

BAB II

TEKNOLOGI WIRELESS LOCAL LOOP (WLL)

2.1 Wireless Local Loop (WLL)

Wireless local loop (WLL) adalah sistem yang menggunakan teknologi akses radio untuk menyediakan pelayanan telepon pada jaringan lokal untuk menggantikan jaringan tembaga, serat optik ataupun jaringan lainnya. Sistem WLL sangat ideal untuk pembentukan jaringan lokal telepon, karena dengan menggunakan teknologi akses radio maka lebih fleksibel dalam perencanaan dan pengembangan. Selain itu cepatnya dalam pembangunan infrastruktur baru maka sistem WLL dapat menjadi sistem komunikasi inti dan cadangan bagi jaringan kabel tembaga.

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. Diaplikasikan untuk memberikan layanan pada suatu area secara tetap, temporer, atau emergensi.

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*)
- b. Dimungkinkan terjadi *blocking* karena adanya konsentrasi saluran (jumlah pelanggan > jumlah saluran)
- c. Memerlukan catuan listrik pada perangkat pelanggan

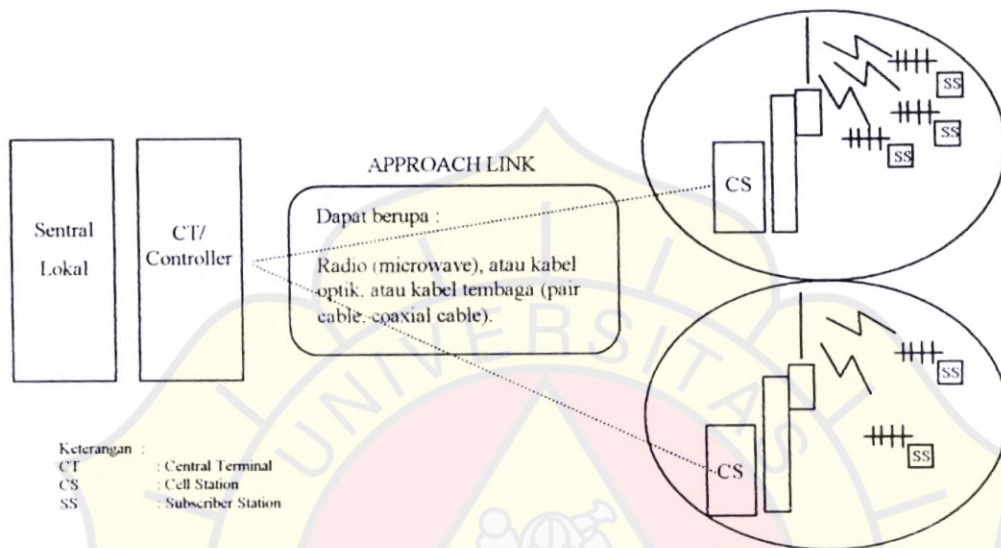
Struktur WLL pada umumnya terdiri dari :

1. *Network Station*, didalamnya terdapat :

- a. *Central Terminal / Controller*
- b. *Approach Link* (saluran penghubung)
- c. *Cell Station (CS)*

2. Subscriber Station

- a. *Subscriber Unit* (stasiun radio pelanggan)
- b. *Power Supply*



Gambar 2.1 Konfigurasi WLL

2.1.1 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 tingkat kepadatan pelanggan 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* (permintaan) 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*.

2.2 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 sirkuit transmisi. Untuk maksud tertentu digunakan jenis sirkuit atau sistem transmisi yang paling cocok.

2.2.1 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 : 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), contohnya : teresterial dan satelit.

2.3 Gelombang Radio

Gelombang radio merupakan bentuk dari radiasi elektromagnetik. Energi dipancarkan oleh gelombang magnetik dan medan listrik. Dengan menggunakan sinyal listrik sebagai sumber transmisi, gelombang magnetik dapat dipancarkan melalui udara dengan kecepatan 300.000 km/detik. Gelombang radio dapat dihasilkan dalam suatu daerah frekuensi lebar. Gelombang radio dapat menjalar secara *omnidirectional* (segala arah) dan *directional* (satu arah).

