

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Konsep Dasar Cordless

Komunikasi tanpa kabel yang telah dikembangkan sekarang ini adalah sistem seluler dan sistem akses radio pada telepon cordless. Sistem cordless memungkinkan pelanggan untuk mengakses fasilitas komunikasi seperti jaringan PSTN, PBX maupun seluler. Beberapa terminal seluler sekarang ini mempunyai ukuran sekecil handset telepon cordless. Pada generasi telepon cordless saat ini, daya output hanya 10 mW dengan waktu bicara 4 jam.

Komunikasi telepon cordless digital memberikan mobilitas terminal dalam rumah, perkantoran dan aplikasi akses publik dimana pemakai dalam memulai dan menerima panggilan dari terminal cordless didalam area cakupan dan bergerak pada kecepatan pejalan kaki.

Jika dibandingkan dengan seluler, terminal cordless ditransmisikan pada daya yang lebih rendah, ini mengakibatkan hanya mencakup daerah sekitar 100 m. Pada jumlah kepadatan tinggi (dalam gedung), digunakan sel yang lebih kecil (pico sel) sehingga trafik yang tinggi dapat ditangani. Lebih jauh, jaringan seluler beroperasi mengikuti peraturan antar negara, jumlah

operator yang terbatas, sumber daya frekuensi yang dikelola terpusat serta biaya infrastruktur yang relatif tinggi. Sedangkan pada telekomunikasi cordless tidak ada aturan dalam pengoperasian, lingkungan pasar terbuka dimana sistem pemasangan perencanaan frekuensi tidak dikoordinasikan.

2.1.1 Perkembangan Teknologi Cordless

Di Eropa sistem cordless yang pertama adalah MPT 1322 dengan standar ETSI dikenal sebagai CT. Sistem ini digunakan di Inggris untuk mencegah terjadinya impor ilegal pesawat telepon cordless dari Amerika. Kemudian menyusul CT 1 dan CT 1+.

Generasi tersebut adalah generasi teknologi cordless analog. Sebagian besar ditujukan pada pelanggan perumahan (walaupun beberapa perusahaan mengembangkan cordless PBX yang kecil berdasarkan CT 1+). Secara relatif kapasitasnya rendah dan mudah disadap dalam transmisi radio analog adalah kekurangan utama dari teknologi ini. Karena pertumbuhan pasar yang meningkat maka dikembangkan sistem cordless CT 2 sebagai perbaikan dari sistem analog sebelumnya. Walaupun dapat dikatakan lebih aman, CT 2 masih terbatas dalam hal kapasitas dan batasan mobilitas. Oleh karena itu, beberapa pakar mulai mengembangkan teknologi PACS (standar Amerika), PHS (standar Jepang) dan DECT (standar Eropa) yang menawarkan

kapasitas yang lebih tinggi dan lebih sesuai untuk aplikasi bisnis. Teknologi DECT ini dapat diaplikasikan ke teknologi yang lain misalnya : Cordless LAN, Telepoint, DECT/GSM interworking, DECT/ISDN interworking.

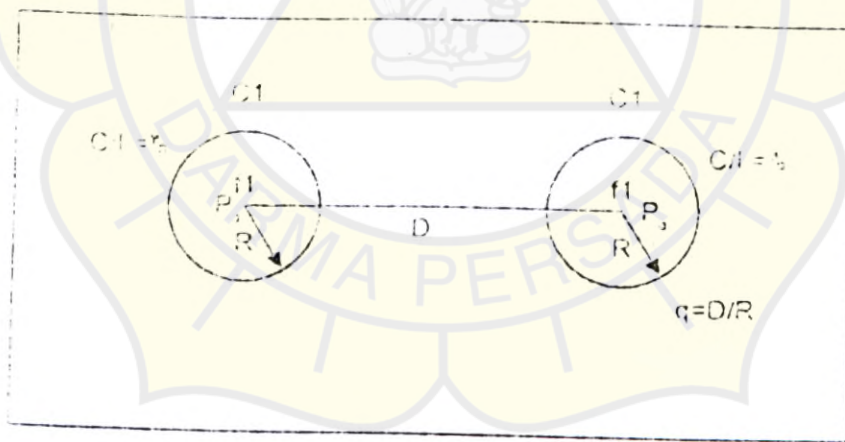
2.1.2 Cakupan Sel sistem Cordless

Pada sistem cordless digunakan pico seluler yang mencakup area yang lebih kecil dibandingkan dengan makro seluler. Adapun keuntungannya adalah :

- Mempunyai kapasitas 5 sampai dengan 10 kali lebih besar dibandingkan sistem makro seluler
- Dapat menutupi daerah blank spot
- Dapat memberikan cakupan di dalam ruangan tanpa mengganggu perencanaan makro sel.
- Menurunkan daya transmisi pada terminal sehingga memperpanjang usia baterai.
- Memberikan komunikasi pribadi pada tempat tinggal (sel tunggal), tempat umum, perkantoran (sel banyak) tanpa membutuhkan alokasi spektrum frekuensi yang baru.

