digunakan di seluruh dunia. Pada akhir tahun 2005, pelanggan GSM di dunia sudah mencapai 1,5 miliar pelanggan dan merupakan teknologi yang paling banyak digunakan. **Tabel 2.1** di bawah ini menunjukan perkembangan GSM.

Tabel 2.1 Perkembangan GSM [12]

Tahun	Kegiatan
1982-1985	Dibentuknya *Group Speciale Mobile* (GSM).
1986	Teknologi GSM mulai dicoba
1987	*Time Division Multiple Access* (TDMA) dipilih sebagai teknologi transmisi GSM.
1988	Penandatanganan MoU GSM.
1989	*European Telecommunication Standards Institute* (ETSI) bertanggung jawab untuk spesifikasi GSM.
1990	Spesifikasi tahap1 ditetapkan untuk mengijinkan pabrikan mengembangkan peralatan jaringan.
1991	Standar GSM 1800 diterbitkan
1992	Spesifikasi tahap 1 diselesaikan, Komersial tahap 1 jaringan GSM diluncurkan
1995	*Personal Communicatons Services* (PCS) berkembang di Amerika dan beroperasi pada 1900 MHz
1996	Sistem pertama GSM 1900 tersedia. Sesuai dengan standar PCS 1900

2.2 Prinsip Dasar Sistem Komunikasi Seluler

Berkembangnya sistem komunikasi seluler didasari oleh keterbatasan dari sistem konvensional, seperti keterbatasan kemampuan pelayanan, unjuk kerja pelayanan yang rendah dan tidak efisien dalam pemanfaatan spektrum frekuensi.

Prinsip dasar seluler merupakan pemanfaatan spektrum frekuensi yang efisien tetapi mampu menjangkau daerah pelayanan yang luas, pelanggan yang banyak dan kualitas hubungan yang baik.

2.2.1 Daya Transmitter Rendah – Daerah Jangkauan Kecil

Daya *transmitter* pada sistem radio seluler lebih rendah dibandingkan sistem konvensional karena dirancang hanya untuk melayani daerah jangkauan (*coverange*) yang kecil, yang disebut "sel". Dengan pengurangan daerah *coverange* dan penempatan sejumlah sel pada daerah pelayanan yang direncanakan, memungkinkan pengulangan frekuensi pada sel yang berbeda. Tujuannya adalah untuk memperbesar kapasitas dan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi.

2.2.2 Frequency Reuse

Frequency reuse adalah penggunaan ulang sebuah frekuensi pada suatu sel, dimana frekuensi tersebut sebelumnya sudah digunakan pada satu atau beberapa sel lainnya. Jarak antara 2 sel yang menggunakan frekuensi yang sama ini harus diatur sedemikain rupa sehingga tidak akan mengakibatkan interferensi.

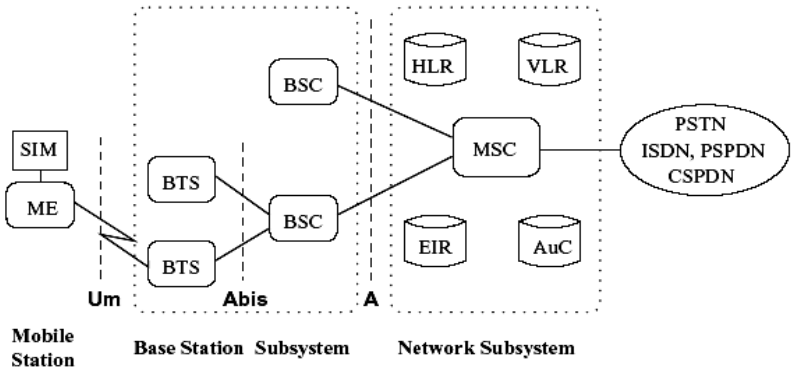
Latar belakang penerapan *frequency reuse* ini adalah karena adanya keterbatasan sumber daya frekuensi yang dapat digunakan, sedangkan kebutuhan akan ketersedian area cakupan yang lebih luas terus meningkat. Maka agar area cakupan baru dapat diwujudkan, dibuatlah sel-sel baru dengan menggunakan frekuensi yang sudah pernah digunakan sebelumnya oleh sel lain.

2.2.3 Konsep Macrocell, Microcell dan Picocell

Macrocell mencakup daerah kawasan yang paling luas digunakan untuk pengguna yang sering bergerak. Macrocell mempunyai luas cakupan lebih besar dari 1 Km.

Microcell merupakan sel yang digunakan untuk daerah berpenduduk padat. Dengan membagi-bagi area menjadi beberapa sel, jumlah dari kanal yang tersedia bertambah seiring dengan kapasitas dari sel. Daya dari *transmitter* dikurangi, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya interferensi diantara sel tetangga (*neighbouring cell*). *Microcell* mempunyai luas cakupan kurang dari 1 Km. Sedangkan *picocell* mencakup daerah kawasan di dalam sebuah bangunan gedung.

2.3 Arsitektur Jaringan GSM



SIM Subscriber Identity Module BSC Base Station Controller MSC Mobile services Switching Center
ME Mobile Equipment HLR Home Location Register EIR Equipment Identity Register
BTS Base Transceiver Station VLR Visitor Location Register AuC Authentication Center

Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan GSM [4]

2.3.1 Mobile Station (MS)

Mobile Station (MS) adalah perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk melakukan komunikasi. Secara umum sebuah MS terdiri dari *Mobile Equipment* (ME) dan *Subscriber Identity Module* (SIM).

1. Mobile Equipment (ME)

   ME adalah perangkat GSM yang ada di pelanggan yang berfungsi sebagai *terminal transceiver* (pengirim dan penerima sinyal) untuk berkomunikasi dengan perangkat GSM lainnya. Secara international, ME diidentifikasi dengan IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) dan data IMEI ini disimpan oleh EIR untuk keperluan autentikasi.

2. Subscriber Identity Module (SIM)

   SIM adalah sebuah *smart card* yang berisi seluruh informasi pelanggan dan beberapa informasi layanan yang dimilikinya. *Mobile Equipment* (ME) tidak dapat digunakan tanpa ada *SIM card* di dalamnya, kecuali untuk panggilan darurat dapat dilakukan tanpa menggunakan SIM card.

