

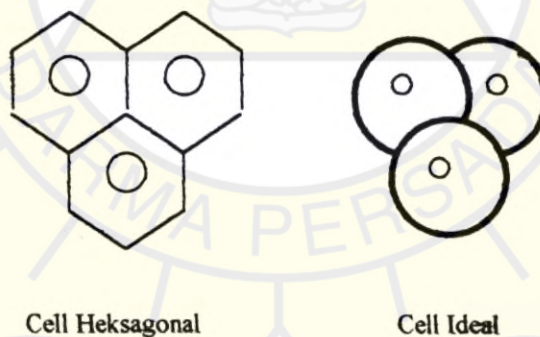
BAB II

DASAR SISTEM MIKROSEL

2.1 Bentuk dan ukuran sel

2.1.1 Bentuk Sel

Daerah cakupan sel dipengaruhi oleh daya pancar RBS(Radio Base Station), sensitivitas penerimaan dan juga redaman antara RBS dan Mobile Unit. Umumnya RBS menggunakan antena omnidirectional yaitu antena dengan pengarah ke segala arah yang berarti daerah cakupannya berbentuk lingkaran. Namun karena adanya redaman yang bervariasi dalam area lingkaran tersebut maka pemodelan umum yang digunakan adalah bentuk heksagonal (segi enam). Gambar 2.1 menjelaskan bentuk sel.



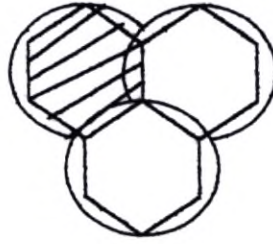
Gambar 2.1 Bentuk sel

Seperti diperlihatkan pada gambar 2.2 mengenai sel heksagonal

Karakteristik model heksagonal (dengan R adalah radius sel) adalah :

$$\text{Luas area cakupan sel} = 2,6 \times R^2$$

$$\text{Luas area irisan} = 1,1 \times R^2$$



Gambar 2.2 sel heksagonal

Pada bentuk pemodelan ini memungkinkan adanya sel yang saling tumpang tindih (overlap), hal tersebut dibutuhkan pada perencanaan sistem karena pada kenyataannya gelombang radio yang dipancarkan tidak selalu tersebar merata sampai perbatasan sel tersebut.

2.1.2 UKURAN SEL

Pada sistem seluler area pelayanan dibagi menjadi sel-sel dengan radius / ukuran sel tertentu seperti sistem makro sel untuk ukuran besar dan mikro sel untuk ukuran yang lebih kecil. Biasanya untuk radius lebih besar dari 1 km tiap sel disebut dengan sistem makro sel, sedangkan untuk radius lebih kecil dari 1 km tiap sel disebut sistem mikro sel.

Terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam menentukan sel dalam perencanaan sistem seluler. Misalnya bila diinginkan jumlah RBS yang melayani suatu daerah sedikit maka radius dari sel harus diperbesar. Dengan memperbesar radius sel, maka adar S/N (*signal to noise ratio*) pada daerah batas sel tetap, daya pancar harus dinaikan.

Bila radius sel yang digunakan kecil, maka daya pancarnya juga lebih kecil, tetapi proses handoff akan lebih sering terjadi karena akan banyak MU (*Mobile Unit*) yang keluar masuk sel.

2.2 Teknologi Mikrosel

2.2.1 Gambaran umum sel

Sistem sel umumnya dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sistem makrosel dan sistem mikrosel. Sel konvensional (makrosel) mempunyai luas / radiusnya lebih besar dari 1 km. Untuk penerapan di daerah yang padat trafiknya penggunaan makrosel mempunyai kekurangan yaitu timbulnya "*blank spot*" dimana pada suatu daerah tidak bisa berlangsung hubungan antara stasiun tetap dengan stasiun bergerak. Hal ini disebabkan oleh adanya penghalang seperti gedung-gedung tinggi yang melingkupi daerah tersebut.

