

## BAB II

### SISTEM KOMUNIKASI RADIO

Sistem komunikasi radio merupakan sistem komunikasi, dimana sinyal informasi ditumpangkan pada gelombang radio untuk dapat dipancarkan pada bagian *transmitter* dan diterima pada bagian *receiver* untuk diambil kembali sinyal informasinya, sesuai dengan yang dikirimkan.

#### 2.1 Sistem Radio Gelombang Mikro

Sistem – sistem radio gelombang mikro yang bekerja pada frekuensi diatas 1 GHz merambat terutama dalam ragam garis – pandang (*line of sight*) atau ruang bebas, baik bila berada diatas tanah maupun pada sistem satelit. Sejak tahun 1950-an, sistem radio gelombang mikro sudah menjadi tulang punggung dari sistem komunikasi jarak jauh. Sistem ini menyediakan lebar jalur transmisi dan keterhandalan yang diperlukan untuk memungkinkan transmisi dari beberapa ribu saluran telepon atau beberapa ratus saluran televisi melalui jalur yang sama dan menggunakan fasilitas yang sama pula.

Frekuensi pembawa dalam daerah 3 sampai 12 GHz digunakan disini. Karena gelombang mikro hanya berjalan menurut jalur garis-pandang (*line of sight*), perlu disediakan stasiun – stasiun pengulang (*repeater*) pada kira – kira setiap jarak 60 Km. Ini membuat biaya peralatan untuk suatu system sangat besar, tetapi kapasitas jalur yang disediakan jauh memadai mengimbangi hal tersebut daya keluaran pemancar adalah rendah, kurang dari 1 Watt.

### **Faktor Kelengkungan Bumi ( K )**

Faktor K merupakan perbandingan antara radius efektif bumi dengan radius bumi yang sebenarnya.

$$K = R'/R \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

**R'** : jari – jari efektif bumi

**R** : jari – jari bumi sebenarnya ( 6340 km )

Bila dianggap lintasan propagasinya lurus, ini berarti permukaan bumi menjadi lebih datar bila dibandingkan dengan permukaan sebenarnya. Biasanya lebih mudah menganggap lintasan propagasinya lurus dengan cara merubah lengkungan bumi daripada menggambar lintasan propagasi sebagai garis yang lengkung. Untuk maksud ini, diadakan analisa propagasi gelombang dengan mengalikan jari-jari bumi K kali. Harga K dinamakan koefisien persamaan jari-jari bumi harga faktor K berubah-ubah tergantung pada keadaan cuaca dan merupakan fungsi dari gradien indeks bias. Umumnya harga K mengecil apabila didaerah tersebut pada ketinggian yang rendah, dan membesar untuk ketinggian yang lebih tinggi. Harga K tergantung pada keadaan meteorology. Untuk atmosfer standar  $K = 4/3$ . Pada umumnya  $K > 4/3$  pada temperatur panas dan  $K < 4/3$  pada daerah dengan temperatur dingin. Pada kondisi tertentu K dapat berharga kurang dari 1 sampai tak terhingga dan bahkan dapat berharga negatif.

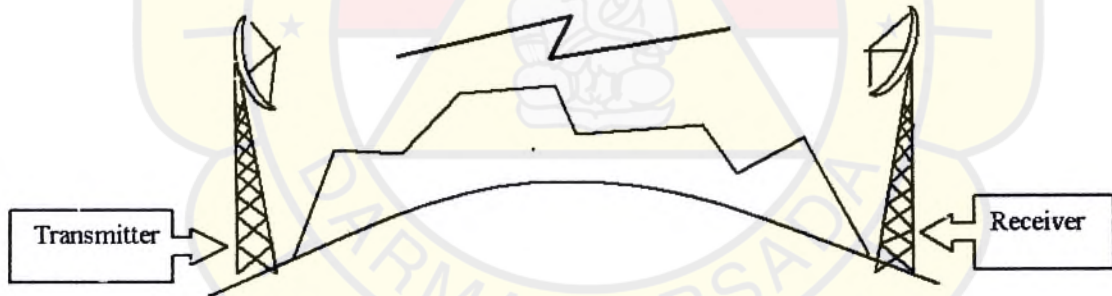
Berdasarkan daerah iklim harga faktor k dapat dibedakan sebagai berikut ;

