

BAB II

SISTEM KOMUNIKASI RADIO

Sistem komunikasi *seluler* saat ini semakin pesat perkembangannya. Hal ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat yang selalu ingin mendapatkan informasi lebih cepat, kapan saja dan dimanapun mereka berada, sejauh daerah tersebut mempunyai jaringan selular. Dalam perencanaan jaringan GSM ini kita menggunakan media transmisi gelombang mikro.

Sistem transmisi gelombang mikro merupakan kebutuhan, seiring dengan perkembangan teknologi telekomunikasi GSM. Melihat dari letak wilayah dan struktur tanah yang ada di Indonesia, pemilihan sistem transmisi gelombang mikro ini sangat tepat.

Adapun kelebihan dari sistem transmisi gelombang mikro dibandingkan dengan media transmisi lain, karena tidak menggunakan kabel (*wireless*) maka mobilitas pemindahan lokasi antena lebih tinggi serta biaya *instalasi* dan operasionalnya lebih rendah.

Pemilihan transmisi gelombang radio juga didasarkan pada lamanya waktu yang dibutuhkan dalam pemenuhan layanan jasa telekomunikasi berikut *efisiensi* biaya yang harus disediakan.

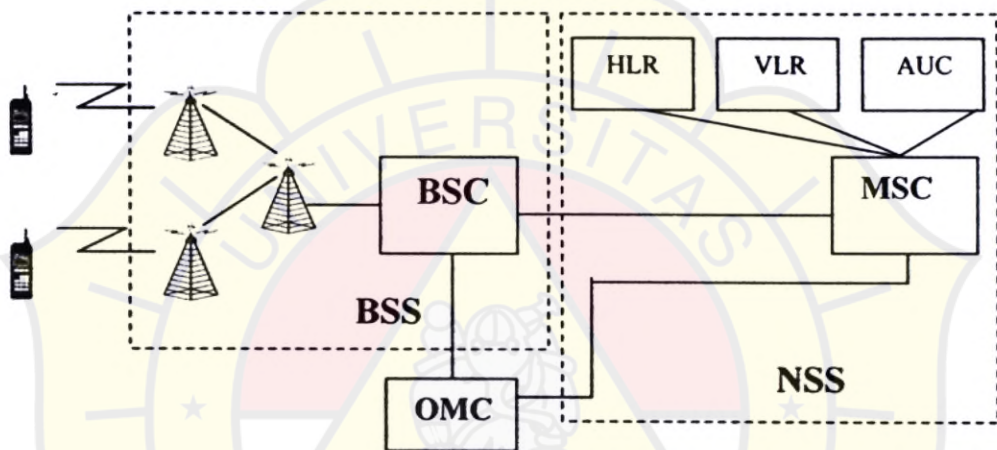
2.1. Sistem Komunikasi Bergerak GSM

GSM atau disebut juga sistem komunikasi selular merupakan sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*). Pada sistem GSM, daerah cakupan pembicaraan terbagi dalam sel – sel, dimana setiap satu sel terdapat satu buah BTS (*Base Transceiver Station*) dengan frekuensi tertentu yang saling berbeda dengan sel yang berdekatan. Untuk mengontrol BTS – BTS tersebut terdapat BSC (*Base Station Contoroller*). Kedua bagian ini, yaitu BTS dan BSC disebut BSS (*Base Station Sub-System*), yang menyediakan pengaturan sumber daya radio dan penyambungan antara saluran radio dan *slot – slot* TDM dengan pusat penyambungan MSC (*Mobile Switching Centre*). Proses kerja dari MSC didasarkan pada kerja *switching digital*, yang dilengkapi dengan *interface* ke PSTN (*Public Switching Telephone Network*) dan juga ke *sub-system* radio. MSC akan berfungsi sebagai GMSC (*Gateway Mobile Switching Centre*) untuk hubungan ke MSC maupun dari jaringan lain.

Pada dasarnya sistem GSM dibagi dalam 4 bagian *sub-system* yaitu :

1. *Network Switching Sub-System* (NSS), terdiri dari :
 - *Mobile Switching Centre* (MSC)
 - *Home Location Register* (HLR)
 - *Visitor Location Register* (VLR)
 - *Authentication Centre* (AuC)
 - *Equipment Identification Register* (EIR)

2. *Base Station Sub-System (BSS)*, terdiri dari :
 - *Base Tranceiver Station (BTS)*
 - *Base Station Contoller (BSC)*
3. *Operation & Maintenance Centre (OMC)*
4. *Mobile Station (MS)*



Gambar 2.1 Jaringan GSM

2.2.1. *Mobile Stasion (MS)*

Merupakan terminal yang dipakai oleh pelanggan untuk melakukan proses komunikasi, yang terdiri dari *mobile equipment (ME)/Hp*, *subscriber identification module (SIM)*.

1. *Mobile equipment (ME)/Hp* Merupakan *terminal tranceiver* diidentifikasi dengan IMEI (*international mobile equipment identity*) tertentu.

