

BAB II

SISTEM KOMUNIKASI RADIO

2.1. Transmisi

Tujuan dari telekomunikasi pada umumnya untuk menyampaikan berita atau informasi dari pihak atau peralatan yang memanggil ke pihak atau peralatan yang dipanggil dengan baik. Dalam telekomunikasi, informasi diubah menjadi sinyal listrik dan ditransmisikan melalui suatu media, yang dinamakan media transmisi. Untuk maksud tertentu digunakan jenis media transmisi yang paling cocok.

2.1.1. Media Transmisi

Penyampaian informasi hanya dapat terlaksana bila ada semacam alat penyampai (media) antara sumber informasi dengan penerima informasi. Alat penyampai informasi seperti ini sering disebut dengan *media penyalur* atau *media transmisi*.

Dalam sistem telekomunikasi dikenal dua macam media transmisi yang dipakai, yaitu :

1. *Saluran fisik*, yaitu semacam media transmisi yang dapat dilihat dan diraba secara fisik, contohnya : twisted pair, kabel koaksial dan kabel serat optik.

2. *Saluran non fisik*, yaitu media transmisi yang terdiri dari gelombang-gelombang elektromagnetik (gelombang radio), tanpa mempergunakan kawat (*wireless*).

2.1.2. Gelombang Radio

Bila dalam saluran fisik, informasi tersalur dalam kabel atau kawat maka pada media transmisi atau saluran nonfisik informasi ditumpangkan melalui gelombang-gelombang radio yang dipancarkan oleh stasiun pemancar radio ($T_x = \text{transmitter}$). Gelombang yang dipancarkan ini kemudian ditempat tujuan diterima oleh pesawat penerima radio ($R_x = \text{receiver}$).

Pemakaian gelombang radio sebagai media transmisi, biasanya ditentukan berdasarkan panjang gelombang. Semakin besar panjang gelombang suatu jenis gelombang radio, semakin kecil frekuensinya. Hal ini didasarkan pada rumus :

$$\text{Panjang Gelombang } (\lambda) = \frac{\text{Kecepatan Gelombang } (C)}{\text{Frekuensi } (f)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana :

λ = Panjang gelombang (m)

C = Kecepatan gelombang merambat di udara (3×10^8 m / detik)

F = Frekuensi (Hz)

Dari rumus diatas terlihat bahwa panjang gelombang berbanding lurus dengan kecepatan gelombang, dan berbanding terbalik dengan frekuensi gelombang tersebut.

Kaitan antara panjang gelombang dengan frekuensinya menentukan pula sifat perambatan (propagasi) gelombang tersebut di udara. Makin pendek panjang gelombang, maka sifat perambatan atau pancarannya semakin tinggi. Dan sebaliknya makin besar panjang gelombang suatu gelombang radio, akan semakin rendah sifat pancarannya.

Mengingat sifat-sifatnya gelombang radio untuk keperluan telekomunikasi dapat dibagi dalam beberapa jenis, yaitu:

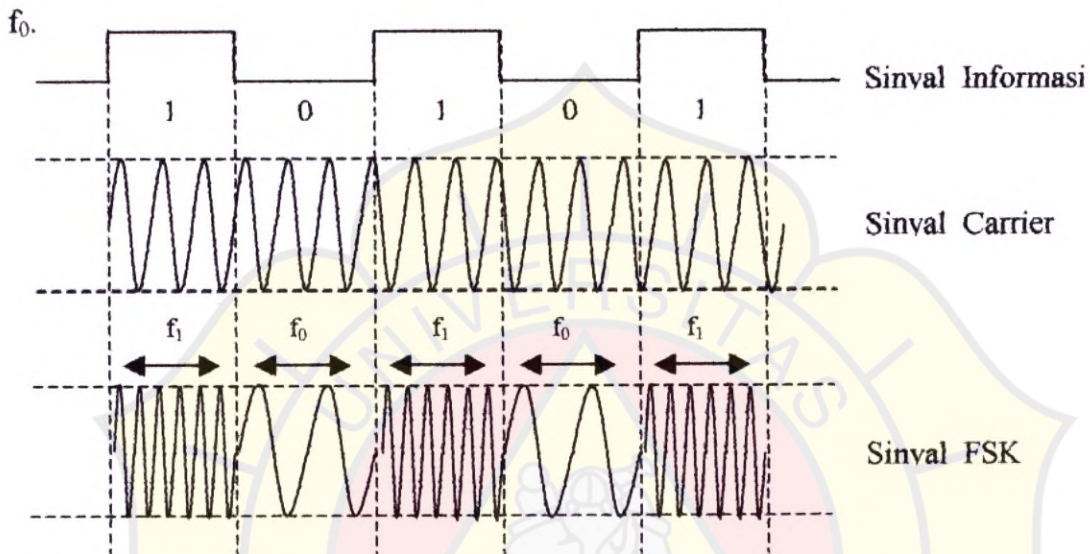
1. *Low Frekuensi* (LF) : 30 – 300 KHz
2. *Medium Frekuensi* (MF) : 0,3 – 3 MHz
3. *High Frekuensi* (HF) : 3 – 30 MHz
4. *Very High Frekuensi* (VHF) : 30 – 300 MHz
5. *Ultra High Frekuensi* (UHF) : 300 – 3000 MHz
6. *Super High Frekuensi* (SHF) : 3 – 30 GHz

2.2. 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).

2.3. 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 2.1 Modulasi FSK

2.4. Propagasi Line Of Sight (LOS)

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

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



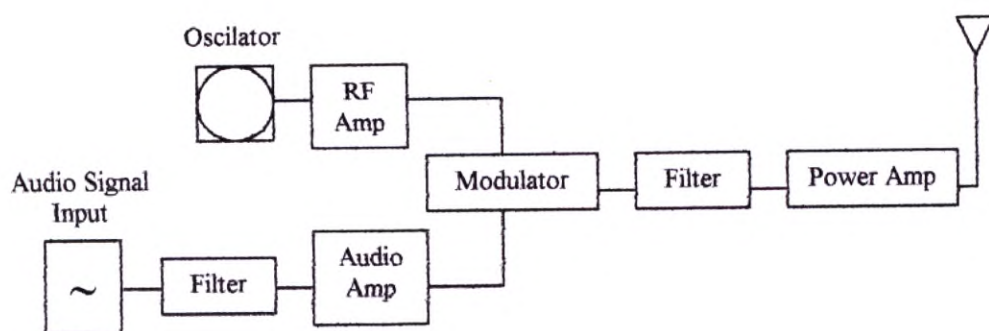
Gambar 2.2 Sistem LOS

2.5. Perangkat Radio

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

2.5.1 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.

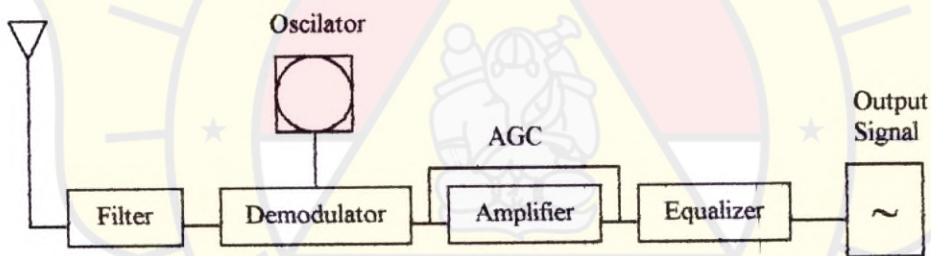


Gambar 2.3 Radio Transmitter

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 diperkuat 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.