2.3.2 Base Station Subsystem (BSS)

Base Station Subsystem merupakan bagian dari radio sistem pada jaringan GSM yang terdiri dari *Base Station Controller* (BSC) dan *Base Transceiver Station* (BTS).

1. Base Station Controller (BSC)

   BSC merupakan bagian inti dari sitem BSS yang menghubungkan antara BTS denga NSS (seluruh *database* BTS ada pada BSC). Adapun fungsi utama dari BSC adalah sebagai *database* seluruh elemen jaringan BSS, penyambung kanal trafik, memproses pensinyalan, mengontrol daya, menangani fungsi-fungsi operasi dan *maintenance* serta memonitoring sistem.

2. Base Transceiver Station (BTS)

   BTS dapat dilihat sebagai bagian dasar dalam jaringan BSS dan perlengkapan hubungan antara BSC dengan MS. Fingsinya sebagai elemen jaringan yang berinteraksi langsung dengan MS melalui radio interface. BTS terdiri dari Tx (*transmitter*) dan Rx (*receiver*) yang menyediakan kanal pembicaraan. Seperti radio pada umumnya, radio interface di BTS memiliki daya pancar yang terbatas, dalm GSM sering dikenal dengan istilah wilayah cakupan atau *radio service area*. Cara kerja radio suatu BTS adalah membentuk dan mengatur sel trafik hubungan dan *handover* (perpindahan MS dari satu BTS ke BTS lain) yang berada dalam wilayah cakupannya.

2.3.3 Network Switch Subsystem (NSS)

NSS tugasnya mengatur komunikasi antar pelanggan selular, mengatur komunikasi pelanggan selular dengan jaringan lain dan sebagai *database* untuk manajemen mobilitas pelanggan. NSS inilah yang mengatur hubungan telekomunikasi selular antar pelanggan Telkomsel dan dari ke pelanggan operator

lain, sekaligus mencatat posisi pelanggan, lokal atau *roaming* SLJJ dan sebagainya. Di jaringan PSTN, NSS sering disebut sebagai sentral telepon, karena proses hubungan tercatat disini. NSS terdiri dari :

1. Mobile Switching Center (MSC)

   MSC berfungsi mengkoordinasi proses pembangunan hubungan dari atau ke MS dan juga mengontrol beberapa BSC.

2. Home Location Register (HLR)

   Berisi *database* yang menyimpan informasi pelanggan dan informasi yang berhubungan dengan lokasi pelanggan. Bagian dari HLR adalah *Authentication Center* (AuC) dan *Equipment Identity Register* (EIR). AuC mengatur keamanan dan keauntetikan pelanggan. EIR menyimpanb data dari ME atau data yang berhubungan dengan ME.

3. Visitor Location Register (VLR)

   VLR dapat tersambung ke satu atau beberapa MSC. Secara temporer menyimpan data lokasi pelanggan sesuai dengan MSC-nya. VLR dapat dianggap sebagai suatu *database* pelanggan yang diambil secara intensif bertukar data dengan VLR.

4. Gateway Mobile Switching Center (GMSC)

   Pada proses pembangunan hubungan, panggilan mula-mula dirutekan ke GMSC untuk mencari HLR berdasarkan nomor *directory* pelanggan selular. GMSC mempunyai suatu *interface* dengan jaringan eksternal.

2.3.4 Operation and Maintenance Center (OMC)

OMC adalah sub sistem jaringan GSM yang berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pemeliharaan elemen jaringan GSM yang terhubung dengannya. Tiap-tiap elemen jaringan mempunyai perangkat OMC-nya sendiri-sendiri, misalnya elemen jaringan NSS mempunyai perangkat OMC sendiri, elemen jaringan BSS mempunyai perangkat OMC sendiri, elemen jaringan VAS juga memiliki perangkat OMC sendiri. Biasanya, di banyak operator semua perangkat OMC ini diletakan di dalam satu ruangan OMC yang terpusat.

OMC pada umumnya memiliki fungsi-fungsi sebagai berikut :

- *Fault Management* : Memonitor keadaan atau kondisi tiap-tiap elemen jaringan yang terhubung dengannya. Dalam hal ini, OMC akan selalu menerima alarm dari elemen jaringan yang menunjukan kondisi di elemen jaringan yang dimonitor, apakah ada masalah di elemen jaringan atau tidak.
- *Configuration Management* : sebagai *interface* untuk melakukan atau merubah konfigurasi elemen jaringan yang terhubung dengannya.
- *Performance Management* : Beberapa OMC ada yang dilengkapi juga dengan fungsi manajemen performansi, yaitu berfungsi untuk memonitor performansi dari elemen jaringan yang terhubung dengannya.
- *Inventory Management* : OMC juga dapat berfungsi sebagai *inventory management*, karena di database OMC terdapat informasi tentang aset yang berupa elemen jaringan, seperti jumlah dan konfigurasi seluruh elemen jaringan, dan juga kapasitas elemen jaringan.

2.4 Aspek Jaringan GSM

Di Eropa, pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada *band frekuensi* 900 MHz, dimana untuk frekuensi *uplink*nya digunakan frekuensi 890 - 915 MHz, dan frekuensi *downlink*nya menggunakan frekuensi 935 – 960 MHz. Dengan *bandwidth* sebesar 25 MHz yang digunakan ini (915 - 890 = 960 – 935 = 25 MHz), dan lebar kanal sebasar 200 kHz, maka akan didapat 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk suara (*voice*) dan 1 kanal untuk pensinyalan (*signaling*).

Pada perkembangannya, jumlah kanal sebanyak 124 kanal tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan yang disebabkan pesatnya pertambahan jumlah pelanggan. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak ini, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada band frekuensi 1800 MHz, yaitu band frekuensi pada 1710-1785 MHz sebagai frekuensi u*plink* dan frekuensi 1805-1880 MHz sebagai frekuensi *downlink*nya. Kemudian GSM dengan band frekuensi 1800 MHz ini dikenal dengan sebutan GSM 1800. Pada GSM 1800 ini tersedia bandwidth sebesar 75 MHz (1880-1805 = 1785-1710 = 75 MHz). Dengan lebar kanal tetap sama seperti GSM 900, yaitu 200 KHz, maka pada GSM 1900 akan tersedia kanal sebanyak 375 kanal.

