

BAB II
TEKNOLOGI GSM
DAN PERTUMBUHAN PELANGGAN SELULER DI INDONESIA

2.1 PERKEMBANGAN TELEKOMUNIKASI BERGERAK

Perkembangan telekomunikasi bergerak (biasa disebut sebagai sistem generasi) dimulai dengan teknologi generasi pertama dimana teknologi pada saat itu merupakan suatu teknologi analog yang keandalannya dapat dipercaya akan tetapi layanan yang ada sangat terbatas serta tidak terdapat roaming antar jaringan. Berikut adalah tahapan perkembangan sistem telekomunikasi:

2.1.1 Sistem telekomunikasi generasi pertama (1G)

Teknologi yang dikembangkan oleh masing-masing negara pada era generasi pertama diberikan penamaan yang berbeda-beda pula menyesuaikan dengan negara pengembangnya, sedangkan teknologi yang digunakan pada semua negara adalah sama yaitu menggunakan teknologi analog. Sistem yang dikembangkan oleh Amerika untuk teknologi telekomunikasi generasi pertama dinamakan AMPS (*Advance Mobile Phone System*), pada era yang sama (1979 - 1990) di eropa dan jepang juga dikembangkan teknologi telekomunikasi generasi pertama dengan penamaan sebagai berikut:

- a. Jepang : *Nippon Telegraph and Telephone* (NTT-MTS) dan *Nippon Advanced Mobile Telephone Services* (NAMTS) keduanya beroperasi pada pita 800 MHz.
- b. Eropa
 - . Inggris : *Total Access Communication System* (TACS)
 - . Scandinavia : *Nordic Mobile Telephone System* (NMT)
 - . Perancis : RadioCom2000 (450 MHz) & NMT (900 MHz)

- . Jerman : C450 dengan menggunakan frekuensi 450 MHz
- . Italia : RTMS dan TACS

Perkembangan teknologi telekomunikasi generasi pertama dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Sistem Telekomunikasi Generasi Pertama [1]

Country	System	Freq. Range (MHz)	Introduce Year
USA	AMPS	800	1979
Japan	NTT-MPS	800	1979
Sweden, Norway, Finland, Denmark	NMT	450, 900	1981-1986
Great Britain	TACS	900	1985
Germany	C450	450	1985
France	RadioCom2000	450	1985
	NMT	900	1989
Italy	RMTS	450	1985
	TACS	900	1990

2.1.2 Sistem telekomunikasi generasi kedua (2G)

Sistem telekomunikasi generasi kedua merupakan awal digunakannya teknologi digital yang mampu membawa keberuntungan yang berarti pada jasa pelayanan, kapasitas jaringan dan peningkatan mutu. *Global System for Mobile Communication* (GSM) merupakan salah satu contoh dari teknologi 2G. Tuntutan meningkatnya akses untuk internet jaringan nirkabel telah menuju perkembangan pada sistem 2G yang lebih lanjut, yaitu sistem generasi 2.5G. Adapun salah satu contoh layanan teknologi generasi 2.5G

adalah GPRS (*General Packet Radio Services*), yaitu berupa suatu paket standarisasi yang teknologinya berupa *switching* untuk memungkinkan penggunaan internet pada komunikasi bergerak. Standard dan karakteristik lain dari jaringan digital bergerak telah terlihat dari waktu ke waktu, yang mencakup IN (*Intelligent Network*), MPS (*Mobile Positioning*) dan mengirim pesan singkat (SMS).

Dikarenakan ada beberapa sistem 2G yang menggunakan teknologi radio pada spektrum frekuensi yang berbeda, sehingga mendorong untuk diciptakannya sistem generasi ketiga (3G) yang dapat berupa komunikasi suara, data informasi dan video untuk dikirimkan melalui terminal *nirkabel*. Fondasi untuk layanan ini dilengkapi sistem 2G, tetapi diperlukan efisiensi spectrum yang semakin tinggi, kapasitas yang semakin besar, serta kemampuan untuk memberikan layanan suara dan data dengan data rate yang lebih tinggi. Contoh sistem 3G adalah UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). GSM adalah suatu teknologi yang sangat penting untuk melihat ke belakang pada teknologi sebelumnya dan menguji kecenderungan di masa depan.

GSM (*Global System for Mobile Communication*) merupakan seluler teknologi digital yang paling banyak digunakan di seluruh dunia karena tersedianya internasional roaming. Layanan data bergerak teknologi ini terdiri dari *removable ID card* yang biasa disebut SIM (*Subscriber Identity Module*) *card* yang mengandung informasi mengenai data pelanggan (nomor pelanggan ataupun kategori layanan dan sebagainya) semua dapat di rangkum pada module yang dimaksud yang dapat digunakan sebagai unit bergerak di berbagai negara. Pada tahun 1992, penandatanganan GSM MoU (*Memorandum of Understanding Global System for Mobile Communication*) membuat suatu kesepakatan pengaturan layanan yang diberikan operator seluler dan spesifikasi kesepakatan guna memperoleh standard jaringan yang lebih baik untuk layanan kepada masyarakat mengenai hubungan telekomunikasi antar operator yang ada. Sistem yang ada mampu bekerja pada frekuensi 900 MHz dengan menggunakan multiplexes 8 pelanggan (dalam domain waktu) untuk proses membawa frekuensi.