2.2.2 Teknologi mikrosel

Teknologi mikrosel sangat cocok diterapkan pada sistem dengan frekuensi tinggi, daya pancar rendah dan lingkungan daerah padat maupun untuk di dalam gedung. Pada daerah yang padat, redaman akan semakin besar dan menyebabkan radius semakin kecil, demikian juga halnya dengan lingkungan di dalam gedung.

Keuntungan lain dari penerapan teknologi mikrosel ini adalah :

- Kapasitas kanal lebih besar bila dibandingkan dengan teknologi makrosel pada luas cakupan yang sama.
- Mengurangi timbulnya daerah "*blank spot*"

- Mengurangi daya pancar, sehingga ukuran pesawat (*handset*) lebih kecil dan berharga menjadi lebih murah serta penggunaan baterai lebih lama.
- Mengurangi terjadinya interferensi.
- Memungkinkan penggunaan pengulangan frekuensi pada radius yang lebih kecil, sehingga penggunaan spektrum frekuensi dapat efisien.

Contoh sistem mikrosel yang ada saat ini adalah DECT (*Digital Europe Cordless Telephone*), PHS (*Personal Handyphone System*) di Jepang, CT-1 / CT-2 (*Cordless Telephone generasi 1 / 2*) di Inggris.

2.2.3 Kapasitas sistem mikrosel

Seperti telah diuraikan di atas bahwa sistem mikrosel umumnya digunakan untuk memperbesar kapasitas sistem. Kapasitas sistem mikrosel dipengaruhi oleh alokasi spektrum frekuensi, ukuran sel, jumlah kanal trafik per sel dan jarak pengulangan frekuensi (*frekuensi reuse*).

Umunya kapasitas sistem dinyatakan dalam erlang per km^2 . Semakin ukuran kecil sel semakin banyak jumlah sel per km^2 dan pengulangan penggunaan frekuensi akan lebih banyak sehingga jumlah kanal yang tersedia akan semakin besar. Ini berarti bahwa jumlah trafik yang dapat dilayani akan semakin besar.

Berdasarkan penjelasan diatas maka kapasitas per km^2 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

Kapasitas kanal per km^2 : jumlah sel per km^2 x jumlah kanal per sel

Kapasitas trafik per km^2 : kapasitas trafik per sel x jumlah sel per km^2

2.2.4 Luas Cakupan Mikrocel

Luas daerah cakupan dari mikrocel umumnya adalah sebesar dengan radius 100-500 meter tergantung dari besar daya pancar mikrocel yang digunakan. Mikrocel dengan radius 100 meter biasanya digunakan di dalam ruangan seperti misalnya di dalam rumah dan di dalam gedung. Sedangkan mikrocel beradius lebih besar dari 100 meter digunakan untuk diluar ruangan.

2.3 Propagasi Radio Pada Sistem Mikrocel

Redaman propagasi radio pada sistem mikrocel tidak sama pada semua kondisi, pada umumnya redaman atau rugi-rugi (*loss*) yang dialami pada daerah terbuka lebih kecil dibanding dengan rugi-rugi propagasi di daerah yang padat dengan gedung-gedung tinggi seperti daerah perkantoran.

Cakupan sel mikro adalah tergantung dari besar daya pancar yang digunakan, dan biasanya untuk penggunaan di dalam gedung radiusnya lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan di luar ruangan. Untuk memprediksi luas cakupan sel berdasarkan daya pancar yang digunakan dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan mengenai redaman yang terjadi atau dengan berdasarkan model prediksi propagasi.

2.3.1 Model Okumura-Hata

Model prediksi propagasi okumura memiliki ketentuan kondisi sebagai berikut :

- Frekuensi dari 100 MHz sampai 3 GHz.

- Jarak 1-100 Km
- Ketinggian antenna base station 20-1000 meter
- Tinggi antenna unit bergerak 1-10 meter
- Orientasi prediksi terhadap daerah jalan-jalan di perkotaan.

