

BAB II

TEORI PENUNJANG

GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION

Sistem seluler sekarang ini banyak dipergunakan negara-negara di dunia. Hal ini disebabkan karena sistem seluler mempunyai keuntungan dibandingkan sistem konvensional, yaitu :

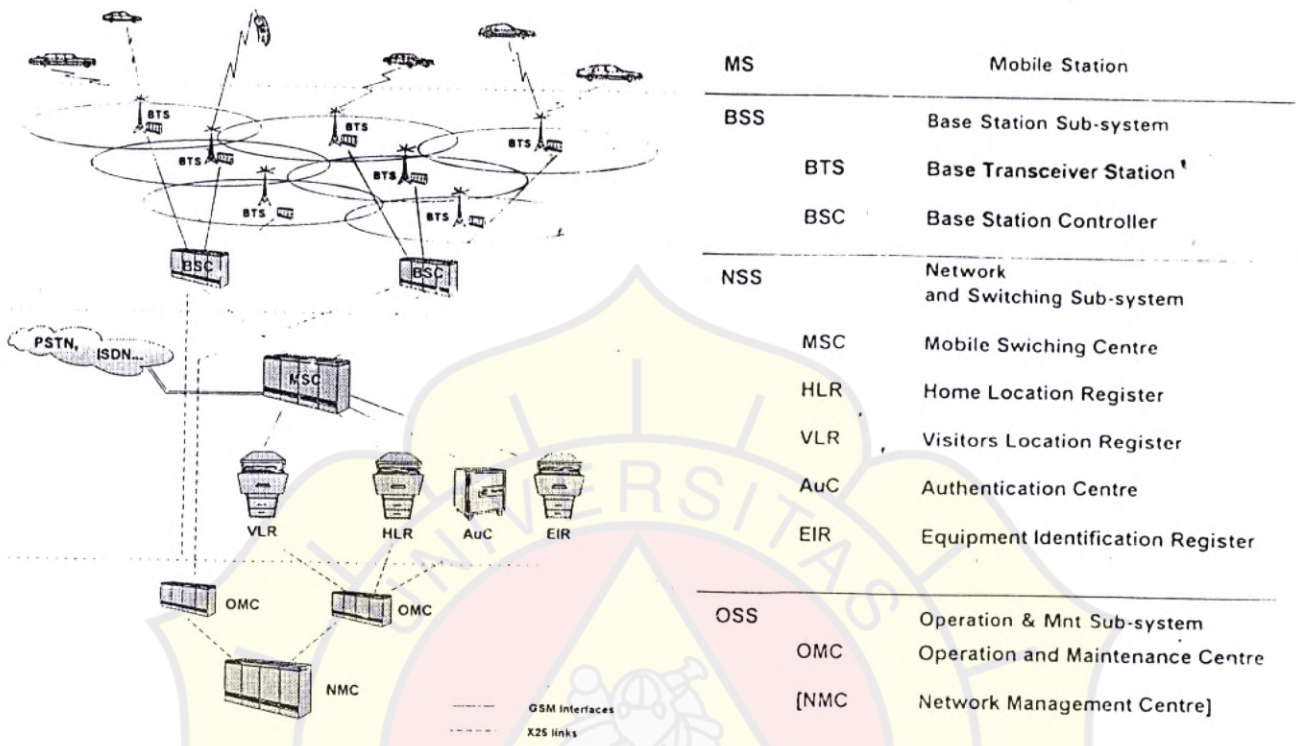
- Kualitas suara yang lebih baik, karena semuanya sudah memakai teknologi digital.
- Kapasitas sistem yang tinggi.
- Automatic internasional roaming.
- Spektrum frekuensi yang lebih efisien.
- Adanya fasilitas handover, dimana pembicaraan tidak terputus apabila pelanggan berpindah sel atau area.

Kemudahan yang didapat melalui sistem seluler ini memungkinkan pemakai jasa untuk bergerak bebas dan melakukan aktivitas berkomunikasi tanpa hambatan, dalam berbagai keadaan, sekalipun dalam perjalanan yang masih didalam coverage area. Hal ini dimungkinkan karena sistem seluler menggunakan konsep handover yang memungkinkan pengguna untuk berpindah sel atau wilayah dalam berkomunikasi, tanpa terputus.

