

BAB II

SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK SELULER

2.1 Sistem Komunikasi Bergerak Seluler

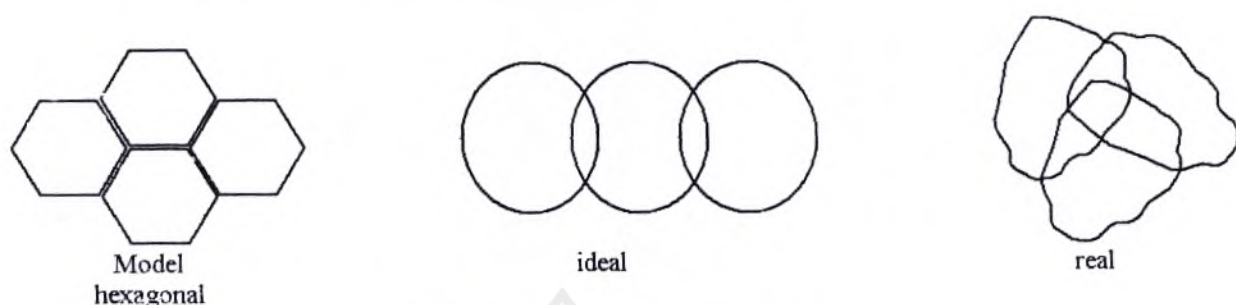
Prinsip dasar konsep seluler adalah mampu memanfaatkan spektrum frekuensi yang terbatas sehingga dapat menjangkau wilayah layanan yang luas dengan kualitas layanan yang baik. Untuk menangani wilayah layanan (*coverage area*) yang lebih luas maka wilayah tersebut dibagi-bagi menjadi beberapa wilayah cakupan yang lebih kecil yang disebut dengan sel, maka daya transmit yang dibutuhkan lebih kecil. Sedangkan untuk menangani masalah perpindahan *mobile stasion* dari satu sel ke sel yang lain dilakukan dengan proses *handover*. Dengan penggunaan sel maka memungkinkan penggunaan frekuensi yang sama pada sel yang berbeda diluar jangkauan interferensinya (*frekuensi reuse*). Maka komponen yang sangat utama pada sistem komunikasi bergerak seluler adalah :

1. Daya pancar dan *coverage area* suatu sel.
2. *Frekuensi reuse*
3. *Handover*
4. Penggunaan *cell splitting* untuk meningkatkan kapasitas sel.

2.1.1 Sel Pada Sistem Komunikasi Bargerak

Pada sistem komunikasi bergerak yang dimaksud dengan sel adalah daerah cakupan (*coverage area*) dari sebuah *base stasion* atau *cell stasion*. Bentuk sel yang ideal adalah bentuk heksagonal karena mendekati bentuk

lingkaran, namun pada kenyataannya di lapangan bentuk sel bergantung pada kondisi lingkungan geografis disekitar sel tersebut.



Gambar 2.1 Bentuk Geometris Sel

2.1.2 Frekuensi Reuse

Frekuensi reuse adalah pengulangan frekuensi yang sama pada area yang berbeda diluar jangkauan interferensinya. Konsep frekuensi *reuse* digunakan untuk mengefisienkan spektrum frekuensi, jika tidak dirancang dengan baik dapat mengakibatkan interferensi frekuensi pada kanal yang sama (*cochannel interference*).

Jarak minimum penggunaan frekuensi yang sama tergantung pada faktor-faktor seperti jumlah sel *co-channel* yang ditinjau, tipe kontur daerah geografis, tinggi antenna yang ditransmisikan tiap sel. Jarak reuse frekuensi (D) didapat dengan persamaan sebagai berikut :

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

dengan:

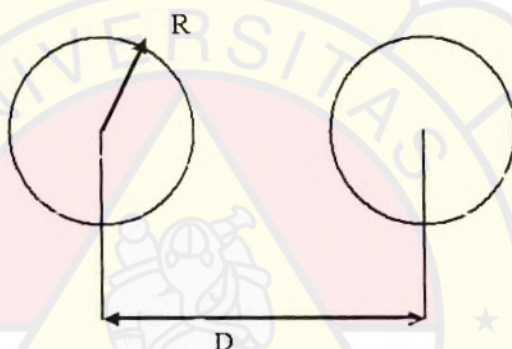
D = Jarak reuse

K = frekuensi reuse pattern

R = radius sel

Dari persamaan (2.1) didapat rasio *reuse* (q) yaitu perbandingan jarak antar sel dan radius sel yang memenuhi persamaan sebagai berikut :

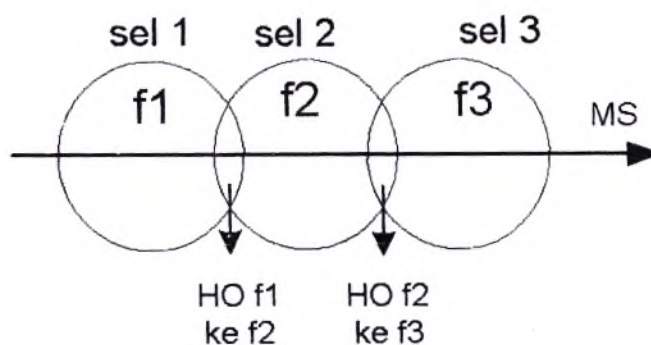
$$q = D/R = \sqrt{3K} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$



Gambar 2.2 Jarak Reuse Sel

2.1.3 Handover

Definisi *handover* adalah pemindahan frekuensi operasi tanpa adanya pemutusan hubungan dan tanpa adanya campur tangan *user*, *handover* terjadi karena perpindahan *user* dari satu cakupan sel ke cakupan sel yang lain.