GSM yang awalnya hanya digunakan di Eropa, kemudian meluas ke Asia dan Amerika. Di Amerika Utara, dimana sebelumnya sudah berkembang teknologi lain yang menggunakan frekuensi 900 MHz dan juga 1800 MHz, sehingga frekuensi ini tidak dapat lagi digunakan untuk GSM. Maka regulator

telekomunikasi di sini memberikan alokasi frekuensi 1900 MHz untuk peng implementasian GSM di Amerika Utara. Pada GSM 1900 ini, digunakan frekuensi 1930-1990 MHz sebagai frekuensi *downlink* dan frekuensi 1850-1910 MHz sebagai frekuensi *uplink*nya. Spesifikasi lengkap tentang GSM 900, GSM 1800, dan GSM 1900 dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Spesifikasi Teknis GSM [12]

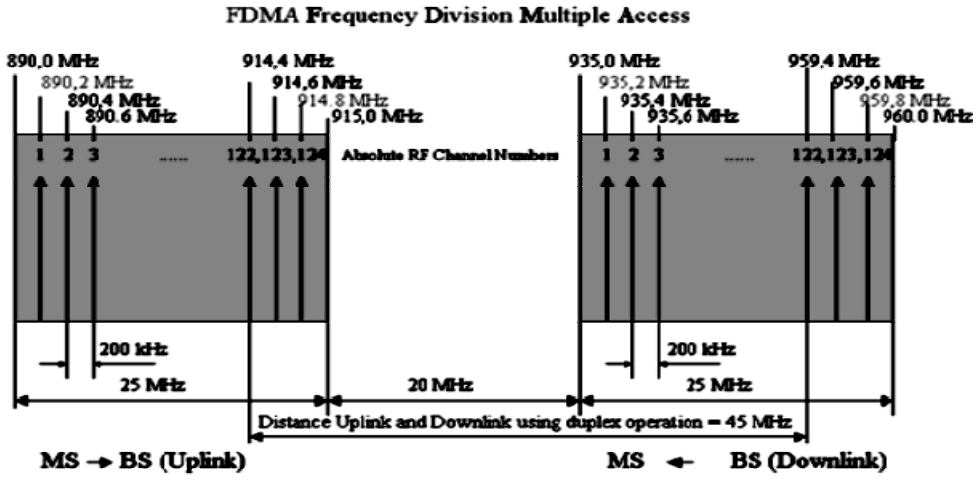
	GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Frekwensi Tx (MHz)	935 - 960	1805 - 1880	1930 - 1990
Frekwensi Rx (MHz)	890 - 915	1710 - 1785	1850 - 1910
Metode Multiple Akses	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA
Modulasi	0.3 GMSK	0.3 GMSK	0.3 GMSK
Lebar per Kanal	200 kHz	200 kHz	200 kHz
Jumlah max User/Kanal	8	8	8
Jumlah Kanal Radio	125	375	300
Kecepatan transmisi	270 kbps	270 kbps	270 kbps
Bandwidth	25 MHz	75 MHz	60 MHz
Duplex Distance	45 MHz	95 MHz	80 MHz

2.4.1 Metoda Pengaksesan GSM

2.4.1.1 Frequency Division Multiple Access (FDMA)

GSM adalah suatu sistem FDMA/ TDMA, yaitu kanal fisik digambarkan baik melaui frekuensi dan time slot. GSM juga adalah suatu sistem FDD, yaitu untuk *uplink* dan *downlink* menggunakan frekuensi yang berbeda. Masing-masing cakupan frekuensi dibagi menjadi 200 kHz frekuensi pembawa. Frekuensi

pembawa ini diberi nomor dan dikenal dengan *Absolute Radio Frequency Carrier Number* (ARFCN) ditunjukkan pada **Gambar 2.2.** Masing-masing ARFCN disesuaikan dengan pasangan pembawa (1 untuk *uplink* dan 1 untuk *downlink*).



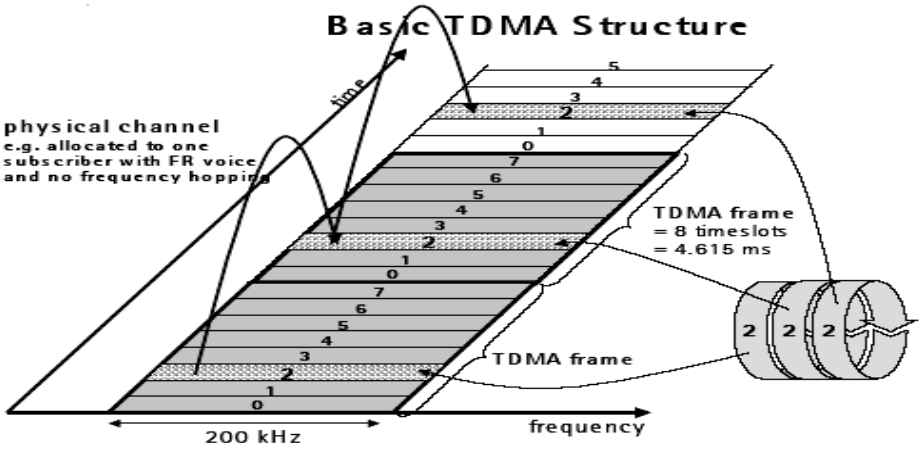
Gambar 2.2 Frequency Division Multiple Access [9]

2.4.1.2 Time Division Multiple Access (TDMA)

Seperti yang telah disebutkan, GSM menggunakan teknologi akses tidak hanya FDMA, tetapi juga TDMA yaitu kanal fisik yang terpisah satu sama lain oleh waktu. Ini berarti untuk alur radio antara antena MS dan BTS, setiap kanal mempunyai periode waktu pada frekuensi selama proses. Pemancar memancarkan gelombang elektromagnetis dan mengatur data pelanggan hanya pada periode *time slot dedicated*. Masing-masing pancaran berlangsung 0.557 ms (persisnya 15/26 ms) dan 8 pancaran berlangsung 4.615 ms.