- Faktor k antara 6/5 dan 4/3 untuk daerah iklim dingin
- Faktor k sekitar 4/3 untuk daerah iklim sedang

- Faktor k antara  $4/3$  dan  $3/2$  untuk daerah iklim tropis

### Sistem Line Of Sight

Garis pandang (*line of sight*) adalah garis lurus yang tidak terhalang, yang merupakan syarat bagi gelombang mikro. Umumnya menggunakan daya pemancar yang cukup kecil dengan jarak *link* sekitar 10 Km – 100 Km. Sistem ini juga dipergunakan juga pada komunikasi satelit.



Gambar 2.1 : Sistem Line Of Sight

## 2.2 Kalkulasi Link

Kalkulasi link adalah suatu metode perhitungan secara teoritis yang digunakan untuk menganalisis sistem, hasil perhitungannya dapat dijadikan perbandingan dengan hasil pengukuran dilapangan sebagai bahan pembanding.

### 2.2.1 Gain Antena

*Gain* antena adalah parameter pokok dalam teknik radio link. *Gain* biasanya ditunjukkan dalam bentuk *decibel* ( dB ) dan merupakan penggambaran dari konsentrasi dari power radiasi dalam memberikan arah. *Gain* antena terletak pada setiap sisi antena. Pada antena isotropic ditunjukkan dalam bentuk dB. Sebuah antena isotropic, secara teoritis merupakan antena dengan penguat 1 ( dB ). Dengan kata lain, adalah sebuah antena yang beradiasi kesegala arah.

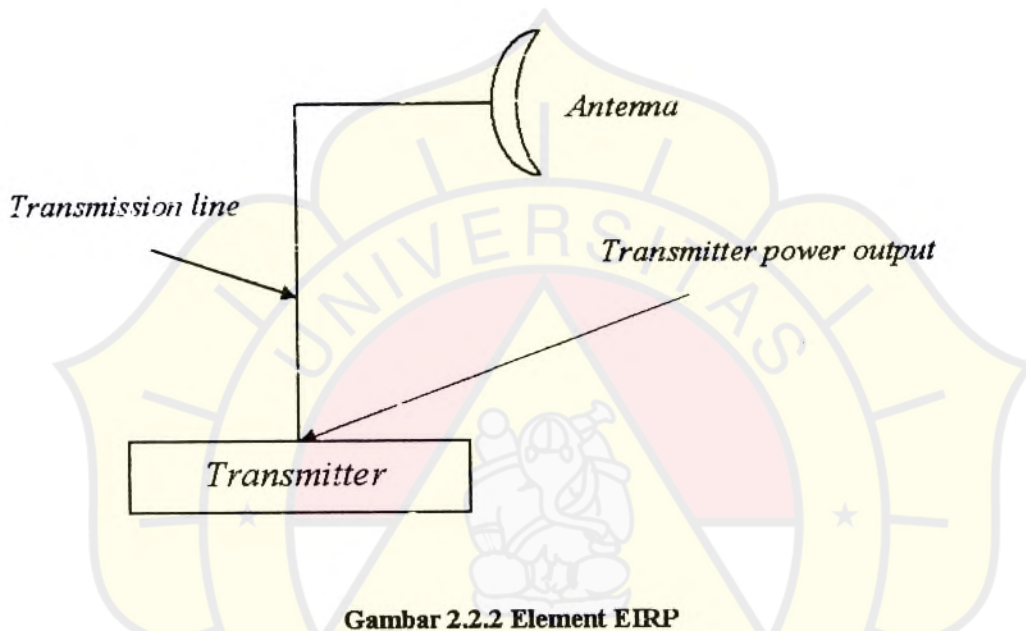
Untuk antena *parabolic* tipe *reflector*, gain merupakan fungsi dari diameter parabola ( D ) dan frekuensi ( f ). Secara teoritis, *gain* antena ( G ) ditunjukkan oleh persamaan :

$$G_{(dB)} = 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(m)} + 17,8 \dots\dots\dots( 2.2 )$$

- Dimana :
- G = Gain antena (dB)
  - f = frekuensi ( GHz )
  - d = diameter antena ( m )
  - 17,8 = konstanta

### 2.2.2 Effective Isotropic Radiated Power ( EIRP )

*Effective Isotropic Radiated Power* adalah menghitung penjumlahan dalam satuan *decibel* : *output power* pemancar ( dalam dBm atau dBW ), redaman saluran transmisi dalam dB ( bernilai negative karena merupakan redaman ) dan *gain* antenna dalam dB.