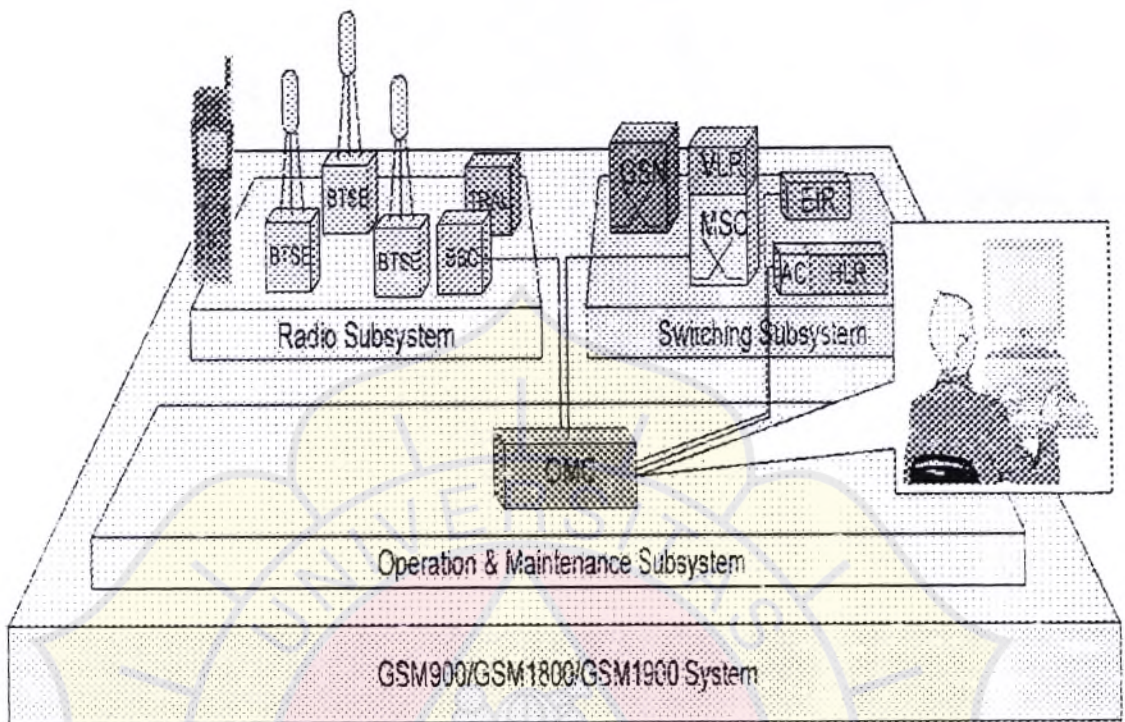
2.3 Handover

2.2 Global System for Mobile Communication (GSM)

Sistem komunikasi bergerak GSM merupakan teknologi seluler digital yang pertama kali dikembangkan di Eropa. GSM mempunyai kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan sistem komunikasi bergerak generasi sebelumnya antara lain :

- Telah menggunakan sistem digital
- Kualitas suara lebih baik
- Pengaruh *noise* akibat transmisi radio sangat kecil
- Tidak mudah disadap
- Dapat diaplikasikan dengan ISDN

2.2.1 Arsitektur Jaringan GSM



Gambar 2.4. Arsitektur jaringan GSM

Arsitektur GSM terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung pada jaringan GSM, terdiri dari :

a. Mobile Stasion (MS)

MS merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk dapat memperoleh layanan komunikasi bergerak. MS dilengkapi dengan sebuah *smartcard* yang dikenal dengan SIM (*Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan.

b. *Base Stasion System* (BSS)

BSS terdiri dari tiga perangkat yaitu :

1. *Base Station Controller* (BSC)

BSC membawahi satu atau lebih BTS serta mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS. BSC memanajemen sumber radio dalam pemberian frekuensi untuk setiap BTS dan mengatur *handover* ketika *mobile station* melewati batas antar sel.

2. *Base Transceiver Station* (BTS)

BTS merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada *mobile station* (MS). Dalam BTS terdapat kanal trafik yang digunakan untuk komunikasi.

3. *Transconder* (XCDR)

Berfungsi untuk mengkompres data atau suara keluaran dari MSC (64 Kbps) menjadi 16 Kbps untuk efisiensi kanal transmisi.

c. *Network Switching System* (NSS)

Berfungsi sebagai *switching* pada jaringan GSM,memanajemen jaringan, sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan lainnya. Komponen NSS pada jaringan GSM terdiri dari :

1. *Mobile Switching Center* (MSC)

MSC didesain sebagai switch ISDN (Integrated Service Digital Network) yang dimodifikasi agar berfungsi untuk jaringan seluler. MSC juga dapat menghubungkan jaringan seluler dengan jaringan *fixed*.

2. *Home Location Register (HLR)*

HLR merupakan *database* yang berisi data – data pelanggan yang tetap. Data – data tersebut antara lain, layanan pelanggan, service tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (*up date*).