2.2 TEKNOLOGI GSM (*GLOBAL SYSTEMS FOR MOBILE COMMUNICATION*)

GSM (*Global System for Mobile Communication*) merupakan salah satu contoh teknologi generasi kedua dimana sistem ini merupakan suatu sistem selular *digital* yang pada awal perkembangannya dipelopori oleh negara Perancis (*France Telecom*) dan Jerman (*Bundespost*). Perkembangan teknologi GSM adalah sebagai berikut:

- Tahun 1982 Jerman dan Perancis memelopori diselenggarakannya *Conference Europeance d'Administration de Post et Telecommunication* (CEPT) yang menetapkan GSM sebagai standar digital selular untuk Eropa serta melakukan standarisasi sistem digital selular untuk Eropa pada frekuensi 900 MHz (890-960 MHz).
- Tahun 1985 Jerman, Perancis, Itali dan Inggris bersatu untuk mengembangkan standarisasi GSM.
- Tahun 1987 di tanda tangani *Memorandum of Understanding* pemakaian GSM oleh 14 negara Eropa.
- Tahun 1988 didirikan *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI). Organisasi ini beranggotakan departemen pos dan telekomunikasi, industri serta operator telekomunikasi di Eropa, sebagian besar kegiatan standarisasi teknis CEPT, termasuk GSM dipindahkan ke badan ini. Sistem ini kemudian dispesifikasikan oleh badan standarisasi Eropa ETSI.
- Tahun 1989 ETSI mulai diakui oleh ITU.

GSM dapat melayani akses pelanggan diluar wilayah operator dan bahkan di semua negara diseluruh dunia dimana sistem teknologi GSM digunakan. Akses global ini hanya dapat dicapai dengan keseragaman spesifikasi sistemnya. Spesifikasi jaringan memungkinkan jaringan-jaringan dan operator yang berbeda untuk saling bertukar informasi mengenai pelanggan dan untuk saling melayani antar pelanggannya. Pada saat ini, GSM menyediakan jasa pelayanan untuk para pelanggan seperti komunikasi data yang berkecepatan tinggi, faksimili, mengirim pesan singkat (SMS), jasa *Intellegent Network* (IN) seperti *Mobile Virtual Private Networks* (MVPNs). Spesifikasi teknologi GSM juga

didesain untuk bekerja pada standar-standar yang lain, dimana standar *interface* harus tetap terjamin.

2.2.1 Arsitektur dan Komponen Jaringan GSM

Dua bagian utama dapat didefinisikan pada jaringan *Global System for Mobile Communication* (GSM). Masing-masing sistem terdiri dari beberapa kesatuan fungsional atau bagian individual dari jaringan yang dapat berpindah. Subsistem penyusun jaringan *Global System for Mobile Communication* (GSM) adalah:

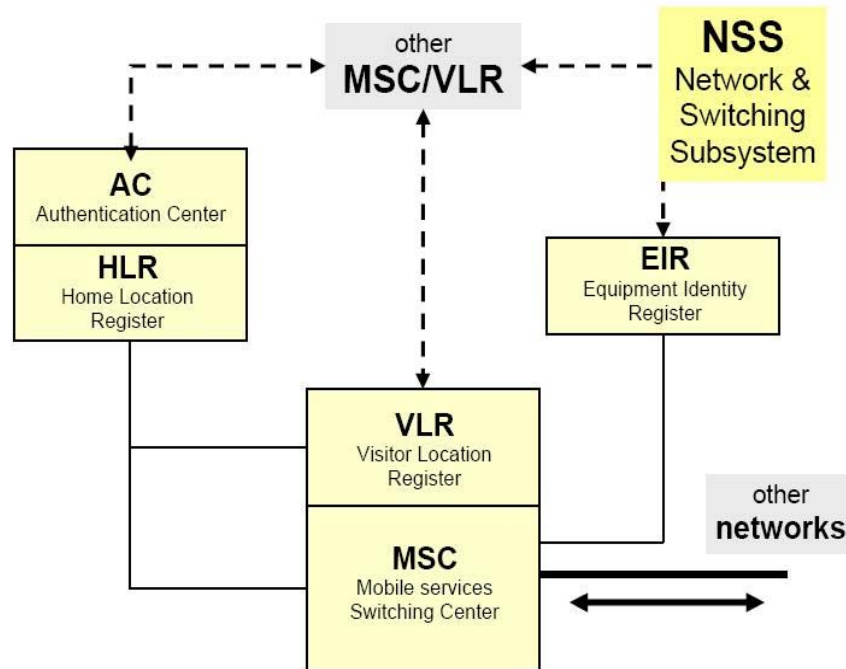
1. *Base Station Subsystem* (BSS)
2. *Network Switching Subsystem* (NSS)
3. *Operation Subsystem* (OSS)

Berikut keterangan dari subsistem penyusun jaringan :

2.2.1.1 *Mobile Station* (MS)

Mobile Station (MS) merupakan bagian utama yang dipakai dalam komunikasi selular dimana perangkat fisik ini dapat diinstal, *portable* dan mudah dibawa kemana saja. MS dibuat dengan berbagai macam desain dan keunggulan yang sesuai untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Jarak daerah cakupan dari MS tergantung pada power output dari setiap tipe MS. Bagian terpenting lainnya dari GSM adalah *Subscriber Identity Module* (SIM) atau dapat disebut juga "*smart card*". SIM dan *Mobile Equipment* ini dipakai bersama MS. Tanpa SIM, MS tidak dapat mengakses jaringan GSM kecuali untuk jalur *traffic emergency*. Ketika SIM dihubungkan pada suatu pelanggan dan bukan pada MS, pemakai tersebut dapat menggunakan MS yang lain seperti miliknya. Hal ini mengakibatkan suatu masalah tentang pencurian MS, sejak itu tidak ada lagi yang memakai *barring* bila perangkatnya dicuri.