Metode ini digunakan untuk menentukan rugi-rugi ruang bebas pada receiver dengan memperhitungkan atenuasi sinyal yang dikirim dari transmitter ke receiver. Penentuan tersebut didapat dari persamaan (1) :

$$L_f(\text{dB}) = 10 \text{ Log } G_T + 10 \text{ Log } G_R - 20 \text{ Log } f_{\text{MHz}} - 20 \text{ Log } d_{\text{km}} - 32,44 \quad (2.1)$$

dimana

G_T = Gain pada transmitter

G_R = Gain pada receiver

f_{MHz} = Frekuensi dalam MHz

d_{km} = Jarak pemancar dan penerima dalam km

Sedangkan model prediksi hata meliputi parameter-parameter input yang tertentu misalnya untuk area urban dan untuk area sub urban.

A. Untuk area urban, yakni :

$$L_{ur}(\text{dB}) = 69,55 + 26,16 \text{ Log } f_{\text{MHz}} - 13,82 \text{ Log } h_t - (a.h_t) + (44,9 - 6,55 \text{ Log } h_t) \text{ Log } d_{\text{km}} \quad (2.2)$$

dimana

L_{ur} = rugi-rugi dalam daerah urban (dB)

f_{MHz} = frekuensi dalam MHz ($150 \leq f_{\text{MHz}} \leq 1500$ MHz)

d_{km} = jarak dalam km ($1 \leq d_{km} \leq 20$ km)

h_t = tinggi antenna base station ($30 \leq h_t \leq 200$ meter)

h_r = tinggi antenna handphone ($1 \leq h_r \leq 10$ meter)

Dan untuk $a.h_r$ yang merupakan faktor koreksi :

1. Pada kota kecil atau menengah didapat persamaan

$$a.h_r = ((1,1 \text{ Log } f_{\text{MHz}}) - 0,7) h_r - 1,56 \text{ Log } f_{\text{MHz}} + 0,8 \quad (2.3)$$

2. Pada kota besar untuk frekuensi ≤ 200 MHz

$$a.h_r = 8,29 (\text{Log } 1,54 \cdot h_r)^2 - 1,1 \quad (2.4)$$

Untuk frekuensi ≥ 400 MHz didapat

$$a.h_r = 3,2 (\text{Log } 11,75 \cdot h_r)^2 - 4,97 \quad (2.5)$$

- B. Untuk area suburban yakni :

$$L_{su}(\text{dB}) = L_{ur}(\text{dB}) - 2(\text{Log } f_{\text{MHz}} / 28)^2 - 5,4 \quad (2.6)$$

dimana

L_{su} = rugi-rugi pada daerah suburban (dB)

Dalam model prediksi ini berarti model hata merupakan perbaikan dari model okumura yang lebih mendetail.

2.3.2 Model COST 231 Walfish-Ikegami

Berikut ini adalah salah satu contoh pemodelan berdasarkan rekomendasi GSM 03.03 Appendiks B : Propagation Loss Formulas For Mobile Radio Communication, sistem mikrosel mengikuti kriteria model 231 Walfish-Ikegami.

Frekuensi	: 800 – 2000 Mhz
Tinggi antena base station	: 4 – 50 m
Tinggi antena mobile	: 1 – 3 m
Jarak	: kurang dari 5000 m

Dan diperoleh persamaan untuk rugi-ruginya adalah :

$$\begin{aligned} L_c &= L_f + L_r + L_m \\ &= L_f \quad \text{jika } L_r + L_m \leq 0 \end{aligned} \quad (2.7)$$

dimana :

L_f = rugi ruang bebas

L_r = rugi difraksi dan hamburan dari atap gedung dan jalan

L_m = rugi multiscreen

Rugi difraksi dan hamburan atap gedung dan jalan berasal dari model Ikegami yakni (1) :

$$L_r = -16,9 \cdot 10 \log W + 10 \log f_{\text{MHz}} + 20 \log h_m + L_o \text{ (dB)} \quad (2.8)$$

dimana :