2. *Subscriber identification module* (SIM) adalah sebuah *smart card* yang berisi menyimpan seluruh informasi *user* dan beberapa *feature* dari GSM. SIM *card* dilindungi oleh sebuah *mekanisme personal identity number* (Pin) yang dimiliki *user*.

2.1.2. *Base Station Sub-System* (BSS)

BSS berfungsi menyediakan penghubung antara jaringan tetap yang merupakan bagian dari GSM dan jaringan radio, juga mempunyai sebagian fungsi *switching* untuk menghubungkan kanal radio ke kontrol level selanjutnya yaitu MSC. BSS melakukan ini dengan menghubungkan melalui kanal radio sinyal PCM dari *interface* MSC ke BSS dan sebaliknya.

BSS terdiri dari dua bagian, yaitu :

- a. *Base Tranceiver Station* (BTS)

Suatu sel merupakan wilayah atau *areal* suatu cakupan radio yang dapat dilayani dengan satu BTS. Setiap sel memiliki satu BTS yang menjamin terjadinya komunikasi dua arah baik antara MS dengan jaringan tetap PSTN. Tapi fungsi paling utama dari BTS adalah menjaga dan memonitor hubungan komunikasi ke dalam MS dalam wilayah pancaran sel itu.

- b. *Base Station Contoller* (BSC)

BSC fungsinya mengatur proses *handover* pelanggan akibat perpindahan dari cakupan sel yang satu ke cakupan sel yang lain. Selain itu BSC juga sebagai penghubung antara sejumlah BTS dan NSS.

2.1.3. *Network Switching Sub-System (NSS)*

NSS merupakan pusat sistem penyambungan dari sistem GSM yang mengatur hubungan komunikasi diantara pelanggan GSM ataupun dengan pelanggan jaringan telekomunikasi lain. NSS ini dibagi lagi menjadi 5 fungsi, Yaitu :

a. *Mobile Switching Centre (MSC)*

MSC adalah inti dari jaringan GSM. Fungsinya untuk menghubungkan pelanggan GSM ke PSTN atau ke pelanggan GSM lainnya. MSC juga berfungsi sebagai pusat penyambungan, pengaturan trafik, pensinyalan dan pembebanan biaya percakapan yang diperlukan, untuk MS yang berada pada *MSC service area*. Untuk menengani permintaan panggilan, MSC dapat mengakses informasi dari ketiga *basis data* HLR, VLR dan AuC. Setelah menggunakan ketiga *basis data* tersebut, MSC *mengup-date* ketiga *basis data* tersebut sesuai informasi terakhir dari status panggilan dan posisi pelanggan. MSC juga dapat berperan sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan lainnya.

b. *Home Location Register (HLR)*

HLR adalah *basis data* utama yang digunakan untuk memajemen pelanggan *seluler*. HLR terdapat satu atau lebih tergantung besar dan kecilnya jaringan. Data – data tersimpan dalam HLR bersifat permanen. HLR memberikan data pelanggan yang dibutuhkan ke VLR.

c. *Visitor Location Register (VLR)*

VLR merupakan *unit* penyimpanan *basis data* sementara untuk pelanggan yang *roaming* dalam suatu MSC.

d. *Authentication Centre (AuC)*

AuC membuat *parameter* yang diperlukan untuk menjamin kerahasiaan dari setiap panggilan, melindungi sistem GSM terhadap penyalahgunaan dari orang – orang yang bukan pelanggan.

e. *Equipment Identity Register (EIR)*

EIR adalah *basis data* yang berisi informasi mengenai identitas dari MS. EIR dapat mengecek terdaftar atau tidaknya MS tersebut, disebabkan karena pencurian ataupun hal lain.

2.1.4. *Operation & Maintenance Centre (OMC)*

OMS menangani satu atau beberapa *Operation Maintenance Center (OMC)* yang digunakan untuk memenatai dan memelihara kinerja setiap ponsel (MS), BSS dan MSC dalam sistem GSM.

Dengan demikian, dalam setiap sistem GSM sebuah OMC memiliki **kewenangan** untuk mengatur berbagai parameter BTS dan prosedur pengaturan biaya percakapan, juga memberikan kemampuan kepada operatornya untuk mengatur semua MS yang berada dalam sistem.

2.2. Teknik Modulasi

Modulasi adalah suatu proses penguatan sinyal informasi melalui proses penumpangan pada *signal carrier*, pada sistem komunikasi radio gelombang mikro ada tiga macam Modulasi:

- a. Modulasi *Analog*, sinyal informasi *analog* akan ditumpangkan pada sinyal RF agar bisa ditransmisikan, ada beberapa jenis modulasi *analog* diantaranya AM, FM dan sebagainya.
- b. Modulasi Pulsa, disini sinyal *analog* dirubah menjadi sinyal *digital* , ada beberapa jenis modulasi pulsa diantaranya PCM, PFM, PAM dan sebagainya.
- c. Modulasi *digital*, disini signal *digital* ditumpangkan pada *signal carrier* IF, ada beberapa jenis modulasi *digital* diantaranya ASK, PSK, FSK, QAM dan sebagainya.