3. *Authentication Center (AuC)*

AuC berisi *data base* yang menyimpan informasi rahasia yang disimpan dalam bentuk format kode. AuC digunakan untuk mengontrol penggunaan jaringan yang sah dan mencegah pelanggan yang melakukan kecurangan..

4. *Visitor Location Register (VLR)*

VLR merupakan database yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan terutama mengenai lokasi dari pelanggan pada cakupan area jaringan.

5. *Inter Working Function (IWF)*

Berfungsi sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan lain.

6. *Echo Canceller (EC)*

Digunakan untuk sambungan dengan PSTN untuk mengurangi *echo*(gaung/gema).

d. *Network Management System (NMS)*

1. *Operation and Maintenance Center (OMC)*

OMC sebagai pusat pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan. Fungsi utamanya mengawasi alarm perangkat dan perbaikan terhadap kesalahan operasi.

2.3.3.2. Perhitungan Level Sinyal Penerimaan

Besar daya penerimaan dapat dihitung secara matematis sebagai berikut:

$$Pr(dBm) = Pt(dBm) - Lp(dB) + G_{Tx}(dBi) + G_{Rx}(dBi) - (L_{ft} + L_{fr} + FM)(dB) \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana :

- Pr = level sinyal penerimaan
- Pt = daya pancar BTS
- Lp = rugi-rugi propagasi
- G_{Tx} = Gain antena pemancar
- G_{Rx} = Gain antena penerima
- L_{ft} = rugi-rugi feeder pada pemancar
- L_{fr} = rugi-rugi feeder pada penerima
- FM = Fading Margin

2.3.3.3. Perhitungan Luas Coverage Sel

Dari persamaan (2.14) maka untuk perhitungan jari-jari sel dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$Lp(dB) = Pt(dBm) - Pr(dBm) + (G_{Tx} + G_{Rx})(dB) - (L_{ft} + L_{fr} + FM)(dB) \dots\dots\dots(2.16)$$

2. *Network Management Centre* (NMC)

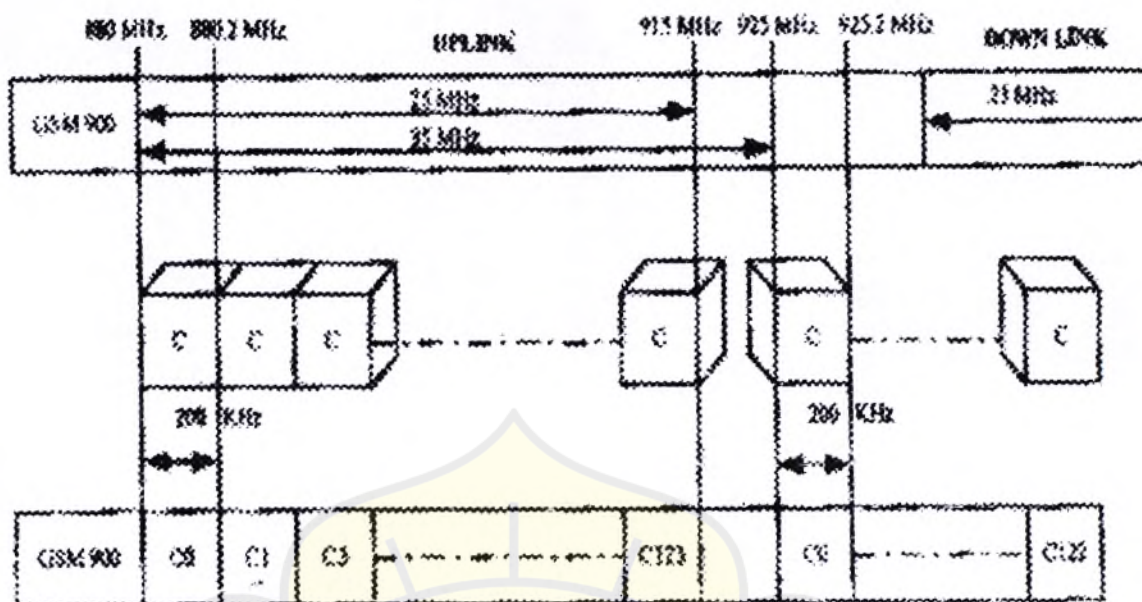
Berfungsi untuk pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan yang lebih besar dari OMC.

2.2.2 **Air Interface GSM**

Air interface adalah semua aspek *interface* antara BTS dengan MS. Aspek *air interface* dari sistem GSM antara lain penggunaan frekuensi, modulasi, *multiplexing*, *coding* termasuk didalamnya kanal fisik dan kanal *logic*. Pengaruh dari *air interface* ini dapat mempengaruhi layanan yang diberikan oleh jaringan.

2.2.2.1 **Kanal Fisik**

Pada *air interface* GSM menggunakan dua teknik *multiplexing*, yaitu FDMA dan TDMA. FDMA membagi *range* frekuensi menjadi 124 kanal dengan *spacing channel* 200 KHz. *Range* fekuensi yang digunakan 890 – 915 MHz untuk MS ke BTS (*uplink*) dan 935 – 960 MHz untuk BTS ke MS (*downlink*). Setiap kanal menempati *time slot* dengan durasi 576,9 μ s maka untuk 8 *time slot* yang disebut sebagai *frame* memiliki durasi 4,615 ms. Selama terjadi percakapan, suara yang telah dirubah menjadi bit-bit akan dikirimkan setiap 4,615 ms secara periodik.



