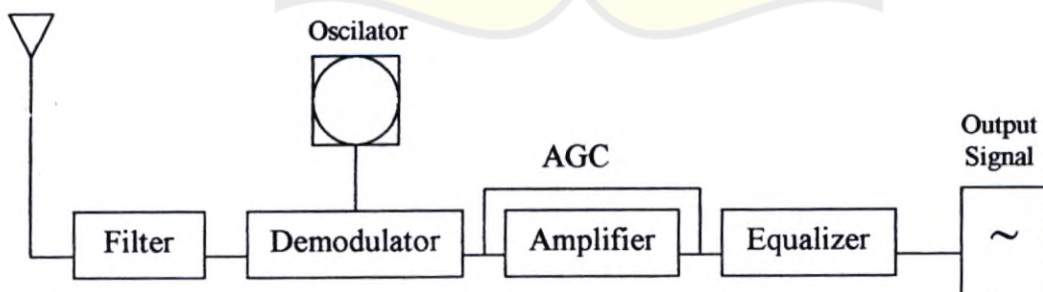
Gambar 2.10. Radio Transmitter

Pada komunikasi radio, *oscillator* berfungsi untuk membangkitkan frekuensi (f_{osc}) yang akan digunakan sebagai dasar dari frekuensi carrier. Frekuensi yang dihasilkan *oscillator* diteruskan ke *RF amplifier*. *RF amplifier* memberikan penguatan pada frekuensi *oscillator* menjadi frekuensi *carrier* dan *audio amplifier* berfungsi untuk memperkuat level *signal audio* (frekuensi informasi) yang telah difilter dan kemudian disalurkan ke modulator untuk dicampur dengan getaran RF dari *oscillator*. Modulator berfungsi untuk mencampur frekuensi informasi dengan frekuensi *carrier*. *Output* dari modulator adalah frekuensi yang sudah dimodulasi. Frekuensi yang sudah dimodulasi ini difilter lagi untuk

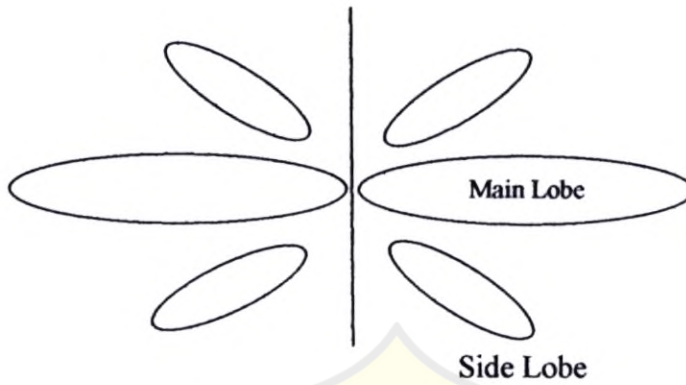
menghindari interferensi dengan sinyal radio lain. Akhirnya sinyal ini diamplified dengan *high power amplifier* yang berfungsi untuk menguatkan daya dari frekuensi *carrier* yang sudah ditumpangi oleh frekuensi informasi dan dikirim ke antena untuk ditransmisikan sebagai gelombang radio.

2.12.2.Receiver

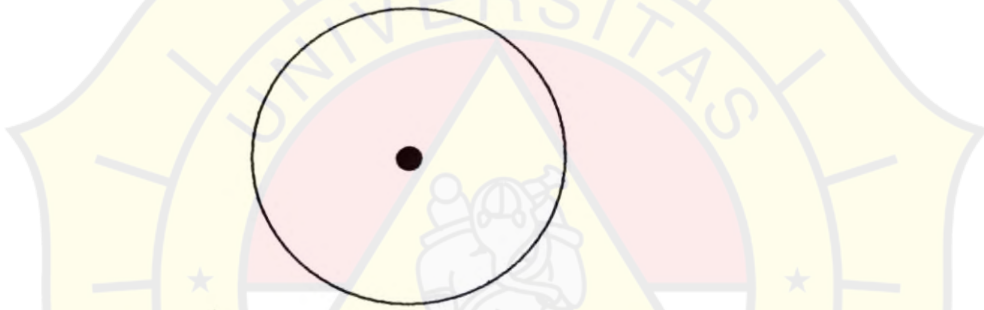
Receiver mempunyai komponen yang hampir sama dengan *transmitter*. Gelombang radio diterima antena dan diubah menjadi sinyal listrik, sinyal ini di-*filter* untuk memisahkan antara gelombang yang diperlukan dari gelombang yang tidak diinginkan dan kemudian didemodulasi. Demodulasi memisahkan sinyal frekuensi *carrier* dengan sinyal informasi, sinyal kemudian diamplified dengan amplifier yang dilengkapi dengan AGC untuk menjaga agar volume sinyal *output* konstan walaupun sinyal gelombang radio yang diterima telah mengalami *fading*. Sinyal lalu diatur dengan equalizer untuk menghilangkan distorsi sinyal yang disebut *delay* dan *distorsi* frekuensi.