Ada perbedaan macam pancaran untuk tujuan yang berbeda. Isi dari burst dapat bertukar-tukar, tetapi jangka waktunya masing-masing selalu sama. Dalam

GSM, masing-masing 200 kHz frekuensi pembawa diatur 8 kanal TDMA, yang juga digunakan seperti kanal trafik atau seperti kanal pensinyalan. 8 kanal ini mempunyai slot yang berhubungan dengan waktu untuk memancarkan atau menerima data. Oleh karena itu, setiap kanal fisik mempunyai hak untuk berproses setiap time slot kedelapan. Pengaturan 8 time slot seperti itu disebut frame TDMA.



Gambar 2.3 Struktur Dasar TDMA [9]

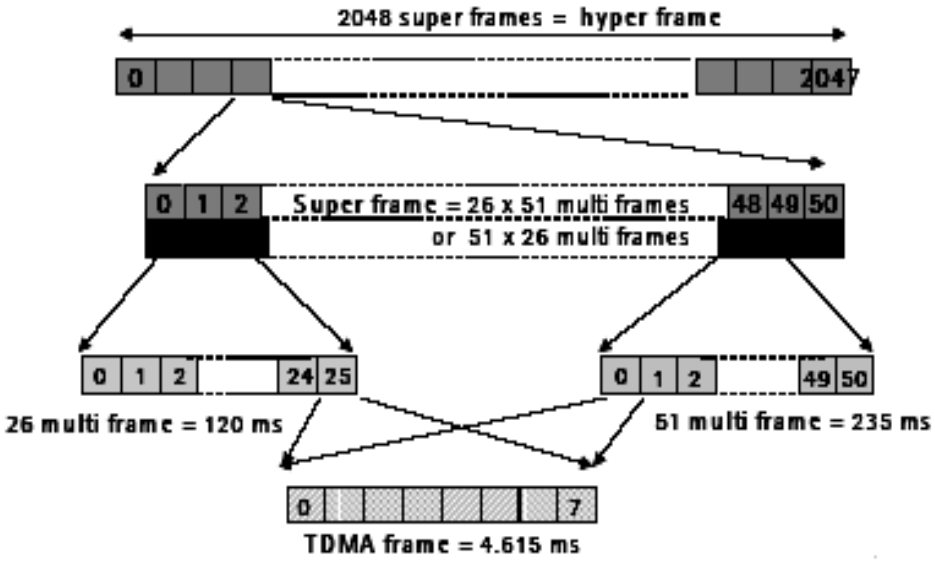
Frame TDMA dikelompokkan ke dalam 2 jenis multi frame :

- 26 frame multi frame (4.615 ms x 26 = 120 ms) berisikan 26 frame TDMA. Multif rame ini digunakan untuk membawa kanal trafik dan berhubungan dengan kanal kontrol.
- 51 frame multi frame (4.615 ms x 51 = 235.4 ms) berisikan 51 frame TDMA. Multi frame ini digunakan khusus untuk kanal kontrol.

Struktur multi frame terdiri dari banyak bagian lebih lanjut ke dalam super frame tunggal jangka waktu 6.12 detik. Suatu super frame terdiri dari :

- 51 multi frame dari 26 frame.
- 25 multif rame dari 51 frame.

Bagian terakhir dari level hirarki frame, terdiri dari 2048 super frame (2715648 frame TDMA), adalah suatu hyper frame. Lama periode diperlukan untuk mendukung mekanisme enkripsi data GSM .

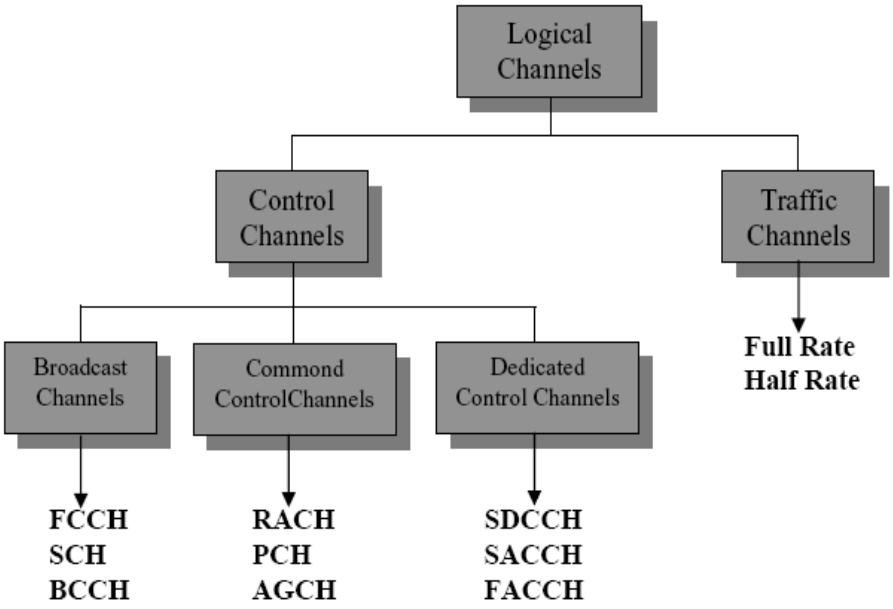


Gambar 2.4 Multi, Super dan Hyperframe GSM [9]

2.4.2 Struktur Pengkanalan GSM

Jalur yang biasa untuk membawa informasi antara MS dan BTS dikenal dengan nama kanal fisik (*Physical channel*). Perbedaan pembawa informasi dalam kanal fisik diklasifikasikan sebagai kanal logika (*Logical channel*). Kanal logika dibagi menjadi 2 kategori, kanal kontrol (*Control Channel*) dan kanal trafik

(*Traffic Channel*)**.** Keduanya kemudian dibagi lagi, ada 2 tipe dari kanal trafik dan ada 3 kategori dari kanal kontrol dengan total ada 9 tipe kanal yang berbeda.



Gambar 2.5 Struktur Pengkanalan GSM [11]

2.4.2.1 Kanal Kontrol (Control Channel)

Kanal kontrol membawa pensinyalan informasi yang digunakan oleh MS untuk mencari BTS, sinkronisasi dengan BTS, dan penerimaan informasi digunakan untuk pelaksanaan pembaruan panggilan. Ada tiga kategori dari kanal kontrol, yaitu:

1. Broadcast Channels (BCH)

Semua BCH ditransmisikan point to multi-point ke arah *downlink*.

- Frequency Correction Channel (FCCH)

  Menyediakan informasi koreksi frekuensi yang digunakan oleh MS.

