

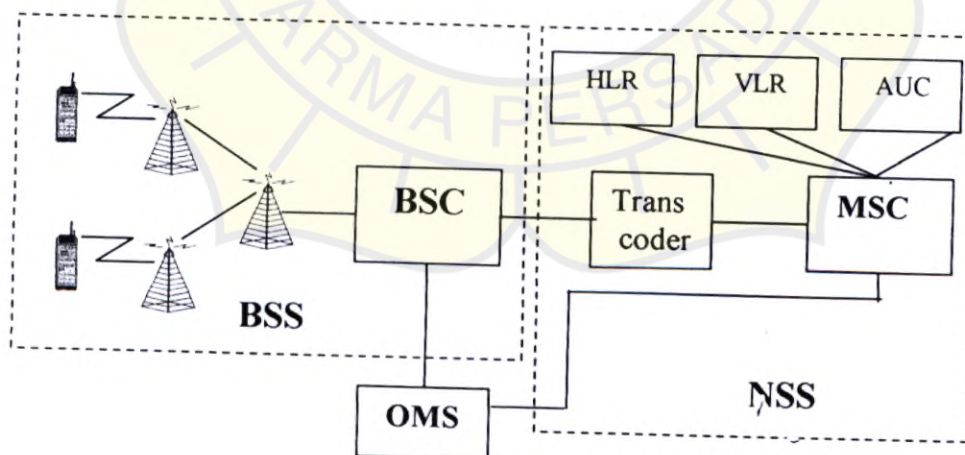
BAB II

GLOBAL SYSTEM MOBILE (GSM)

2.1 Struktur Jaringan GSM (*Global System Mobile*)

Komunikasi bergerak (*mobile communication*) mulai dirasakan perlu sejak orang semakin sibuk pergi ke sana kemari dan memerlukan alat telekomunikasi yang siap dipakai sewaktu - waktu di mana saja ia berada. Salah satu sistem komunikasi bergerak adalah GSM (*Global System Mobile*)

Struktur jaringan GSM (*Global System Mobile*) terdiri dari beberapa subsistem yaitu : *Mobile station (MS)*, *Base station subsystem (BSS)*, *Network and switching sistem (NSS)*, *Operation maintenance subsystem (OMS)*. Untuk struktur jaringan komunikasi seluler ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur Jaringan GSM (*Global System Mobile*)

2.1.1 *Mobile Stasion (MS)*

MS atau *handphone* merupakan suatu perangkat alat komunikasi yang digunakan oleh pelanggan. MS dilengkapi dengan sebuah *smartcard* yang dikenal dengan SIM (*Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan.

2.1.2 *Base Station Subsystem (BSS)*

Base stasion subsystem ini terdiri dari beberapa bagian antara lain :

1. *Base Station Controller (BSC)*

BSC berfungsi mengatur, mengkoordinasi satu atau lebih BTS. BSC memajemen 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 di setiap selnya dimana memiliki frekuensi yang berbeda sehingga tidak terjadi gangguan antar BTS. Dalam BTS terdapat kanal trafik yang digunakan untuk komunikasi.

3. *Transcoder (XCDR)*

Dipergunakan untuk mengubah kecepatan transmisi trafik suara dari 16 Kbps menjadi 64 Kbps (atau sebaliknya). Sebuah kanal yang berisi 4 trafik suara (4x16 Kbps) akan dipisah dan masing-masing trafik suara diubah kecepatan transmisinya menjadi 64 Kbps. Kemudian setiap trafik suara (64 Kbps) dikirim menuju MSC. Karena mempergunakan lintasan 2 Mbps maka unit ini dapat membawa 120 trafik suara sekaligus (30x4x16kbps).

2.1.3 *Network Switching System (NSS)*

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

1. *Mobile Switching Center (MSC)*

MSC berfungsi sebagai pusat telepon bagi keluar masuknya percakapan, tempat penyambungan jalannya komunikasi antar pelanggan atau dengan pelanggan lainnya seperti 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.