2.1. Konsep Seluler

Konsep dasar dari suatu sistem komunikasi seluler ialah dengan membagi-bagi wilayah yang luas dan padat menjadi beberapa wilayah yang lebih kecil dengan jarak tertentu dan beroperasi secara khusus yang disebut dengan sel, oleh karena itu disebut seluler.

Di tiap-tiap sel terdapat suatu base station yang dilengkapi peralatan untuk mentransmisikan, menerima serta switch call ke dan dari suatu unit mobile dalam suatu sel ke MSC (Mobile Switching Center). Sedangkan inti dari sistem seluler ini adalah adanya konsep frekuensi reuse, yaitu adanya penggunaan frekuensi yang sama pada waktu yang sama oleh sel yang berbeda (pengulangan frekuensi). Melalui konsep ini maka dapat dicapai jumlah pelanggan yang besar serta penggunaan spektrum radio yang efisien. Inti dari sistem seluler lainnya adalah konsep pembelahan sel (sel splitting).



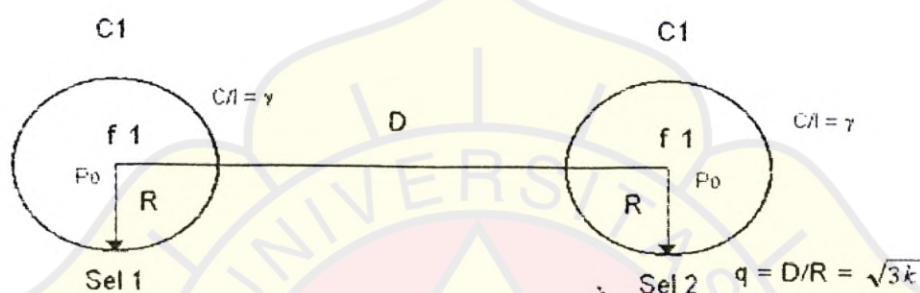
Gambar 2.1. Jaringan Seluler

2.1.1. Frekuensi Reuse

Frekuensi reuse merupakan salah satu inti dari sistem seluler, yaitu adanya penggunaan frekuensi yang sama pada waktu yang sama pada sel yang berbeda. Hal ini berarti juga bahwa frekuensi yang tersedia dapat digunakan oleh tiap-tiap sel atau wilayah.

Pengulangan frekuensi ini dapat dilakukan dengan cara memperkecil ukuran sel. Hal ini dilakukan untuk mencapai jumlah pelanggan sebanyak mungkin. Jarak minimum yang memungkinkan suatu frekuensi dapat digunakan kembali tergantung dari beberapa faktor, yaitu :

- Jumlah kanal dari sel-sel yang sama.
- Letak geografis suatu wilayah.
- Tinggi antena.
- Daya yang dipancarkan tiap-tiap sel.



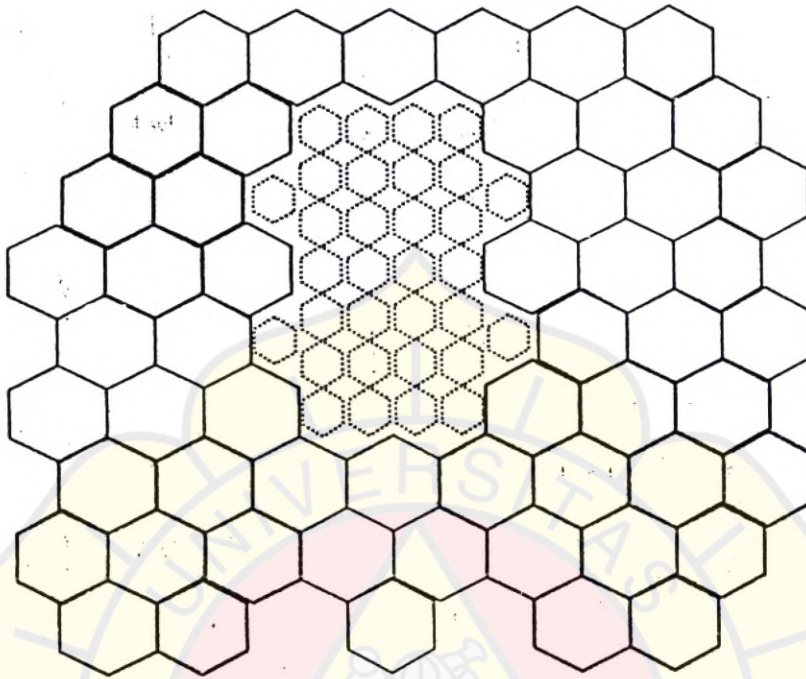
Gambar 2.2. Frekuensi Reuse

Jarak frekuensi reuse dapat dihitung dengan menentukan ukuran cluster K . Ukuran cluster dapat ditentukan melalui titik keseimbangan pusat suatu cluster dari pusat cluster yang berdekatan.