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

2.4 Propagasi Line Of Sight

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

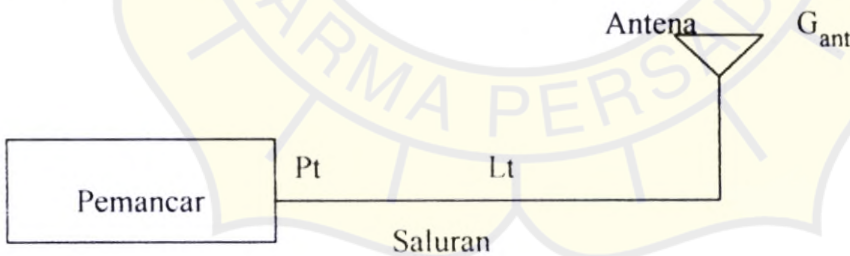
penerima tidak boleh terdapat halangan yang menutupi lintasan gelombang (tampak langsung).



Gambar 2.2 Sistem LOS

2.5 EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)

EIRP (*Effectife Isotrophic Radiated Power*) digunakan untuk menggambarkan unjuk kerja suatu perangkat transmisi. Secara umum sistem transmisi terdiri dari tiga elemen dasar, yaitu pemancar yang menghasilkan sinyal keluaran, antena sebagai pemancar sinyal dan saluran transmisi untuk menyalurkan sinyal dari pemancar ke antena.



Gambar 2.3 *Effective Isotrophic Radiated*

$$\text{EIRP dBW} = Pt + G_{ant} - Lt \quad (2-1)$$

Pt = Daya RF keluaran pemancar (dBW)

G_{ant} = Gain antena (dB)

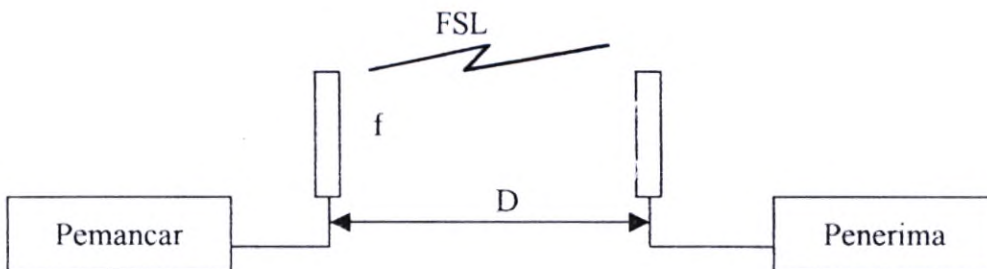
L_t = Loss saluran transmisi (dB)

2.6 Free Space Loss

Pada system WLL, frekuensi yang digunakan adalah antara 1880 – 1900 MHz dan perambatannya adalah perambatan gelombang ruang bebas (*Free Space Propagation*). Perambatan gelombang radio pada ruang bebas idealnya adalah lurus tanpa adanya penghalang lintasan dan tanpa adanya gelombang pantul. Pada keadaan ini redaman daya yang terjadi antara pemancar dan penerima hanya disebabkan oleh penyebaran energi sepanjang lintasan yang dikenal sebagai redaman ruang bebas (*free space loss*).

Untuk menentukan redaman ruang bebas suatu sistem WLL perlu diketahui frekuensi kerja dan jarak antara pemancar dan penerima.

Untuk menghitung besarnya redaman ruang bebas tersebut didasarkan atas analisis matematis pada antena isotropis, yang besarnya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 *Free Space Loss*

$$FSL = 32,45 + 20 \log D + 20 \log f \quad (2-2)$$

Dimana :

FSL = Redaman ruang bebas (dB)

D = Jarak antena pemancar dan antena penerima (km)

