

## BAB II

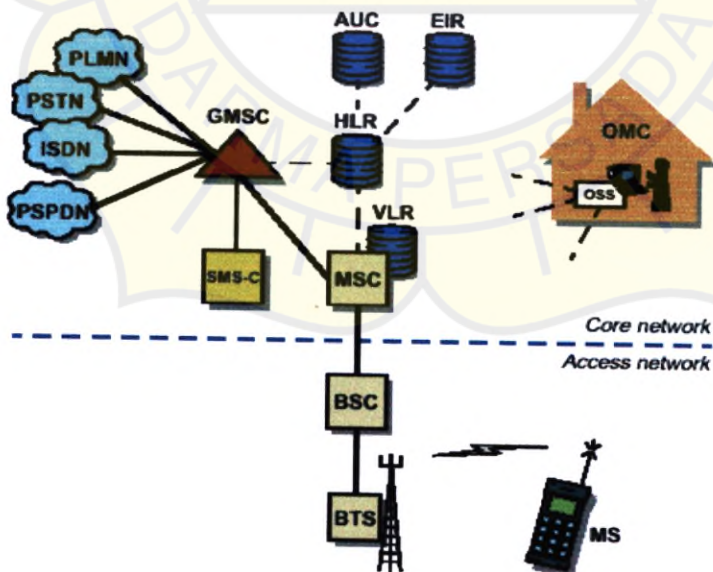
### KOMUNIKASI SELULER GSM

#### 2.1 Arsitektur Jaringan GSM

Sebuah jaringan GSM dibangun dari beberapa komponen fungsional yang memiliki fungsi dan interface masing-masing yang bersifat spesifik. Secara umum jaringan GSM terdiri dari tiga bagian utama yaitu :

- *Switching Subsystem (SSS)*
- *Radio Subsystem (RSS)*
- *Operation and Maintenance System (OMS)*

Komponen-komponen pada jaringan GSM tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komponen Jaringan GSM

### 2.1.1 Switching Subsystem (SSS)

*Switching Subsystem (SSS)* mempunyai fungsi antara lain<sup>1</sup> :

- Mengatur komunikasi antar pelanggan GSM
- Mengatur komunikasi pelanggan GSM dengan network lain
- Menyimpan data pelanggan untuk keperluan komunikasi pelanggan dan pengelolaan pergerakan (*mobility management*)

Sedangkan SSS memiliki beberapa komponen sebagai berikut :

- MSC (*Mobile Switching Center*)
- HLR (*Home location Register*)
- VLR (*Visitor Location Register*)
- AuC (*Authentication Center*)
- EIR (*Equipment Identity Register*)

MSC merupakan komponen terpenting dalam SSS. MSC bertindak seperti *switching* pada PSTN ataupun ISDN yang mempunyai kemampuan untuk mengatur pelanggan bergerak seperti registrasi, autentikasi, pembaharuan lokasi (*location updating*), handover, dan pengarahannya panggilan (*call routing*) untuk pelanggan *roaming (roaming subscriber)*. Fungsi pengaturan pelanggan bergerak tersebut dapat terlaksana atas kerjasama dengan komponen lain dalam SSS.

HLR berfungsi untuk menyimpan semua data dan informasi mengenai pelanggan yang tersimpan secara permanen, dalam arti tidak tergantung pada posisi pelanggan. HLR bertindak sebagai pusat informasi pelanggan yang setiap waktu

---

<sup>1</sup> Introduction of Global System for Mobile Communication

akan diperlukan oleh VLR untuk merealisasikan terjadinya komunikasi pembicaraan.

VLR berfungsi untuk menyimpan data dan informasi pelanggan yang bersifat dinamis. Data dan informasi yang tersimpan dalam VLR secara otomatis akan selalu berubah mengikuti pergerakan pelanggan. Adanya informasi mengenai pelanggan dalam VLR memungkinkan MSC untuk melakukan hubungan baik panggilan masuk (*incoming call*) maupun panggilan keluar (*outgoing call*).

AuC/AC menyimpan semua informasi yang diperlukan untuk memeriksa keabsahan pelanggan, sehingga usaha untuk mencoba mengadakan hubungan pembicaraan bagi pelanggan yang tidak sah dapat dihindarkan. Disamping itu AuC berfungsi untuk menghindari adanya pihak ketiga yang secara tidak sah mencoba untuk menyadap pembicaraan. Intinya AuC merupakan elemen yang bertanggungjawab terhadap system proteksi dalam system GSM. AuC juga melindungi pelanggan GSM dari proses penggandaan.

EIR adalah *database* yang berisi seluruh daftar *Mobile Equipment* (ME) yang valid dalam jaringan GSM, dimana tiap ME diidentifikasi dengan *International Mobile Equipment Identity* (IMEI). Dengan data bank perangkat ini maka akan menghindari penggunaan MS oleh pencuri MS, karena jaringan akan memblokir perangkat yang telah dicuri.

### 2.1.2 *Radio Subsystem (RSS)*

*Radio Subsystem* (RSS) terdiri dari :

- *Mobile Station* (MS)
- *Base Station Sub-System* (BSS)

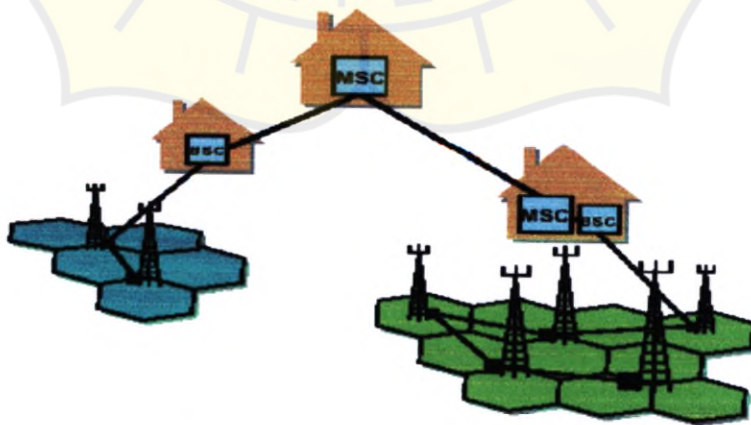
MS (*Mobile Station*) merupakan perangkat yang secara langsung digunakan oleh pelanggan untuk berkomunikasi. MS terdiri dari *mobile equipment* (ME) and sebuah *smart card* yang disebut *Subscriber Identity Module* (SIM).

BSS menghubungkan MS dengan SSS. BSS terdiri dari dua komponen utama, yaitu :

- *Base Transceiver Station* (BTS) atau *Base Station*.
- *Base Station Controller* (BSC).