2.2.1.2 Network Switching Subsystem (NSS)



Gambar 2.1 NSS pada jaringan GSM [2]

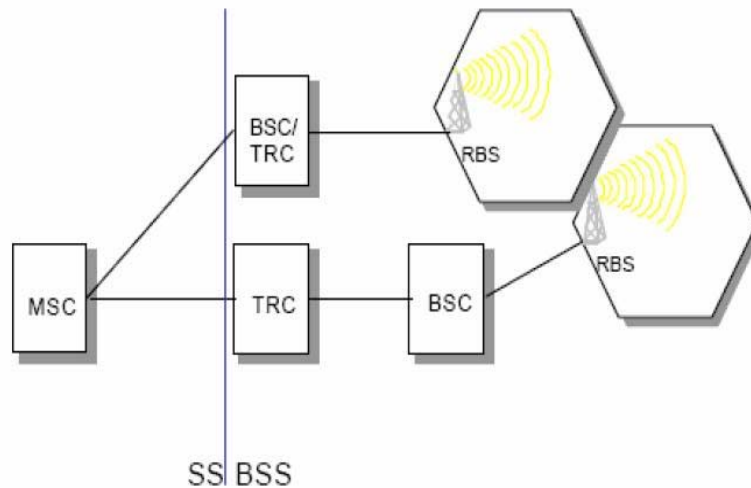
Proses panggilan serta fungsi-fungsi yang berhubungan dengan pelanggan merupakan fungsi utama dari *Network Switching Subsystem* (NSS). Arsitektur NSS ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Unit-unit fungsional penyusun *Switching Subsystem* (SS), yaitu:

- *Equipment Identity Register* (EIR) – EIR merupakan *database* yang menyimpan informasi mengenai *mobile equipment*.
- *Home Location Register* (HLR) – HLR merupakan *database* yang digunakan untuk penyimpanan dan manajemen dari pelanggan. HLR merupakan *database* yang paling penting karena menyimpan data permanen mengenai pelanggan, profil layanan, informasi lokasi, dan status aktivitasnya
- *Mobile Switching Center* (MSC) – MSC menangani fungsi-fungsi *switching telephony, network interfacing, common channel signaling*, dan sebagainya.

- *Visitor Location Register (VLR)* – VLR merupakan *database* yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan yang diperlukan oleh MSC. VLR selalu terintegrasi dengan MSC. Ketika MS berada di area MSC yang baru, VLR akan meminta informasi kepada HLR mengenai MS tersebut.
- *Authentication Center (AuC)* – AuC menyediakan fungsi autentikasi dan enkripsi untuk mengkonfirmasi identitas pelanggan dan menjamin kerahasiaan pada setiap panggilan.

2.2.1.3 Base Station Subsystem (BSS)



Gambar 2.2 BSS pada jaringan GSM [2]

BSS bertanggung jawab atas semua fungsi-fungsi radio di dalam sistem. BSS mengatur komunikasi radio dengan unit-unit *mobile* (bergerak) dan juga menangani *handover* dari panggilan yang sedang berlangsung diantara sel-sel yang dikontrol oleh BSC. BSS bertanggung jawab atas pengaturan semua sumber-sumber jaringan radio dan data konfigurasi sel. BSS mampu menangani situasi kesalahan normal tanpa harus dikontrol oleh OSS. Hal ini bermaksud apabila OSS tidak dapat dijangkau, BSS dapat melaksanakan tindakan yang benar pada situasi yg tidak normal.

Pada gambar 2.3 (BSS pada jaringan GSM) terlihat tiga komponen utama penyusun BSS, yaitu:

1. *Base Station Controller (BSC)*

Fungsi-fungsi kontrol dan saluran fisik antara MSC dan BTS ditangani oleh BSC, BSC merupakan *switch* yang berkapasitas tinggi untuk menangani fungsi seperti *handover*, data konfigurasi sel, dan mengendalikan level daya RF pada BTS. Setiap BSC akan dikontrol oleh sebuah MSC.

BSC mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Pelaksanaan dan Pemeliharaan BSC bagian dalam
 - . Pemeliharaan TRH
 - . Prosesor pengontrol muatan pada BSC
- b. Penanganan dari koneksi atau hubungan *station* bergerak
 - . Penanganan dari hubungan MS selagi *set-up* panggilan
 - . Penanganan hubungan MS semasa panggilan
- c. Manajemen jaringan transmisi
 - . Penanganan perantara pemancaran BSC
 - . Proses *signaling* berkecepatan tinggi
- d. Manajemen jaringan radio
 - . Trafik dan pengukuran keadaan
 - . Perekaman trafik
 - . Administrasi data deskripsi sel dan data konfigurasi sel
 - . Administrasi data informasi sistem
 - . Administrasi untuk mengalokasikan (penempatan) data
- e. Manajemen *Radio Base Station*
 - . Konfigurasi RBS
 - . Perubahan fungsi dan program muatan (*load*) RBS
 - . Pemeliharaan dan perawatan peralatan RBS
- f. *Transcoding* dan adaptasi kecepatan pada BSC