- Synchronization Channel (SCH)

Mengandung *Base Station Identity Code* (BSIC) dan angka frame TDMA digunakan untuk sinkronisasi MS untuk struktur frame dari BTS baru.

- Broadcast Control Channel (BCCH)

  Digunakan untuk menyiarkan informasi umum ke semua MS.

2. Common Control Channels (CCCH)

Semua CCCH dikirim point to point.

- Random Access Channel (RACH)

  Digunakan oleh MS untuk meminta akses ke sistem. Informasi RACH dikirim melalui *uplink*.

- Paging Channel (PCH)

  Digunakan untuk *page* di MS. Informasi PCH dikirim melalui *downlink*.

- Access Grant Channel (AGCH)

  Digunakan untuk menandai SDCCH. Informasi AGCH dikirim melalui *downlink*.

3**.** Dedicated Control Channels (DCCH)

Semua DCCH dikirim secara point to point melalui *uplink* dan *downlink*.

- Stand alone Dedicated Control Channel (SDCCH)

  Membawa informasi pensinyalan selama *call setup*, autentikasi, pembaharuan lokasi.

- Slow Assosiated Control Channel (SACCH)

  Mengirim panggilan kontrol data dan laporan pengukuran.

- Fast Assosiated Control Channel (FACCH)

  Membawa informasi pensinyalan yang penting dalam proses *handover*.

2.4.2.2 Kanal Trafik (Traffic Channel)

Kanal trafik (TCH) membawa voice atau data. Ada dua tipe dari TCH, yaitu: *Full-Rate* dan *Half-Rate*. TCH dapat ditempatkan di time slot mana saja pada frekuensi manapun digambarkan di dalam sel.

- *Full rate*: Menangani encoding voice/data. Informasi TCH dikirim pada bit rate 33,8 Kbps. 1 kanal untuk 1 orang (MS) dengan bitratenya 13 Kbps pada tiap time slotnya.

- *Half rate*: Dalam 1 kanal dapat digunakan 2 MS. Sebuah MS akan memakai setiap detik time slot ketika MS yang lain dalam kondisi idle. Pemakaian satu time slot untuk dua pengguna ini masing- masing pelanggan yang berada dalam satu time slot mempunyai bit rate 6,5 Kbps.

2.4.3 Pengkodean Suara (Speech Coding)

Kode bicara PCM masuk ke BSC pada *A Interface* dengan kecepatan 64 Kbps. Delapan dari kanal ini bisa memberi bit rate 512 Kbps melalui *Air Interface*, tanpa transmisi tak mungkin bisa. TRAU pada BSC, menyediakan pengkodean jalur bicara sampai segment 20 ms. Speech segment 20 ms ini kemudian masuk kedalam *speech coder*. *Speech coder* akan menganalisa segment dan melaksanakan pengurangan bit rate. Outputnya merupakan kode jalur bicara dengan kualitas jalur bicara yang bisa diterima, yaitu pada 13 Kbps. 3 Kbps lainnya dalam *band signalling* ditambahkan kedalam sinyal, sehingga total output yang keluar pada *A-ter Interface* atau *A-bis Interface* adalah 16 Kbps.

2.4.4 Modulasi (Modulation)

GSM menggunakan teknik modulasi digital yang disebut dengan *Gaussian Minimum Shift Keying* (GMSK). Keuntungan dari modulasi digital adalah tahan terhadap gangguan *noise*, tahan terhadap perusakan kanal, mudah me*multiplexing* dari berbagai bentuk informasi dan keamanan lebih baik.

2.4.5 Timing Advance

Jika MS berpindah *Base Station* selama pembicaraan akan diperlukan untuk mengirim pancaran dalam sinkronisasi waktu, agar dapat diterima menurut time slot dalam *Base Station*. *Base station* secara berlanjut mengirim nilai antara 0 sampai 63, memberitahu MS berapa banyak bit time (3,7 us) untuk sinkronisasi waktu saat mentransmisikan *burst/*pancaran.

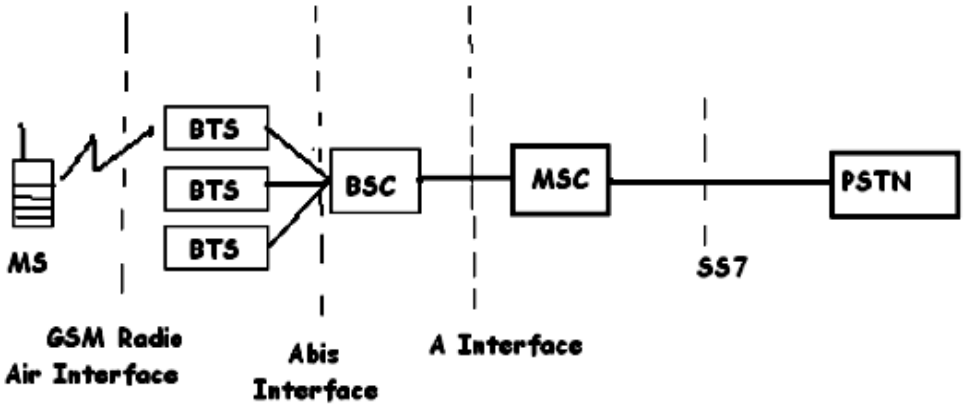
2.5 Interface BSS pada GSM

Ada 4 *interface* utama yang diterima dan dipancarkan oleh BSS yang digunakan untuk trafik dan informasi pensinyalan. *Interface-interface* tersebut adalah *A Interface, A-ter Interface, A-bis Interface,* dan *Air Interface*. *A Interface* menghubungkan jalur informasi antara MSC/VLR dengan TRAU, *A-ter Interface* antara TRAU dengan BSC-BSC, *A-bis Interface* mengirim informasi antara BSC dan BTS, sementara *Air Interface* beroperasi antara BTS dan MS.

Pada dasarnya ada 2 jalur pembangunan hubungan *interface*, yaitu:

• 2 Mbps PCM (E1) *interface*. Kanal fisik E1 terbagi menjadi 32 ts, masing – masing dengan bit rate 64 Kbps. Ini adalah konfigurasi normal pada jaringan GSM 900 dan GSM 1800.