Gambar 2.5. Kanal Fisik

2.2.1.2 Kanal Logic

Kanal fisik pada *frame* TDMA dengan durasi *time slot* sebesar 576,9 μ s akan membawa kanal *logic*. Kanal *logic* ini membawa data *user*, baik bit informasi (suara / data) maupun *signalling* pada *mobile station* atau *base station*. Kanal *logic* terdiri atas :

1. Kanal Trafik

Kanal trafik (TCH) dapat membawa suara atau data untuk layanan komunikasinya. TCH dibagi menjadi dua jenis yaitu *full rate channel* dengan bit rate 13 Kbps dan *half rate channel* dengan bit rate 6,5 Kbps. Sedangkan untuk komunikasi data *bit rate* transmisinya 300 – 9600 bps.

2. Kanal *Signalling*

Kanal *signalling* digunakan untuk komunikasi antara perangkat – perangkat jaringan agar komunikasi pelanggan dapat berlangsung dengan baik. Adapun kanal signalling antara lain :

- BCCH (*Broadcast Channel*)
- SDCCH (*Stand alone Dedicated Control Channel*)

Berikut ini parameter *air interface* dari sistem GSM :

Tabel 2.1 Spesifikasi Parameter *Air interface* GSM

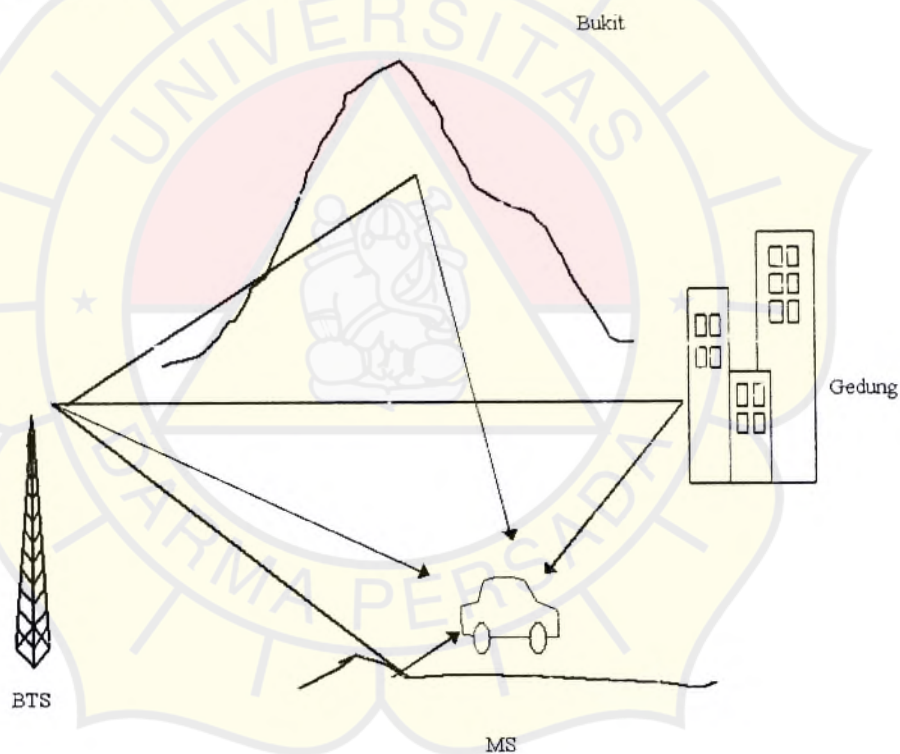
<i>Parameter Air Interface GSM</i>	
Mobile to Base Station	890 – 915 MHz
Base Station to Mobile	935 – 960 MHz
Channel spacing	200 KHz
Rx / Tx spacing-frequency	45 MHz
Rx / Tx spacing-time	1,15 ms
Modulation	GMSK
Time slot per frequency carrier	8
Frame period	4,615 ms
Time slot period	576,9 μ s
Bit period	3,692 μ s
Bits per time slot	148
Transmission rate	270,833 Kbps

2.3. Konsep Propagasi dan Perhitungan Kebutuhan Daya Pada Sistem Komunikasi Bergerak

2.3.1. Propagasi Radio Sistem Komunikasi Bergerak

Pada sistem komunikasi bergerak untuk menganalisa perambatan gelombang antara lintasan *base stasion* dan *mobile stasion* yang berubah-ubah mengikuti perubahan posisi dan lingkungan *mobile stasion*

Karena letak MS yang lebih rendah dari lingkungan di sekitarnya maka sinyal yang diterima oleh MS adalah merupakan sinyal langsung dan sinyal hasil pantulan dari objek disekitar MS.



Gambar 2.6 Gambaran Lingkungan Komunikasi Bergerak

2.3.2. Redaman Propagasi Model Okumura Hata

Redaman propagasi yang terjadi pada transmisi radio antara BTS dengan MS akan mempengaruhi besarnya cakupan area yang dapat dilayani oleh BTS. Redaman propagasi dipengaruhi antara lain oleh jarak MS ke BTS, frekuensi kerja, tinggi BTS serta kepadatan struktur obyek pada wilayah propagasi. Lingkungan perambatan sinyal pada sistem komunikasi bergerak dapat diklasifikasikan menjadi tiga daerah sebagai berikut :

- Daerah urban, daerah kota padat dengan banyak terdapat gedung dan bangunan tinggi daerah ini dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu daerah metropolitan (*large city*) dan daerah non metropolitan (*medium city*).
- Daerah sub urban, daerah pinggiran dan perkotaan dengan bangunan tidak terlalu padat.
- Daerah rural, daerah tanpa penghalang dan pemantul yang berarti.