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 Cancellor (EC)*

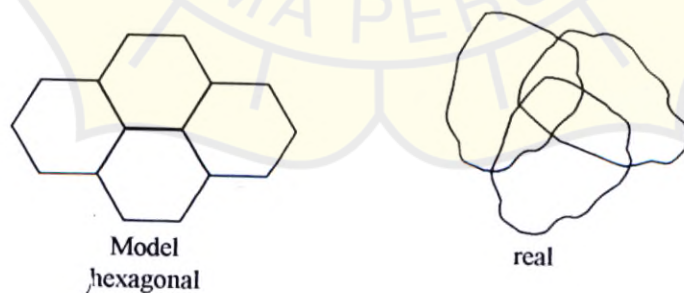
Digunakan untuk sambungan dengan PSTN untuk mengurangi echo (gaung/gema).

2.1.4 *Operation And Maintenance Subsystem (OMS)*

Semua komponen jaringan pada BSS dan NSS pengontrolan, pemeliharaan jaringan, pengoperasian, dan perawatan dipusatkan pada OMS

2.2 Sel

Sel adalah daerah cakupan (*coverage area*) yang mencakup suatu daerah layanan berasal dari sebuah base *tranceiver* (BTS). Suatu sel biasanya di gambar dalam bentuk heksagonal. Namun pada kenyataan yang terjadi dilapangan karena pengaruh dari bermacam faktor, seperti daerah sekitar, kontur permukaan maka dari itu makin sulit untuk membentuk sel dengan bentuk heksagonal yang sempurna dilihat pada gambar 2.2.

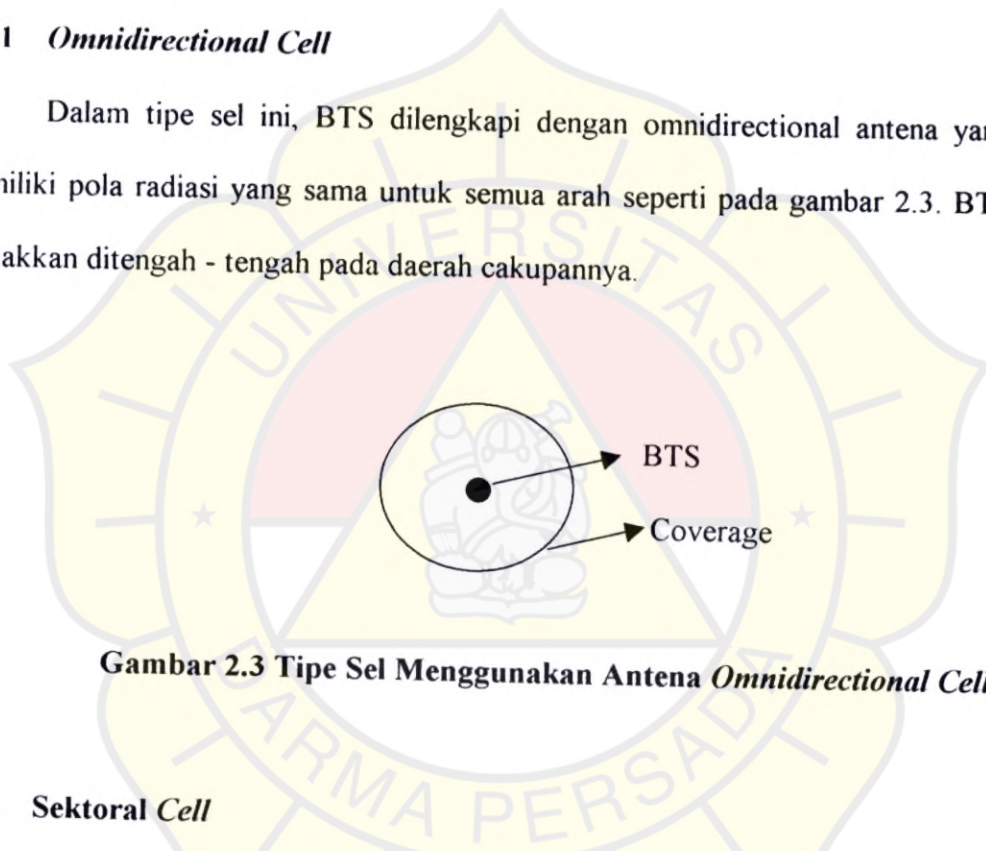


Gambar 2.2 Sel Heksagonal, Dan Real (Nyata)