2.5.2 Receiver

Receiver mempunyai komponen yang hampir sama dengan *transmitter*. Gelombang radio diterima antena dan diubah menjadi sinyal listrik, sinyal ini dikuatkan 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 2.4 Radio Receiver

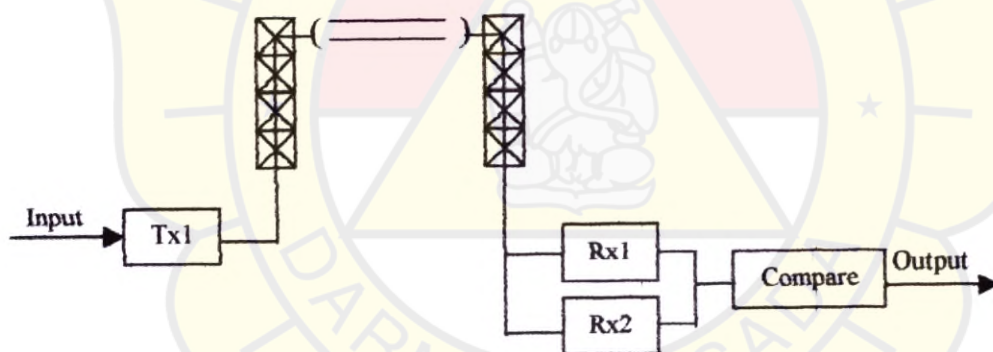
2.6 Teknik Diversity

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 penerima melalui beberapa lintasan yang berbeda dapat mempunyai level sinyal yang tidak sama. Ada empat macam teknik diversity yaitu *Time Diversity*, *Frekuensi Diversity*, *Space Diversity* dan *Polarization Diversity*. Namun teknik diversity yang paling sering digunakan adalah *Frekuensi Diversity* dan *Space Diversity*.

2.6.1 Teknik Frekuensi Diversity

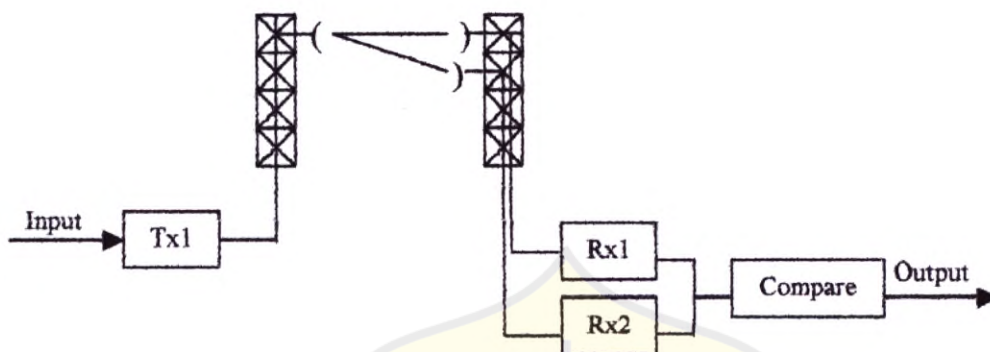
Pada *frekuensi diversity*, sinyal informasi ditransmisikan melalui pemancar dengan dua frekuensi kerja yang berbeda. Agar tidak terjadi interferensi diperlukan band yang lebar.



Gambar 2.5 Teknik Frekuensi Diversity

2.6.2 Teknik Space Diversity

Pada *space diversity*, sinyal informasi ditransmisikan dengan band frekuensi yang sama tetapi pada penerima digunakan dua buah antena yang terletak pada ketinggian yang berbeda.



Gambar 2.6 Teknik Space Diversity

2.7 Wireless Local Loop (WLL)

Wireless local loop (WLL) atau di Indonesia lebih dikenal dengan JARLOKAR (Jaringan Lokal Akses Radio) adalah suatu jaringan telekomunikasi yang digunakan untuk menghubungkan terminal pelanggan dengan sentral telepon lokal (*Local Exchange*) dengan menggunakan media penghubung berupa gelombang radio.