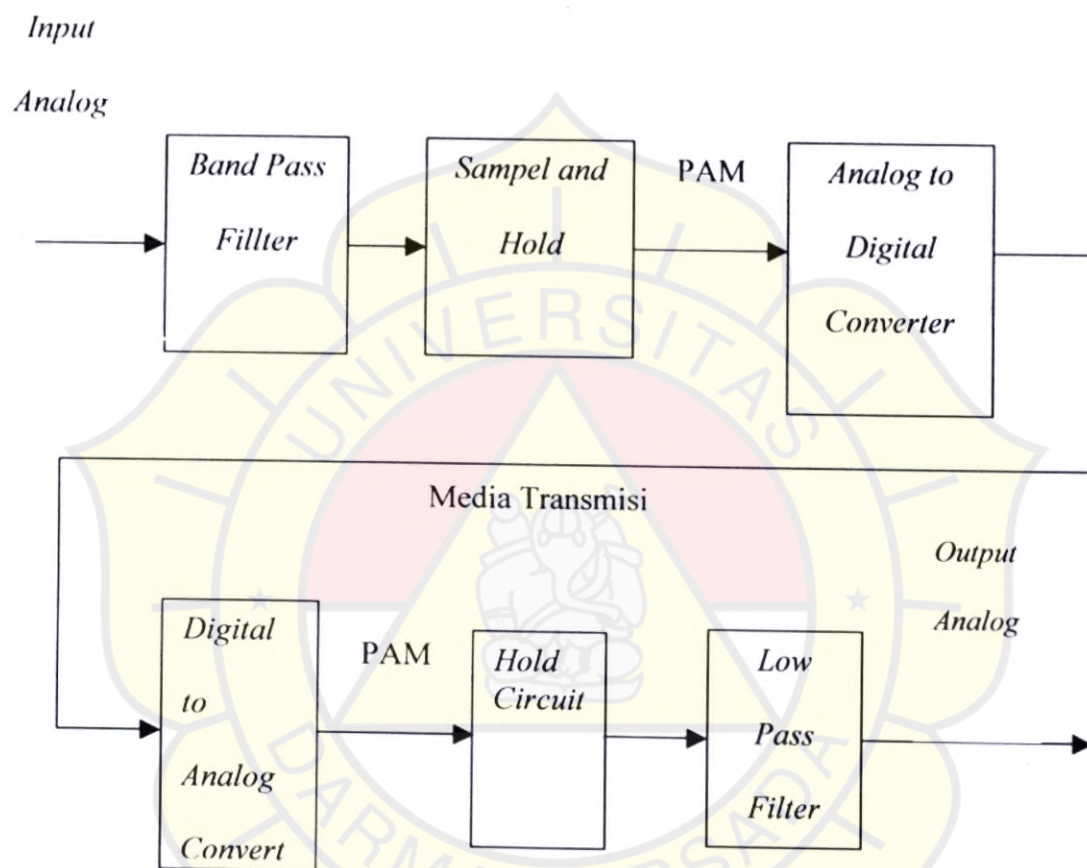
2.2.1. Pulse Code Modulation (PCM)

Dari beberapa macam modulasi pulsa yang ada, pada system radio *microwave digital* digunakan modulasi kode amplitudo. PCM sendiri adalah modulasi yang menghasilkan sederet pulsa dengan amplitudo berubah-berubah sesuai dengan perubahan amplitudo informasinya. PCM adalah satu-satunya teknik modulasi pulsa kode digital yang digunakan dalam sistim 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 *biner*, sehingga sinyal yang dilewatkan adalah besaran amplitudo yang *dicodekan* dalam suatu angka tertentu yang mewakili *level* amplitudo dalam kode *biner* (*Logic 1 dan 0*). Kode-kode PCM tersebut kemudian ditransmisikan kepenerima. 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 2.2 Blok Diagram Kanal Tunggal, Sistem PCM Satu Arah

Band pass Filter membatasi input sinyal *analog* dengan batasan *band* frekuensi suara antara 300 sampai dengan 3400 Hz. Lalu *disample-and-Hold* secara *periodic* mengambil *sample* dan mengkonversikan *sample* tersebut ke sinyal PAM. Lalu dikonversikan kembali di *hold circuit* dan *low Pass Filter* dari sinyal

PAM kebentuk *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 *disampling*.