BTS berfungsi sebagai interkoneksi antara infrastruktur sistem selular dengan MS. BTS harus selalu memonitor MS yang masuk ataupun yang keluar dari sel BTS tersebut. Luas jangkauan dari BTS sangat dipengaruhi oleh lingkungan, antara lain topografi dan gedung di sekitarnya. Pada prinsipnya BTS merupakan kepanjangan tangan dari BSC.

BSC (*Base Station Controller*) bertugas mengontrol dan memonitor fungsi beberapa BTS yang berada di suatu daerah dan mengatur penggunaan frekuensi radio. Pada umumnya setiap BSC terdiri atas banyak BTS, dengan masing-masing BTS mempunyai area yang berbeda.



Gambar 2.2 *Base Station Controller* (BSC)

### 2.1.3 Operation and Maintenance System (OMS)

*Operation and Maintenance System* (OMS) adalah komponen dalam jaringan GSM yang diperlukan berkaitan dengan operasi dan pemeliharaan jaringan. Sub-sistem ini bertanggungjawab terhadap fungsi aspek O&M (*Operation and Maintenance*) yang mengkombinasikan semua bentuk tindakan yang diperlukan untuk menjaga sistem secara keseluruhan agar berjalan lancar tanpa adanya kesalahan fungsi.

## 2.2 Konsep Selular

Pada sistem selular, area layanan sebuah operator telekomunikasi dibagi-bagi menjadi beberapa area kecil yang disebut sel (*cell*). Bentuk dan ukuran sel ditentukan oleh jenis antena yang digunakan dan besar kecilnya daya pancar transmitter. Konsep sistem selular adalah penggunaan transmisi daya rendah agar prinsip *frequency reuse* dapat tercapai. *Frequency reuse* adalah pengulangan frekuensi yang sama pada lokasi yang berbeda dengan jarak tertentu. Dengan pembatasan daya pancar transmitter, maka pengaruh interferensi kanal bersama (*co-channel interference*) dapat dikurangi. Sel dimodelkan sebagai bentuk heksagonal.



Gambar 2.3 *Frequency reuse*

Pada Gambar 2.3 terlihat contoh *frequency reuse* dengan jumlah kanal frekuensi 7 buah. Frekuensi yang digunakan oleh tiap sel yang letaknya berdekatan tidak boleh bersebelahan atau bahkan sama.

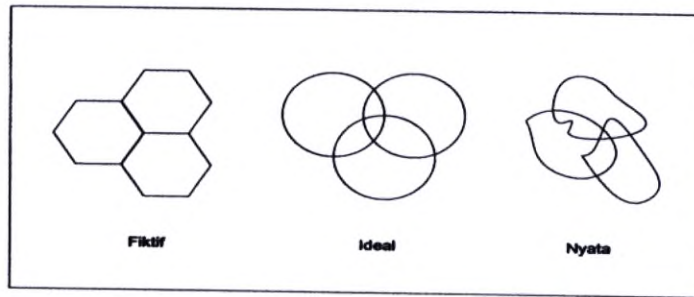
### 2.2.1 Cluster

*Cluster* adalah kumpulan dari beberapa sel . Dalam satu *cluster* tidak terjadi pengulangan frekuensi yang sama, sehingga tiap sel dalam *cluster* tersebut memiliki frekuensi yang berbeda. Pada Gambar 2.3 ditunjukkan *cluster* dengan 7 sel yang memiliki frekuensi yang berbeda.

### 2.2.2 Tipe Sel

Kata seluler berasal dari sel. Artinya, satu daerah kawasan tertentu dengan daerah layanan yang luas, dibagi – bagi menjadi kawasan yang lebih kecil, dan daerah kawasan yang lebih kecil tersebut dinamakan sel. Bentuk sel ideal adalah lingkaran, yang pada umumnya menggunakan antena omnidireksional, akan tetapi karena bentuk lingkaran mempunyai sifat tumpang tindih (*overlapping*), maka digunakan bentuk sel heksagonal sebagai sel fiktif, seperti terlihat pada gambar 2.4.

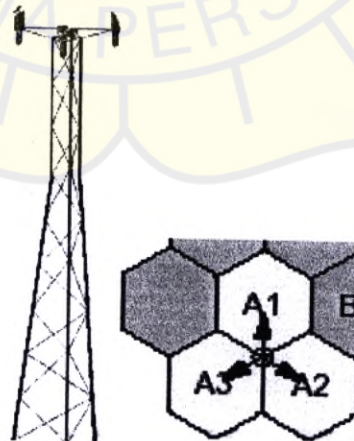
Dalam kenyataannya, bentuk sel itu tidak beraturan, bergantung pada lingkungan tempat sel itu berada. Untuk lebih menyederhanakan perencanaan dan perancangan system seluler digunakan bentuk heksagonal, karena bentuk heksagonal mendekati lingkaran yang merupakan bentuk ideal dari daerah cakupan.



**Gambar 2.4. Bentuk – bentuk sel**

Luas daerah cakupan sel dapat dimodifikasi dengan mengubah kuat sinyal dari BTS, yang pada umumnya dilakukan pada saat perencanaan sel. Bentuk sel dipengaruhi oleh tipe antenna. Sebuah BTS dapat menggunakan antenna omnidireksional ataupun antenna pengarah. Pada BTS yang menggunakan antenna omnidireksional, BTS tersebut memiliki kuat sinyal yang sama pada arah horizontal melingkar di sekeliling antenna.

BTS yang menggunakan tiga antenna pengarah, dengan setiap antenna meliputi area dengan sudut  $120^\circ$ , ia mempunyai tiga sektor sel disekelilingnya. Gambar 2.5. berikut memperlihatkan sel dengan tiga sektor.



**Gambar 2.5. Tipe sel yang menggunakan antenna sector**

Tidak diperlukan harus ada tiga sektor dalam satu sel. Bergantung pada daerah cakupan dan kepadatan trafik yang harus dilayani, bisa saja dua sektor atau satu antenna omni untuk sel yang bersangkutan.

1. Sel Makro (*macrocell*)

Sebuah sel makro beroperasi dengan daya keluaran tinggi dan biasanya dipasang di atas gedung atau sebuah menara (*tower*). Tipe ini dioperasikan untuk menyediakan daerah cakupan (*coverage area*) yang luas, baik untuk dalam ruangan (*indoor*) maupun luar ruangan (*outdoor*).

2. Sel payung (*umbrellacell*)

Sel payung adalah sebuah sel makro yang digunakan untuk memperbesar daerah cakupan beberapa sel, biasanya digunakan untuk mengatasi daerah bintik kosong (*blank spot*) dan juga untuk melayani akses jaringan sewaktu pelanggan bergerak dengan cepat, misalnya kendaraan yang sedang melaju di jalan tol.

3. Sel mikro (*microcell*)

Sebuah sel mikro beroperasi dengan daya keluaran yang rendah dan dipasang pada ketinggian sedang atau dibawah ketinggian gedung sekitarnya. Tipe ini dioperasikan untuk menyediakan daerah cakupan yang lebih kecil ( $\pm 300$  m) dengan kondisi trafik informasi yang sangat padat.