Seperti contoh pada gambar 2.4, dalam gambar terlihat bahwa ukuran sel cluster 7, sel pusat ditentukan sel yang bernomor 1. Diameter sel ke suatu sel bagian tengah dan selanjutnya $j = 1$ diameter sel dari bagian tengah. Sehingga ukuran cluster dapat dihitung dari persamaan 2.1 :

$$K = i^2 + ij + j^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

Biasanya untuk pusat kota ukuran cluster 4 ($I = 2, j = 0$) dan 7 ($I = 2, j = 1$) sedang untuk luar kota, ukuran cluster 12 ($I = 2, j = 2$) seperti ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Jumlah Sel

Jarak frekuensi reuse adalah D seperti ditunjukkan pada gambar 2.4, radius sel R (berdasarkan bentuk hexagonal), sehingga jarak frekuensi reuse dapat ditentukan dengan persamaan 2.2 :

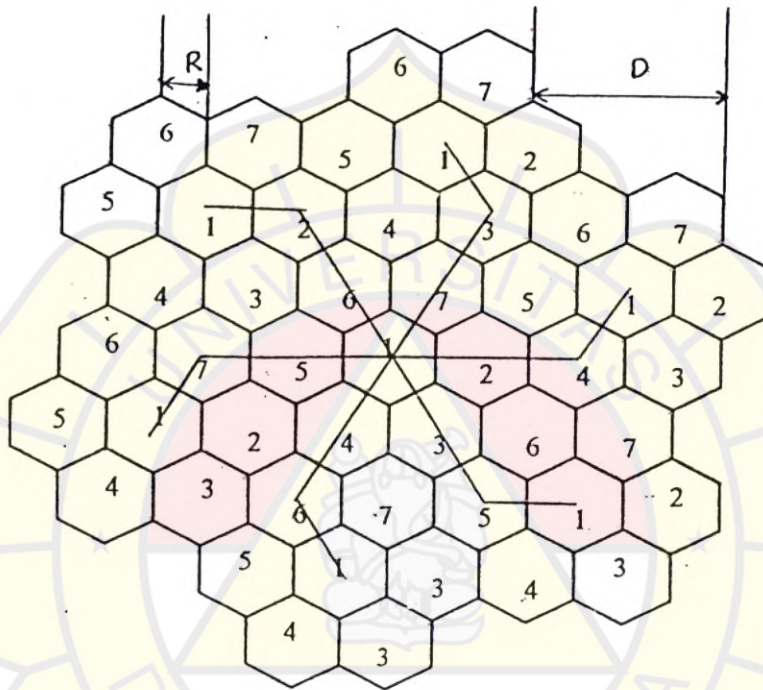
$$D = R \sqrt{3K} \dots\dots\dots (2.2)$$

Jarak frekuensi reuse ditentukan pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1. Pengulangan Jarak Untuk Sistem Seluler

K	D
4	3,46 R
7	4,58 R
12	6,00 R

Untuk memperbesar frekuensi reuse maka jarak frekuensi reuse harus diperkecil. Oleh sebab itu disain ini memilih nilai terkecil dari K :