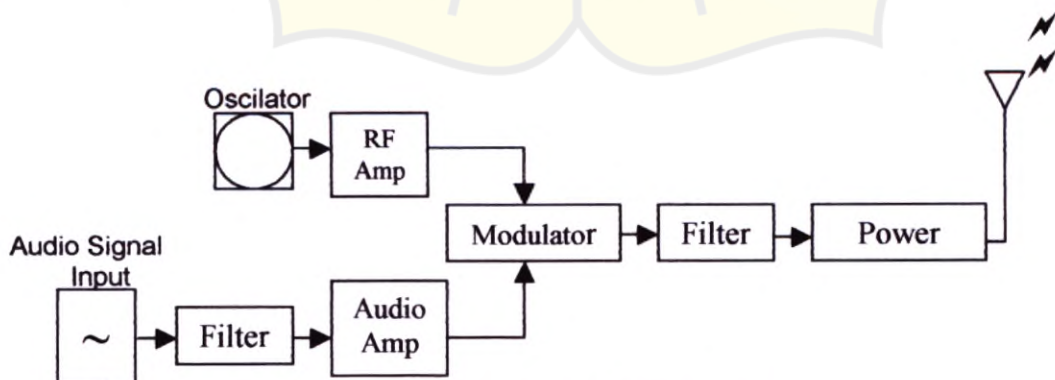
f = Frekuensi (MHz)

2.7 Perangkat Radio

Dalam perangkat radio dibagi menjadi dua bagian yaitu *Transmitter* dan *Receiver*.

2.7.1 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.



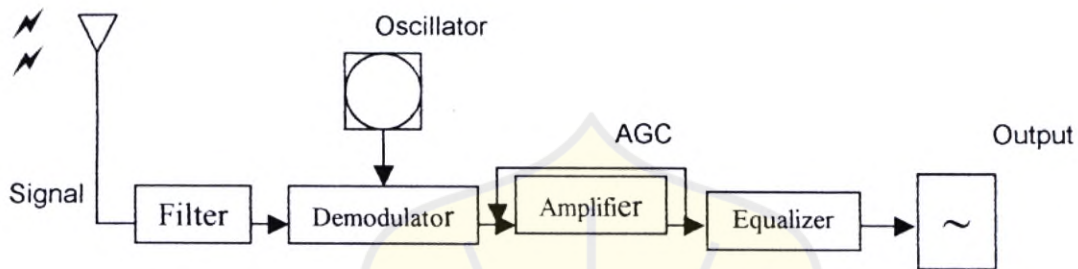
Gambar 2.5 Radio Transmitter

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.

2.7.2 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 (Automatic Gain Controller)* 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 2.6 Radio Receiver

2.8 Antena

Hal yang memungkinkan suatu sinyal radio dapat dipancarkan adalah antena. Antena berfungsi sebagai alat untuk memancarkan dan menerima sinyal radio. Bentuk antena yang dipakai tergantung pada frekuensi yang digunakan, jarak yang ditempuh dan parameter-parameter lainnya.

Secara garis besar antena dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu antena *omnidirectional* dan antena *directional*. Antena *omnidirectional* adalah antena yang dapat memancarkan gelombang radio ke segala arah sedangkan antena *directional* hanya memancarkan ke arah tertentu saja.

Antena jenis *omnidirectional* biasa dipakai pada sistem komunikasi mikro *point to multipoint*. Untuk sistem komunikasi *point to point* biasanya cukup menggunakan antena *directional* saja.

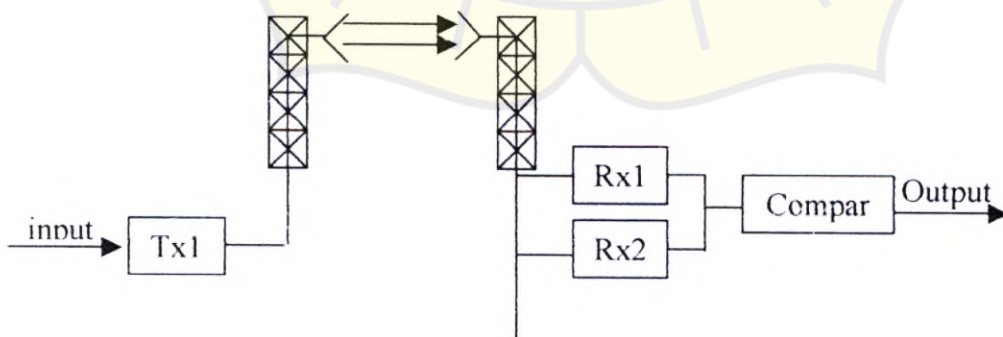
2.9 Teknik Diversity

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***.