Gambar 2.2.2 Element EIRP

Secara rumus dapat ditulis sebagai berikut :

$$EIRP_{(dBW)} = P_o + G_t - L_t \dots\dots\dots( 2.3 )$$

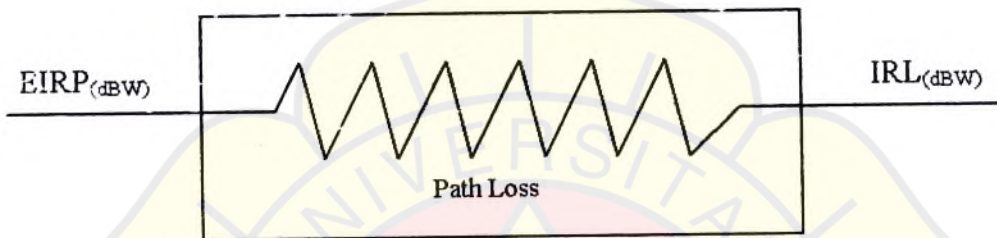
Dimana :  $P_o$  = *output power* RF transmitter ( dBW )

$G_t$  = *Gain* antenna pemancar ( dB )

$L_t$  = redaman saluran transmisi ( dB )

### 2.2.3 Isotropic Receive Level ( IRL )

*Isotropic receive level* adalah batasan RF *power level* pada antena penerima. Dapat juga dikatakan sebagai power yang diukur pada sebuah isotropic antena penerima.



Gambar 2.2.3 Perhitungan IRL

Secara rumus dapat dituliskan sebagai berikut :

$$IRL_{(dBW)} = EIRP_{(dBW)} - FSL_{(dB)} \dots\dots\dots (2.4)$$

- Dimana :
- FSL = Rugi ruang bebas (dB)
  - F = Frekuensi kerja radio (GHz)
  - D = Jarak antara pemancar kepenerima (Km)

### 2.2.4 Receive Signal Level ( RSL )

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

$$RSL_{(dBW)} = IRL_{(dBW)} + G_r_{(dB)} - IFL_{(dB)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :  $G_r$  = Gain antenna penerima (dB)  
 $IFL$  = redaman pada penerima (dB)  
 $IRL$  = kemampuan antenna untuk menerima sinyal (dBW)

### 2.2.5 Fade Margin (FM)

Pada perambatan gelombang radio akan terjadi pemantulan oleh permukaan bumi, sehingga pada penerima akan menerima dua gelombang yang berbeda yaitu gelombang langsung dan gelombang pantul yang jarak tempuh dan waktu perambatan yang berbeda sehingga menimbulkan level daya yang diterima berbeda pada ujung penerima. Perbedaan level daya terima untuk daya pancar yang tetap inilah disebut *fading*.

$$FM_{(dB)} = RSL_{(dBW)} - \text{Receive Threshold Level}_{(dB)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Untuk menentukan *Fade Margin*, tanpa melakukan tes secara langsung terhadap jalur, sulit dalam rekayasa sistem radio. Oleh karena itu diadakan suatu pendekatan dalam menentukan *Fade Margin* yang disebut *Fading Reyleigh*, dengan perhitungan seperti table 2.1.

Tabel 2.1. Pendekatan *Fading Reyleigh* untuk Hop Tunggal

Reabilitasi Propagasi Hop Tunggal ( % )	Kebutuhan Fade Margin ( dB )
90	8
99	18
99,9	28
99,99	38
99,999	48

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena *fading* adalah pembiasan, pantulan, difraksi, hamburan dan redaman gelombang radio. Jenis umum yang terjadi pada frekuensi dibawah 10 GHz adalah *Multipath Fading*.