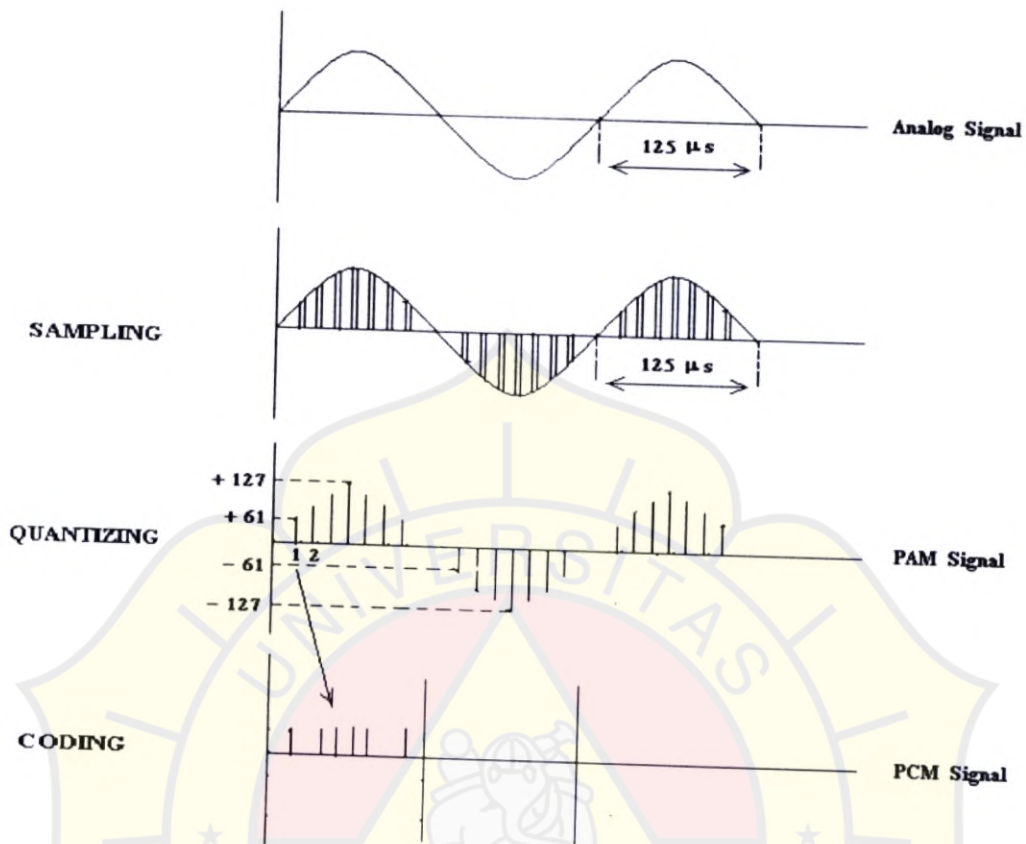
Frekuensi *sampling* untuk *sampling* yang periodik adalah jumlah *sample per unit* waktu. Berdasarkan *standart* CCITT frekuensi *sampling* untuk sinyal suara (300-3400 Hz) pada jaringan telepon adalah 8000 kali per detik atau 8000 Hz. Maka *interval* tiap *sampling* mempunyai *periode* $1/8000$ Hz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

b. *Quantizing*

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

c. *Coding*

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



Gambar 2.3 Proses Perubahan Sinyal Analog

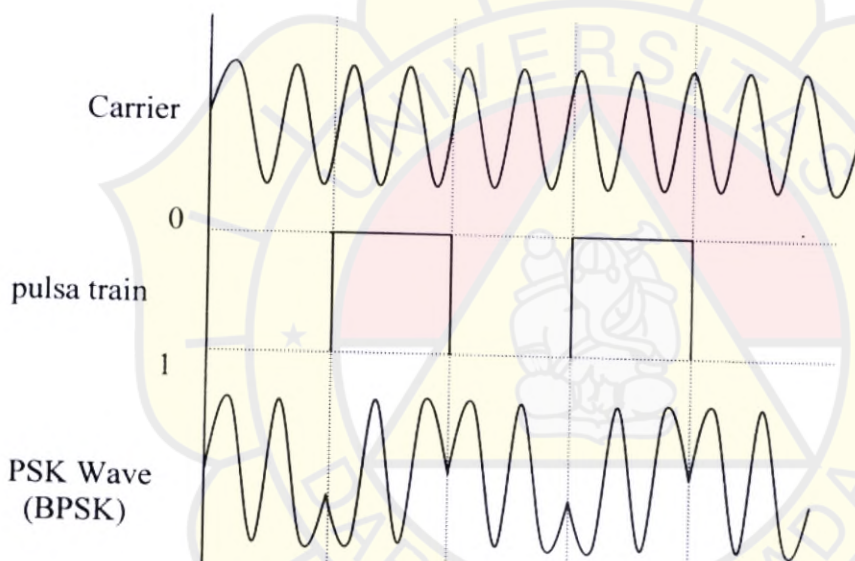
2.2.2. Modulasi Phase Shift Keying (PSK)

Dalam system komunikasi digunakan bermacam *system modulation* RF (*Radio Frekuensi*). Namun yang dipakai adalah FM (*Mudulasi Frekuensi*) dan PSK (*Phase Shift Keying*). Modulasi FM digunakan untuk *system analog* dan modulasi PSK digunakan untuk sistem *digital*.