• 1,5 Mbps PCM (T1) *interface*. Kanal fisik T1 terbagi menjadi 24 ts, masing – masing dengan bit rate 64 Kbps. Ini adalah konfigurasi normal pada jaringan GSM 1900.



Gambar 2.6 Interface BSS [11]

1. Air interface

   Menggunakan teknik TDMA untuk jalur kirim dan terima serta pensinyalan informasi antara BTS dan MS. Teknik TDMA digunakan untuk membagi tiap-tiap pembawa menjadi 8 timeslot. Besar frekuensi pembawa adalah 200 KHz.

2. Abis interface

   Bertugas untuk pengiriman trafik dan pensinyalan informasi antar BSC dengan BTS. Protokol transmisi yang digunakan untuk mengirim informasi

pensinyalan pada A Bis Interface adalah *Link Access Protocol On The D Channel* (LAPD).

3. A Interface

   Menyediakan 2 tipe informasi, pensinyalan dan trafik antar MSC dengan BSS. Jalur bicara di transcoderkan di TRAU dan pensinyalan SS7 yang terhubung langsung ke TRC atau pada jalur berbeda ke BSC.

4. Ater interface

   Merupakan jalur antara TRAU dan BSC. Pada TRAU jalur bicara ditranscodekan dari 64 Kbps menjadi 16 Kbps. 13 Kbps untuk jalur informasi dan 3 Kbps untuk pensinyalan informasi band.

2.6 Manajemen Mobilitas

Dalam jaringan GSM diperlukan manajemen mobilitas (*mobility management*) yang mengelola MS melakukan pembaruan lokasi (l*ocation update*), perpindahan sel (*handover*), penjelajahan (*roaming*), *Mobile Terminating Call* (MTC), *Mobile Originating Call* (MOC), serta pada saat mematikan atau menghidupkan MS (*IMSI Attach/ Detach*).

Jika hal-hal tersebut di atas diatur dengan baik, maka komunikasi yang diinginkan pengguna tidak akan mengalami hambatan atau gangguan.

2.6.1 Pembaruan Lokasi (Location Update)

Pembaruan lokasi akan dilakukan MS pada saat :

1. MS pindah ke lokasi daerah lain (*Normal Location Updating*).

2. Pada saat jaringan membutuhkan informasi *updating* (*Periodic Updating*).
3. Pada saat *IMSI Attach/ Detach* (pada saat mematikan/menghidupkan MS).

2.6.2 Penjelajahan (Roaming)

Roaming terjadi bila pengguna bergerak melalui sentral lain yang bukan daerah pelayanannya. *Roaming* biasanya dilakukan oleh pengguna yang melakukan penjelajahan dan telah meninggalkan kota asalnya. *Roaming* dapat dilakukan melalui beberapa cara :

1. *Roaming Nasional.* Merupakan pergerakan pengguna melalui sentral lain di satu jaringan operator di wilayah Indonesia dengan pembagian zona yang telah diatur oleh pihak operator selular tersebut.
2. *Roaming Internasional.* Merupakan pergerakan pengguna keluar dari wilayah Indonesia dan keluar dari *coverange* jaringan selular yang menaungi. Oleh karena itu, operator selular bekerja sama dengan operator selular internasional (lintas operator internasional) untuk dapat memberikan *coverange* kepada pengguna.
3. *Roaming Lintas Operator Nasional.* Pada saat *coverange* operator tidak dapat melayani pengguna, maka operator lain akan melayani pengguna tersebut.

2.6.3 Mobile Terminating Call (MTC)

Merupakan suatu proses dimana MS akan melakukan penerimaan panggilan. Proses terjadinya MTC yaitu pada saat MS akan melakukan panggilan ke arah jaringan GSM, MSC akan meneruskan ke arah MSC yang akan dituju, MSC tersebut akan meneruskan ke BSC untuk mencari posisi MS yang akan

dihubungi melalui BTS. BTS mengenali MTC dengan melalui *paging* dari BTS ke MS. Dengan kata lain ketika ada panggilan ke arah MS yang dituju, BTS memberikan informasi ke MS melalui *paging*, *paging* tersebut dikirimkan melalui PCH (*Paging Channel*) dan MS melakukan jawaban terhadap *paging* yang dilakukan BTS melalui *Random Access Channel* (RACH).

2.6.4 Mobile Originating Call (MOC)

Merupakan proses ketika akan melakukan panggilan. Proses MOC hampir sama dengan proses yang terjadi pada saat menerima panggilan (MTC), perbedaannya pada MOC *mobile station* (MS) yang mempunyai inisiatif untuk melakukan panggilan.

2.6.5 IMSI Attach/ Detach

Pada jaringan GSM, pengguna sering melepaskan atau memasangkan *chip* (SIM card) ataupun menghidupkan atau mematikan power *mobile station*. Ini yang disebut dengan *IMSI (International Mobile Subscriber Identity) Attach/ Detach.*

Pada saat power MS dihidupkan, MS melakukan permohonan *IMSI attach* melalui MSC untuk menggabungkan IMSI pada VLR dengan melakukan *location update* untuk penggabungan ke jaringan GSM. Sedangkan untuk *IMSI detach* dengan jaringan GSM, MS mengajukan permohonan pemutusan melalui BSS dan MSC, kemudian MSC melakukan pemutusan ke arah VLR dan IMSI agar MS di non-aktifkan.

2.7 Target Parameter Performansi GSM

Definisi Parameter Performansi

- *Total calls* adalah parameter yang menyatakan jumlah panggilan (*call*) secara keseluruhan baik *call succes rate*, *drop call* maupun *failure call*.
- *Call Success rate* adalah parameter yang menyatakan besarnya suatu call berhasil dibangun.

  Call Success rate sendiri dapat dilihat dari dua segi yaitu :

  1. *Call Set-up Success Rate* (CSSR) dapat diartikan sebagai keberhasilan suatu MS untuk mendapatkan kanal yang dipergunakan pada saat awal signalling.
  2. *Call Success Rate* (CSR) yang merupakan akhir keberhasilan menduduki trafik channel tertentu.
- *Dropped Call* adalah suatu kondisi dimana pembicaraan yang sedang berlangsung terputus sebelum pembicaraan tersebut selesai (panggilan yang jatuh setelah kanal bicara digunakan).

  Akibat dari *dropped Call* ini menyebabkan ketidaknyamanan dalam berkomunikasi seluler.