Beberapa ahli merumuskan redaman propagasi, salah satunya adalah redaman propagasi yang dibuat oleh Okumura. Hasil – hasil percobaannya diolah secara statistik untuk menghasilkan grafik redaman sinyal pada daerah urban dan grafik – grafik koreksi redaman Grafik – grafik tersebut telah diformulasikan oleh Hata menjadi rumus – rumus yang mudah dalam pemakaiannya. Perumusan redaman propagasi sangat membantu dalam memperkirakan level sinyal yang diterima oleh MS. Dengan parameter dasar yang digunakan dalam percobaan Okumura–Hata adalah sebagai berikut:

- Batas frekuensi (f_c) : 100 – 1500 MHz
- Jarak antara BTS ke MS (d) : 1- 20 Km

- Tinggi BTS : 30 – 200 M
- Tinggi MS : 1 – 10 M

Berdasarkan pengolahan matematis dari grafik – grafik hasil percobaan Okumura-Hata dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Urban Area } L_p = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d \quad (\text{dB}) \quad \dots \quad (2.3)$$

dengan faktor koreksi tinggi antenna MS

- Medium – small city

$$a(h_m) = 1,1 \log f - 0,7 h_m - (1,56 \log f - 0,8) \dots \dots \quad (2.4)$$

- Large city

$$a(h_m) = 3,2 (\log 11,75 h_m)^2 - 4,97 \quad ; f_c \geq 400 \text{ MHz} \quad (2.5)$$

$$a(h_m) = 8,29(\log 1,54 h_m)^2 - 1,1 \quad ; f_c \leq 200 \text{ MHz} \quad (2.6)$$

$$\text{Suburban area } L_{ps} = L_p[\text{Urban area}] - 2 \{ \log_{10}(f/28) \}^2 - 5,4 \text{ dB} \quad (2.7)$$

area

$$\text{Open Area } L_{po} = L_p[\text{Urban area}] - 4,78(\log_{10} f_c)^2 + 18,33 \log_{10} f_c - 40,94 \text{ dB} \quad (2.8)$$

dimana :

L_p : Redaman total sinyal (dB)

f : Frekuensi kerja (MHz)

h_b : Tinggi efektif antenna BTS (m)

h_m : Tinggi antenna MS (m)

d : Jarak antara BTS dengan MS (km)

$a(h_m)$: Faktor koreksi tinggi antenna MS (dB)

2.3.3. Perhitungan Kebutuhan Daya Pada Sistem Komunikasi Bergerak

2.3.3.1. Perhitungan Level Sinyal Terima Minimum (P_{th})

Pada sistem transmisi digital kualitas penerimaan sinyal digital dinyatakan dengan *energy to noise density* (E_b/N_o) dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{E_b}{N_o} (dB) = P_{th} (dBm) - 10 \log BR (Hz) - N_o (dBm/Hz)$$

$$N_o = 10 \log KT + NF$$

maka :

$$P_{th} (dBm) = \frac{E_b}{N_o} (dB) - 10 \log BR - 10 \log KT - NF \dots \dots \dots (2.14)$$

dimana :

E_b/N_o = energy to noise density

P_{th} = level sinyal terima minimum

BR = Bit rate

K = Ketetapan Boltzman = $1,38062 \cdot 10^{-23} JK^{-1}$

T = Suhu standar = $290^0 K$

NF = noise figure

dimana L_p Urban sesuai dengan persamaan (2.3) :

$$d = \log^{-1} \frac{L_p - 69,55 - 26,16 \log fc + 18,83 \log h_{Tx} + a_{(hRX)}}{[44,9 - 6,55 \log h_{Tx}]} \dots\dots\dots (2.17)$$

dan L_p Suburban sesuai dengan persamaan (2.7) :

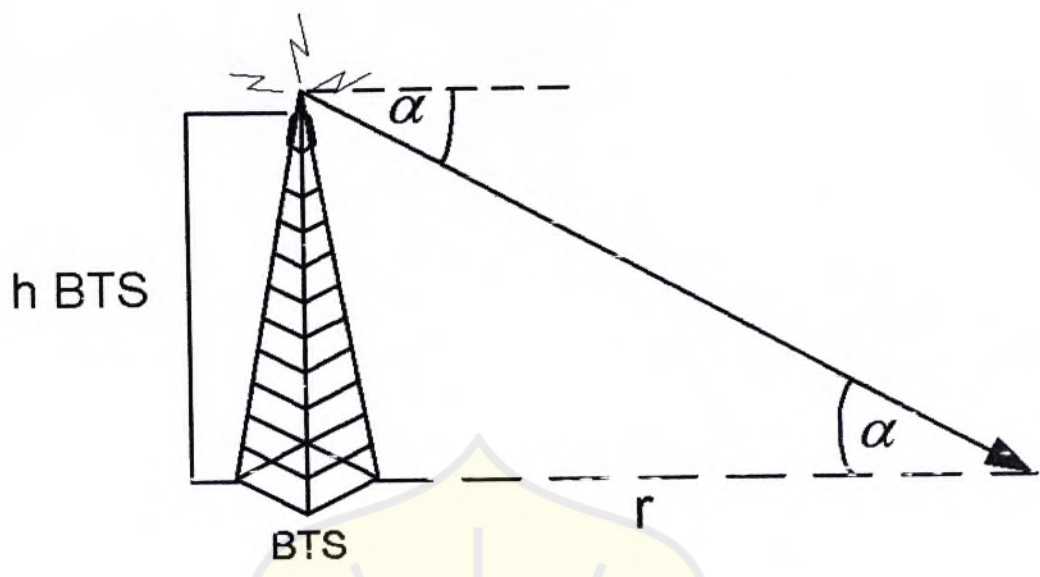
$$d = \log^{-1} \left[\frac{L_p - 69,55 - 26,16 \log fc + 13,82 \log h_b + (ahm) + 2 \{ \log fc / 28 \}^2 + 5,4}{44,9 - 6,55 \log h_b} \right] \dots\dots\dots (2.18)$$