2.9.1 Teknik Frekuensi Diversity

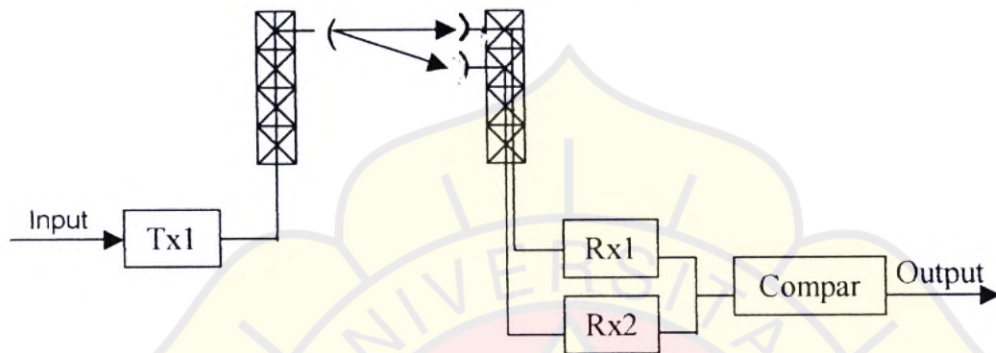
Pada *frekuensi diversity*, sinyal informasi ditransmisikan melalui pemancar dengan dua frekuensi kerja yang berbeda. Agar tidak terjadi interferensi diperlukan band yang lebar.



Gambar 2.7 Teknik Frekuensi Diversity

2.9.2 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 2.8 Teknik Space Diversity

2.10 Interferensi

Spektrum frekuensi yang tersedia sangat terbatas, oleh sebab itu penggunaannya harus diatur sedemikian rupa sehingga jangan sampai terjadi interferensi antar berbagai perangkat sistem transmisi.

Interferensi adalah terjadinya tumpang tindih antara dua sinyal atau lebih akibat keberadaannya pada spektrum frekuensi, waktu dan tempat yang bersamaan. Sinyal yang berinterferensi biasanya akan saling mengganggu antara satu dengan yang lainnya.

Untuk menghindari interferensi disamping dilakukan dengan pengaturan atau regulasi penggunaannya juga harus diperhatikan

perencanaan frekuensi dalam suatu implementasi perangkat sistem transmisi.

Terdapat beberapa jenis interferensi, antara lain : Interferensi kanal yang sama (*Co Channel Interference*), interferensi kanal bersebelahan (*Adjacent Channel Interference*), dan Interferensi *Near Far* (*Near End to Near Far Interference*).

2.10.1 Interferensi kanal yang sama (*Co – Channel Interference*)

Interferensi kanal yang sama terjadi ketika dua atau lebih kanal komunikasi menggunakan frekuensi yang sama. Sinyal yang diterima oleh receiver bukan hanya berasal dari pemancar dipusat sel tersebut, tetapi juga dari pemancar yang berasal dari sel yang menggunakan kanal frekuensi yang sama. Interferensi kanal sama dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya cakap silang (*cross talk*) dan putusnya panggilan (*call dropout*). Interferensi ini dapat dikurangi dengan menggunakan beberapa cara diantaranya yaitu :

1. menggunakan antena arah
2. memilih lokasi base station yang cocok

2.10.2 Interferensi kanal bersebelahan (*Adjacent Channel Interference*)

Interferensi kanal bersebelahan diakibatkan oleh dua buah sel yang bersebelahan menggunakan spektrum frekuensi yang berdekatan, hal ini dapat terjadi karena filter yang digunakan terlalu lebar.

Sinyal yang tidak diinginkan ini berasal dari kanal pada pita frekuensi dari sel lain disebelahnya maupun yang berasal dari kanal yang dioperasikan dalam frekuensi yang sama dan dipakai secara simultan pada satu *cell station*.