Jumlah suatu sel dalam suatu area ditentukan oleh jumlah pelanggan MS yang akan beroperasi di area tersebut. MS dapat berhubugan dengan BTS di dalam daerah cakupan BTS tersebut. Besarnya daerah cakupan BTS tersebut tergantung pada tipe antena yang digunakan. Tipe antena yang digunakan menentukan tipe sel. Ada dua macam tipe sel yaitu :

2.2.1 *Omnidirectional Cell*

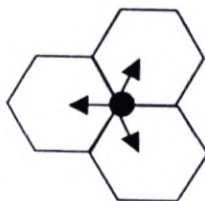
Dalam tipe sel ini, BTS dilengkapi dengan omnidirectional antena yang memiliki pola radiasi yang sama untuk semua arah seperti pada gambar 2.3. BTS diletakkan ditengah - tengah pada daerah cakupannya.



Gambar 2.3 Tipe Sel Menggunakan Antena *Omnidirectional Cell*

2.2.2 *Sektoral Cell*

Dalam tipe sel ini mengarahkan pancaran dari suatu BTS di bentuk ke arah tertentu seperti pada gambar 2.4. Sektorisasi dilakukan karena kenaikan trafik suatu sel pada sektor tertentu saja atau trafik pada suatu sel tidak merata, sehingga kapasitas kanal lebih banyak dialokasikan pada sektor yang trafiknya lebih tinggi. Biasanya sektorisasi dibagi menjadi sektorisasi 60 dan 120. Pada sektorisasi 60 pengarahannya menuju keenam arah sedangkan pada sektorisasi 120 pengarahannya menuju ketiga arah.



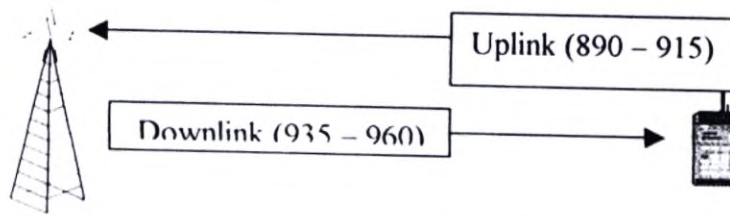
Gambar 2.4 Tipe Sel Menggunakan Antena Sektor

2.3 Kanal - kanal antar muka radio

Kanal - kanal antarmuka radio (*air interface*) adalah semua aspek hubungan antara MS dengan BTS antara lain penggunaan frekuensi, multiplexing, Coding termasuk didalamnya kanal fisik dan kanal logic. Kanal - kanal tersebut ada 2 jenis : kanal fisik dan kanal logic.

2.3.1 Kanal Fisik

Pada air interface GSM menggunakan dua teknik multiplexing, yaitu FDMA dan TDMA. FDMA membagi frekuensi menjadi 124 kanal yang kemudian diberi nomor yang disebut ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*) dengan space channel 200 Khz. Range frekuensi 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 dikirim setiap 4,615 ms secara periodik.



Gambar 2.5 Uplink Downlink

2.3.2 Kanal Logic

Kanal *logic* adalah penamaan kanal berdasarkan informasi yang dibawa oleh kanal fisik. Kanal *logic* terbagi menjadi dua bagian, yaitu : Traffic channel (TCH) dan kanal *signalling*.