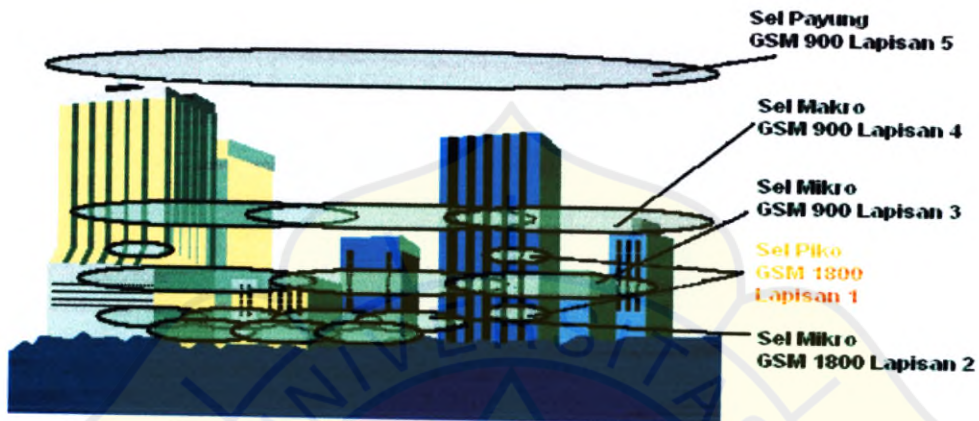
Sel mikro biasanya di tempat pusat bisnis, seperti pusat perbelanjaan, kawasan perkantoran dimana setiap pelanggan bergerak lambat.

4. Sel piko (*picocell*)

Sel piko didesain untuk keperluan dalam ruangan dan mampu mengatasi kondisi trafik informasi yang sangat padat. Sel piko beroperasi dengan daya



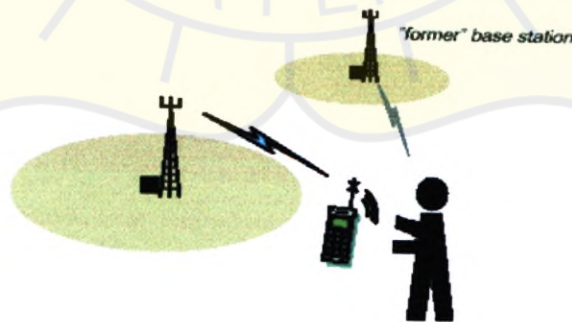
keluaran yang rendah dan daerah cakupannya dapat mengikuti bentuk bangunan. Karena digunakan untuk keperluan dalam ruangan, maka sel piko dapat ditempelkan di dinding dan langit-langit bangunan.



Gambar 2.6 Tipe sel

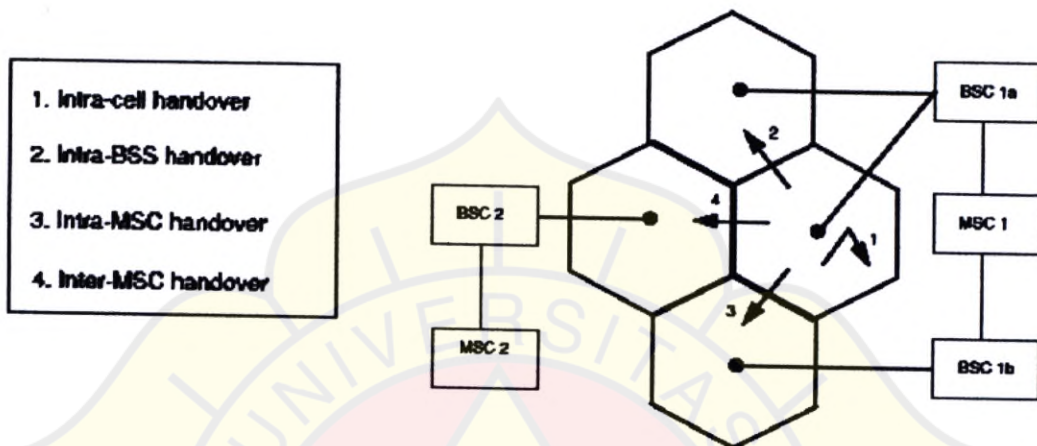
### 2.3 Handover

*Handover* adalah proses pengalihan kanal trafik dari satu sel ke sel lainnya secara otomatis pada MS yang sedang digunakan untuk berkomunikasi (*dedicated mode*) tanpa terjadi pemutusan hubungan (*drop call*).



Gambar 2.7 *Handover* - Perubahan *base station* ketika melakukan *out going call*

Dengan mengatur proses handover secara optimal dapat memberikan dampak yang besar bagi sistem selular. Hal ini karena apabila MS berkomunikasi dengan sel yang tidak tepat, maka MS akan mendapatkan kualitas hubungan yang buruk .



Gambar 2.8 Jenis-jenis *Handover*

Ada 4 penyebab dilakukannya *handover*, yaitu :

1. Kualitas hubungan terlalu rendah

Rendahnya kualitas hubungan ditunjukkan dengan parameter RXQUAL yang lebih tinggi dari standar yang ditentukan.

2. Tingkat sinyal penerimaan terlalu rendah

Rendahnya tingkat sinyal penerimaan ditunjukkan dengan parameter RXLEV yang lebih rendah dari standar yang ditentukan.

3. Jarak MS ke BTS terlalu jauh

Radius dari sel GSM maksimum adalah 35 km.

4. Sel tetangga lebih baik

Penyebabnya adalah kualitas hubungan dari sel tetangga lebih baik dari pada sel pelayan (*-serving cell*), walaupun kualitas hubungan dari sel yang melayani

sebenarnya cukup baik. Semakin baik kualitas hubungan antara MS dan sel, maka interferensi yang dialami hubungan tersebut lebih rendah.

Ada beberapa macam tipe *handover*:

- *Intra-Cell Handover*, pemindahan informasi yang dikirim dari satu kanal ke kanal yang lain pada sel yang sama. Dilakukan karena terjadi gangguan interferensi atau operasi pemeliharaan.
- *Intra-BSC Handover*, yaitu *handover* yang dikontrol oleh BSC. BTS yang lama dan baru sama-sama di bawah kendali sebuah BSC. *Handover* seluruhnya ditangani oleh BSC. MSC menerima informasi lokasi sel baru yang digunakan MS dari BSC.
- *Intra-MSC Handover*, *handover* yang terjadi dalam sebuah MSC. BTS lama dan yang baru berada di bawah sebuah MSC tapi dikendalikan oleh BSC yang berbeda.
- *Inter-MSC Handover*, *handover* antar dua MSC. BTS lama dan yang baru berada pada MSC area yang berbeda.