Pada PSK (*Phase Shift Keying*) sinyal yang akan dikirim hanya ada dua macam yaitu yang mewakili harga "1" dan "0", sebenarnya persoalan deteksi

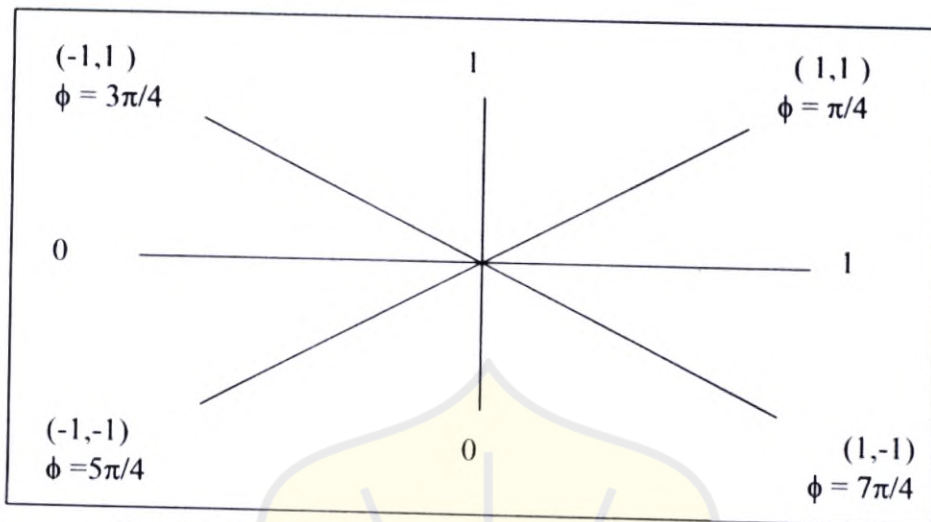
pada PSK lebih sederhana dari pada sistem *analog* (FM), dengan demikian lebar *band* radio (*RF band*) pada PSK yang diperlukan dapat diperkecil.

Dalam sistem modulasi PSK, adanya sinyal yang dikirim ditandai dengan pergeseran *fase carriernya*, misal dalam BPSK (*binary phase shift keying*), angka “1” ditandai dengan pergeseran fasa 0 *radian* sedangkan angka “0” dengan fasa “ π ” *radian*, seperti yang terlihat digambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Sistem Modulasi BPSK

Dipenerima detektor fasa akan terdeteksi pergeseran ini dan mengembalikannya dalam bentuk *binary codenya* kembali. dalam bentuk sistem QPSK (*Quadrature Phase shife keying*), dapat diperoleh kombinasi 00, 01, 10, 11 dengan pergeseran fasa berturut – turut 225 derajat, 135 derajat, 45 derajat.



Gambar 2.5 Beda fase untuk keempat *symbol* QPSK

Pada gambar terlihat bahwa, pada prinsipnya sistem QPSK adalah hasil perpaduan 2 bit yang membentuk 1 bit baru dengan fasa berbeda yang mewakili 2 bit sebelumnya (00,01,10,11), sehingga lebar *band* yang dibutuhkan juga akan lebih kecil.

2.3. Komunikasi Gelombang Mikro

Sistem – sistem radio gelombang mikro yang bekerja pada frekuensi diatas 100 MHz merambat terutama dalam garis pandang (*Line Of Sight*) atau ruang bebas. Dimana pemisalan semua energi menjadi titik kecil yang menggunakan antena parabola memberikan *rasio signal to noise* yang tinggi.

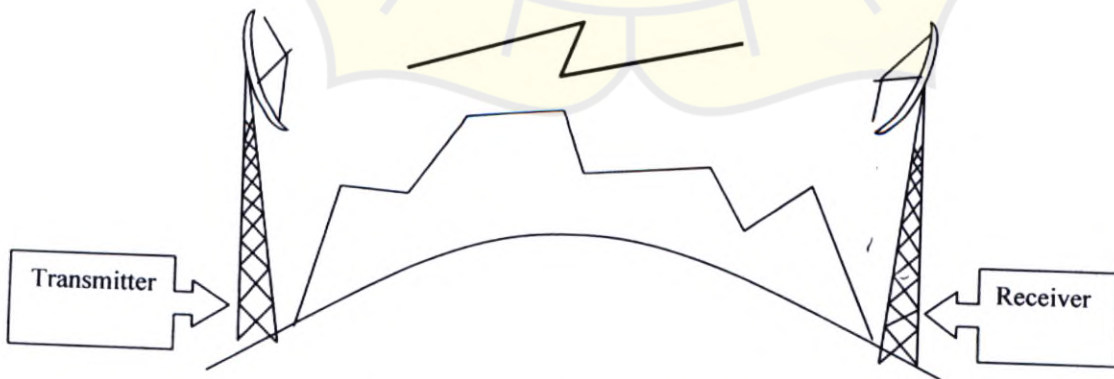
Karena gelombang mikro hanya menjalar dengan garis pandang (*Line Of Sight*), perlu disediakan stasiun – stasiun Pengulang (*Repeater*). Maka *repeater* diperlukan secara *periodik* dimana semakin tinggi menara, semakin jauh jarak yang dicapai.