2.4. Interferensi Pada Sistem Komunikasi Bergerak

2.4.1. Interferensi Kanal Sama (Co-Channel Interference)

Interferensi yang terjadi karena penggunaan kanal frekuensi yang sama pada sel yang berbeda. Standar sistem GSM untuk C/I minimum yang diperlukan agar diperoleh kualitas suara yang baik untuk sistem yang menggunakan *frekuensi hopping* sebesar 9 dB sedangkan untuk sistem tanpa *frekuensi hopping* sebesar 12 dB. Interferensi *cochannel* dapat dikurangi dengan menggunakan cara sebagai berikut :

1. Menggunakan sistem pengarahan antena baik menggunakan antena *directional* 3 sektor (120°) maupun antena *directional* 6 sektor (60°)
2. Mengurangi jarak *coverage* dengan *tilting* antena atau menundukkan antena sektor.



Gambar 2.7. Penundukkan Antena Sektor

dimana :

$$\alpha = \arctan \frac{h_{BTS}}{r} \dots \dots \dots (2.19)$$

2.4.2. Interferensi Kanal Berdekatan (Adjacent Channel Interference)

Interferensi kanal bersebelahan terjadi akibat penggunaan frekuensi yang bersebelahan dari sel yang berbeda. Untuk sistem GSM, *carrier to interference* yang diperbolehkan untuk interferensi *adjacent* adalah 4 dB. Jika C/I kurang dari batas *threshold* (4 dB) maka pembicaraan akan rusak kualitas suaranya hingga dapat menyebabkan putusnya hubungan pembicaraan (*drop call*).

2.5. Manajemen Frekuensi

Manajemen frekuensi dilakukan oleh pemerintah dalam pembatasan band frekuensi untuk menanggulangi pertumbuhan yang amat pesat dari setiap operator seluler. Pembatasan ini menjamin penggunaan yang efektif dari pita

frekuensi dengan cara merancang sistem secara optimal. Pada sistem GSM frekuensi *uplink* dialokasikan antara 890 MHz sampai 915 MHz, sedangkan untuk frekuensi *downlink* antara 935 MHz sampai 960 MHz. Setiap kanal *carrier* mempunyai lebar frekuensi 200 KHz, sehingga dengan lebar pita total 25 MHz diperoleh 124 kanal. Kanal ini sudah diatur dan dibagi untuk operator seluler GSM yang ada di Indonesia.

2.5.1. Penomoran Kanal

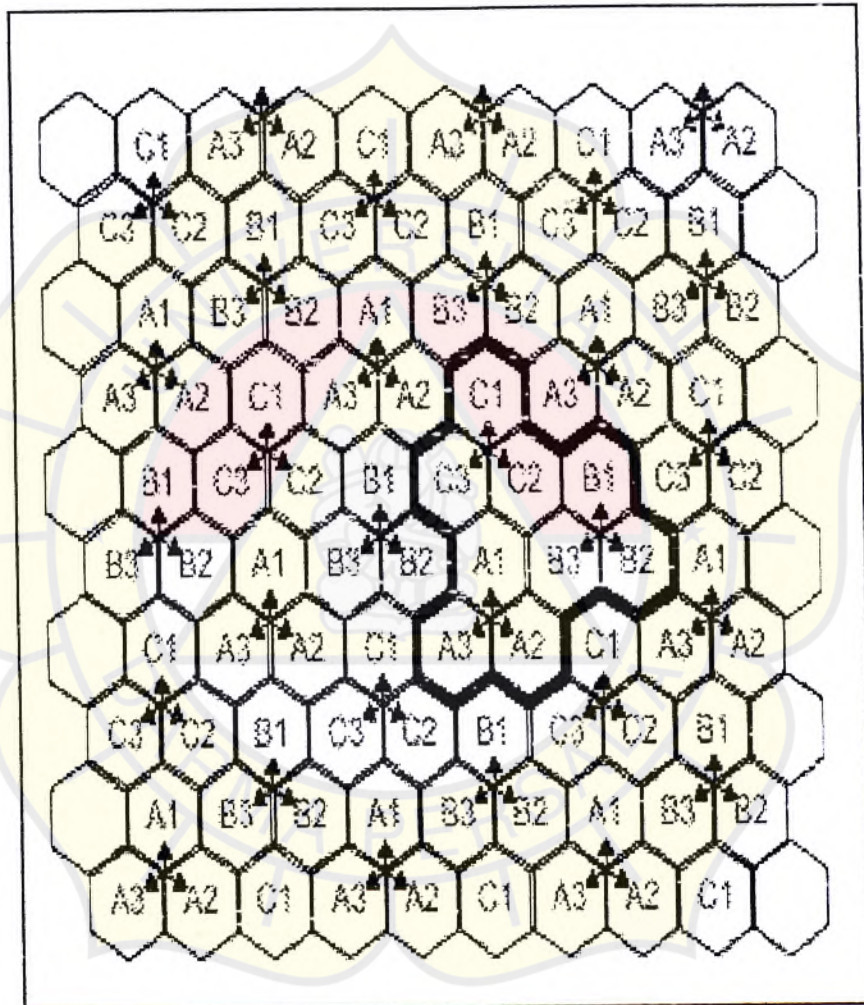
Jumlah total kanal sebanyak 124 kanal yang diperoleh dari lebar pita frekuensi 25 MHz diurutkan melalui proses penomoran frekuensi terendah sampai frekuensi tertinggi. Penomoran kanal direpresentasikan sebagai nomor kanal yang biasa disebut ARFCN (*Absolute Radic Frequency Channell Number*). Penomoran kanal dibagi sesuai dengan band frekuensi yang diberikan oleh pemerintah. Di Indonesia terdapat 3 operator GSM-D900 yang masing-masing operator memperoleh *bandwidth* yang berbeda. Tabel 2.2 menunjukkan alokasi penomoran kanal masing-masing operator GSM -D900.