Gambar 2.4. Ukuran Cluster $K = 7$

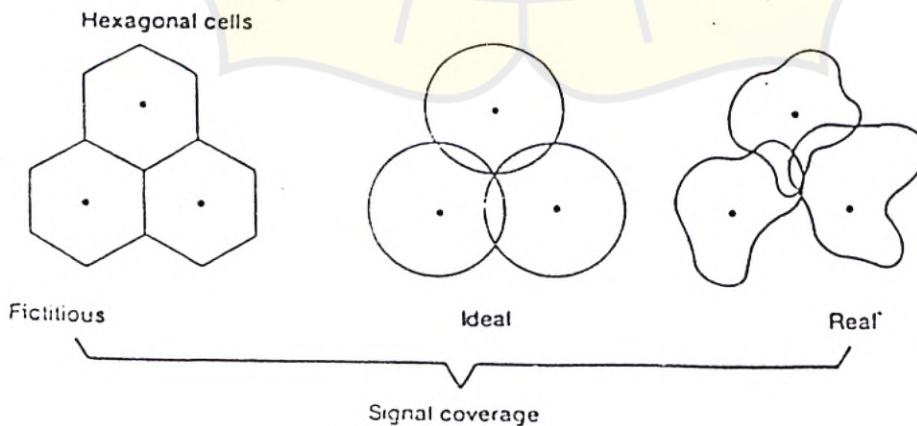
2.1.2. Ukuran Sel dan Bentuk Sel

Ukuran sel merupakan salah satu faktor. Jika ukuran suatu sel sangat besar, umumnya hanya terdapat 7 kanal pada tiap-tiap sel, sehingga jumlah total pelanggan permil kuadrat kecil. Sebaliknya jika ukuran sel diperkecil, maka jumlah pelanggan yang ditangani cukup besar. Hal ini menyebabkan pertukaran tiap-tiap sel memerlukan suatu base station dan sambungan ke base station lainnya. Dalam beberapa hal sambungan jaringan suatu base station menjadi

sangat sulit dan mahal untuk dioperasikan secara baik. Untuk daerah yang padat mungkin hal tersebut sangat bermanfaat jika permintaan untuk sambungan telepon sangat tinggi.

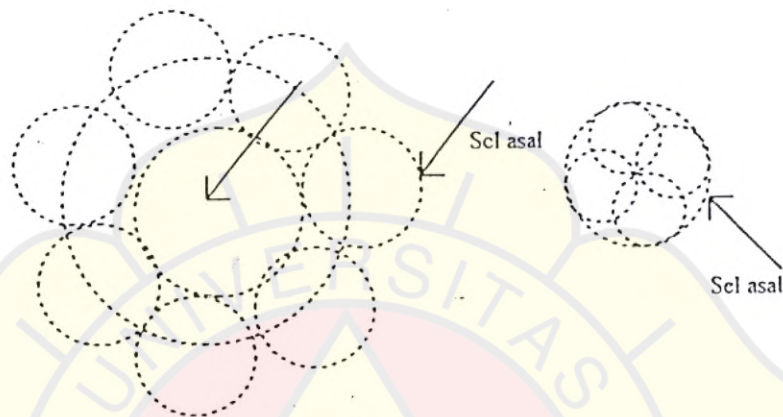
Bentuk sel pertama kali yang digunakan dalam sistem seluler adalah bentuk lingkaran, sebab lingkaran sangat mudah untuk dievaluasi tetapi kelemahannya yaitu terdapat cakupan antar tepi lingkaran tersebut. Sedang bentuk hexagonal, secara menyeluruh tidak saling mencakupi serta bentuknya mirip dengan lingkaran.

Sebenarnya bentuk sel ditentukan oleh pola antena. Sistem seluler ini menggunakan suatu kombinasi antara antena dan pola dari bentuk hexagonal. Tetapi kenyataannya terdapat pula bentuk lain seperti segi tiga sama sisi dan bujur sangkar yang bila digunakan tanpa saling mencakupi tetapi sudut dari bentuk tersebut tidak sesuai dengan pola antena. Pada kenyataannya bentuk sel yang ada tidak semudah yang dibayangkan. Hal tersebut disebabkan karena letak geografis suatu daerah, seperti daerah yang berbukit-bukit, gedung yang tinggi, danau dan lain sebagainya sehingga polanya harus disesuaikan dengan bentuk idealnya.



Gambar 2.5. Bentuk Sel

wilayah terjadi kepadatan trafik, yang menyebabkan kanal frekuensi yang ada tidak dapat memenuhi panggilan mobile.



Gambar 2.5. Pembelahan Sel

2.1.4. Interferensi

Dampak penggunaan frekuensi berulang (reuse) yang berurutan mengakibatkan terjadinya interferensi kanal bersama. Hal ini disebabkan pemakaian gelombang pembawa yang sama, terjadi karena letak selnya berdekatan.