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

Keuntungan yang dimiliki oleh gelombang mikro bila dibandingkan dengan transmisi melalui kabel adalah tidak diperlukannya kabel untuk mengikuti jarak yang telah ditentukan, juga relatif murah karena hanya perlu membangun minimal dua buah menara sedarhana dan pemasangan antena pada masing – masing menara dibandingkan dengan menanam 50 Km serat optik.

2.3.1. 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 2.6 Sistem Line Of Sight

2.3.2. Faktor Kelengkungan Bumi (K)

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 daerah dengan ketinggian sedang $K = 4/3$ dalam keadaan *atmosfir standart*. 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

2.4. Teknik Diversity

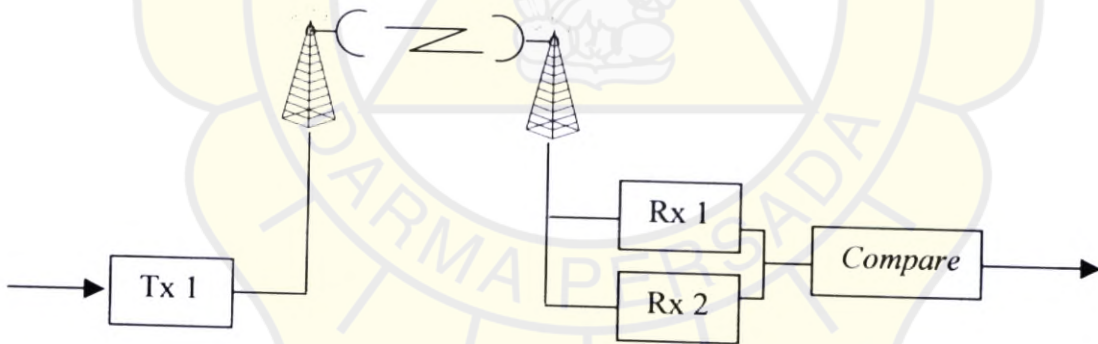
Teknik *Diversity* adalah suatu cara untuk mengurangi pengaruh *Multipath fading* karena adanya propagasi lebih dari satu jalur dan melindungi kegagalan

peralatan. Dasar penggunaannya adalah bahwa sinyal radio yang datang pada suatu penanrimaan melalui beberapa lintasan yang berbeda dapat mempunyai *level* sinyal yang tidak sama.

Agar terhindar dari kemungkinan putusnya suatu hubungan komunikasi maka diperlukan teknik yang dinamakan diversitas. Meskipun ada beberapa penyelesaian teknik *diversity*, namun teknik *diversity* yang paling sering digunakan adalah teknik *frekuensi diversity* dan teknik *space diversity*.

2.4.1. Teknik Frekuensi Diversity

Pada teknik *frekuensi diversity*, sinyal informasi ditransmisiksn melalui pemancar dengan dua frekuensi kerja yang berbeda dan agar tidak terjadi interferensi diperlukan *band* yang lebar.

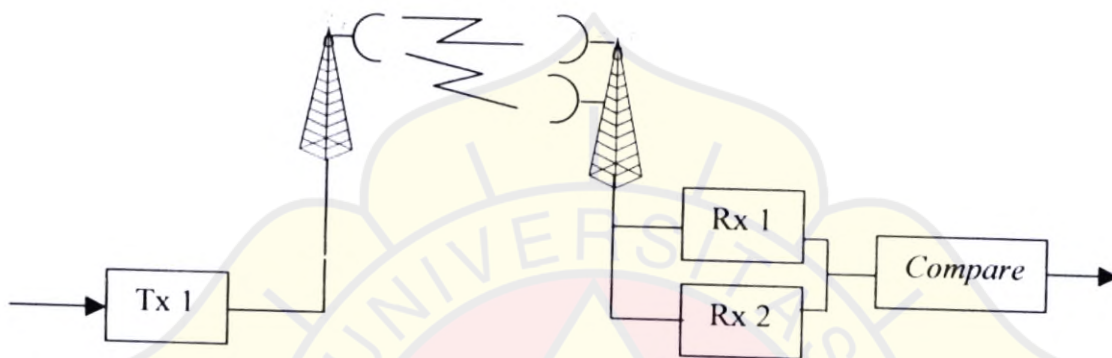


Gambar 2.7 Teknik *frekuensi Diversity*

2.4.2. Teknik Space Diversity

Pada *Space diversity*, sinyal informasi ditransmisikan dengan *band* frekuensi yang sama tetapi pada penerima digunakan dua buah antena pada

ketinggian yang berbeda. Sinyal dari antenna pemancar pada perangkat penerima dihubungkan dengan perangkat penggabung (*combiner*) untuk memilih sinyal terbaik ataupun menggabungkan dengan sinyal lain sebagai sinyal keluaran perangkat.



Gambar 2.8 Teknik Space Diversity

2.5. 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* pemancar, diameter antenna, *noise figure* penerima dan lain – lain.