Sistem WLL bersifat transparan terhadap jaringan kabel, artinya unjuk kerja WLL harus setara dengan pelanggan akses kabel dari sentral lokal yang sama, baik pensinyalan, penomoran maupun pembebanan harus mengacu dan dilakukan di sentral lokal tersebut. Akses WLL ini tersedia karena beberapa hal, seperti :



- a. Menyediakan sambungan antara terminal pelanggan dengan sentral lokal dengan menggunakan teknologi radio secara total atau parsial.
- b. Digunakan untuk mempercepat ketersediaan jaringan lokal sehingga dapat mempercepat layanan terutama pada area yang kompetitif.
- c. Dipergunakan untuk memberikan layanan pada suatu area secara tetap, temporer, atau emergensi.
- d. Terdapat sejumlah kombinasi penggantian jaringan kabel dengan menggunakan teknologi radio di tingkat *feeder*, *distribusi*, maupun di *drop wire*.

Teknologi WLL ini juga mempunyai kelebihan maupun kekurangan dibandingkan jaringan fisik :

1. *Kelebihan* :

- a. Tidak mudah disadap
- b. Mempunyai fleksibilitas tinggi
- c. Dapat menjangkau daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan fisik (kabel) sehingga sangat cocok untuk daerah pedesaan (rural) atau daerah terpencil (*remote*)
- d. Instalasi cepat

2. *Kekurangan* :

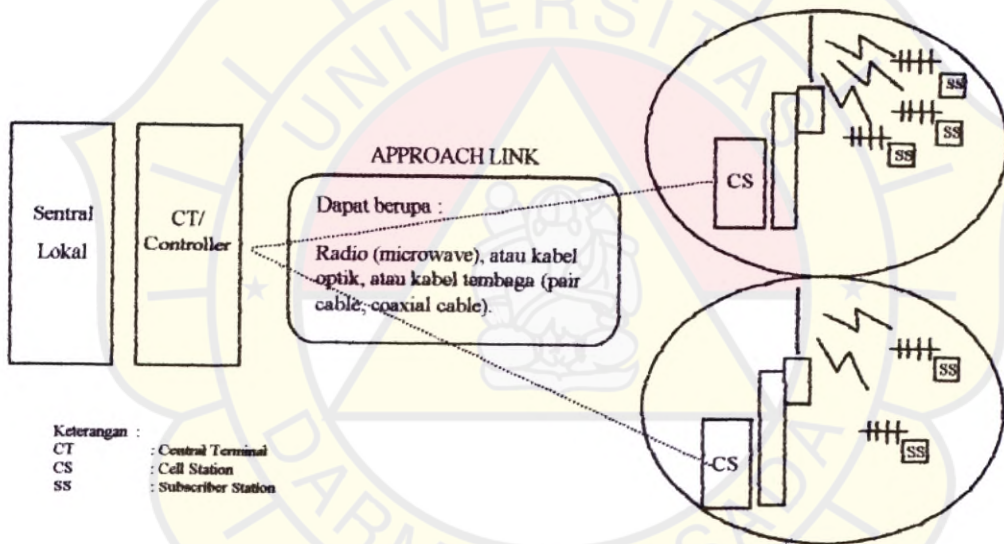
- a. Gangguan propagasi radio (*loss*, *interferensi*, *fading*, dll)
- b. Dimungkinkan terjadi *blocking* karena adanya konsentrasi saluran (jumlah pelanggan lebih besar dari jumlah saluran)



- c. Memerlukan catuan listrik pada perangkat pelanggan

Struktur WLL pada umumnya terdiri dari :

1. *Network Station*, didalamnya terdapat :
 - a. *Central Terminal / Controller*
 - b. *Approach Link* (saluran penghubung)
 - c. *Cell Station (CS)*
2. *Subscriber Station*
 - b. *Subscriber Unit* (stasiun radio pelanggan)
 - b. *Power Supply*