  Dropped Call dapat terjadi oleh berbagai hal yaitu :

  1. Rugi-rugi Frekuensi Radio.
  2. *Co-Channel Interferensi* dan *Adjacent Interferensi*.
  3. Kegagalan *handover* sebagai akibat dari tidak terdapatnya trafik kanal pada sel tetangga atau *neighbour cell*.

  Faktor-faktor penyebab *Dropcall*

  1. Rugi-rugi Radio Frekuensi (*RF Loss*), lemahnya sinyal yang diterima

2. *Interferensi Co-channel* dan *Adjacent*
3. *Handover Failure* (Kegagalan Handover)
4. *Blank Spot*

Tabel 2.3 Target Parameter Performansi GSM [2]

	TCH Call Blocked (%)	TCH Assign Success Rate (%)	Call Success Rate (%)	Drop Call Rate (%)
BAIK	< 1.0	> 93.0	> 93.0	< 1.0
NORMAL	1.0 – 2.0	90.0 – 93.0	90.0 – 93.0	1.0 – 2.0
BURUK	> 2.0	<90.0	< 90.0	> 2.0
	SDCCH Call Blocked (%)	SDCCH Assign Success Rate (%)	Handover Success Rate (%)	Handover Failure Rate (%)
BAIK	< 1.0	> 93.0	> 97.0	< 1.0
NORMAL	1.0 – 2.0	90.0 – 93.0	90.0 – 97.0	1.0 – 2.0
BURUK	> 2.0	< 90.0	<90.0	> 2.0

Standar Performansi BTS GSM

1. CSR lebih dari (>) 90%
2. *Drop Call* kurang dari (<)1,5%
3. *Handover failure* kurang dari (<) 1%
4. *TCH call blocked* (<) 1%

2.8 Handover

Handover merupakan perpindahan kanal suara pada pelanggan bergerak yang dilakukan oleh sistem untuk memelihara hubungan suatu pembicaraan.

Ketika pengguna bergerak mendekati perbatasan sel menuju daerah cakupan sel tetangganya, maka kuat sinyal yang diterima oleh pengguna tersebut akan menurun. Hal ini dideteksi oleh sistem seluler ysng kemudian akan men-switch (memindahkan *link radio* ke *base station*) sel tetangganya. Proses ini disebut *handover*/*handoff* . Proses ini kemudian melakukan penyambungan panggilan ke sebuah kanal frekuensi baru pada sel baru tanpa penyelaan panggilan atau pemberitahuan kepada pelanggan.

Masalah yang timbul pada sel kecil adalah bahwa tidak semua pembicaraan akan komplit dalam sel tunggal. Untuk mengatasi masalah tersebut diterapkan suatu ide *handover* yaitu suatu cara mengupayakan agar hubungan dari dan ke *mobile station* tidak terputus meskipun *mobile station* bergerak keluar sel semula. Dengan demikian *handover* didefinisikan sebagai proses perpindahan frekuensi operasi dari BTS secara otomatis tanpa pemutusan hubungan yang dikarenakan MS bergerak ke sel frekuensi yang berbeda sehingga pembicaraan tetap kontinyu pada sel frekuensi yang baru tanpa proses *redialing* (melakukan panggilan ulang).

2.8.1 Tujuan Handover

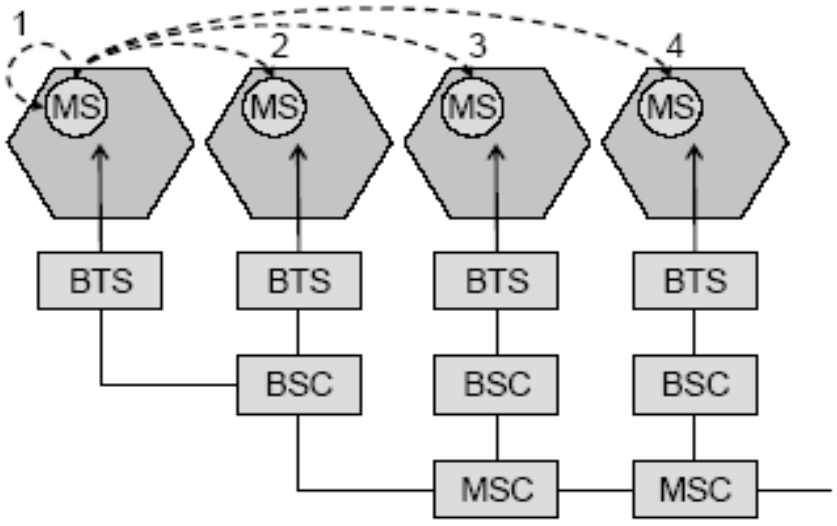
Tujuan dari *handover* antara lain adalah

1. Menjaga kualitas hubungan selama terjadi hubungan radio antar pelanggan dalan jaringan. Pergerakan dari pelanggan menyebabkan sinyal dari sel layanan yang diterima akan mengecil dan penting sekali untuk memindahkan hubungan ke sel terdekat yang memberikan sinyal terkuat.

2. Menghindari interferensi. Pelanggan bergerak ke dalam sebuah sel layanan dimana kekuatan sinyal yang diterimanya akan menyebabkan interferensi pada jaringan, untuk menghindari hal ini maka hubungan harus dipindahkan ke sel lain yang terdekat.
3. Mengatur distribusi trafik. Pada jaringan urban dengan sel berukuran kecil, seluruh MS cukup dilayani oleh sejumlah sel.

2.8.2 Tipe Handover

Handover dapat dibedakan menjadi beberapa tipe sesuai dengan perubahan wilayah sel, area BTS atau area MSC. Tipe *handover*, antara lain adalah:



Gambar 2.7 Tipe Handover [6]

1. *Intracell Handover*

   Handover yang dilakukan antar sel dalam suatu BTS. Perpindahan sel dari satu sektor ke sektor lainnya dalam suatu BTS disebut dengan *intracell handover*. *Handover* ini bertujuan agar perpindahan sel suatu *site* dapat dilakukan dengan sempurna karena jika dalam suatu *site* tidak dibuat *intracell handover* maka MS tidak dapat melakukan perpindahan sel walaupun dalam suatu sel yang sama.