Jika suatu daerah mempunyai beberapa unit komunikasi pemancar-penerima (transceiver) dan beberapa pemakai menggunakan kanal yang sama atau kanal yang berdekatan, maka performansi dipengaruhi oleh interferensi baik interferensi kanal yang sama (co-channel interference) maupun interferensi yang disebabkan oleh kanal yang berdekatan (adjacent channel interference), selain itu interferensi dapat pula timbul dari sistem seluler lain dan juga dari sistem non seluler.

Dalam sistem seluler, masing-masing pemancar-penerima tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik daerah sekitarnya, tetapi juga oleh sinyal yang secara simultan dihasilkan oleh sejumlah pemancar di daerah sekitarnya. Pengaruh binterferensi pada sistem seluler ini biasanya lebih besar dari pengaruh noise.

1. Interferensi Co-Channel (Cochannel Interferensi)

Interferensi co-channel terjadi ketika dua atau lebih kanal komunikasi menggunakan frekuensi yang sama. Interferensi ini biasanya terjadi pada tempat-tempat yang tinggi, misalnya penggunaan telepon genggam pada puncak-puncak gedung yang tinggi atau kendaraan yang sedang berada pada dataran tinggi.

2. Interferensi Intersimbol (Intersymbol Interference)

Interferensi intersimbol terjadi akibat adanya delay spread yang besar dalam medium multipath atau karena laju bit transmisi yang tinggi.

3. Interferensi Kanal Bersebelahan (Adjacent Channel Interference)

Interferensi kanal bersebelahan terjadi akibat dua buah sel yang bersebelahan menggunakan dua spektrum frekuensi yang berdekatan. Dalam sistem seluler Interferensi kanal bersebelahan lebih mudah dikontrol jika dibandingkan dengan interferensi co-channel yaitu dengan pemakaian filter yang curam.

4. Interferensi Near – Far (Near-end to Far – end Interference)

Interferensi near-far terjadi karena adanya perbedaan jarak yang cukup besar antara pelanggan satu dengan pelanggan lain ke base station. Sinyal yang diterima dari pelanggan yang lebih dekat dengan base station, lebih kuat

dibandingkan sinyal yang berasal dari pelanggan yang letaknya lebih jauh dari base station. Sinyal yang lebih kuat itu akan menutup sinyal yang lebih lemah.

Derajat penutupannya tergantung pada jarak ke base station. Untuk mengurangi Interferensi near-far ini kedua sinyal harus ditransmisikan dalam dua frekuensi yang cukup jauh terpisah, dan juga dapat pula digunakan kontrol daya.

Dengan kontrol daya, daya yang tiba di base station untuk mobil yang berbeda jaraknya tetap sama. Ini dapat dilakukan dengan mengontrol daya yang ditransmisikan oleh unit mobile sehingga mobile yang lebih dekat dengan base station akan memancarkan daya yang lebih kecil jika dibandingkan dengan daya yang dipancarkan oleh unit mobile yang letaknya jauh dari base station.

2.1.5. Spektrum Frekuensi

Minimal tiap sel membutuhkan sebuah gelombang pembawa. Gelombang pembawa merupakan sepasang frekuensi dari subpita frekuensi lintasan atas dan lintasan bawah. Gelombang pembawa dipakai untuk pengiriman dan penerimaan. Sehingga pembicaraan dapat berlangsung dua arah secara bersamaan. (full duplex).

Tabel 2.2. Spektrum Frekuensi

Kategori	Parameter
Jumlah Kanal	125
Struktur TDMA	8 time slot per carrier
Batas frekuensi dari sel ke mobile	935 – 960 Mhz
Batas frekuensi dari mobile ke sel	890 – 915 Mhz
Lebar pita kanal (carrier spacing)	200 Khz
Carrier to interference ratio (C / I)	18 dB
Daya nominal pemancar mobile	0,8 ; 2 ; 5 ; 8 ; 20
Mode transmisi	Full duplex
Modulasi suara	GMSK BT = 0,3
Kecepatan transmisi (bit rate)	270,83 kbps

2.2. Pengoperasian Sel

Tiap-tiap sel yang dialokasikan ke beberapa kanal dapat digunakan untuk suara atau pensignalan trafik. Jika suatu mobile sedang aktif, mobile tersebut terdaftar pada suatu base station. Sehingga informasi yang berhubungan dengan suatu mobile serta lokasi seluler, disimpan dalam MSC. Jika terjadi panggilan dari atau ke mobile, sistem kontrol dan sistem pensignalan memberikan sebuah kanal dan memerintahkan mobile untuk menggunakan kanal yang sesuai. Kanal tersebut disediakan oleh frekuensi division (sistem analog) dan time division (sistem digital).