2.2 Konsep Penggunaan Kembali Frekuensi Pada Komunikasi Digital

Penggunaan kembali frekuensi merupakan konsep inti dari sistem telekomunikasi seluler. Dalam sistem penggunaan kembali frekuensi ini, pemakai-pemakai dalam lokasi geografi yang berbeda (sel yang berbeda) dapat menggunakan kanal frekuensi yang sama secara simultan. Hal ini ditunjukkan oleh *gambar 2.1*. Sistem penggunaan kembali dapat meningkatkan efisiensi spektrum secara drastis, tetapi jika perancangan sistem tidak tepat akan mengakibatkan interferensi yang cukup besar.

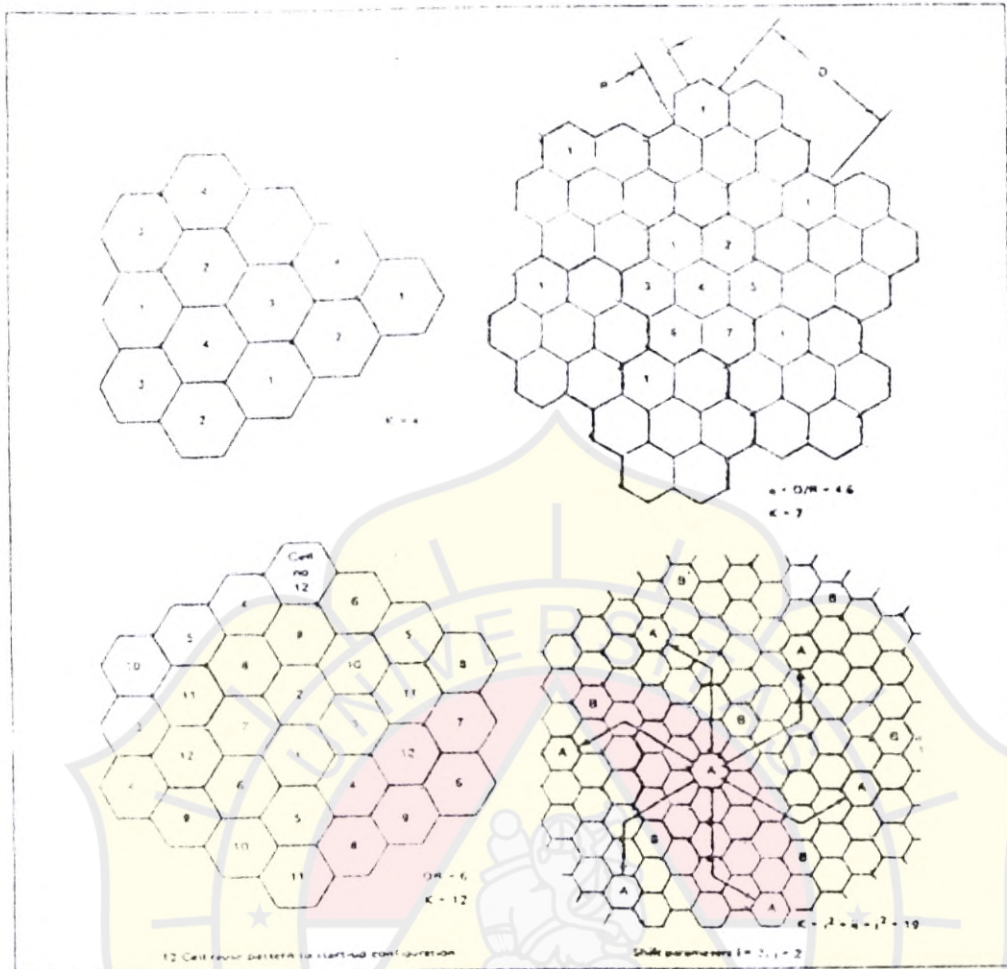


Gambar 2.1 Rasio D/R

2.2.1 Pola Penggunaan Kembali Frekuensi

Konsep penggunaan kembali frekuensi dapat digunakan dalam domain waktu dan domain ruang. Penggunaan kembali frekuensi dalam domain waktu menghasilkan pendudukan frekuensi yang sama dalam time slot yang berbeda. Sedangkan penggunaan kembali frekuensi dalam domain ruang dapat dibagi dalam dua kategori :