Gambar 2.7 Konfigurasi WLL

2.7.1 Lingkungan Komunikasi Radio

Lingkungan komunikasi dari pemakai WLL dapat dibagi menjadi empat bagian yaitu :

1. Daerah Metropolitan

Meliputi kota-kota besar seperti Jakarta, dengan banyak gedung perkantoran pertokoan dan perumahan. Karakteristik utama dari kota metropolitan adalah kepadatan *demand* yang tinggi, untuk daerah perkantoran sekitar 500 pelanggan per hektar dan daerah perumahan lebih dari 200 pelanggan per hektar. Selain itu adanya infrastruktur yang sudah tetap, seperti jalan raya, saluran air dan bangunan lainnya. Pekerjaan konstruksi baru seperti pembuatan duct akan menyebabkan gangguan yang besar terhadap lingkungan.

2. Daerah Urban

Terdiri dari kotamadya besar, seperti Bandung. Pada daerah ini juga terdapat perkantoran, pertokoan dan perumahan. Kepadatan *demand* sekitar 100 pelanggan per hektar untuk daerah bisnis dan sekitar 50 pelanggan per hektar untuk daerah perumahan.

3. Daerah Sub urban

Meliputi bagian luar dari kota besar dan kota menengah, kota kecil seperti sebuah kecamatan. Umumnya merupakan daerah perumahan dengan kepadatan *demand* yang relatif rendah antara 10-30 pelanggan per hektar dengan total pelanggan sejumlah kurang dari 200 pelanggan dan jarak dari sentral sekitar 7 kilometer.

4. Daerah Rural

Merupakan daerah alam terbuka serta populasi penduduknya terbatas dan menyebar. Biasanya berbentuk pedesaan, lembah, sepanjang sungai/jalan dan ditepi danau atau pantai. Kepadatan penduduk bervariasi antara 1 sampai 100 penduduk per km. Total trafik per pelanggan sangat rendah dan hanya

membutuhkan layanan dasar telepon yaitu *voice* dan *data* dengan kecepatan rendah.

2.7.2 Konsep Sistem Radio Selular Tetap

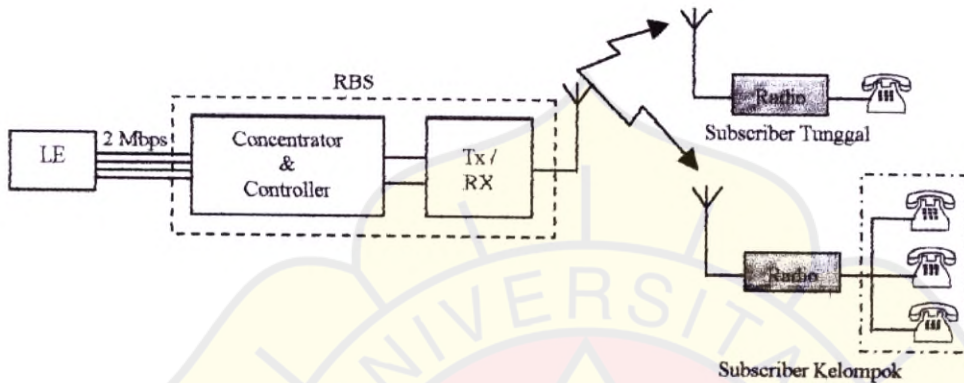
Sistem selular tetap pada dasarnya adalah sama dengan *Wireless Local Loop (WLL)*, setiap *Base Station* digunakan untuk mencakup daerah layanan yang dibagi-bagi menjadi beberapa sel dengan diameter kecil berkisar antara 2 – 10 km, bahkan untuk mikrosel radiusnya berkisar pada ratusan meter. Kanal frekuensi dapat digunakan kembali dalam sistem yang sama sehingga memperbesar layanan pelanggan.