Hubungan base station ke jaringan, kualitas kanal yang ada, akan terus dimonitor oleh base station selama panggilan dan dilaporkan ke MSC. Jika mobile bergerak maka rasio interferensi pembawa dialokasikan pada kanal-kanal yang lain. Hal tersebut terus menerus dimonitor dan jika turun dibawah rata-rata nilai threshold, maka mobile diperintahkan untuk melakukan handover ke base station yang terkuat (terjadi interferensi pada kanal yang sama).

2.3. Struktur Jaringan GSM

Struktur jaringan GSM terdiri dari beberapa jaringan subsistem seperti mobile station (MS), base station subsystem (BSS), network and switching subsystem (NSS) dan operation subsystem.

2.3.1. Mobile Station

Mobile Station bisa berupa satu peralatan tunggal yang mampu memberikan pelayanan tertentu atau mendukung sambungan ke terminal

eksternal, seperti interface ke personal computer (PC) atau fax. MS terdiri dari Mobile Equipment (ME), dan sebuah Subscriber Identity Module (SIM)

2.3.2. Base Station Subsystem

BSS dihubungkan ke MS melalui interface radio dan berhubungan pula dengan NSS. BSS terdiri dari Base Transceiver Station (BTS) dan Base Station Controller (BSC) yang mengontrol beberapa BTS .

1. Base Transceiver Station (BTS)

Peralatan ini terdiri dari semua perlengkapan teknik radio yang perlu, seperti transmitter, receiver, dan antenna sehingga memungkinkan BTS untuk menghubungi MS yang berlokasi pada satu sel/wilayah, yang diidentifikasi oleh MS dengan menggunakan BSIC (Base Station Identity Code).

2. Base Station Controller (BSC)

BSC membentuk interface antara beberapa BTS dengan NSS. Sebuah BSC dengan beberapa BTS kontrol adalah merupakan Base Station Subsystem (BSS). Satu atau lebih sel dari BTS yang dikontrol oleh satu BSC kita sebut sebagai wilayah BSA (Base Station Area). Setiap MS didalam base station area dapat dihubungkan oleh perlengkapan radio dari base stationnya. BSC mendischarge NSS sebanyak mungkin sebagai fungsi hubungan mobilitas dan tugas rutin. Hal ini memungkinkan BSC, dalam banyak kasus untuk melakukan handover, saat suatu sel berpindah dari satu sel ke sel lainnya.

2.3.3. Network & Switching Subsystem (NSS)

Pensinalan NSS termasuk dalam fungsi utama switching dari GSM. NSS mengatur komunikasi antara pengguna GSM dengan pengguna telekomunikasi lainnya. NSS terdiri dari MSC(Mobile Switching Centre), HLR(Home Location Register),VLR(Visitor Location Register), AuC(Authentication Centre), dan EIR (Equipment Identity Register).

1. Mobile Switching Centre (MSC)

MSC berfungsi sebagai pusat telepon bagi keluar masuknya percakapan, mengatur jalannya komunikasi, menyediakan sambungan dan sampai perincian jumlah tagihan. Sehingga komunikasi antara pelanggan dengan pelanggan, pelanggan lain jasa layanan dan PSTN dapat terlaksana dengan baik .

2. Home Location Register (HLR)

HLR database bersifat permanen dan sebagai pusat informasi data pelanggan yang dibutuhkan saat mengadakan sambungan setiap saat. HLR ini mendukung kerja VLR.