### 2.2.6 Rugi – Rugi Pada Propagasi Gelembang Radio

Yang menarik pada proses perambatan adalah proses penerimaan level sinyal pada daya pancar yang optimal, sinyal yang dipancarkan akan mengalami gangguan pada proses perambatannya karena jalur dan lingkungan sekitarnya. Hal ini akan mengurangi keandalan atau kualitas komunikasi.



Gangguan yang terjadi dapat berupa penyerapan ( redaman ), pembelokan, pemantulan, pembiasan, penghamburan dan peristiwa polarisasi. Berdasarkan hal inilah dibuat pengelompokan area akan bentuk halangan terhadap propagasi gelombang – gelombang yang diklasifikasikan sebagai berikut :

- *Urban area* : adalah daerah yang banyak dijumpai gedung atau bangunan yang tingginya lebih dari 20 meter ( biasanya areal perkotaan ).
- *Sub Urban* : adalah daerah yang banyak dijumpai gedung atau bangunan yang tingginya 10 – 20 meter ( biasanya areal pinggiran kota ).
- *Open area* : adalah daerah yang banyak dijumpai gedung atau bangunan yang tingginya kurang dari 10 meter ( biasanya areal pedesaan / *rural* ).

Rugi – rugi lintasan pada perambatan gelombang adalah suatu fenomena yang terjadi ketika sinyal yang diterima semakin lama semakin lemah antara *near end* dan *far end*.

Memprediksi rugi – rugi atau *loss* dalam sistem komunikasi bergerak merupakan masalah yang serius, karena itulah sejumlah model dan teori telah dikembangkan untuk memprediksi rugi – rugi atau *loss* transmisi.

### **Free Space Loss**

*Free space path loss* didefinisikan sebagai *loss* yang terjadi oleh sebuah gelombang elektromagnetik yang dipropagasikan dalam suatu garis lurus melalui sebuah *vacuum* dengan tidak ada penyerapan atau refleksi energi dari objek terdekat. Ekspresi untuk *free space loss* diberikan sebagai berikut :

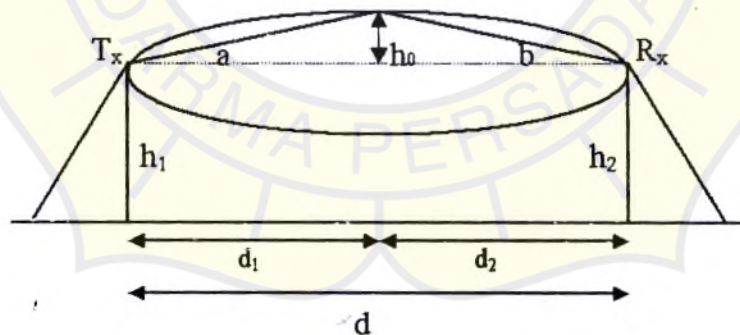
Daerah *fresnel* ini memegang peranan yang sangat penting dalam pentransmisi energi gelombang mikro, dimana bentuk daerah *fresnel* ini berupa ellipsoid.

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

$$F = 17.3 \sqrt{\{(d_1 \times d_2) / (f_{(GHz)} \times d_{(Km)})\}} \dots\dots\dots(2-9)$$

Dimana :

- f = Frekuensi kerja (GHz)
- $d_1$  = Jarak dari penghalang kepemancar terdekat (Km)
- $d_2$  = Jarak dari penghalang kepenerima terdekat (Km)
- d = Jarak total dari pemancar kepenerima (Km)



Gambar 2.2.7 Jari-jari *Fresnel*

$$FSL = \left( \frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left( \frac{4\pi f D}{c} \right)^2 \dots\dots\dots(2-7)$$

- Dimana :
- FSL = free space loss (dB)
  - D = jarak (Km)
  - F = frekuensi (GHz)
  - $\lambda$  = panjang gelombang (m)
  - c = kecepatan cahaya (  $3 \times 10^8$  m/s )

Dalam decibel, dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

$$FSL_{(dB)} = 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log D_{(km)} + 92,4 \dots\dots\dots(2.8)$$

### 2.2.7 Fresnel Zone

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.