#### 2.4 Sistem Selular GSM

Berdasarkan standar GSM, sistem GSM 900 merupakan sistem selular yang menggunakan daerah frekuensi 900 Mhz sebagai pita utama (*primary band*). *Primary band* (P-GSM 900) ini dibagi menjadi 2 subpita (*subband*) dengan lebar pita (*bandwidth*) 25 Mhz, yaitu 890 MHz sampai 915 MHz dan 935 MHz sampai 960 MHz<sup>2</sup>.

*Uplink* : 890 MHz sampai 915 MHz

---

<sup>2</sup> Ericsson , GSM SYSTEM

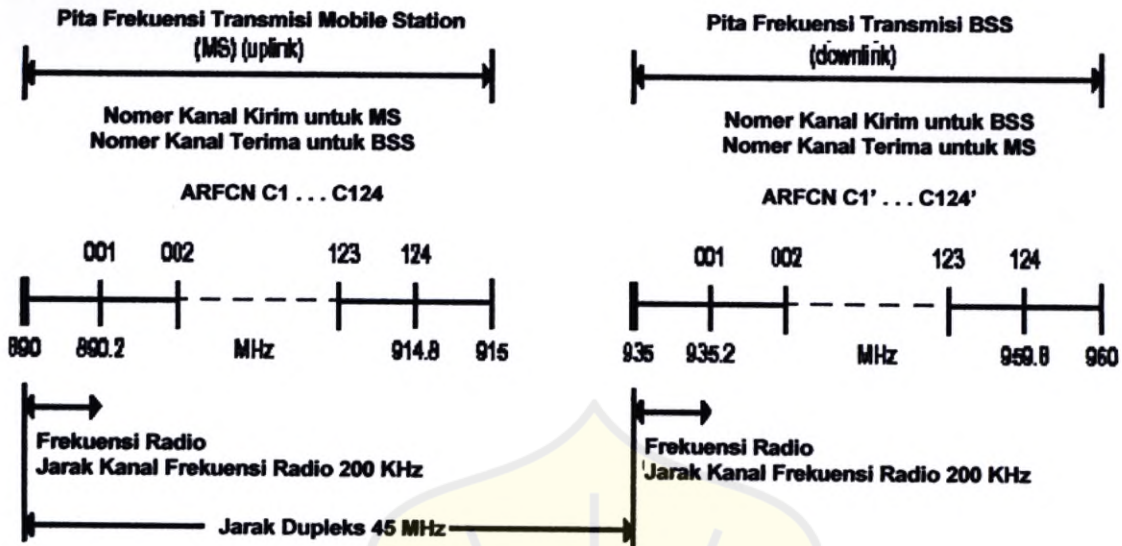
*Downlink* : 935 MHz sampai 960 MHz

Subpita terendah dipakai untuk *uplink*, agar daya yang ditransmisikan oleh MS (*mobile station* atau lebih dikenal *handphone*) ke BTS (*Base Transceiver Station*) tidak perlu besar.

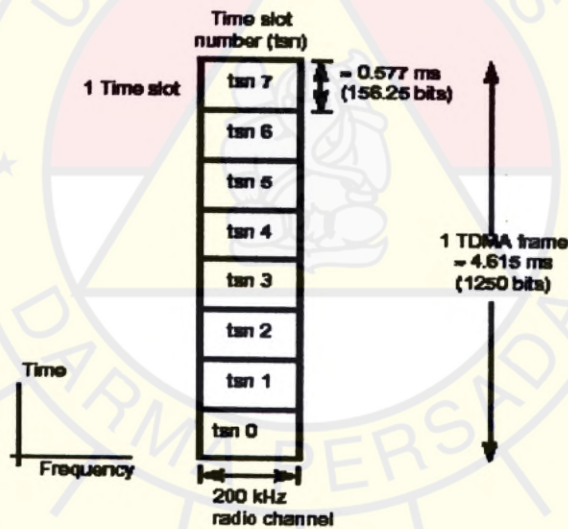
#### **2.4.1. Multiple Akses**

Sistem GSM menggunakan gabungan antara teknik *multiple access*, yaitu FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA (*Time Division Multiple Access*). Pada GSM 900, teknik FDMA digunakan untuk membagi lebar pita 25 MHz menjadi 124 kanal, yang kemudian masing-masing diberi nomor yang dikenal sebagai ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*). Tiap kanal mempunyai lebar pita sebesar 200 KHz. Jadi sebuah MS yang dialokasikan pada sebuah ARFCN akan beroperasi pada satu frekuensi untuk mengirim dan satu frekuensi untuk menerima sinyal. Kanal pada tiap awal subpita digunakan sebagai pita penjaga (*guard band*). Maka spektrum P-GSM 900 akan menghasilkan 124 ARFCN, masing-masing diberi nomor 1 sampai 124. Kanal sebanyak 124 inilah yang nantinya dibagi-bagi untuk beberapa operator GSM yang ada di suatu negara.

Satu atau lebih frekuensi pembawa 200 KHz diberikan pada suatu BTS dan tiap kanal dibagi menjadi 8 celah waktu (*time slot*) menggunakan teknik TDMA. Delapan celah waktu tersebut membentuk 1 *frame* TDMA yang mempunyai panjang 4.615ms. Sehingga 1 celah waktu mempunyai panjang 0,577 ms. *Burst* adalah format informasi (baik suara ataupun data) yang ditransmisikan selama 1 celah waktu TDMA. Tiap *burst* digunakan oleh 1 pengguna untuk mengirim ataupun menerima informasinya .



Gambar 2.9 Distribusi Kanal Frekuensi Radio GSM900



Gambar 2.10 Frame TDMA pada sistem GSM

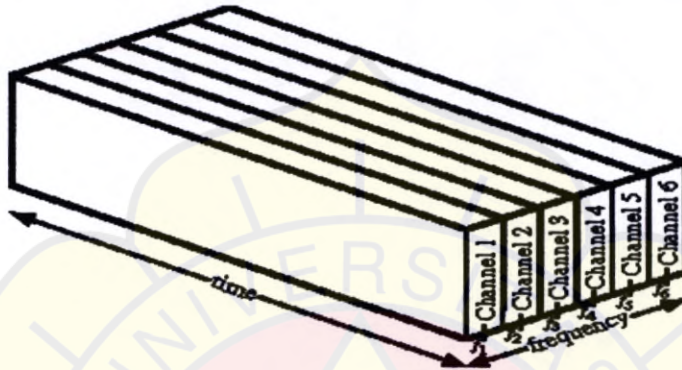
Teknik *multiplexing* merupakan cara mengefisiensi saluran agar dapat memuat banyak kanal. Teknik *multiplexing* yang digunakan dewasa ini adalah diklasifikasikan menjadi dua sistem yaitu:

1. *Frequency Division Multiplexing (FDM)*
2. *Time Division Multiplexing (TDM)*

### 2.4.1.1. Frequency Division Multiplexing (FDM)

*Frequency Division Multiplexing* adalah penggabungan kanal suara dengan cara membagi frekuensi transmisi menjadi bagian yang sama besar untuk masing – masing kanal dengan modulasi sinyal pembawa yang berlainan frekuensinya.