Untuk mengurangi pengaruh interferensi kanal bersebelahan ini dapat dilakukan dengan menggunakan filter yang baik atau dapat pula dengan pengaturan frekuensi.

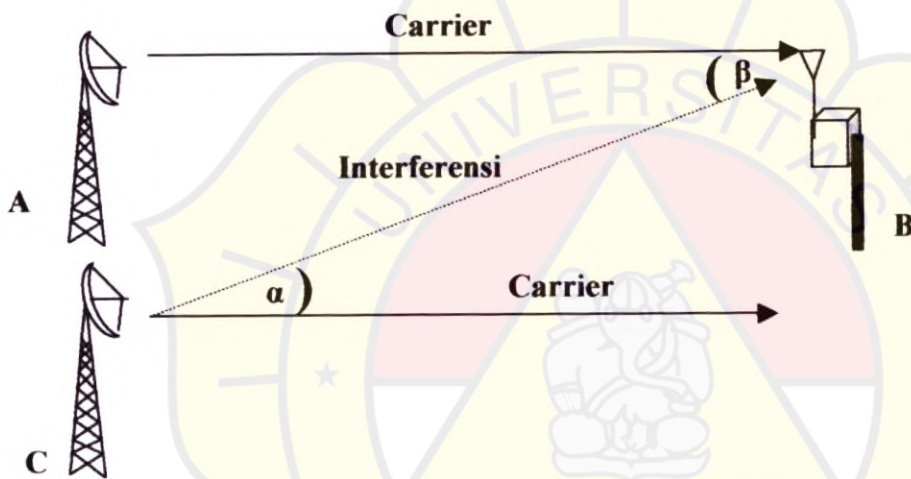
2.10.3 Near End to Near Far Interference

Near end to near far interference terjadi saat jarak pelanggan dengan *base station transmitter* menjadi kritis karena pengaruh dari pelanggan yang lebih dekat untuk mengesampingkan sinyal yang diinginkan dari *base station* tersebut. Atau dengan kata lain, sinyal yang diterima dari pelanggan yang lebih dekat dengan *base station* lebih kuat dibandingkan sinyal yang berasal dari pelanggan yang letaknya lebih jauh dari *base station*. Sinyal yang lebih kuat akan menutup sinyal yang lemah tersebut. Derajat penutupnya bergantung pada perbedaan jarak ke *base station*. Jika daya pancar dari setiap pelanggan dalam satu sel yang sama, level sinyal yang diterima *base station* hanya ditemukan oleh redaman lintasan antara pengirim dan penerima.

Perbedaan daya *path loss* antara lokasi pelanggan dengan dua lokasi *base station transmitter* yang berbeda disebut rasio *NearEnd to Far End Interference*. Untuk mengurangi interferensi *near far* ini dengan cara

kedua sinyal harus ditransmisikan dalam dua frekuensi yang cukup jauh terpisah, atau dengan cara lain yaitu dengan pengontrolan daya pancar, sehingga pelanggan yang terdekat dengan *base station* akan memancarkan daya yang lebih rendah.

2.11 Perhitungan *Carrier to Interfering ratio (C/I)*



Gambar.2.9 *Carrier to Interference*

C/I adalah perbandingan antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya sinyal pengganggu, dan dinyatakan dalam desibel (dB). Nilai *Co- Channel Carrier to Interference Ratio (C/I)* tidak diperbolehkan kurang dari 18 dB. Besarnya nilai *Carrier to Interference ratio* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = P_{TxA} - L_{feeder A} + G_{TxA} - FSL + G_{RxB} \quad [dBm] \quad (2.2)$$

$$I = P_{TxC} - L_{feederC} + G_{TxC,\alpha} - FSLC + G_{RxB,\beta} \text{ [dBm]} \quad (2.3)$$

$$C/I = C - I \text{ [dB]} \quad (2.4)$$

Dimana, P_{TxA} : Daya pancar Tx, A

$L_{feeder A}$: Loss feeder di Tx A

G_{TxA} : Gain antenna di pemancar A

G_{RxB} : Gain antenna di penerima B

FSL : Free Space Loss

P_{TxC} : Daya pancar Tx C