2. *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS menangani interface radio dengan MS. BTS merupakan perangkat radio (*transceiver* dan antena) yang diperlukan untuk melayani sel dalam jaringan. Beberapa BTS dikontrol oleh sebuah BSC. BTS juga biasa disebut dengan nama RBS, RBS termasuk semua radio dan hubungan transmisi perangkat yang dibutuhkan pada site untuk menghasilkan transmisi radio pada satu atau beberapa sel. Adapun fungsi dari BTS (RBS), yaitu:

- a. Sumber daya radio
 - . Konfigurasi dan permulaan sistem
 - . Transmisi radio
 - . Penangkapan radio
- b. Penanganan pemeliharaan lokal
- c. Pengaturan proses hubungan persinyalan
- d. Pengolahan sinyal
- e. Sinkronisasi
- f. Pengaturan fungsional dan uji coba

3. *Transcoder Controller (TRC)*

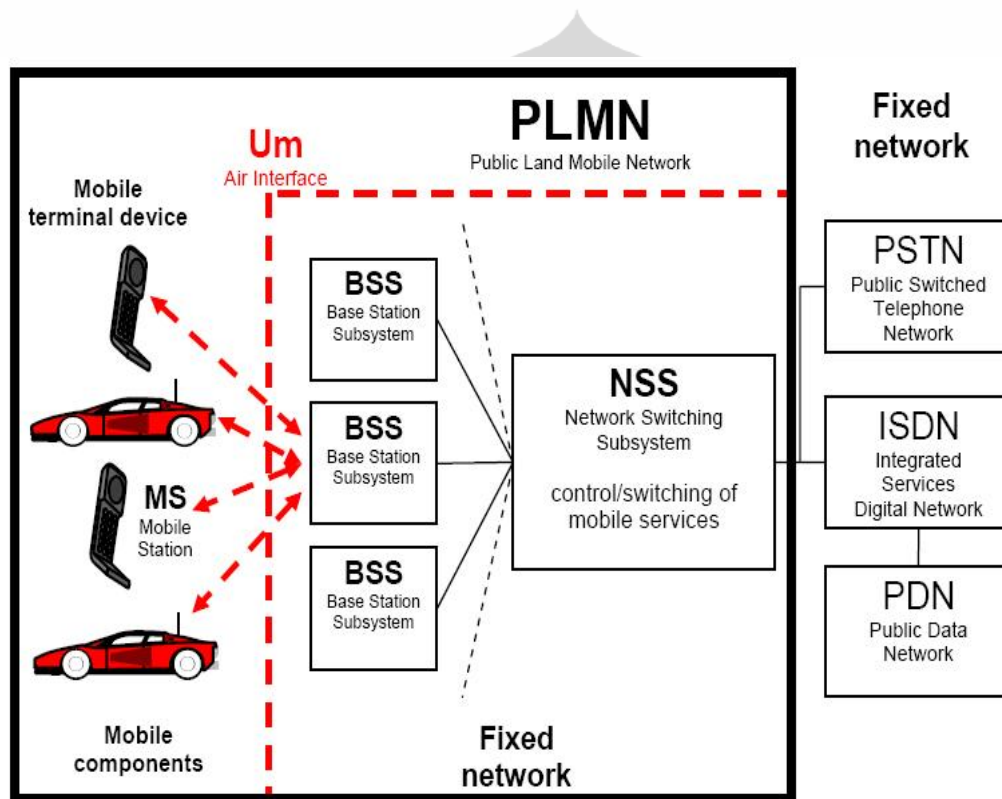
TRC menghasilkan BSS dengan kapabilitas adaptasi kecepatan. Hal ini sangat penting karena kecepatan tersebut digunakan untuk melewati alat penghubung udara dan digunakan oleh MCS/VLR. Alat ini melaksanakan adaptasi kecepatan yang disebut *transcoder*.

2.2.1.4 *Operation and Maintenance Center (OMC)*

Fungsi *Operation and Maintenance Center (OMC)* adalah untuk mengawasi beberapa jaringan seperti jaringan trafik. Perangkat ini terhubung dengan semua perangkat yang ada di SS dan BSC. Implementasi dari OMC disebut *Operation and Support System (OSS)*. OSS merupakan fungsional terpenting untuk mengawasi dan mengontrol sistem.

Tujuan dari OSS adalah untuk memberikan efektivitas dalam operasional dan pemeliharaan yang diperlukan oleh GSM.