Gambar 2.11 mengenai FDM.



Gambar 2.11 Frequency Division Multiplexing (FDM)

Teknik FDM digunakan diseluruh dunia dengan standar tertentu standar yang banyak dipakai adalah 12 saluran suara 4000 Hz ( 3000 Hz untuk pelanggan, ditambah dua peta penjaga yang masing-masing 500 Hz )yang dimultiplexkan menjadi pita-pita mulai 60 sampai 108 KHz.

### 2.4.1.2. Time Division Multiplexing (TDM)

TDMA adalah penggunaan waktu dari saluran dibagi-bagi menjadi bagian waktu yang sempit, dimana setiap waktu terpisah oleh interval waktu tertentu yang menghasilkan satu kanal.

*Time Division Multiplexing* memerlukan *sinkronisasi* waktu bagi *slot-slot* nya yang diperlukan oleh stasiun referensi. Untuk stasiun dalam jumlah kecil dan tetap, penentuan slot dapat diatur terlebih dahulu dan tidak pernah berubah.

Tetapi untuk stasiun yang berubah atau jumlah stasiun yang tetap tetapi jumlah beban tidak tetap, maka slot waktu harus ditentukan secara dinamik. Oleh karena itu TDM cukup efisien apabila jumlah stasiun yang sedikit dan lalu lintas komunikasi yang terus menerus. TDM memiliki beberapa kekurangan, yaitu pada setiap stasiun memerlukan sinkronisasi waktu.

Salah satu sistem transmisi TDM adalah *Pulse Code Modulation* (PCM), dalam sistem ini informasi yang telah di sampel diubah dalam kode pulsa dan kemudian ditransmisikan melalui media.



Gambar 2.12 Time Division Multiplexing (TDM)

PCM adalah satu-satunya teknik manipulasi modulasi pulsa kode digital yang digunakan dalam system transmisi digital. Dengan PCM, pulsa – pulsa tersebut disample dan dikonversikan ke dalam amplitude dengan panjang yang tetap. PCM adalah system binary, ada pulsa atau tidak ada pulsa didalam timeslot ditampilkan dalam kondisi logic 1 dan 0.

Proses perubahan sinyal analog ke digital (A/D) melalui berapa tahapan, yaitu:

- *Sampling*

*Sampling* merupakan langkah pertama dalam proses pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital. Dalam proses *sampling* sinyal analog dirubah menjadi *sample-sample* terpisah dengan interval waktu yang sama. Pada saat sinyal

analog di-*sampling* sejumlah pulsa akan di hasilkan, pulsa tersebut merupakan pulsa termodulasi amplitudo (PAM). Amplitudo tiap pulsa yang berubah-ubah merupakan amplitudo dari setiap sinyal yang di-*sampling*.

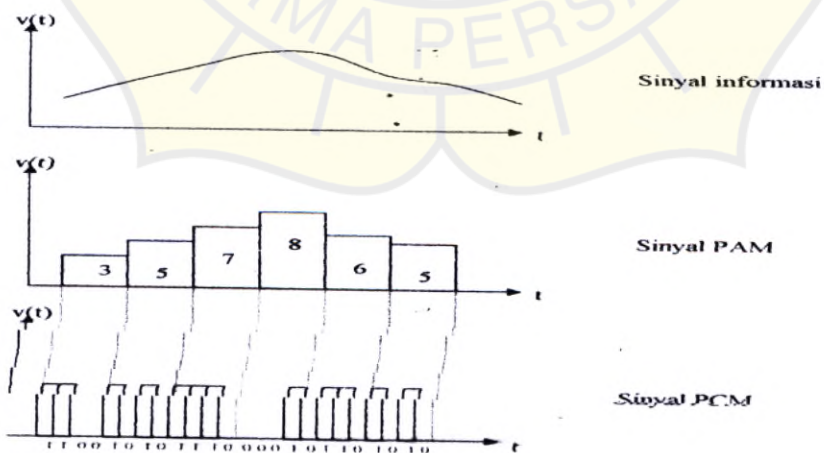
Frekuensi *sampling* yang periodik adalah jumlah *sample* per unit waktu. Berdasarkan standar CCITT frekuensi *sampling* untuk sinyal suara (300 – 3400 Hz) pada jaringan telepon adalah 8000 kali per detik atau 8000 Hz. Maka interval tiap *sampling* mempunyai periode  $1/8000$  Hz atau 125  $\mu$ s.

- *Quantizing*

Pada proses ini setiap *sampling* *egative* gelombang diberikan harga *egativ/level* kuantum sesuai dengan besar *egative*.

- *Coding*

Harga *egativ* dari *egative* kemudian di translasikan menjadi 8 bit biner, dimana bit pertama digunakan sebagai bit tanda positif atau *egative* dan 7 bit lain digunakan untuk *coding amplitudo* sinyal. Setiap 8 bit biner disebut *sample*. Kecepatan *sampling* adalah 8000 *sample* per detik sama dengan 64000 bps.



gambar 2.13 Proses Pembentukan Sinyal PCM



#### 2.4.2. Teknik Modulasi dan *bandwidth*

Teknik modulasi yang digunakan pada GSM adalah GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*). Teknik ini bekerja dengan melewati data yang akan dimodulasikan melalui *Filter Gaussian*. *Filter* ini menghilangkan sinyal-sinyal harmonik dari gelombang pulsa data dan menghasilkan bentuk yang lebih bulat pada ujung-ujungnya. Jika hasil ini diaplikasikan pada modulator fasa, hasil yang didapat adalah bentuk *envelope* yang termodifikasi (ada sinyal pembawa). *Bandwidth envelope* ini lebih sempit dibandingkan dengan data yang tidak dilewatkan pada *filter gaussian*.

*Bandwidth* yang dialokasikan untuk tiap *frekuensi* pembawa pada GSM adalah sebesar 200kHz. Pada kenyataannya, *bandwidth* sinyal tersebut lebih besar dari 200 kHz, bahkan setelah dilakukan pem-filteran *gaussian* pun hal itu tetap terjadi. Akibatnya sinyal akan memasuki kanal-kanal di sebelahnya. Jika pada satu sel terdapat BTS dengan frekuensi pembawa yang sama atau bersebelahan kanal, maka akan terjadi interferensi akibat *overlapping* tersebut. Begitu juga jika sel-sel yang bersebelahan memiliki *frekuensi* pembawa sama atau berdekatan. Alasan inilah yang menyebabkan mengapa dalam satu sel atau antara sel-sel yang berdekatan tidak boleh menggunakan kanal yang sama atau berdekatan.