Perkembangan konsep telepon radio selular bergerak ini diterapkankan untuk komunikasi tetap disuatu wilayah yang sukar dijangkau. Sistem ini disebut sistem telekomunikasi radio selular tetap.

Bila dilihat dari peralatan yang digunakan, antara sistem selular tetap dengan sistem selular bergerak tidak terdapat perbedaan, hanya saja unit bergerak yang digunakan pada sistem selular bergerak diganti oleh unit yang terpasang tetap relatif terhadap stasiun induk pada sistem selular tetap.

2.7.3 Konfigurasi Sistem Selular Tetap

Konfigurasi dari sistem selular tetap dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.8 Konfigurasi Sistem Selular Tetap

Elemen-elemen yang mendukung setiap komunikasi selular tetap adalah

1. Sentral Lokal (*Local Exchange*)

Fungsi Jaringan pada selular tetap dapat berbasis pada sentral yang sudah ada pada jaringan kabel.

2. RBS (*Radio Base Station*)

Merupakan interface antara pelanggan dengan sentral terdiri dari tiga bagian utama :

a. *Controller* :

bagian yang berfungsi sebagai pengendali operasi yang ada di pengontrol stasiun dan *concentrator*.

b. *Concentrator* :

bagian yang mengupayakan efisiensi frekuensi akibat keterbatasan penggunaan daerah frekuensi. Dengan adanya konsentrator ini maka jumlah kanal radio yang digunakan tidak perlu sebesar jumlah kanal yang ada.

c. *Transceiver* (Tx/Rx) :

merupakan perangkat yang berfungsi meneruskan informasi kanal suara dari sisi sentral ke sisi terminal pelanggan atau arah sebaliknya dengan menggunakan transmisi radio. Pada sisi ini terjadi proses modulasi yang akan menumpangkan frekuensi suara ke frekuensi pancar dan sebaliknya akan terjadi proses demodulasi.

3. Perangkat Terminal Pelanggan

Perangkat ini terdiri dari terminal pelanggan dan sisi radio yang berfungsi untuk proses modulasi dan demodulasi. Perangkat ini secara langsung digunakan oleh pelanggan dan terbagi menjadi dua bagian yaitu :

a. Terminal Individu (tunggal)

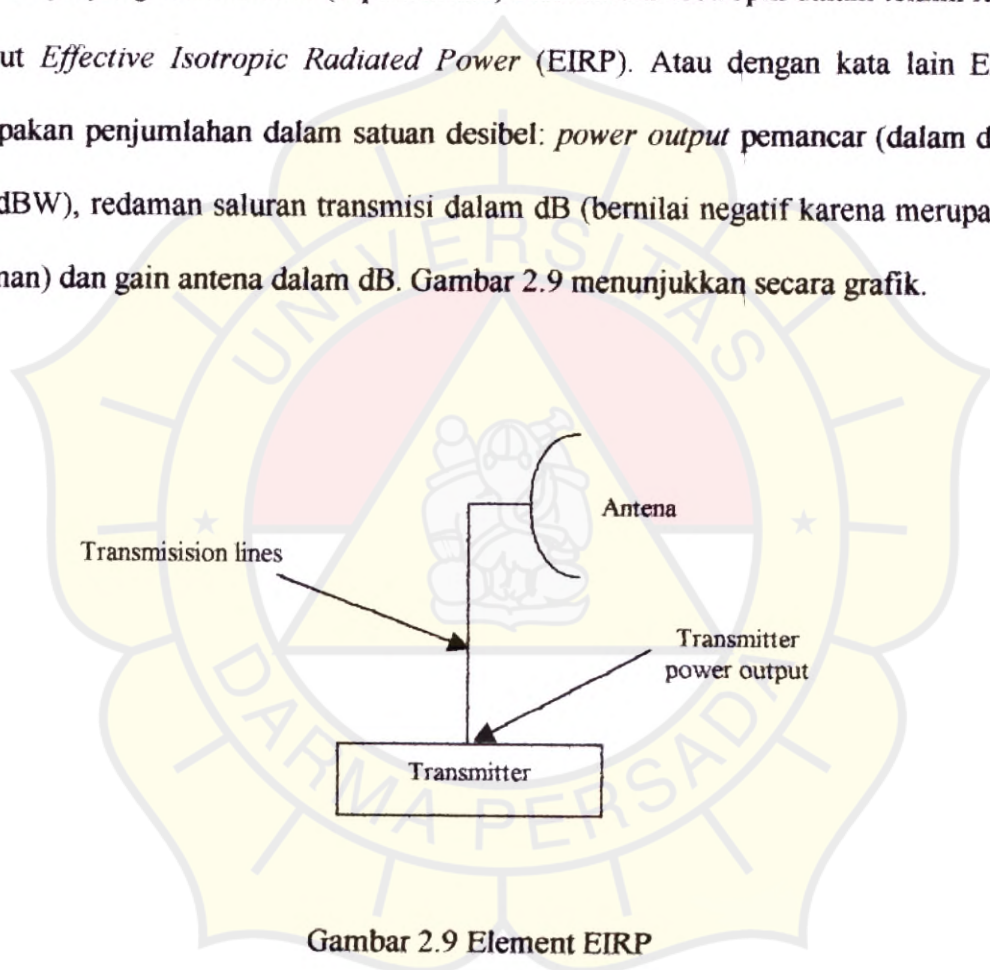
Merupakan terminal yang digunakan oleh unit pelanggan tunggal/individu yaitu pelanggan tunggal dalam sebuah lokasi, seperti perumahan dan telepon umum.