1. Frekuensi yang sama digunakan dua lokasi geografi yang berbeda, seperti stasiun radio AM dan FM yang menggunakan frekuensi yang sama dikota yang berbeda.
2. Frekuensi yang sama digunakan secara berulang dalam sebuah area yang sama dalam satu sistem. Gambaran ini digunakan dalam sistem seluler. Dalam sistem ini terdapat banyak sel dengan kanal yang sama. Alokasi spektrum frekuensi total dibagi dengan K pola penggunaan kembali frekuensi, seperti ditunjukkan pada *gambar 2.2* untuk $K=3,4,7,12$ dan 19.



Gambar 2.2 Pola Penggunaan Kembali K-Sel

2.2.2 Jarak Penggunaan Kembali Frekuensi

Jarak minimum penggunaan kembali frekuensi yang diijinkan tergantung pada k faktor, seperti jumlah sel berkanal sama dalam jarak yang sama dari sel topografi area, tinggi antena dan daya transmisi pada setiap sel.

Jarak penggunaan kembali frekuensi D dapat ditentukan dari :

$$D = \sqrt{3K} R \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana K adalah pola penggunaan kembali frekuensi yang ditunjukkan dalam gambaran berikut :

$$K = 4 \Rightarrow D = 3.46R$$

$$K = 7 \Rightarrow D = 4.6R$$

$$K = 12 \Rightarrow D = 6R$$

$$K = 19 \Rightarrow D = 7.55R$$

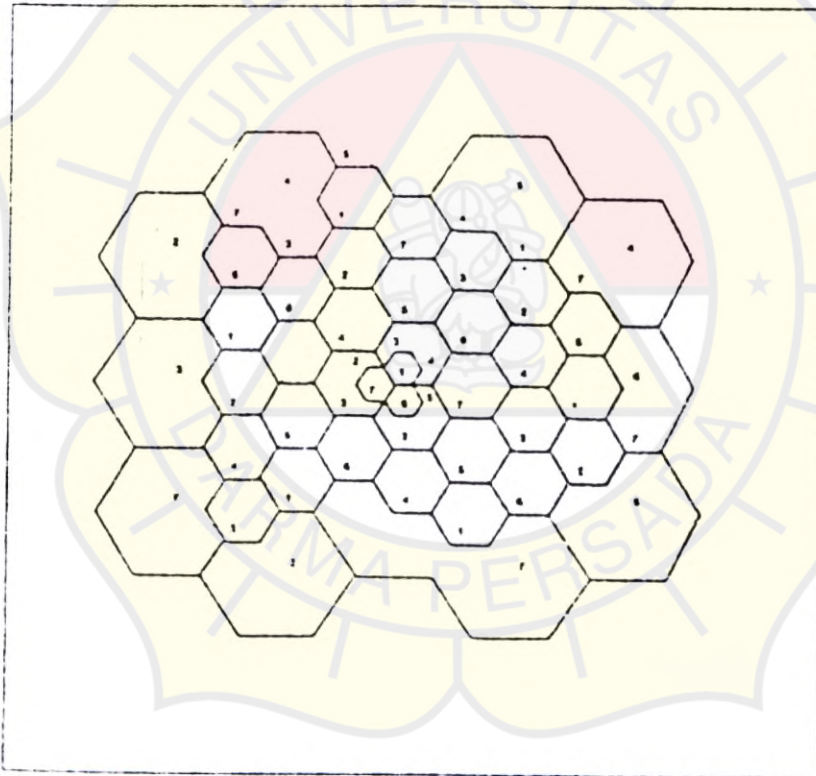
Secara teoritis dibutuhkan harga K sebesar mungkin, tetapi jumlah total kanal yang dialokasikan tetap. Ketika harga K terlalu besar, jumlah kanal alokasikan untuk setiap sel K menjadi berkurang. Hal ini mengakibatkan ketidakefisienan dalam trunking. Oleh sebab itu dibutuhkan usaha untuk mendapatkan harga K terkecil yang dapat memenuhi syarat kinerja sistem. Hal ini melibatkan perkiraan *co-channel interference* dan pemilihan jarak minimum penggunaan kembali frekuensi D untuk mengurangi *co-channel interference*. Harga terkecil K adalah $K=3$, didapat dengan membuat $i = 1, j = 1$ dalam $K = i^2 + ij + j^2$ (lihat gambar 2.2)