#### 2.4.3. Kanal Kontrol (*Control Channel*)

Kanal kontrol dipergunakan untuk proses-proses administrasi baik dari BTS maupun MS, biasanya ditempatkan pada TS (*time slot*) 0 pada frame TDMA.

Adapun kanal kontrol yang dipergunakan adalah :

- *Broadcast Channel (BCH)* dibagi menjadi :

### *Frequency Correction Channel (FCH)*

FCH merupakan sinyal *downlink* (dari BTS ke MS) *point to multipoint* yang membawa informasi untuk sinkronisasi pada frekuensi sehingga MS mengetahui frekuensi yang dipergunakan.

### *Synchronization Channel (SCH)*

Setelah mendapat frekuensi yang dipergunakan, MS harus menksinkronkan dengan TDMA struktur dan *cell* tertentu dan untuk membaca BSIC (*Base Station Identity Code*) dari BTS yang dipilih. SCH dikirim *downlink, point to multipoint*.

### *Broadcast Control Channel (BCCH)*

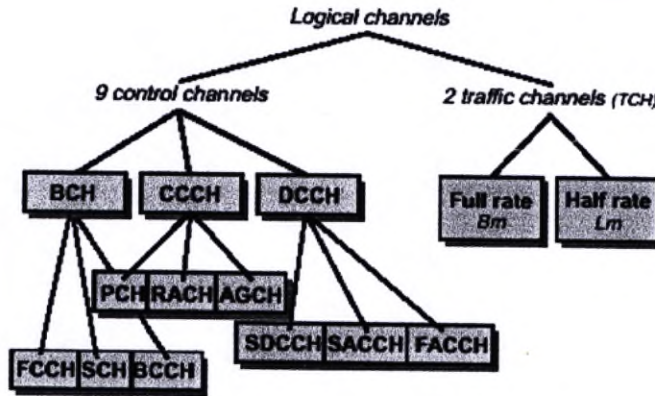
BCCH merupakan sinyal *downlink, point to multipoint* yang dikirim secara *broadcast* terus menerus. Sinyal ini membawa informasi tentang *Location Area Identity* (LAI), keluaran daya maksimum *cell* (TXmax Out) dan *neighbour cell* yang digunakan untuk mendukung orientasi MS dalam jaringan. BCCH merupakan kanal satu arah (dari jaringan ke MS).

### *Common Control Channel (CCCH)*

*Common Control Channel* dibagi menjadi :

#### *Paging Channel (PCH)*

PCH dipergunakan untuk mengecek jika jaringan ingin berhubungan dengan MS. Kontak ini dapat berupa panggilan seperti biasa maupun SMS (*Short Message Service*). Informasi pada PCH termasuk di dalamnya IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) dan TMSI (*Temporary Mobile Subscriber Identity*) yang merupakan identitas MS. PCH dikirim *downlink, point to point*.



Gambar 2. 14 Kanal Kontrol (*Control Chanel*)

### *Random Access Channel (RACH)*

RACH adalah sinyal *uplink, point to point* yang dipergunakan oleh MS untuk meminta sebuah alokasi *signaling*. RACH juga dapat dipergunakan jika MS akan berhubungan dengan jaringan, sebagai contoh jika sedang melakukan *call setup*.

### *Access Grant Channel (AGCH)*

AGCH dipergunakan oleh MS untuk mendapatkan alokasi SDCCH ataupun TCH dari network AGCH adalah sinyal *downlink, point to point*.

- *Dedicated Control Channel (DCCH)*

Yang termasuk DCCH adalah :

### *Stand Alone Dedicated Control Channel (SDCCH)*

SDCCH dipergunakan untuk sistem *signaling* selama MS melakukan *call set up* atau registrasi, artinya sebelum mendapat sebuah kanal trafik terlebih dahulu MS mendapatkan SDCCH. SDCCH juga dipergunakan untuk transmisi pada MS, jadi saat SMS dilakukan sebuah MS tidak membutuhkan kanal trafik (TCH). SDCCH merupakan sinyal *uplink dan downlink, point to point*.

### *Slow Associated Control Channel (SACCH)*

SACCH merupakan gabungan antara TCH dan SDCCH, yang dipergunakan baik oleh MS maupun BTS. Jika dipergunakan sebagai *downlink* untuk mendapatkan informasi tentang daya yang dikirimkan, juga untuk *Timing Advance* (TA). SACCH juga dipergunakan untuk transmisi SMS pada saat dalam keadaan terpakai (*busy mode*).

### *Fase Associated Control Channel (FACCH)*

FACCH dikenal dengan keadaan mencuri (*stealing mode*), dimana pada 20 ms percakapan ditempatkan sebagai sebuah kontrol. Hal ini dipergunakan selama terjadi *handover*. Jadi FACCH merupakan sinyal *uplink* dan *downlink*.

### *Cell Broadcast channel (CBCH)*

CBCH dipergunakan ketika sebuah BTS mempunyai fasilitas *cell broadcast*, dimana dari perangkat MS akan tertera teks tertentu yang dapat diatur oleh operator misalnya untuk menunjukkan lokasi tempat MS tersebut dilayani oleh BTS.

## **2.5. Teori Trafik**

Trafik merupakan bagian utama jaringan yang tampak secara fisik, besarnya trafik menentukan dipasang atau tidaknya suatu saluran hubung atau sentral tertentu, karena besarnya trafik menunjukkan jumlah permintaan *call* dan perilaku *call* pelanggan.

Trafik adalah perpindahan suatu benda dari satu tempat lain. Didalam dunia telekomunikasi, benda ini adalah informasi-informasi yang perpindahannya melalui media atau sarana telekomunikasi ( misalnya sentral telepon, sirkit atau media

telekomunikasi ). Jadi dapat dikatakan secara singkat bahwa trafik adalah kepadatan atau banyaknya *call* dari pelanggan yang satu ke pelanggan lain.

Trafik digunakan untuk menentukan kebutuhan material pada sentral. Ukuran dari sentral telepon bergantung dari Jumlah saluran pelanggan yang terhubung dan Jumlah dari sirkit trunk yang terhubung.

## 2.6. Tipe-Tipe Trafik

Trafik yang terjadi pada jaringan antara dua sentral dapat dibagi menjadi 4 (empat ) bagian yaitu:

- *Originating to out going traffic* adalah trafik yang terjadi pada *out going trunk* ke sentral lain.
- *Incoming to terminating trafific* adalah trafik yang terjadi pada *incoming trunk* dari sentral lain.
- *Incoming to out going traffic* adalah trafik yang terjadi pada sentral yang berfungsi sebagai sentral transit.
- *Originating to terminating traffic* adalah trafik yang terjadi pada sentral itu sendiri.