Tabel 2.2 Alokasi Penomoran Masing-masing Operator GSM-D900

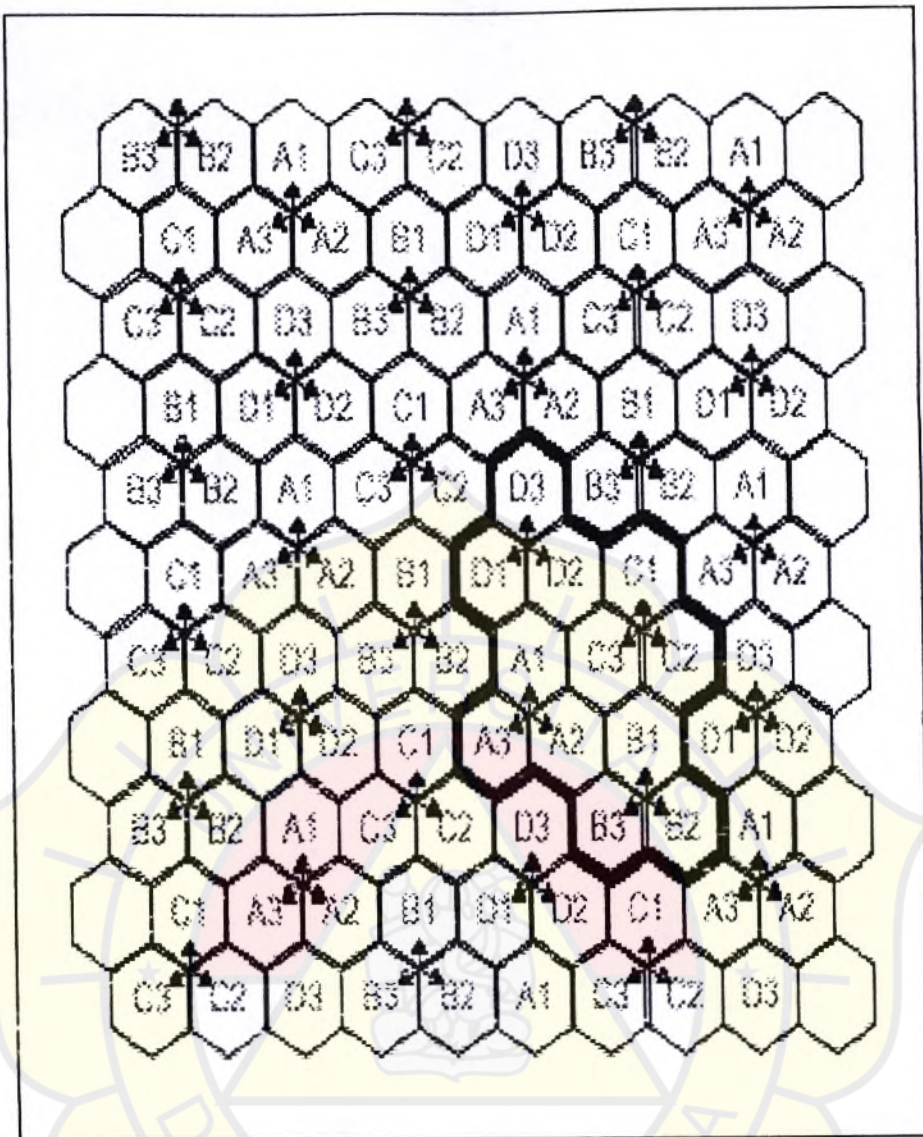
Operator GSM D-900	Bandwidth	ARFCN
PT. Satelindo	10 MHz	1 – 50
PT. Telkomsel	7,5 MHz	51 – 87
PT. Excelcomindo	7,5 MHz	88 - 124

2.5.2. Pengelompokan Kanal

Pada sistem GSM dengan menggunakan antena jenis *directional* (sektorisasi 120°) dan $K=3$ maka jumlah sel pada pola tersebut dikenal dengan pola sel 3/9 membentuk pola seperti pada Gambar 2.7. Jika menggunakan $K=4$ dan sektorisasi 120° maka jumlah sel adalah 12 (pola sel 4/12) Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pola Sel 3/9



Gambar 2.9 Pola Sel 4/12

Pengurutan urutan nomor kanal untuk masing-masing sel diatur agar tidak mengakibatkan interferensi *adjacent*.