2.3 Pembelahan Sel

2.3.1 Tujuan Pembelahan Sel

Ketika jumlah pelanggan meningkat dan mencapai maksimum yang dapat dilayani sebuah sel, sel-sel dipecah menjadi sel-sel yang lebih kecil,

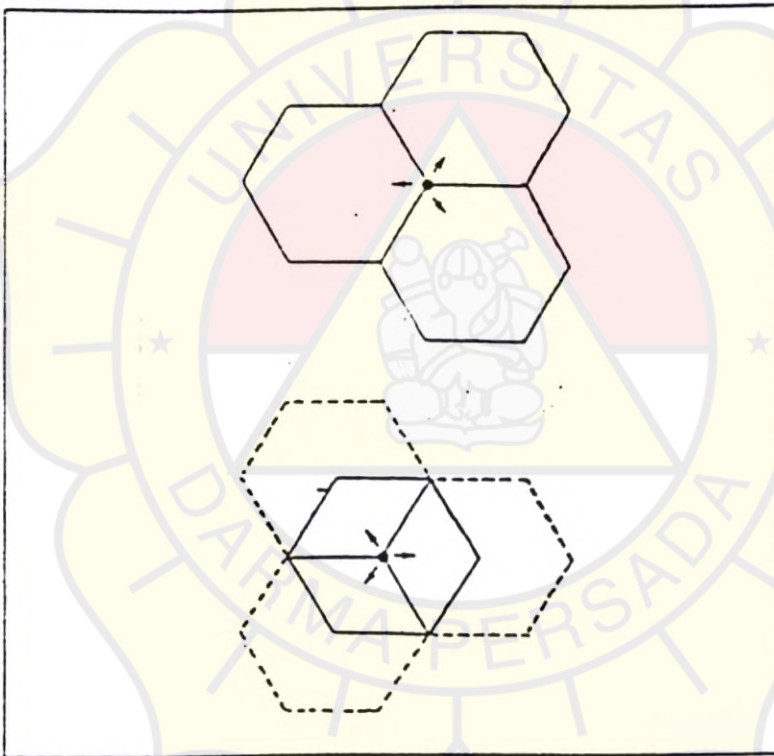
masing-masing mempunyai jumlah kanal yang sama seperti sel asalnya. Setiap sel dapat melayani jumlah pelanggan yang sama seperti sel asal yang besar. Hal yang penting juga adalah mengurangi daya pancar dari transmitter untuk memperkecil *co-channel interference*. Dengan proses pembelahan sel, jumlah pelanggan potensial dapat ditingkatkan tanpa kebutuhan akan tambahan bandwidth. Gambar pembelahan sel ditunjukkan pada *gambar 2.3* sebagai berikut



Gambar 2.3 Dua Level Pembelahan Sel

Dalam daerah urban yang sibuk dimana ukuran sel-sel kecil, *co-channel interference* dapat menjadi masalah serius. Hal ini dapat diperkecil dengan

menggunakan antena berarah (directional antenna), masing-masing dengan sudut 120° atau 60° . Dengan menggunakan antena berarah dengan sudut 120° , setiap base station dapat melayani 3 sel dan ukuran cluster meningkat dari 7 menjadi 21. Metode ini juga dapat mengurangi biaya infrastruktur karena lebih sedikit base station dibutuhkan. Pola ini ditunjukkan pada *gambar 2.4*.



Gambar 2.4 Cakupan Area Oleh Antena Berarah 120°

2.3.2 Teknik Pembelahan Sel

Pola umum dalam pembelahan sel adalah dengan membagi dua radius sel asal. Ada dua cara pembelahan yaitu cell site asal tidak digunakan, sedangkan yang kedua adalah cell site awal digunakan.

$$\text{Radius sel baru} = \frac{\text{Radius sel lama}}{2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Berdasarkan persamaan 2.2 diatas maka :