Gambar 2.11. Radio Receiver



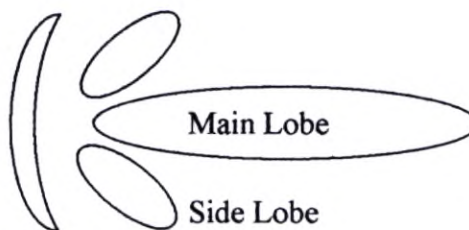
Gambar 2.2. Pola radiasi antenna *omni directional* dari samping



Gambar 2.3. Pola radiasi antenna *omni directional* dari atas

2. Antena *Directional*

Antena ini mempunyai radiasi memancarkan dan menerima hanya pada satu arah saja. Gambar 2.4 menunjukkan pola radiasi pada antena *directional* dengan *side lobes* dalam bentuk vertikal.



Gambar 2.4. Pola radiasi pada antena *directional*

3. Penguatan Antena

Penguatan antena adalah perbandingan antara daya yang diradiasikan oleh antena pemancar dengan daya yang diradiasikan oleh antena referensi yang digunakan pada gelombang radio yaitu antena isotropik.

4. Pola Radiasi

Sifat pengarahan antena dapat dipresentasikan dengan diagram pola radiasi yang menunjukkan pola sebaran pancaran dalam bidang horisontal dan bidang vertikal.

5. *Beamwidth* antena

Beamwidth antena adalah sudut pancar antena dimana besarnya daya yang dipancarkan antena setengah dari daya pancar maksimumnya.

6. *Bandwidth*

Bandwidth antena didefinisikan sebagai suatu range frekuensi dimana antena tersebut tetap memiliki kinerja yang baik.

Karakteristik antena yang terpenting adalah perolehan (*gain*). *Gain* merupakan suatu ukuran kemampuan antena untuk mentransmisikan gelombang dalam satu arah tertentu dan bukan ke semua arah. Juga merupakan suatu ukuran dari "*directionality*" sebuah antena. Sebuah antena yang memancarkan energinya sama rata ke semua arah disebut antena isotropik atau *omni directional*. Untuk komunikasi dari satu titik ke titik lainnya, seperti dalam komunikasi gelombang mikro, diperlukan antena dengan tingkat pengarahan yang tinggi.

Definisi perolehan dari antena adalah seberapa besar energi yang dipancarkan secara isotropik dapat diarahkan menjadi sorot (*beam*) energi. Semakin sempit sorotannya dan semakin mengarahkan antena tersebut maka semakin tinggi pula perolehannya (*gain*).

Daya yang dipancarkan atau diterima oleh sebuah antena bergantung kepada *aperture area*. Perolehan daya dari sebuah antena berbanding lurus dengan area penerima relatif terhadap sebuah antena isotropik.

Gain antena didefinisikan sebagai perbandingan intensitas radiasi maksimum yang dihasilkan pada daerah yang sama oleh antena referensi, dengan input yang sama. Gain suatu antena berbanding lurus terhadap luas lingkup (*aperture*) antena yang secara matematik dapat ditulis :

$$G = \left| \frac{4 \pi A}{\lambda^2} \right| \cdot \eta$$

Jika : $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

Dalam desibel :

$$G \text{ (dB)} = 10 \log \left| \frac{\pi^2 d^2}{\lambda^2} \right| \cdot \eta$$

Maka :

$$G \text{ (dB)} = 20 \log d + 20 \log f + 17,8 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : G = Gain antena

A = Luas aperture antena (m^2)