W = lebar jalan (m), bila $W \leq 1$ m maka harga W dianggap 1

h_m = tinggi antena mobile (m)

L_o = faktor koreksi (dB)

dengan :

$$L_o(\text{dB}) = -10 + 0,345 Q \quad (0 \leq Q < 35) \quad (2.9)$$

$$= 2,5 + 0,075 (Q - 35) \quad (35 \leq Q < 55)$$

$$= 4,0 + 0,114 (Q - 55) \quad (55 \leq Q < 90)$$

Q merupakan sudut terkecil yang dibentuk oleh arah jalan dan arah sinyal dalam derajat.

Sedangkan rugi multiscreen berasal dari model Walfish, yakni :

$$L_m = L_{bsh} (\text{dB}) + K_a + K_d \text{Log } d_{km} + K_f \text{Log } f_{\text{MHz}} - 9 \text{Log } b \quad (2.10)$$

B = jarak antara gedung-gedung sepanjang lintasan sinyal (meter) bila $b \leq 1$ maka harga b dianggap satu.

Dengan :

$$L_{bsh}(\text{dB}) = -18 \text{Log} (1 + \Delta h_{base}) \quad \text{jika } h_{base} > h_{roof} \quad (2.11)$$

$$= 0$$

$$\text{jika } h_{base} \leq h_{roof}$$

$$K_a = 35,2 \quad \text{jika } h_{base} > h_{roof} \quad (2.12)$$

$$= 35,2 - 0,8 \cdot (\Delta h_{base}) \quad \text{jika } h_{base} \leq h_{roof}$$

$$K_d = 18 \quad \text{jika } h_{base} > h_{roof} \quad (2.13)$$

$$= 18 - 15 \cdot (\Delta h_{base} / h_{roof}) \quad \text{jika } h_{base} \leq h_{roof}$$

$$\Delta h_{base} = h_{base} - h_{roof} \text{ (dalam meter)} \quad (2.14)$$

Untuk harga K_f , tergantung dari frekuensi dan kondisi daerah :

1. Untuk daerah non metropolitan

$$K_f = -4 + 0,7 ((f_{\text{MHz}} / 925) - 1) \quad (2.15)$$

2. Untuk daerah metropolitan

$$K_f = -4 + 1,5 ((f_{\text{MHz}} / 925) - 1) \quad (2.16)$$

Pada model COST231 ini fading diatasi dengan membuat suatu harga margin sebesar 3 dB, margin ini relatif berharga kecil karena jarak antara pemancar dan penerima adalah kurang dari 5.000 meter. Pada sistem sel mikro dengan model ini, redaman adalah lebih dominan dibanding dengan fading yang terjadi, hal ini disebabkan ukuran sel berukuran kecil sehingga pengaruh redaman lebih besar dibandingkan dengan pengaruh fading.

2.3.3 Line of Sight

Dalam sistem komunikasi radio seluler khususnya untuk mikrosel perlu diperhatikan masalah line of sight karena frekuensi yang digunakan cukup besar dan menggunakan radio dalam proses komunikasinya. Line of sight dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana stasiun tetap dan stasiun bergerak saling melihat tanpa penghalang. Sedangkan non line of sight merupakan suatu keadaan dimana stasiun tetap dan stasiun bergerak tidak bisa saling melihat karena adanya penghalang. Pada sistem komunikasi bergerak apabila stasiun (unit mobile) bergerak akan mengakibatkan kadang-kadang terjadi keadaan line of sight dan dilain tempat dapat terjadi keadaan non line of sight.

2.3.4 Fading

Fading adalah gejala fluktuasi penerimaan daya sinyal karena terjadi penjumlahan dari sinyal-sinyal yang melewati lintasan yang berbeda-beda sehingga gelombang dari masing-masing lintasan mengalami redaman dan mempunyai fasa yang berbeda-beda dan berubah-ubah. Ada dua macam fading

masing-masing dengan penyebab yang berbeda satu sama lain, yaitu fading cepat dan fading lambat.