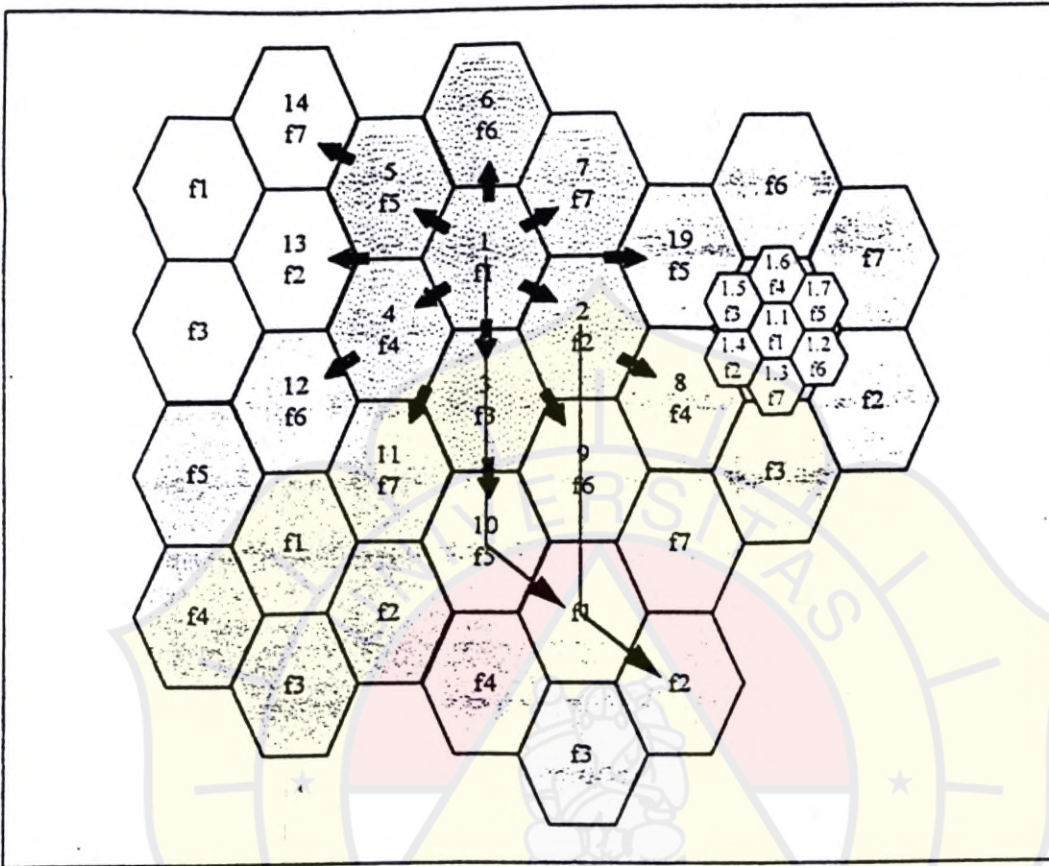
$$\text{Area sel baru} = \frac{\text{Area sel lama}}{4} \dots\dots\dots (2.3)$$

Setiap sel memuat beban trafik yang sama seperti sel awal, maka secara teoritis :

$$\frac{\text{Beban trafik baru}}{\text{Unit area}} = 4x \frac{\text{Beban trafik}}{\text{Unit area}} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.4 Penetapan Frekuensi Sel dan Lokasi Sel (Sel Site)

Setelah radius sel ditentukan maka ditetapkan sebuah sel menggunakan sebuah frekuensi. Proses ini bergerak ke arah luar dari sel tadi untuk frekuensi berikutnya. Hal tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Penetapan Frekuensi Kerja Sel-Sel

Untuk cluster dengan $N = i^2 + ij + j^2 = 7$, $i = 2$ dan $j = 1$, sel lain yang menggunakan frekuensi yang sama ditentukan dengan cara bergerak sebanyak 2 sel ke bawah, kemudian berputar -120° dan bergerak satu sel. Sel akhir tersebut merupakan sel dengan frekuensi yang sama. Proses ini dilakukan terus hingga seluruh sel yang terpakai mendapatkan sebuah frekuensi kerjanya.

Jika terdapat sel yang mengalami pemecahan sel, pola frekuensi kerja identik dengan pola frekuensi kerja bagi setiap cluster dengan ukuran sel yang besar. Tetapi setelah itu diputar sejauh 120° searah jarum jam.

Setelah didapatkan pola seperti diatas, kemudian dihitung *co-channel interference ratio* untuk tiap-tiap sel yang diakibatkan oleh sel-sel lain yang menggunakan frekuensi yang sama. Proses komputasi yang dilakukan dengan membuat indeks untuk sel-sel yang menggunakan frekuensi yang sama. Informasi mengenai radius sel dan koordinat masing-masing sel terhadap sebuah titik acuan menjadi parameter dalam menghitung perbandingan D/R setiap sel.