1. *Traffic Channel* (TCH)

Kanal trafik (TCH) adalah kanal - kanal yang disediakan untuk dipakai oleh pelanggan ketika melakukan hubungan telepon. Bila dalam satu sel terdapat 2 TRX, maka terdapat 18 kanal tetapi dikurang 2 kanal yaitu 1 kanal BCCH dan 1 kanal SDCCH dan sisanya untuk kanal TCH. TCH dibagi menjadi dua jenis yaitu *full rate* dan *Half rate*

- a. *Full Rate Traffic Channel* (TCH/F) adalah kanal yang mempunyai kecepatan transmisi sebesar 13 kbit/s
- b. *Half Rate Traffic Channel* (TCH/H) adalah kanal yang mempunyai kecepatan transmisi sebesar 6,5 kbit/s.

2. Kanal *Signalling*

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

a. BCCH (*Broadcast Control Channel*)

Kanal ini biasanya menempati TS0 pada satu TRX dalam satu sel secara terus menerus, dan mengakses pelanggan secara downlink saja.

Kanal ini membawa informasi sel - sel tetangga. BCCH juga memberi informasi LAC (*Location Area Code*) yaitu identitas sel - sel bertetangga dan diberi satu identitas tertentu

b. SDCCH (*Stand Alone Dedicated Control Channel*)

Kanal ini biasanya menempati 1 TS ketika pelanggan memulai suatu hubungan SMS, maupun GPRS.

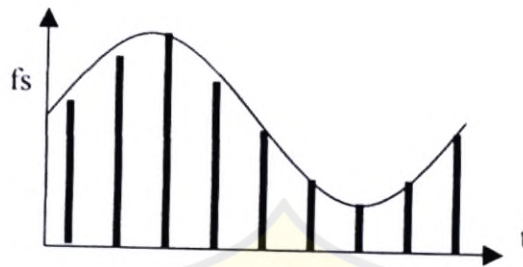
2.4 Sistem Transmisi Digital

Sinyal komunikasi yang menerapkan pentransmisi sinyal - sinyal yang digitalkan atau dikodekan dalam biner, merupakan system PCM. Pengkonversian sinyal analog ke dalam bentuk sinyal digital dilakukan beberapa tahapan, mula-mula pada bagian pengirim dilakukan pencuplikan (*sampling*), kemudian proses kuantisasi (*quantizing*), proses pengkodean (*coding*). Dalam system komunikasi selluler menggunakan metode PCM 30.

1. Pencuplikan (*Sampling*)

Pencuplikan adalah proses pengambilan sample dari suatu sinyal analog berupa pulsa - pulsa diskrit atau disebut juga sinyal PAM (*pulse amplitude modulation*). Proses pencuplikan dilakukan dengan baik apabila frekuensi pencuplikan (*sampling* frekuensi) besarnya dua kali lebar pita frekuensi

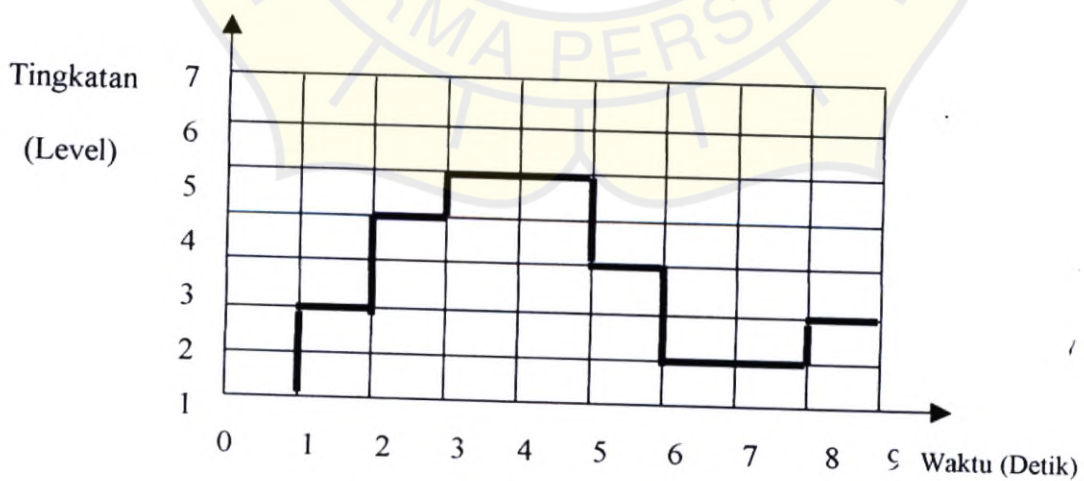
sinyal analog yang dicuplik (sinyal informasi asli 4KHz). Dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Pencuplikan (*Sampling*) Sinyal Analog