Sedangkan jika frekuensi yang diberikan dalam GHz dan jarak Km maka :

$$FSL_{dB} = 92,4 + 20 \log f_{GHz} + 20 \log D_{Km} \dots\dots\dots(2-3)$$

2.8.2 Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

Daya yang diradiasikan (dipancarkan) oleh antena 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 antena dalam dB. Gambar 2.9 menunjukkan secara grafik.



Gambar 2.9 Element EIRP

Secara rumus dapat ditulis sebagai berikut :

$$EIRP_{dBW} = P_o + G_t - L_t \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana : P_o = power output RF transmitter (dBW)
 L_1 = redaman saluran transmisi (dB)
 G_1 = gain antena pemancar (dB)

Atau

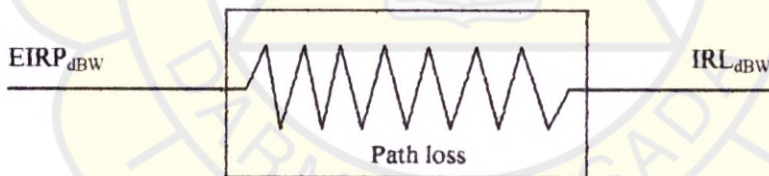
$$EIRP_{dBm} = P_o + G_1 - L_1 \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana : P_o = power output RF transmitter (dBm)

2.8.3 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. Perhitungan secara grafik ditunjukkan pada gambar 2.10. *



Gambar 2.10 Perhitungan IRL

Secara rumus dapat dituliskan sebagai berikut :