Harga *co-channel interference ratio* di setiap titik dalam sebuah sel berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh harga D yang berbeda-beda. Kondisi terburuk adalah untuk lokasi yang terletak di jari-jari terluar sel. Jarak titik tersebut dengan penginterferensinya paling dekat yaitu sebesar D-R. Harga *co-channel interference ratio* inilah yang diambil sebagai acuan untuk menentukan harga terburuk dari kinerja sebuah sel.

Besar harga *co-channel interference ratio* ditentukan oleh :

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{6} \left(\frac{D-R}{R} \right)^n \geq 18 \text{ dB} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan $n = 4$ berdasar pada 40 dB per dekade untuk propagasi radio. Harga konstanta $1/6$ berdasarkan pada 6 buah sel yang menggunakan frekuensi yang sama pada lingkaran pertama (frist -tier) yang menginterferensi sel tersebut.

Pada penerapan di lapangan., metode ini tidak selalu dapat digunakan karena ada kondisi akibat terdapatnya halangan yang membiaskan gelombang, sinyal tersebut dapat ditangkap oleh penerima yang letaknya jauh dari sel tersebut. Oleh sebab itu pengukuran sinyal di lapangan dibutuhkan untuk realisasi penetapan frekuensi.

2.5 Interferensi

2.5.1 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. Penggunaan frekuensi yang sama ini bertujuan untuk meningkatkan penggunaan frekuensi.

Apabila Interferensi Kanal Yang Sama ini tidak dapat diatasi maka secara tidak langsung akan berkaitan dengan kualitas suara suatu sistem. Untuk mengurangi pengaruh Interferensi ini dapat dilakukan berbagai cara

antara lain dengan perencanaan antena berarah (directional antena), merendahkan tinggi antena atau memilih lokasi yang tepat dengan diversitas penerimaan dan dengan penetapan kanal yang tepat. Pada sistem komunikasi DECT cara mengatasi interferensi ini dengan cara penetapan kanal secara dinamik, yaitu *Dynamic Channel Assignment (DCA)*.

2.5.2 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 dipakai terlalu lebar.

Sinyal yang tidak diinginkan ini berasal dari kanal pada pita frekuensi dari sel lain disebelahnya (next channel interference), maupun yang berasal dari kanal yang dioperasikan dalam satu yang sama dan dipakai secara simultan pada satu sel Cell Station (Neighboring Channel Interference).

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

2.5.3 Interferensi Near Far (Near End to Near Far Interference)

Interferensi Near Far terjadi saat jarak pelanggan (user) dengan base station transmitter menjadi kritis karena pengaruh dari pelanggan yang lebih dekat untuk mengesampikan 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 untuk path loss antara lokasi pelanggan dengan dua lokasi base station transmitter yang berbeda disebut rasio *Near Far Interference* (Near End to Near Far 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 dekat dengan *base station* akan memancarkan daya yang lebih rendah. Cara pengontrolan ini dipakai pada sistem komunikasi personal termasuk DECT, dimana level daya

yang dipancarkan akan semakin berada di bawah level daya pancar maksimum bila jarak antara pelanggan semakin dekat dengan *base station*.

2.6 Daya Pancar Radio Base Station

Daya pancar sebuah Radio Base Station (RBS) menentukan jari-jari sel dari daerah yang dilayani. Untuk itu dibutuhkan perencanaan yang tepat dalam penentuan daya pancar sebuah RBS.

Dengan mengabaikan terlebih dahulu redaman yang terdapat antara RBS dan pelanggan di jari-jari luar sel, maka daya pancar RBS ditentukan sebagai berikut :

$$P_t = G_s + RSL_m \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

sedangkan

$$G_s = L_s + FM - GA \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

dan

$$L_s = FSL + L_{\text{feed}} + L_{\text{branch}} + L_{\text{tumb}} + L_{\text{lain-lain}} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

2.7 Level Sinyal Terima Minimum

Level sinyal terima minimum, menentukan kualitas hubungan antar pelanggan. Seorang pelanggan akan merasakan akibat buruknya kualitas sinyal yang diterimanya.

Pada sistem digital, level sinyal terima minimum ditentukan oleh perbandingan energi per bit densitas derau (E_b/N_0) dan bit rate sistem.

Hubungan tersebut dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$RSL_m = 10 \log k.T_0.R.NF + E_b/N_0 \dots\dots\dots (2.9)$$

dimana : $k.T_0$: Rapat spektral daya derau (-204 db/Hz)

R : Laju bit (bps)

NF : Noise Figure (6 dB)