Kita dapat menghubungkan kinerja (*performance*) yang diinginkan dengan tingkatan sinyal penerima (*Receive Signal Level / RSL*) pada tingkatan pertama yang aktif dari penerima dan karakteristik *noise* penerima, sebuah referensi RSL dibutuhkan.

Selanjutnya, kita menghitung *free space loss* diantara antenna pemancar dan penerima. Fungsi ini untuk menentukan frekuensi dan jarak (contoh : Operasional

frekuensi pemancar gelombang mikro). Kemudian kita menghitung *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) pada antenna pemancar. EIRP adalah penjumlahan dari *power output* pemancar dikurangi *loss line* transmisi ditambahkan *gain* antenna, semua dalam *decibel*.

Ketika kita menambahkan EIRP ke *free space loss* (dalam dB), hasilnya adalah *Isotropic Receive Level* (IRL). Jika kita menambahkan *gain* antenna penerima terhadap IRL dan dikurangi *Loss Line* transmisi maka kita mendapatkan *Receive Signal Level* (RSL).

2.5.1. *Gain* Antena

Gain antenna 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* antenna terletak pada setiap sisi antenna. Pada antenna *isotropic* ditunjukkan dalam bentuk dB. Sebuah antenna *isotropic*, secara teoritis merupakan antenna dengan penguat 1 (dB). Dengan kata lain, adalah sebuah antenna yang berradiasi kesegala arah.

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

$$G = \frac{4\pi A \eta}{\lambda^2}$$

Konversi ke dalam *decibel* (dB), dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$G_{(dB)} = \frac{10 \log \pi^2 f^2 d^2 \eta}{c^2}$$

Dimana frekuensi yang diberikan dalam GHz dan diameter antena dalam satuan m, dinyatakan sebagai berikut :

$$G_{(dB)} = 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(m)} + 17,8 \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana :

G = Gain antena (dB)

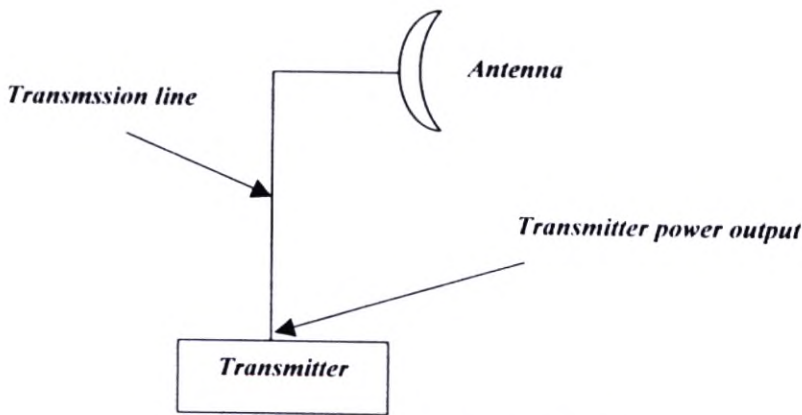
★ f = frekuensi (GHz) ★

d = diameter antena (m)

17,8 = konstanta

2.5.2. *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* antena dalam dB.



Gambar 2.9 Element EIRP

Secara rumus dapat ditulis sebagai berikut :

$$EIRP_{(dBW)} = P_o + G_t - L_t \dots\dots\dots (2-2)$$

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

2.5.3. Free Space Loss (FSL)

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 :

$$FSL = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi f D}{c} \right)^2 \dots\dots\dots (2-3)$$

IRL = kemampuan antena untuk menerima

- Dimana :
- FSL = *Free Space Loss* (dB)
 - D = jarak (Km)
 - f = frekuensi (GHz)
 - λ = panjang gelombang (m)
 - c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Konversi ke dalam *decibel* (dB), dapat dinyatakan sebagai berikut :

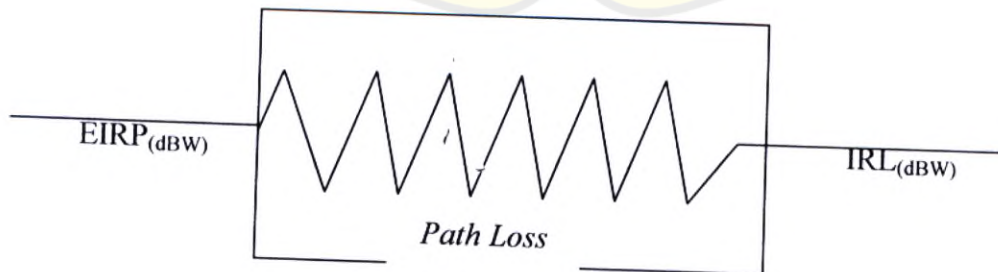
$$FSL_{(dB)} = 20 \log \frac{4\pi f D}{c} = 20 \log 4\pi + 20 \log f + 20 \log D$$

Dimana frekuensi yang digunakan dalam GHz dan jarak dalam satuan km, dinyatakan sebagai berikut :

$$FSL_{(dB)} = 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log D_{(km)} + 92,4 \dots \dots \dots (2-4)$$

2.5.4. *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.