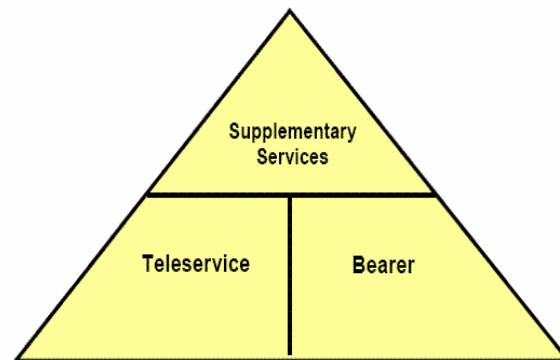
Arsitektur jaringan GSM dapat dilihat pada Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan GSM, sebagai berikut:



Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan GSM [2]

2.2.2 Layanan pada jaringan GSM

Layanan pada jaringan GSM merupakan suatu bentuk realisasi dari perkembangan tahap-tahap GSM yang telah dijelaskan sebelumnya. Layanan ini dapat dibagi menjadi tiga jenis layanan, yaitu layanan pembicaraan (*teleservice*) sebagai layanan dasar, *bearer service*, dan beberapa layanan tambahan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Layanan pada jaringan GSM [2]

a. Bearer Service

Bearer service merupakan salah satu pelayanan yang diperuntukkan bagi komunikasi data paket dengan kecepatan yang bervariasi antara 300 bps sampai dengan 9600 bps, dan menyediakan kemampuan untuk mengirimkan informasi antara dua atau lebih pelanggan jaringan interface. *Bearer service* terdiri dari:

1. *Data Package Duplex Synchronous (PDS)*
Data Package Duplex Synchronous (PDS) dipergunakan untuk akses secara sinkron ke PSPDN transmisi data dengan kecepatan transmisi antara 2400-9600 bps
2. *Data Circuit Duplex Syndrome (CDS)*
Data Circuit Duplex Syndrome (CDS) dipergunakan untuk akses secara sinkron ke PSTN / ISDN transmisi data dengan kecepatan transmisi antara 2400-9600 bps
3. *Data Package Assembler Disassembler (PAD)*
Data Package Assembler Disassembler (PAD) dipergunakan untuk akses secara sinkron ke fasilitas PAD pada *Packet Switched Public Data Network (PSPDN)* transmisi data dengan kecepatan antara 300-9600 bps.
4. *Data Circuit Duplex Asynchronous (CDA)*
Data Circuit Duplex Asynchronous (CDA) dipergunakan untuk akses secara asinkron ke PSTN / ISDN transmisi data dengan kecepatan transmisi antara 300-9600 bps

5. *Speech Followed* dengan Data CDA

Speech Followed dengan Data CDA dipergunakan untuk pemakaian transmisi data yang dapat dilakukan setelah panggilan suara dilakukan.

b. Teleservice

Merupakan bentuk layanan dasar yang diberikan kepada semua pelanggan tanpa memerlukan perlakuan khusus. *Teleservice* terdiri dari:

1. Layanan pembicaraan (*telephony*)

Layanan pembicaraan (*telephony*) merupakan suatu layanan dasar yang berupa penyambungan hubungan dari dan ke pelanggan untuk melakukan pembicaraan. Dapat berupa panggilan antar pelanggan *Public Line Mobile Network* (PLMN) atau dengan pelanggan lain seperti *Public Switched Telephone Network* (PSTN) dan *Integrated Service Digital Network* (ISDN).

2. Layanan *Emergency Call*

Layanan *Emergency Call* merupakan suatu layanan yang berfungsi untuk menghubungkan seorang pelanggan dengan pusat nomor darurat (*emergency*) pada wilayah tersebut yang telah ditentukan rutenya oleh operator, tanpa memerlukan kartu SIM. Cukup dengan menekan tombol SOS tertentu yang ditentukan operator

3. Voice Mail

Panggilan-panggilan yang datang ditampung pada voice mail box jika pelanggan tidak dapat dihubungi (tidak aktif, sibuk, atau diluar area jangkauan layanan). Kemudian ketika pelanggan mengaktifkan kembali MS, pesan tersebut dapat diakses

4. SMS (*Short Message Service*)

Menyediakan fasilitas pengiriman pesan sampai dengan 160 karakter antar MS dan pusat pelayanan dalam suatu jaringan tetap (PSTN) atau jaringan GSM. MS dapat menampilkan pesan tersebut pada layar (LCD) MS tersebut.

c. Supplementary Services

Supplementary Services atau layanan tambahan adalah bentuk layanan yang dapat diaplikasikan baik pada *teleservice* maupun *bearer service*. *Supplementary Services* (layanan tambahan) meliputi:

1. Layanan Identifikasi Panggilan (CLIP & CLIR)

Layanan identifikasi panggilan terdiri dari 2 jenis layanan:

- a. *Call Line Identification Presentation* (CLIP), yaitu layanan yang memungkinkan pelanggan untuk memperoleh informasi pemanggil pada saat mendapatkan panggilan sehingga dapat mengetahui siapa yang menghubunginya.
- b. *Call Line Identification Restriction* (CLIR) yaitu layanan yang memungkinkan pelanggan untuk menyembunyikan informasinya kepada yang dihubungkannya demi suatu kebutuhan keamanan.

2. *Closed User Group*

Closed User Group merupakan layanan bagi sekelompok pelanggan yang hanya dapat berkomunikasi dengan anggota lain.

3. *Advice of Charge*

Pelanggan dapat mengetahui informasi perkiraan tagihan dan pentarifan dapat berupa suara maupun dengan fasilitas SMS.

4. *Call hold*

Pelanggan dapat menahan pembicaraan yang sedang berlangsung, kemudian melanjutkan kembali tanpa terputus hubungan.

5. *Multi Party Service*

Pelanggan dapat membangun hubungan dan melakukan percakapan bersama dengan 3 sampai 6 sambungan.