2. Kuantisasi (*Quantising*)

Tahapan berikutnya setelah dilakukan pencuplikan adalah kuantisasi yaitu proses dimana amplitudo sinyal PAM dibagi menjadi sejumlah tingkatan (level) amplitudo diskrit yang sudah ditentukan sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk keperluan pengkodean, dimana setiap level akan dikodekan dengan suatu kode biner. Hasilnya kuantisasi sinyal ini disebut sinyal terkuantisasi (*Quantized Signal*). Dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Proses kuantisasi

3. Pengkodean (*coding*)

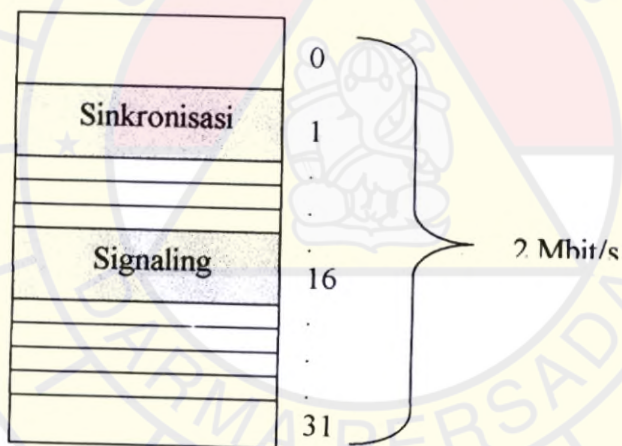
Pulsa - pulsa dari sinyal PAM yang sudah dikuantisasi, Amplitudonya selalu menempati level - level yang telah ditetapkan. Untuk setiap level (tingkatan) kuantisasi dengan nilai biner yang sesuai dikonversikan desimal ke biner. Dimana M adalah jumlah tingkat (level) kuantisasi dan m adalah jumlah binary digit (bit) dari kode biner. Sebagai contoh untuk 16 level kuantisasi, dikodekan kedalam biner 4 bit (untuk $M = 16$ maka $m = 4$, karena $16 = 2^4$). Tabel 2.1 dibawah ini menunjukkan hasil pengkodean 16 level kuantisasi kedalam kode biner atau konversi desimal ke biner.

Tabel 2.1 Hasil Pengkodean 16 Level Kuantisasi

Level Kuantisasi	Output Pengkodean (dalam kode biner)			
	b1	b2	b3	b4
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

2.5 Frame Structure 2 Mbit/s (PCM 30)

Bila kita mengacu pada teori sampling untuk sinyal pembicaraan 4 kHz (sinyal informasi asli), maka pada jaringan telephon, frekuensi pencuplikan besarnya dua kali lebar pita frekuensi sinyal analog yang dicuplik (sinyal informasi) adalah $2 \times 4 \text{ kHz} = 8 \text{ kHz}$ atau 8000 kali per detik maka interval tiap sampling mempunyai periode $1/8000 \text{ Hz}$ (periode satu putaran penuh) atau $125 \mu\text{s}$. Setelah sinyal informasi melewati proses sampling dan kuantisasi setelah itu dikodekan kedalam bentuk biner, setiap 8 bit biner disebut sample (satu gelombang) mempunyai waktu $125 \mu\text{s}$. Untuk 1 PCM channel adalah 64 Kbps dari $8 \text{ bit} \times 8000 \text{ Hz}$ dimana 8 kHz merupakan banyaknya gelombang.