1. Fading Lambat

Fading lambat disebabkan oleh ketidakrataan permukaan bumi, bangunan-bangunan, pohon-pohon dan sebagainya, sehingga sinyal akan dipantulkan membentuk lintasan ganda. Fading lambat disebut juga Shadowing.

2. Fading Cepat

Fading cepat disebabkan oleh perubahan lintasan akibat berubahnya pembiasan udara, sehingga terjadi fluktuasi interferensi gelombang langsung dengan gelombang yang dibiaskan melalui lintasan-lintasan lain dari waktu ke waktu. Fading cepat disebut juga atmospheric Multipath Fading, yang fluktuasinya lebih cepat dibanding shadowing.

2.3.5 Frequency Reuse (Pemakaian ulang frekuensi)

Spektrum frekuensi yang dapat digunakan pada sistem komunikasi bergerak terbatas sehingga pada sistem ini harus digunakan spektrum frekuensi secara efisien untuk menyediakan pelayanan yang memadai. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi maka diterapkan frequency reuse atau pengulangan pemakaian frekuensi.

Frequency reuse adalah penggunaan frekuensi yang sama pada sel yang berbeda dengan jarak tertentu. Jarak antar pengulangan frekuensi ini perlu agar tidak menimbulkan interferensi kanal sama.

Jarak minimum yang diijinkan untuk penggunaan pengulangan frekuensi tergantung pada banyak faktor seperti sel kanal sama yang berada disekitar pusat, kontur geografis bumi, tinggi antena, dan daya yang dipancarkan oleh masing-masing radio base station. Jarak penggunaan pengulangan frekuensi sel heksagonal dihitung dari :

$$D = \sqrt{3} K R \quad (2-17)$$

Dengan,

D= jarak minimum penggunaan frekuensi reuse

K= pola frekuensi reuse

R= radius sel

2.3.6 Interferensi Kanal Sama dan Interferensi Kanal Bersebelahan

Interferensi dapat terjadi akibat adanya sinyal yang datang dari kanal yang tidak diinginkan. Dalam menetapkan strategi alokasi kanal dinamis perlu dipertimbangkan pengaruh interferensi yang terjadi sebelum suatu sel akan mengalokasikan kanal dari sel yang lain. Didalam sistim komunikasi bergerak seluler interferensi yang sering terjadi yaitu :

1. Interferensi kanal bersebelahan (Adjacent channel interference)
2. Interferensi kanal sama (Chochannel interference)

Interferensi kanal bersebelahan dalam sistem komunikasi bergerak seluler dapat diatasi dengan cara membuat ruang yang cukup besar antar kanal frekuensi yang digunakan serta dengan cara pengalokasian kanal frekuensi kedalam set kanal frekuensi untuk setiap selnya. Interferensi kanal bersebelahan juga dapat

diatasi dengan menambahkan sebuah filter dalam perangkat sistem komunikasi bergerak seluler.

Interferensi kanal sama dapat didefinisikan sebagai suatu interferensi yang timbul akibat adanya penggunaan ulang frekuensi dalam sel-sel yang jaraknya berdekatan. Kemungkinan terjadinya interferensi kanal sama dapat dikurangi dengan memperbesar harga faktor K pada pola sel pengulangan frekuensi, namun kenaikan harga K dapat menyebabkan efisiensi spektrum berkurang. Sekalipun demikian efisiensi spektrum frekuensi dapat diperbesar dengan menggunakan metode pemakaian sel secara bersama-sama dan peminjaman sel untuk sel lainnya. Untuk mengurangi iterferensi kanal sama perlu menentukan jarak minimum dari penggunaan ulang frekuensi dengan mempertimbangkan kekuatan sinyal pada masing-masing sel.