6. Layanan *Call Waiting*

Memungkinkan seorang pelanggan mendapat informasi ada panggilan pada saat mempergunakan terminalnya, setelah itu pelanggan dapat memutuskan apakah akan menerima atau memutuskan panggilan.

7. Layanan pembatasan panggilan (*Call Barring*)

Memungkinkan seorang pelanggan untuk membatasi hubungan. Seperti pembatasan panggilan keluar, pembatasan panggilan masuk, dan pembatasan panggilan internasional.

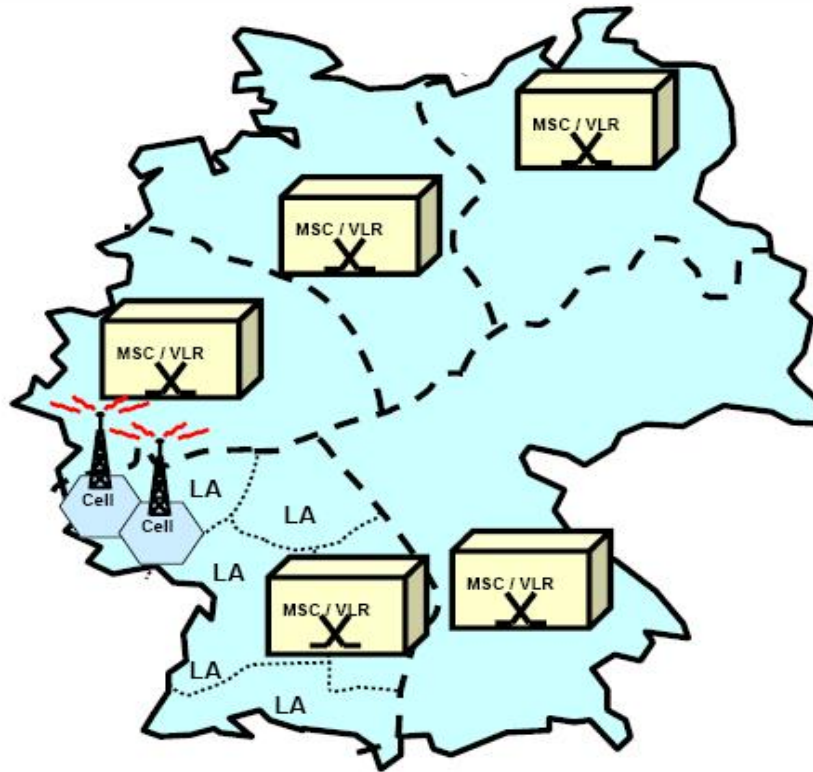
8. Layanan *Call Forwarding*

Memungkinkan pemindahan panggilan ke nomor lain yang telah ditentukan oleh pelanggan, apabila MS-nya tidak dapat menerima panggilan menurut kondisi yang dipilih, antara lain *unconditional, onbusy, no reply, unreachable*.

Tabel 2.2 *Supplementary Services* [2]

Category	Abbreviation	Service
Number Identification	CLIP	Calling Line Identification Presentation
	CLIR	Calling Line Identification Restriction
	CoLP	Connected Line Identification Presentation
	CoLR	Connected Line Identification Restriction
	MCI	Malicious Call Identification
Call Offering	CFU	Call Forwarding Unconditional
	CFB	Call Forwarding on Busy
	CFNRy	Call Forwarding on No Reply
	CFNRc	Call Forwarding on Not Reachable
	CT	Call Transfer
	MAH	Mobile Access Hunting
Call Completion	HOLD	Call Hold
	CW	Call Waiting
	CCBS	Completion of Call to Busy Subscriber
Community of Interest	CUG	Closed User Group
Call Restriction	BAOC	Barring All Outgoing Calls
	BOIC	Barring All Outgoing International Calls
	BAIC	Barring All Incoming Calls
	BOIC-ex HC	BOIC except to Home PLMN
	BIC-Roam	Barring Incoming Calls when Roaming outside Home PLMN
Multi Party	3PTY	Three Party Service
	CONF	Conference Calling
Charging	AoC	Advice of Charge
	FPH	Free Phone Service
	REVC	Reverse Charging

2.2.3 Struktur Jaringan Geografis GSM



Gambar 2.5 Jaringan Geografis GSM [2]

Setiap jaringan telepon memerlukan struktur yang spesifik untuk mengarahkan panggilan berikutnya ke sentral yang benar dan akhirnya menuju ke nomor pelanggan yang terpanggil. Pada jaringan bergerak, struktur ini sangatlah penting karena dibutuhkan untuk mobilitas dari para pelanggan. Ketika pelanggan bergerak melewati jaringan, struktur ini harus mengawasi lokasi tempat mereka berada, seperti terlihat pada Gambar 2.5.

a. Daerah Layanan PLMN

Suatu daerah layanan *Public Line Mobile Network* (PLMN) adalah suatu keseluruhan satuan sel yang dilayani oleh satu operator jaringan, dan digambarkan sebagai daerah dimana operator menawarkan cakupan radio dan akses ke jaringannya. Di negara