## 2.7. Parameter Trafik

Parameter trafik dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- Jam Sibuk ( *Busy Hour* )

- *Answer Seizure Ratio (ASR) / TCH Success Ratio*
- Pengukuran Tingkat Terputusnya Panggilan (*Dropped Call Ratio*)
- *Persentase Occupancy*

### 2.7.1. Jam Sibuk ( *Busy Hour* )

Jam sibuk dalam teori trafik adalah periode secara terus menerus dalam 1 (satu) jam dimana pada saat itu terjadi intensitas trafik yang paling tinggi. Ada tiga cara untuk memperlihatkan jam sibuk yaitu:

- *Time Consistent Busy Hour* adalah urutan 4 kali setiap interval 15 menit pada waktu yang sama setiap harinya.
- *Average Busy Season Hour* adalah rata-rata trafik dalam tiga bulan, tidak perlu berurutan tapi hanya yang memiliki rata-rata trafik tertinggi.
- *Average Busy Season Hour* adalah rata-rata trafik dalam tiga bulan, yang tidak berurutan dengan memiliki rata-rata trafik yang tinggi dan datanya tidak termasuk dari hari-hari yang memiliki yang sangat tinggi dan tidak termasuk dari hari-hari yang memiliki sangat tinggi dan tidak termasuk akhir pekan yang trafiknya rendah.

Keuntungan pengukuran trafik pada jam sibuk adalah:

- Mengetahui perilaku pelanggan.
- Mengetahui kehandalan sistem suatu sentral.
- Mengetahui kinerja sistem

- Mengetahui Rasio keberhasilan seluruh panggilan
- Menyediakan data untuk perencanaan.

### 2.7.2 Answer Seizure Ratio (ASR) / TCH Success Ratio

Answer seizure ratio ( ASR ) / TCH Success Ratio adalah perbandingan antara panggilan berhasil dengan panggilan seluruhnya. ASR yang baik adalah ASR dengan yang tinggi.

$$\text{ASR} = \frac{\text{Jumlah Call Success}}{\text{Jumlah Call Attemp}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

Jumlah tolak ukur yang digunakan untuk ASR ( Answer Seizure Ratio ) adalah :

- Jika  $\text{ASR} > 93 \%$ , maka baik
- Jika  $90\% \leq \text{ASR} \leq 93 \%$ , maka normal
- Jika  $\text{ASR} < 90\%$  maka kualitas jaringan rendah

### 2.7.3. Pengukuran Tingkat Terputusnya Panggilan (Dropped Call Ratio)

Pada kondisi normal, sebuah panggilan diakhiri oleh pengguna dengan menekan tombol 'selesai' (*end key*) pada telepon genggam, yang akan menghasilkan pesan *clear request* yang dikirimkan ke MSC. Dengan terkirimnya pesan *clear request* ke MSC, maka semua jalur transmisi untuk percakapan tersebut akan dikosongkan, dan penggunaan kanal radio antara MS dan BTS akan dibebaskan.

Pada keadaan tertentu, komunikasi antara MS dan BTS terputus, yang disebabkan oleh kondisi jaringan radio yang kurang baik. Jika hal tersebut terjadi, maka terdapat kegagalan pensinyalan antara MS dan BTS yang tentunya tidak ada pesan *clear request* yang dapat dikirim dan diterima oleh MS, sebagai mekanisme bagi BTS dan MS untuk secara otomatis mengakhiri panggilan, membebaskan kanal radio, dan menginformasikan kepada MSC bahwa panggilan telah terputus.

Pada kondisi abnormal tersebut, BSC akan mengirimkan pesan *clear request* kepada MSC, yang pada kondisi normal seharusnya MS atau MSC yang mengirimkan pesan tersebut. Pesan yang terkirimkan oleh BSC tersebut akan tercatat pada BSC.

Apabila BSC mengirimkan *clear request* ke MSC pada saat terjadi hubungan antara MS dan BTS, dan hubungan tersebut terjadi pada *Traffic Channel* (TCH), maka BSC akan mencatat sebagai pertambahan jumlah kegagalan hubungan TCH (*TCH dropped*) pada sel. Namun apabila hubungan terjadi pada SDCCH, maka BSC akan mencatat sebagai pertambahan jumlah kegagalan hubungan SDCCH (*SDCCH dropped*) pada sel.

Untuk periode pengukuran tertentu, maka dapat dikalkulasi rasio kegagalan hubungan TCH sebagai berikut :

$$Tdr = \frac{\sum Td}{\sum Ts} \times 100\% \dots\dots\dots 2.2$$

dimana,



$Tdr = TCH \text{ dropped ratio}$

$\Sigma Td = \text{Jumlah TCH dropped}$

$\Sigma Ts = \text{Jumlah TCH seizure}$

#### 2.7.4 *Persentase Occupancy*

Setiap daerah memiliki tingkat kepadatan trafik yang berbeda – beda. Pada daerah perkotaan, biasanya memiliki tingkat kepadatan trafik yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lain. Jadi *occupancy* disini dapat diartikan sebagai kepadatan trafik. Pertambahan tingkat kepadatan trafik itu juga dapat mempengaruhi peningkatan *occupancy* pada jaringan tersebut. Peningkatan *occupancy* tersebut dapat dihitung melalui persamaan berikut :

$$\% \text{ Occupancy} = \frac{\text{Erlang}}{\text{Channel Equipment}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :  $\% \text{ occupancy} = \text{Persentase kepadatan saluran}$

$\text{Erlang} = \text{Intensitas trafik ( Erlang )}$

$\text{Channel equipment} = \text{Jumlah kanal yang tersedia ( kanal )}$

Jumlah tolak ukur yang digunakan OCC ( Occupancy ) adalah :

- a. Jika  $OCC > 70 \%$  maka, beban trafik disirkuit tinggi
- b. Jika  $30 \% \leq OCC \leq 70 \%$  maka, beban trafik pada sirkit dalam keadaan normal atau efisien
- c. Jika  $< 30 \%$  maka, beban trafik disirkuit rendah

Jika tingkat *occupancy* meningkat setiap hari maka operator pengendali jaringan akan melakukan evaluasi terhadap kapasitas saluran dan dapat melakukan penambahan jumlah kanal pada jaringan sehingga akan memperkecil *occupancy* pada jaringan tersebut.

### 2.7.5. Intensitas Trafik

Intensitas trafik adalah dalam erlang menyatakan jumlah rata – rata dari panggilan- panggilan yang terjadi secara serentak selama selang waktu satu jam. Dalam usaha menentukan jumlah kanal trafik, sangat perlu untuk memperkirakan besar trafik yang dihasilkan oleh setiap pelanggan. Trafik rata-rata untuk setiap pelanggan didefinisikan sebagai berikut:

$$A = \frac{(n \times T)}{3600} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

A : Intensitas Trafik (dalam erlang)

T : Rata-rata waktu percakapan (dalam detik)

n : jumlah panggilan setiap jam dan pelanggan

Dari intensitas trafik tersebut dapat dihitung efisiensi sirkit ( tingkat kepadatan ) atau *occupancy circuit*. *Occupancy circuit* adalah persentase kondisi sirkit ketika diduduki oleh sejumlah panggilan berhasil dari besarnya kapasitas yang dapat ditampung.