Gambar 2.10 Perhitungan IRL

Secara rumus dapat dituliskan sebagai berikut :

$$IRL_{(dBW)} = EIRP_{(dBW)} - FSL_{(dB)} \dots\dots\dots (2-5)$$

Dimana : FSL = Rugi ruang bebas (dB)

F = Frekuensi kerja radio (GHz)

D = Jarak antara pemancar kepenerima (Km)

2.5.5. Receive Signal Level (RSL)

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

$$RSL_{(dBW)} = IRL_{(dBW)} + G_r_{(dB)} - IFL_{(dB)} \dots\dots\dots (2-6)$$

Dimana : G_r = *Gain* antenna penerima (dB)

IFL = redaman pada penerima (dB)

IRL = kemampuan antenna untuk menerima sinyal (dBW)

2.5.6. *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* penerima untuk *daya* pancar yang tetap inilah disebut *fading*.

$$FM_{(dB)} = RSL_{(dBW)} - \text{Receive Threshold Level}_{(dB)} \dots\dots\dots (2-7)$$

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*. Penambahan cadangan *fading* ini diperlukan untuk mengantisipasi kemungkinan penurunan penguatan (*gain*) sistem.

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

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

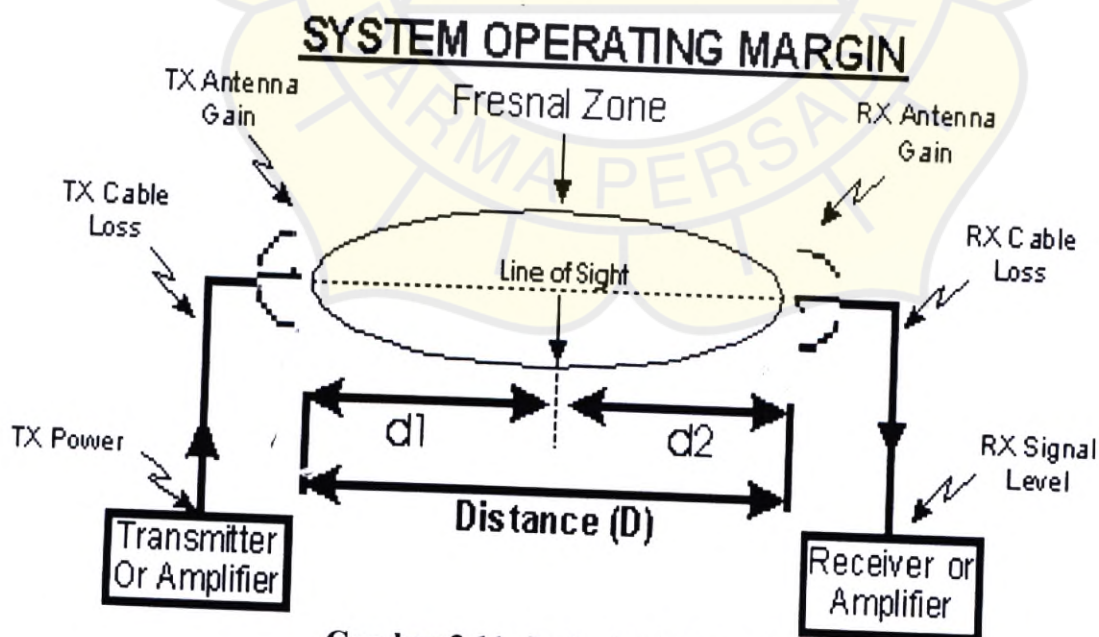
$$F_{(m)} = \sqrt{\lambda \frac{d_1 d_2}{D}}$$

dimana frekuensi yang digunakan dalam GHz dan jarak dalam satuan km, dinyatakan sebagai berikut :

$$F_{(m)} = 17.3 \sqrt{\{(d_1 \times d_2) / (f_{(GHz)} \times D_{(km)})\}} \dots \dots \dots (2-8)$$

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 2.11 Jari – jari Fresnel

2.6. Receiver Noise Threshold (Nth)

Masalah dalam kalkulasi *link*, diantaranya adalah menghitung *level thermal noise* (Nth) dari *receiver*. *Thermal noise* dapat dihitung dengan persamaan, berikut:

$$N_{th} \text{ (dBw)} = 10 \text{ Log } KTB \text{(2.9)}$$

Dimana :

T = Temperatur (290 °K)

B = Bandwidth (Hz)

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

Atau dinyatakan dengan persamaan :

$$N_{th} \text{ (dBw)} = - 228,6 \text{ dBw} + 10 \text{ Log } 290 \text{ }^\circ\text{K} + 10 \text{ Log } B \text{(2.10)}$$

Dengan demikian rumus *Receiver Noise Threshold* (Nth) dapat ditulis dengan persamaan, berikut :

$$N_{th} \text{ (dBw)} = - 204 \text{ dBw} + 10 \text{ Log } B \text{ (2.11)}$$

$$N_{th} \text{ (dBm)} = - 174 \text{ dBm} + 10 \text{ Log } B \text{ (2.12)}$$