2. *Intercell Handover*

   Handover yang dilakukan dalam suatu sel dalam BTS dengan sel lain dari BTS lain tetapi masih dalam satu BSC. *Handover* ini bertujuan agar dapat terjadi *handover* antar sel, jika proses ini tidak terjadi maka akan timbul terputusnya pembicaraan (*drop call*) sewaktu perpindahan dalam satu sel ke sel lainnya (percakapan akan terputus sewaktu perpindahan sel).

3. *Intracell MSC Handover*

   Handover yang dilakukan suatu sel yang lainnya dari BSC yang berbeda tetapi masih dalam satu MSC yang sama. *Handover* ini bertujuan agar antar *handover* masih dapat dilakukan meskipun dengan BSC yang berbeda.

4. *Intercell MSC Handover*

   Handover yang dilakukan suatu sel dengan sel lain pada BSC dan MSC yang berbeda. *Handover* ini bertujuan agar *handover* masih dapat dilakukan meskipun dengan BSC dan MSC yang berbeda.

Handover dapat terjadi jika dibuat kanal sel tetangganya pada *database* BSC dan BTS untuk tiap sel yang dibutuhkan untuk dapat melakukan *handover*. Jika hal ini tidak dilakukan maka *handover* tidak akan terjadi.

Handover utamanya diatur oleh MSC, bagaimanapun untuk menghindari pensinyalan yang tidak perlu *handover* juga diatur oleh BSC. Pada *handover* ini MS secara kontinyu mengontro daya sinyalnya dan daya sinyal dari sel yang berdekatan. Daftar sinyal yang harus dimonitor oleh MS diberikan oleh BTS. Pengukuran daya memutuskan sel yang terbaik untuk menjaga kualitas jalur komunikasi.

2.8.3 Kriteria Handover

Terjadinya *handover* seringkali disebabkan oleh kondisi propagasi radio antara MS dengan BTS. Kriteria radio yang menyebabkan *handover* antara lain :

1. Kualitas penerimaan (*Received Quality*).
2. Level penerimaan (*Received Level*).
3. Jarak (*MS_BS Distance*).
4. Power Budget (*Better Cell*).

Jika salah satu dari tiga penyebab yang pertama terjadi, maka *handover* sangat diperlukan untuk mempertahankan hubungan. Hal ini mungkin terjadi karena MS bergerak meninggalkan coverange area dari sel yang melayani (*intercell handover*) atau karena adanya interferensi yang kuat dari sel lain yang menggunakan kanal frekuensi yang sama (*intracell handover*).

Faktor keempat yaitu jika kualitas jalur di *serving cell* masih cukup bagus namun sel tetangga mempunyai level terima yang sangat baik, maka akan terjadi *handover* ke sel yang baik. Hal ini berguna untuk meningkatkan performansi jaringan secara keseluruhan.

2.8.4 Parameter Ukur Handover

Nilai-nilai pengukuran yang diperlukan untuk menentukan proses *handover* antara lain :

1. Rx Quality

   Kualitas dari penerimaan sinyal ditentukan dengan pengukuran *bit error rate* (BER) dari *training sequence*, sebelum koreksi *error* dilakukan. Data berupa kode level kualitas berkisar antara 0 sampai 7. Level 0 sama dengan nilai BER < 0.2 %, 1 untuk 0.2 % < BER < 0.4 %, 2 untuk 0.4 % < BER < 0.8 % dan seterusnya. Level 7 sama dengan nilai BER > 12.8 %. Nilai RX Quality dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.4 Pengkodean Rx Quality [9]

BER (%) RANGE	BER (%) MEAN	QUAL
< 0.2	0.14	0
0.2-0.4	0.28	1
0.4-0.8	0.67	2
0.8-1.6	1.13	3
1.6-3.2	2.26	4
3.2-6.4	4.53	5
6.4-12.8	9.06	6
> 12.8	18.1	7

2. Rx Level

   Level sinyal yang diterima oleh MS dan BTS untuk masing-masing pancaran yang diterima. Ketika menggunakan laporan pengukuran standar, cakupan dari

-110 dBm sampai -47 dBm dapat ditangani. Untuk level -110 dBm, -109dBm…-47 dBm dengan kode 0,1,…63, secara berurutan. Pengkodean Rx level dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.5 Pengkodean Rx Level [9]

P (dBm) No offset	P (dBm) 10 dB offset	LEV
-110	-100	0
-109	-99	1
-108	-98	2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
-49	-39	61
-48	-38	62
-47	-37	63

3. RXLEV_NCELL(n)

MS juga mengukur level daya yang diterima pada BCCH, frekuensi sel dari masing-masing sel tetangganya. Nilai pengukuran RXLEV_NCELL(n) sama halnya seperti nilai RX Level yang terdapat pada **Tabel 2.5**.

4. MS_BS_DIST

Merupakan jarak antara MS dengan BTS yang dihitung berdasarkan nilai *Timing Advance* (TA) yang diperoleh dari pengukuran oleh BTS dan dikodekan seperti di bawah ini.

MS_BS_DIST = 0, 1, …….,35 jarak (Km)

2.8.5 Faktor keberhasilan Handover

Ada beberapa hal yang mempengaruhi keberhasilan dalam proses *handover* antara lain adalah :

1. Penentuan algoritma untuk masing-masing tipe *handover* dengan tepat. Penggunaan algoritma yang salah akan menyebabkan kegagalan *handover* semakin besar, sehingga setiap sel-sel tetangga harus didefinisikan dengan benar disesuaikan dengan konfigurasi jaringan dan lapangan.
2. Seting *database* di *Base Station Controller* (BSC) dibuat sedemikian rupa sehingga sesuai dengan mekanisme *handover* dengan memperhatikan tipe *handover* dan konfigurasi sel-sel tetangga. Parameter *handover Rx Level* dan *Rx Quality* harus diperhatikan untuk menjaga kualitas pelayanan.

Salah satu mekanisme untuk menjaga keberhasilan *handover* adalah dengan memastikan sel tujuan *handover* harus memiliki level penerimaan (*Rx Level*) dan kualitas penerimaan (*Rx Quality*) yang bagus dibandingkan dengan sel yang sedang melayani MS tersebut dan juga dimaksudkan supaya MS sudah ditangani oleh sel yang baru, MS tidak mengalami hal yang buruk dan tidak terjadi efek ping-pong.