3. Visitor Location Register (VLR)

Suatu MS yang melakukan roaming pada suatu wilayah MSC dikontrol oleh VLR yang bertanggung jawab terhadap wilayah tersebut. Jika suatu MS muncul dalam suatu wilayah lokasi, berarti MS mulai untuk melakukan pendaftaran. VLR berfungsi sebagai data pelanggan, mengatur jumlah serta identitas pelanggan. Hal ini dibutuhkan pada saat pindah frekuensi (handover) dan data register lokasi pelanggan secara pasti. VLR berfungsi sebagai database

pelanggan yang bersifat dinamis, karena selalu berubah setiap waktu, menyesuaikan dengan pelanggan yang memasuki atau berpindah naungan MSC.

Data yang tersimpan dalam VLR secara otomatis akan selalu berubah mengikuti pergerakan pelanggan. Dengan demikian akan dapat dimonitor secara terus-menerus posisi dari pelanggan, dan hal ini akan memungkinkan MSC untuk melakukan interkoneksi pembicaraan dengan pelanggan lain. VLR selalu berhubungan secara intensif dengan HLR yang berfungsi sebagai data pelanggan

4. Authentication Centre (AuC)

AuC berfungsi memberikan pelayanan keamanan pelanggan GSM dengan memberikan data register kepada pelanggan sebagai kunci pribadi.

5. Equipment Identity Register (EIR)

EIR merupakan daftar identitas peralatan telepon bergerak internasional, yang terdiri dari daftar hitam, putih, dan abu-abu.

- Daftar hitam menunjukkan identitas pelanggan yang kehilangan atau karena kesalahan pelanggan.
- Daftar putih menunjukkan identitas pelanggan yang menggunakan secara benar.
- Daftar abu-abu adalah daftar pelanggan yang perlu diobservasi.

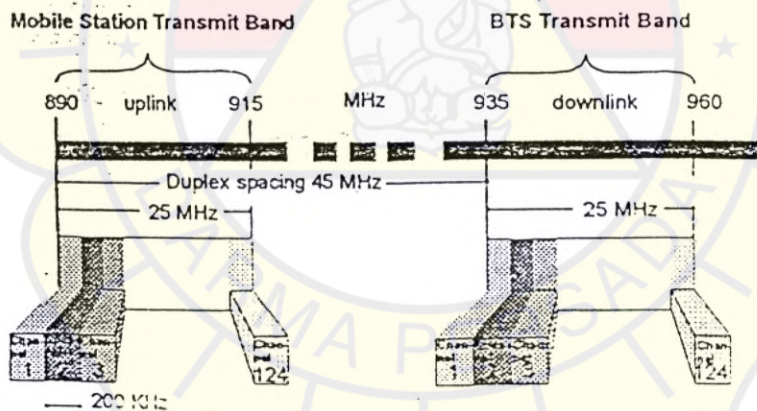
2.3.3. Operation and Maintenance Subsystem (OMS)

Semua komponen jaringan pada BSS dan NSS, pengoperasian, pengawasan dan perawatan pada akhirnya dipusatkan pada OMS. Dalam pengoperasiannya operator masuk melalui jaringan Local Area Network (LAN) menuju Switched Publik Data Network (SPDN), yang berisi Operation and

Maintenance Processor (OMP). Pada akhirnya terbentuk suatu sistem jaringan yang terintegrasi satu sama lainnya pada GSM yang disebut Public Land Mobile Network (PLMN).

2.4. Transmisi Radio

GSM dioperasikan pada frekuensi 900 Mhz, lebih khususnya pada frekuensi (uplink) 890-915 Mhz dan frekuensi (down link) 935-960 Mhz. Lihat gambar 2.6.



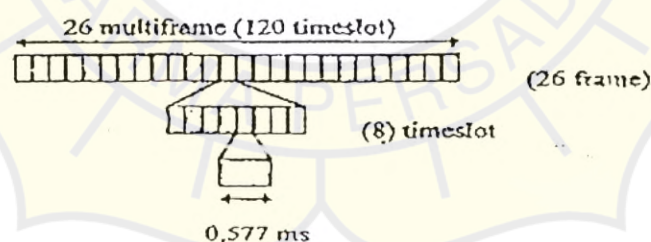
Gambar 2.6 Pembagian Kanal Frekuensi pada GSM 900 Mhz

Operator GSM dalam suatu negara dibagi dalam suatu frekuensi tersendiri, yang pada awalnya tidak semua frekuensi digunakan. Sedangkan untuk melakukan roaming, harus menggunakan seluruh bandwidth frekuensi secara penuh.