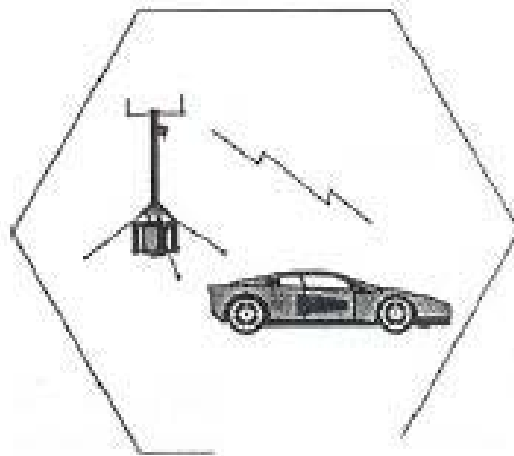
manapun terdapat beberapa daerah layanan PLMN, dan satu untuk setiap operator jaringan bergerak.

b. Location Area (LA)

Suatu *location area* (LA) dapat digambarkan sebagai suatu kelompok sel. Di dalam jaringan suatu lokasi pelanggan dihubungkan dengan LA dimana tepatnya mereka berada. Identitas dari LA yang sekarang disimpan pada VLR. Ketika MS melewati daerah diantara dua buah sel yang dimiliki oleh dua buah LA yang berbeda, maka MS harus melaporkan daerah lokasi terbarunya kepada jaringan. Namun jika tidak melewati daerah sel didalam LA, maka tidak perlu melaporkan daerah sel terbarunya kepada jaringan.

c. Sel (Cell)

Sel adalah suatu unit dasar dari sistem selular yang menegaskan pada suatu cakupan radio yang diberikan oleh satu sistem antena BTS. Setiap sel mempunyai nomor yang unik, disebut *Cell Global Identity* (CGI). Pada jaringan lengkap yang mencakup suatu negara secara keseluruhan, mengakibatkan jumlah nomor sel dapat menjadi tinggi. Terdapat beberapa implementasi sel dalam usaha untuk menyediakan area layanan yang lebih baik dan untuk meningkatkan kapasitas. Gambar struktur sel digambarkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Cell [2]

Sel-sel ini terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu:

1. *Indoor Cell*

Indoor Cell merupakan *microcell* didalam gedung dengan daya output yang rendah dan area layanan mengikuti bentuk gedung atau bagian lainnya. Sel tersebut dapat direncanakan dengan satu set antena seperti pada *macrocell* dan *microcell*, atau dengan sistem antena terdistribusi didalam gedung.

2. *Macrocell*

Macrocell pada umumnya dioperasikan pada daya output yang tinggi dengan antena *base station* ditempatkan pada puncak gedung atau pada posisi tinggi yang lain seperti *tower*. *Macrocell* digunakan untuk melayani *coverage* yang baik didalam maupun diluar gedung.

3. *Microcell*

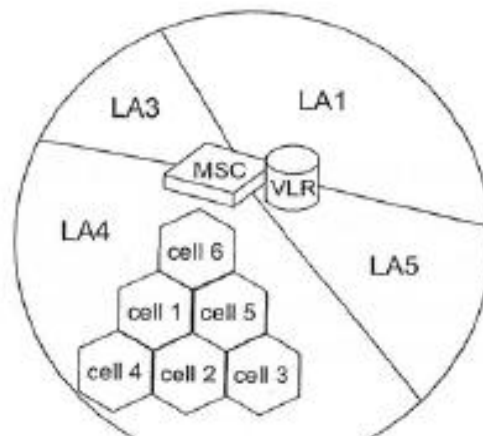
Microcell merupakan sel kecil pada suatu daerah *urban* diluar gedung dengan antena *base station* ditempatkan pada ketinggian yang rendah, dibawah tinggi gedung sekitarnya (pada umumnya 5 – 10 meter diatas permukaan tanah). *Microcell* pada umumnya dioperasikan dengan daya output yang rendah dan area layanan mengikuti bentuk jalan.

4. *Umbrella Cell*

Umbrella Cell merupakan suatu *macrocell* yang mempunyai area layanan diperluas sampai beberapa sel, pada umumnya menyediakan area layanan pada daerah *blankspot*. *Macrocell* melayani sebagian besar trafik pada area layanan dari *umbrella cell*. Lokasi sel tersebut pada umumnya tinggi, jadi frekuensi yang digunakan harus dipilih dengan memperhitungkan masalah interferensi.

d. Daerah layanan MSC

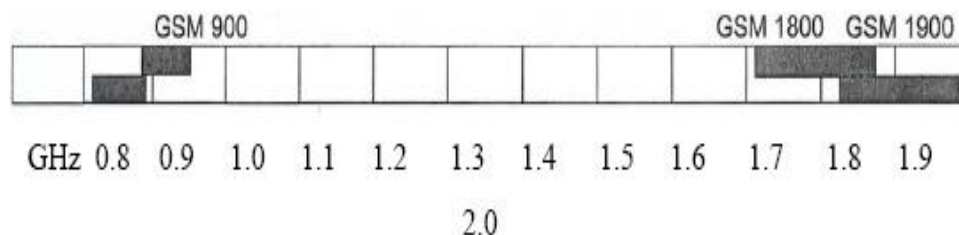
Suatu daerah layanan MSC terdiri dari sejumlah LA yang menghasilkan bagian daerah geografis dari jaringan yang dikontrol oleh sebuah MSC. Untuk dapat mengarahkan suatu panggilan kepada sebuah MS, pelanggan dari daerah layanan MSC dapat dimonitor dan disimpan pada HLR. Gambar struktur dari daerah pelayanan MSC dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Daerah layanan MSC [2]