Gambar 2.8 Pulse Code Modulation (PCM) 30

$2^8 = 256$ level kuantisasi jumlah tingkat (level), 8 bit = jumlah binary digit (bit). Dalam system ini, setiap frame ($125 \mu\text{s}$) terdiri dari 32 time slot (kanal). 30 kanal informasi, 1 kanal untuk pensinyalan (*signaling*) menempati kanal ke 1 dan 1 kanal untuk sinkronisasi menempati kanal 16.

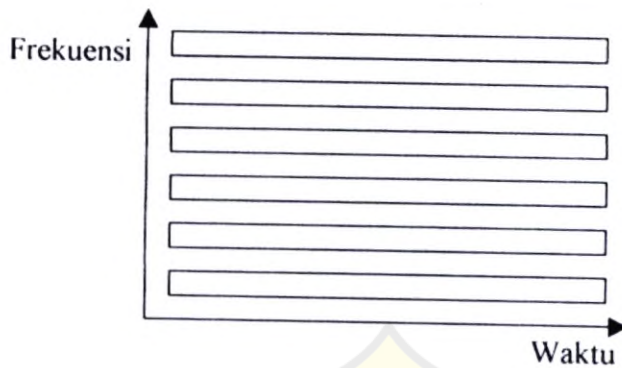
2.6 Penggandaan Saluran (Multiplexing)

Agar sarana transmisi dapat dimanfaatkan secara efisien adalah dengan menggunakan teknik multiplexing (penggandaan saluran). Dimisalkan ada suatu saluran mampu mengirimkan satu informasi dalam suatu waktu, tetapi dengan menggunakan perangkat multiplex, sehingga saluran tadi dapat digunakan untuk menyalurkan lebih dari satu informasi. Teknik penggandaan saluran terdiri dari dua macam yaitu :

2.6.1 Frekuensi Division Multiplex (FDM)

FDM adalah penggandaan transmisi dengan cara pembagian frekuensi atau metode multiplek dengan membagi suatu bidang frekuensi menjadi beberapa bagian bidang frekuensi yang lebih sempit, yang disebut sebagai kanal frekuensi. Suara manusia yang disalurkan melalui sarana telekomunikasi dapat dimengerti apabila getaran suara berfrekuensi 300 Hz sampai dengan 3400 Hz, jadi lebar untuk saluran percakapan (voice channel) berada selebar 4 kHz.

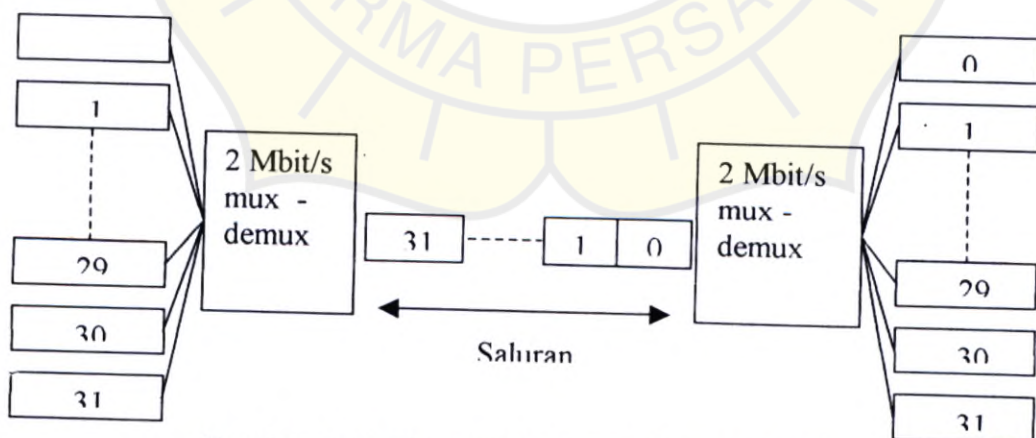
Setiap kanal frekuensi tersebut digunakan untuk mentransmisikan (membawa) sinyal informasi yang berbeda dalam waktu yang bersamaan, dengan kata lain bahwa dalam FDM beberapa sinyal ditransmisikan secara bersamaan (waktu yang sama) dalam satu saluran, dengan syarat informasi yang disalurkan harus analog sedangkan bila yang disalurkan sinyal digital harus diubah lebih dahulu ke dalam analog.