2.4.1. Logical Channel (Kanal Logika)

Dalam satu frase TDMA terdapat 8 time slot. Ada 2 jenis multiframe TDMA :

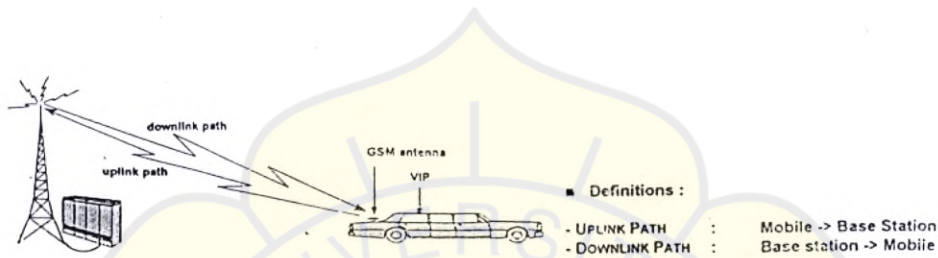
- Multiframe dengan 26 frame didalamnya yang memiliki durasi 120 ms. Multiframe ini digunakan untuk membawa kanal traffic dan kanal kontrolnya. Jadi dalam multiframe ini terdapat (26×8) time slot dalam waktu 120 ms, jadi dalam setiap time slotnya memiliki periode : $120 (26 \times 8) = 0,577$ ms.
- 235,4 ms. Multiframe jenis ini digunakan untuk kanal kontrol.



Gambar 2.7. Durasi dari time slot

Dalam sistem GSM kita mengenal 2 jenis kanal GSM, yang pertama kita kenal kanal traffic atau traffic channel (TCH) dan kanal kontrol atau control channel (CCH). Beberapa dari kanal ini bersifat dua arah sementara yang lainnya

bersifat satu arah. Kanal-kanal yang mentransmisikan BS ke MS kita sebut dengan kanal downlink, sementara kanal-kanal yang mentransmisikan dari MS ke BS kita sebut dengan kanal uplink. Lihat gambar 2.8.



Gambar 2.8. Uplink dan Downlink

2.5. Mobile Originating Call

Jika suatu mobile melakukan panggilan (originating call), menggunakan akses yang berisi 7 bit angka random, yang digunakan oleh jaringan untuk mendapatkan alokasi kanal. Kanal-kanal ini memiliki beragam fungsi seperti : autentikasi, dan lain-lain.

Jika MS (Mobile Station) gagal mendapatkan akses maka akan dicoba melalui akses yang lain. Kemungkinannya adalah dengan menggunakan angka random 1 s/d n.

Setelah mendapatkan akses yang akan digunakan, maka MS akan mengirim pesan set-up pada kanal yang sudah dialokasikan ke jaringan dengan

mengirim pesan call proceeding pada SDCCH (Stand-alone Dedicated Control Channel) untuk set-up panggilan.

Setelah pesan alerting dikirim ke MS melalui (SDCCH), maka pesan connect akan ditransfer ke MS. Ini berarti jaringan telah berhasil mendapatkan hubungan MS kemudian merespon dengan mengirimkan pesan connect acknowledge untuk memasuki keadaan aktif.

2.6. Mobile Terminating Call

Pada kasus ini pesan dikirim melalui traffic tempat MS terdaftar dan ditransmisikan pada kanal paging. Untuk merespon paging ini MS tetap harus meminta sebuah kanal sebagaimana hal diatas, jika mobile dalam keadaan terminating call (menerima panggilan). Setelah mendapatkan akses, base station akan merespon dengan pesan call confirmed melalui kanal kontrolnya. Sebuah kanal dialokasikan sampai suatu panggilan berhasil maka akan memasuki keadaan aktif.

2.7. Location Updating

Tujuan dari location updating adalah untuk mengetahui dimana posisi pelanggan dalam jaringan Informasi location updating disebut informasi lokasi (location information). Informasi tersebut disimpan dalam location register yang dibedakan menjadi :

- HLR (Home Location Register), berisi data base pelanggan yang bersifat permanen.
- VLR (Visitor Location Register), berisi data base pelanggan yang bersifat sementara.

Location updating dapat ditampilkan dengan memasukkan SIM kedalam peralatan sistem untuk melacak pelanggan.