Maka untuk pola $K = 3$ dengan *directional* antenna 120° pengaturan kanal frekuensinya sebagai berikut :

A ₁	B ₁	C ₁	A ₂	B ₂	C ₂	A ₃	B ₃	C ₃
51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68
69	70	71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84	85	86
87								

Dengan kanal 87 digunakan sebagai *guard band*.

2.6. Teori Trafik

2.6.1. Besaran Trafik

Trafik dalam sistem telekomunikasi diartikan sebagai lamanya pemakaian saluran yang diduduki dan diukur dengan satuan waktu. Satuan trafik dinyatakan dalam erlang. Definisi satu erlang adalah lamanya pendudukan suatu sirkit selama satu jam terus menerus. Sedangkan intensitas trafik adalah (A) didefinisikan sebagai jumlah total waktu pendudukan dalam suatu selang waktu pengamatan tertentu (per satu satuan waktu).

$$A = \frac{Ch}{T} \dots\dots\dots (2.20)$$

dimana

A = Besarnya intensitas trafik (erlang)

C = Jumlah panggilan pada waktu pengamatan

h = Rata-rata lamanya waktu pendudukan (detik)

T = Lamanya waktu pengamatan (detik / menit)

2.6.2. Grade of Service (GOS)

Grade Of Service adalah gambaran yang menyatakan probabilitas bahwa suatu panggilan akan hilang karena kongesti switching atau transmisi. GOS didefinisikan sebagai presentase panggilan gagal (ditolak) dari seluruh panggilan yang ditawarkan. Pada kondisi $GOS = 1,0 = 100\%$ maka berarti semua panggilan gagal. Untuk sistem selular, GOS pada *link base stasion* bervariasi antara 1% sampai 5%.

Dengan mengetahui trafik (dilambangkan dengan A) yang harus dibangkitkan dan nilai GOS tertentu (dilambangkan dengan B) maka dapat ditentukan jumlah kanal (dilambangkan dengan huruf N) yang dibutuhkan dengan menggunakan persamaan :

$$B = \frac{\frac{A^N}{N!}}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^N}{N!}} \quad (2.21)$$

Untuk memudahkan dalam memperoleh nilai A,B atau N pada persamaan Erlang B diatas dapat menggunakan table *Erlang B*.

2.7. Metode Peramalan

Untuk membuat suatu perancangan jaringan GSM yang akurat, salah satu faktor yang penting adalah ketepatan pembuatan peramalan jumlah pelanggan untuk masa yang akan datang. Peramalan jumlah pelanggan dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode pendekatan yaitu metode pendekatan makro dan mikro.

2.7.1. Metode Pendekatan Mikro

Metode ini digunakan peramalan unit-unit yang kecil seperti misalnya tentang meningkatnya permintaan sambungan telepon diwilayah tertentu. Pada metode ini dibutuhkan adanya pola kebutuhan dari wilayah yang dikelompokkan menurut jenis daerah, yaitu daerah pemukiman, perkantoran, industri dan wisata.

2.7.2. Metode Pendekatan Makro

Metode ini digunakan pada unit yang lebih besar, misalnya peramalan tentang meningkatnya pelayanan jasa telepon dalam lingkup yang lebih besar. Beberapa metode peramalan *demand* telepon dengan pendekatan secara makro adalah sebagai berikut :

1. Metode Time Series (Deret Berkala)

Metoda deret berkala atau biasa disebut metoda ekstrapolasi, tujuan dari metoda ini adalah untuk menemukan pola dalam deret data yang lalu dan mengekstrapolasi data tersebut ke masa depan. Hal yang harus dipertimbangkan dalam memilih suatu metode pada deret berkala adalah mempertimbangkan jenis pola yang akan diramalkan. Pola data yang paling cocok untuk meramalkan jumlah pelanggan adalah dengan menggunakan pola trend. Pola data trend metoda deret berkala dibedakan atas beberapa pola beserta rumus yang digunakan pada metode ini adalah:

- a. Metode Linier / Least Square : $y = a + b.x$
- b. Metode Kuadratis (Parabola) : $y = a + bx + cx^2$

- c. Metode Trend Eksponensial : $y = a.b^x$
- d. Metode Trend Logistik (*Pearl Reed*) : $y = \frac{k}{1+10^{a+bx}}$
- e. Metode Trend Gompertz : $y = k.a^{b^x}$

dimana :

y = variabel tak bebas hasil ramalan

x = variabel bebas periode waktu

a,b,c,k = konstanta

2. Metode Regresi

Metode Regresi terdiri dari beberapa macam metode pendekatan ,

yaitu :

- Metode Regresi Linier
- Metode Regresi Non Linier
- Metode Ekonomi Makro