$$IRL_{dBW} = EIRP_{dBW} - FSL_{dB} \dots\dots\dots(2-6)$$

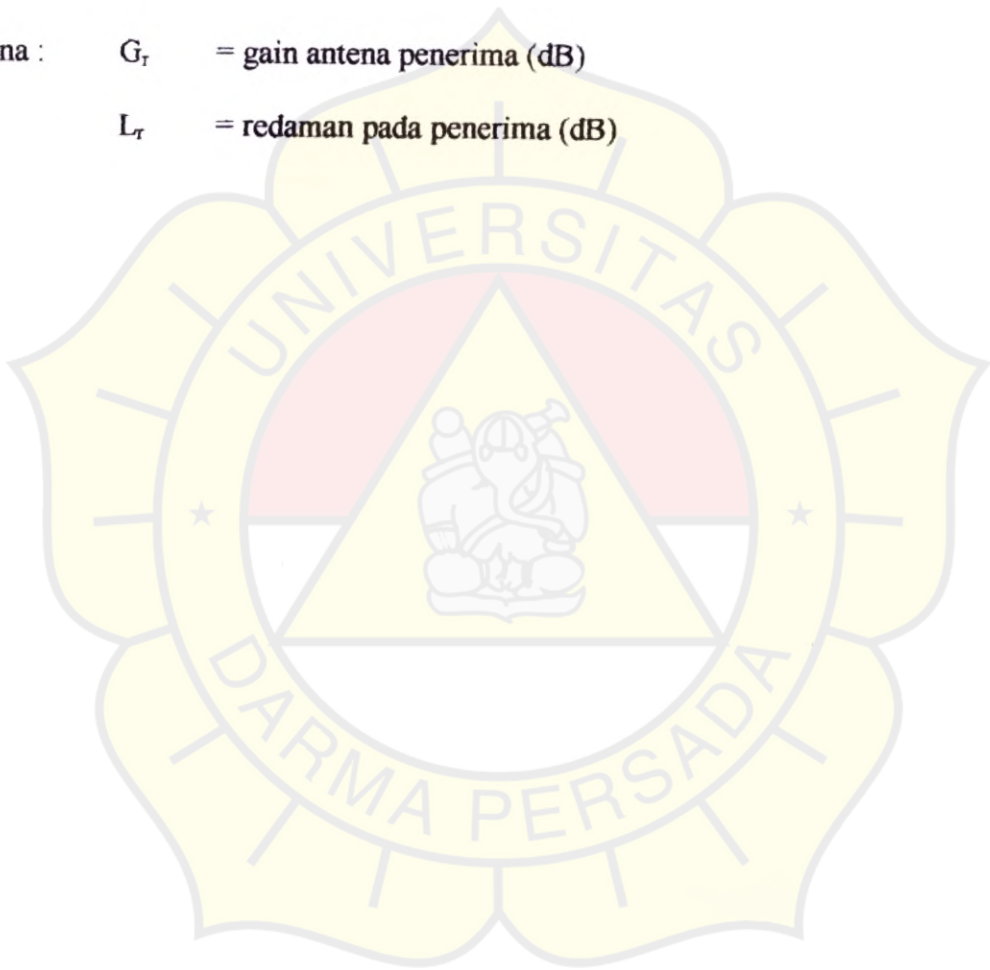
2.8.4 Receive Signal Level (RSL)

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

$$RSL_{dBW} = IRL_{dBW} + G_r - L_r \dots\dots\dots(2-7)$$

Dimana : G_r = gain antena penerima (dB)

L_r = redaman pada penerima (dB)



b. Terminal Kelompok (*cluster*)

Merupakan terminal yang digunakan oleh unit pelanggan kelompok, yaitu beragam pelanggan dalam sebuah lokasi seperti perkantoran, pemerintahan dan pertokoan.

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*.

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

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

Ketika kita menambahkan EIRP ke *free space loss* (dalam dB), hasilnya adalah *Isotropic Receive Level (IRL)*. Jika kita menambahkan gain antena penerima terhadap IRL dan dikurangi *loss line transmisi* maka kita mendapatkan *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
- f = frekuensi
- λ = panjang gelombang
- c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Konversi ke dalam satuan dB

$$FSL_{dB} = 20 \log \frac{4\pi f D}{c} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D \dots \dots \dots (2-1)$$

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

$$\begin{aligned} FSL_{dB} &= 20 \log \frac{4\pi(10)^6 (10)^3}{3 \times 10^8} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f_{MHz} + 20 \log D_{Km} \\ &= 32,4 + 20 \log f_{MHz} + 20 \log D_{Km} \dots \dots \dots (2-2) \end{aligned}$$