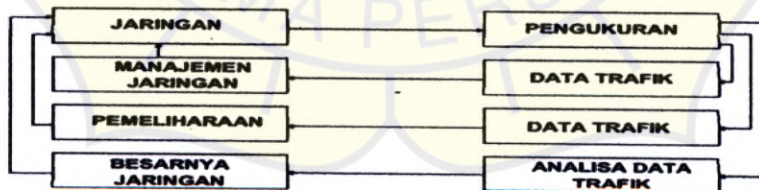
## 2.8. Pengukuran Trafik

Banyaknya rata-rata panggilan yang berlangsung selama jam pengamatan menghasilkan lalu lintas dalam Erlang dan akan diperoleh lebih mudah dengan langsung menghitung banyaknya panggilan yang terjadi serempak pada setiap interval waktu yang pendek.

### 2.8.1 Aplikasi Pengukuran Trafik

Untuk dapat memahami bagaimana aplikasi pengukuran trafik dapat dilihat pada gambar 2.15 dan yang memegang peranan penting adalah pengaturan waktu yang tepat. Situasi dan kondisi yang mendesak perlu penanganan dengan segera.

Besarnya jaringan dalam jangka panjang bias direncanakan dengan memantau trafik yang berhubungan. Misalnya terdapat peningkatan pada penempatan peralatan tipe tertentu yang bias di ukur serta menentukan luas jaringan



Gambar 2.15 Aplikasi Pengukuran Trafik

Dari gambar 2.15 jaringan telekomunikasi dapat dianalisis melalui pengukuran trafik, analisa pertama berupa data trafik dalam detik dan menit maka

penanganannya berupa manajemen jaringan, pengalihan (routing) dan pemeliharaan sirkit. Analisa kedua berupa data trafik dalam jam, hari, dan minggu dimana penanganannya berupa pemeliharaan ulang jaringan. Analisa yang ketiga berupa data trafik dalam bulan dan tahun maka penanganannya adalah dengan menambah besarnya jaringan.

Tindak lanjut setelah dilakukan analisa terhadap data trafik adalah melakukan pengendalian panggilan untuk memenuhi kebutuhan dengan menambah atau mengurangi jumlah sirkit sehingga optimalisasi pemanfaatan sirkit dapat tercapai.

## **2.9. Pengukuran Performansi Jaringan Radio**

Pengukuran performansi jaringan radio merupakan pengukuran terhadap kejadian – kejadian yang menjadi indikator performansi pada *Base Station Subsystem (BSS)* dalam hirarki sistem GSM. Data hasil pengukuran tersebut dikumpulkan oleh *Base Station Controller (BSC)*.

Kejadian – kejadian yang menjadi indikator performansi antara lain adalah level trafik pada sel – sel, kemacetan panggilan (*congestion*), tingkat kesuksesan handover (*handover success rates*), tingkat keberhasilan panggilan (*call completion rates*), maupun tingkat kegagalan panggilan (*dropped call rates*).

### **2.9.1. Kegunaan Pengukuran Performansi Jaringan Radio**

Pengukuran performansi jaringan radio, dilakukan dengan kegunaan sebagai berikut :

- Pelaporan kondisi jaringan secara umum (*Management Overview and Reporting*)

Salah satu kegunaan pengukuran performansi jaringan radio adalah untuk menghasilkan laporan – laporan mengenai performansi jaringan secara umum dan juga untuk memastikan bahwa tingkat layanan sudah sesuai dengan yang diharapkan.

- Perencanaan jaringan (*Network Planning*)

Pengukuran tingkat kepadatan trafik dapat digunakan untuk perbaikan dan perencanaan atas sumber – sumber jaringan, seperti penambahan ataupun pengurangan radio *transceiver* pada suatu sel.

- Optimasi jaringan (*Network Optimization*)

Pengukuran performansi jaringan radio dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan optimasi jaringan, dan juga digunakan sebagai panduan untuk menentukan sel yang perlu mendapat perhatian untuk dilakukan optimasi.

- Pendeteksi kerusakan elemen – elemen jaringan (*Detecting faulty network elements*).

Pengukuran performansi jaringan dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada system dengan memperhatikan perubahan secara tiba – tiba pada sebuah/beberapa parameter pengukuran, atau ketika suatu parameter pengukuran melewati ambang batas tertentu.

### 2.9.2. Indikator – Indikator Performansi

Indikator diperlukan untuk menilai performansi jaringan. Berikut indikator performansi jaringan radio:

- Tingkat Keberhasilan Panggilan (*Call Completion Rate*)

Ketika seorang pelanggan men-*dial* suatu nomor dan melakukan panggilan, maka penting untuk mengetahui seberapa sering proses tersebut berhasil.

Sebuah panggilan dikatakan telah berhasil, apabila terjadi telah terjadi hubungan dengan nomor yang dituju (*B number*), dalam artian telah terdapat nada dering pada sisi penerima.

- Tingkat terputusnya panggilan (*Perceived Dropped Call Rate*)

Merupakan jumlah panggilan yang terputus dengan tanpa diharapkan dikarenakan lemahnya kuat sinyal jaringan radio ataupun dikarenakan kondisi jaringan yang buruk lainnya yang menggagalkan hubungan antara MS dan BTS, sebagai fungsi keseluruhan jumlah panggilan yang terjadi pada jaringan.

- Tingkat terputusnya hubungan (*Dropped Connection Rate*)

Kanal - kanal trafik (*TCH*) atau kanal – kanal pensinyalan (*SDCCH*) pada antarmuka radio dicoba untuk diduduki pada saat membangun panggilan ataupun pada saat terjadi *handover*. Jumlah panggilan yang terputus sebagai fungsi dari jumlah keberhasilan pendudukan kanal merupakan salah satu indikator performansi suatu sel.

- Kongesti (*Congestion*)

Ketika kebutuhan penggunaan trafik pada jaringan meningkat, maka terdapat kemungkinan gagal untuk menduduki suatu kanal, dikarenakan

semua kanal telah diduduki oleh pengguna lain. Inilah yang disebut dengan kongesti. Kongesti dapat dinyatakan dalam tingkat kongesti (*congestion rate*) ataupun dalam probabilitas kongesti (*congestion probability*). Tingkat kongesti merupakan banyaknya pendudukan yang gagal berbanding dengan jumlah percobaan pendudukan keseluruhan. Sedangkan probabilitas kongesti dihitung berdasarkan trafik yang dapat dibawa sebagai fungsi dari kapasitas trafik dan kualitas layanan (*Grade of Service*)