Gambar 2.9 Frekuensi Division Multiplex (FDM)

2.6.2 Time Division Multiplex (TDM)

TDM atau penggandaan kanal dengan cara pembagian waktu yang dimaksud adalah dimana suatu saluran mengirimkan sinyal informasi sekaligus tetapi berdasarkan waktu (bergantian). Akibat penggunaan secara bergantian ini, berarti sinyal informasi yang analog terpotong – potong menjadi pulsa – pulsa sehingga sinyalnya berupa digital.



Gambar 2.10 Time Division Multiplex (TDMA)

2.7 Trafik

Secara umum trafik dapat diartikan sebagai perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lain melalui jaringan telekomunikasi. Besaran dari suatu trafik telekomunikasi diukur dengan satuan waktu, sedangkan nilai trafik dari suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut. Salah satu tujuan perhitungan trafik adalah untuk mengetahui unjuk kerja jaringan (*Network Performance*) dan mutu pelayanan jaringan telekomunikasi (*Quality of Service*).

Untuk menggambarkan ukuran kesibukan digunakan istilah “ *Erlang* “ Yang dimaksud dengan 1 erlang adalah apabila sebuah saluran diduduki secara terus - menerus selama satu jam.

$$A = \frac{Ch}{T}$$

dimana

A = Besarnya intensitas trafik (erlang)

C = Jumlah panggilan pada waktu pengamatan

h = Rata-rata lamanya waktu pendudukan (detik)

T = Lamanya waktu pengamatan (detik / jam)

2.7.1 Jam Sibuk (*Busy Hour*)

Jam sibuk adalah periode pengamatan dalam waktu 60 menit terus-menerus dengan waktu yang tetap dimana selama itu terjadi intensitas trafik terpadat. Intensitas lalu lintas berubah-ubah dari waktu ke waktu hari ke hari dan

Dual band pada mobile station dan jaringan memungkinkan operator GSM dapat mengakses frekuensi selain frekuensi GSM, misalnya frekuensi DCS 1800.

4. Half rate

Dengan menggandakan jumlah kanal trafik maka kapasitas kanal dapat bertambah namun akan mengurangi kualitas pembicaraan, dengan metode ini kecepatan pembicaraan atau data menjadi 6,5 kbps.

2.11 Lonjakan Trafik

Lonjakan trafik adalah suatu lonjakan dimana kondisi trafiknya diatas dari kondisi normalnya, maksudnya adalah banyaknya suatu aktivitas berkomunikasi dalam penggunaan ponsel seluler, diatas dari kondisi rata - rata trafiknya tetapi lonjakan trafik ini terjadi hanya beberapa hari saja. Terjadinya suatu lonjakan trafik disebabkan karena pada situasi tertentu contohnya seperti pada saat hari raya IDUL FITRI. Situasi inilah yang akan menyebabkan terjadi suatu lonjakan trafik. Lonjakan trafik untuk tiap selnya berbeda - beda karena sel mengcoverage untuk wilayah yang berbeda - beda.

Meskipun lebaran sudah berlangsung (sudah lewat), namun lalu lintas percakapan melalui ponsel seluler trafiknya masih tinggi dan masih diatas rata - rata dikarenakan mungkin suasana lebaran masih terasa sehingga dimanfaatkan pengguna ponsel untuk melakukan komunikasi.

Agar pelayanan dapat berjalan dengan baik, para operator telah mempersiapkan diri untuk dapat mengatasi peningkatan trafik atau apabila adanya

suatu lonjakan - lonjakan trafik. Untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menambah kapasitas kanal TCH atau menambah *Transmitter* (TRX) baru di daerah yang trafiknya padat, membangun BTS baru dan meningkatkan kapasitas dan kualitas pada seluruh elemen jaringan.



bulan ke bulan. Oleh sebab itu dikenal jam sibuk, hari sibuk dan bulan sibuk. Kesibukan berbeda-beda untuk setiap tempat sebab itu untuk jumlah telepon yang sama maka kapasitas sentral telepon yang dibutuhkan tidak sama. Penempatan rata-rata jam sibuk di klasifikasikan kedalam 4 (empat) cara, yaitu :

1. *Time Consistent Busy Hour (TCBH)*

Metode pengamatan jam sibuk yang waktunya tetap yaitu periode 60 menit terus-menerus dengan waktu yang tetap yang ditemukan berdasarkan hasil penelitian pada waktu-waktu sebelumnya.

2. *Bouncing Busy Method (BBH)*

Disebut juga dengan *post selected busy hour* yaitu pengamatan dimana jam sibuk ditentukan oleh kesibukan trafik yang murni sesuai dengan kepadatan dari waktu ke waktu setiap harinya. Dengan demikian dapat saja terjadi periode jam sibuk pada suatu hari akan berbeda dengan jam sibuk hari lainnya.

3. *Average Busy Season (ABS)*

Pengamatan berdasarkan rata-rata trafik yang tertinggi dalam setahun. Diambil tiga bulan yang tertinggi trafiknya dan tidak perlu berurutan.

4. *Average Busy Season Busy Hour (ABSBH)*

Merupakan rata-rata trafik *time consistent Busy Hour* dalam tiga bulan tidak perlu berurutan yang memiliki rata-rata trafik tertinggi. Datanya tidak termasuk hari-hari besar negara yang trafiknya sangat tinggi.

2.8 Voice Quality

Voice quality adalah suatu kondisi kualitas suara yang dapat didengar pada saat kita berkomunikasi sehingga terciptanya komunikasi yang baik (kualitas suara). Voice quality dapat disebut juga *mean opinion scores* (MOS). Untuk mengetahui kualitas suara dilihat pada tabel. Dilihat pada tabel untuk arti kondisi MOS adalah sebagai berikut :

- kualitas angka 5 kualitasnya bagus sekali seperti kalau kita bicara langsung tanpa lewat telepon
- Kualitas angka 4 kualitasnya bagus standart kualitas telepon
- Kualitas angka 3 kualitasnya cukup bisa didengar tapi ada sedikit gangguan pada kualitas suaranya.
- Kualitas angka 2 kualitasnya jelek kurang bisa dimengerti (kurang jelas)
- Kualitas angka 1 kualitasnya tidak bisa didengar.

Tabel 2.2 Kualitas Suara

Level	Kualitas suara
5	Excelent
4	Good
3	Fair
2	Poor
1	Unsatisfactory

2.9 Metode Peramalan

Peramalan merupakan alat bantu untuk melakukan suatu persiapan untuk masa yang akan datang atau Peramalan dapat juga diartikan sebagai suatu kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang.

Perumusan perhitungannya adalah sebagai berikut

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

dimana :

- y = hasil ramalan a,b,c = konstanta
- x = periode waktu

2.10 METODE PENAMBAHAN KAPASITAS

Penambahan kapasitas diantaranya dapat dilakukan dengan cara :

1. Penambahan sel baru dengan cara cell splitting
 Dilakukan dengan cara membagi suatu sel menjadi sel-sel yang berukuran lebih kecil, sehingga kapasitas yang diinginkan bertambah.
 Dengan cara ini level daya yang digunakan dapat dikurangi
2. Pengulangan frekuensi (frekuensi reuse)
 Frekuensi reuse adalah pengulangan frekuensi yang sudah digunakan akan diulang kembali.
3. Menambah jumlah kanal frekuensi