2.2.4 Bidang Frekuensi GSM

Oleh karena sistem GSM telah berkembang diseluruh dunia, sehingga harus GSM lebih diperluas untuk dapat dioperasikan pada empat bidang frekuensi, yaitu: 900, 1800, 1900 dan 800 yang secara lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 GSM Frequency Bands [2]

a. GSM 1900

Pada tahun 1995, konsep *Personal Communication Service* (PCS) dispesifikasikan untuk United States. Ide dasarnya ialah untuk memungkinkan komunikasi antara orang dengan orang lain (*person-to-person*) dibandingkan antara *station* dengan *station* lainnya (*station-to-station*). Frekuensi yang tersedia untuk PCS yaitu sekitar 1900 MHz. Karena GSM 900 tidak dapat digunakan di daerah Amerika Utara, maka GSM 1900 dilihat sebagai

kesempatan yang baik untuk daerah tersebut. Perbedaan utama antara standar GSM 1900 dengan GSM 900 adalah didukung oleh sinyal ANSI.

b. GSM 800

Pada tahun 2001, untuk meningkatkan kapasitas dari operator digunakan bidang frekuensi baru yaitu pada frekuensi 800 MHz. Bidang frekuensi GSM 800 ini, biasanya digunakan pada sistem TDMA di daerah Amerika Utara.

c. GSM 900

Spesifikasi bidang frekuensi dari GSM yang sesungguhnya adalah 900 MHz. Banyak jaringan GSM diseluruh dunia yang menggunakan frekuensi ini. Pada beberapa negara dan versi terbaru dari GSM 900 yang dapat digunakan karena tersedianya kapasitas jaringan tambahan. Versi terbaru dari GSM ini dinamakan E-GSM, dimana versi pertamanya dinamakan P-GSM.

d. DCS 1800

Pada tahun 1990, untuk meningkatkan kompetisi di antara operator-operator, United Kingdom meminta dimulainya versi terbaru dari GSM yang dapat diadaptasikan pada bidang frekuensi 1800 MHz. Setelah lisensi diberikan kepada beberapa negara maka jaringan dapat beroperasi dengan penuh. Dengan diberikannya lisensi untuk DCS1800 disamping untuk GSM 900, suatu negara dapat meningkatkan jumlah operator. Sehingga terjadi peningkatan persaingan dan perbaikan pelayanan kepada para pelanggan.

Kesimpulan seluruh spesifikasi dari setiap sistem bidang frekuensi GSM, terdapat pada Tabel berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi frekuensi GSM [2]

Sistem	GSM 800	P-GSM 900	E-GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Frekuensi :	(MHz)	(MHz)	(MHz)	(MHz)	(MHz)
- Uplink	824-849	890-915	880-915	1710-1785	1850-1910
- Downlink	869-894	935-960	925-960	1805-1880	1930-1990
Panjang gelombang	37.5 cm	~33 cm	~33 cm	~17 cm	~16 cm
Bandwidth	25 MHz	25 MHz	35 MHz	75 MHz	60 MHz
Jarak uplink & downlink	45 MHz	45 MHz	45 MHz	95 MHz	80 MHz
Jarak Frekuensi	200 KHz	200 KHz	200 KHz	200 KHz	200 KHz
Kanal Radio	125	125	175	375	300
Kecepatan Transmisi	270 kbits/s	270 kbits/s	270 kbits/s	270 kbits/s	270 kbits/s

2.2.5 Kapasitas Trafik

Kapasitas trafik dari sistem komunikasi GSM ditentukan oleh beberapa faktor, tetapi satu kunci terpenting adalah ketersediaan kanal untuk pembicaraan serta data. Pemahaman terhadap teori trafik adalah penting untuk mengerti prinsip perencanaan suatu jaringan komunikasi selular dalam menentukan kebutuhan kanal pembicaraan di suatu area tertentu.

Teori trafik untuk suatu sistem komunikasi selular adalah ditentukan oleh tingkah laku pemakai dan bagaimana sistem dapat melayani pelanggan. Kebutuhan area cakupan ditentukan oleh luas area dan banyaknya BTS, sedangkan untuk kapasitas trafik tergantung dari jumlah kanal pembicaraan yang tersedia. Terkadang kapasitas dari kanal pembicaraan tidak sesuai dengan kebutuhan kapasitas trafik. Untuk itu diperlukan optimalisasi dari area

cakupan BTS untuk mendapatkan pemakaian frekuensi ulang yang lebih efisien sehingga kapasitas kanal pembicaraan dapat ditingkatkan.

Faktor yang dapat menentukan berapa banyak pelanggan yang dapat dilayani oleh suatu jaringan selular adalah banyaknya trafik yang dibutuhkan untuk setiap pelanggan. Trafik per pelanggan dapat didefinisikan oleh jumlah panggilan dan rata-rata lama waktu panggilan yang dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$A = \frac{n \times T}{3600} \quad \text{mErlang} \quad \dots(2.1)$$

Dimana:

n = Jumlah panggilan dalam satu jam pengamatan dan pelanggan pada jam sibuk

T = rata-rata waktu per panggilan (det)

A = trafik yang dibutuhkan oleh setiap pelanggan (mE)

2.2.6 Keadaan Proses Komunikasi dalam Jaringan GSM

a. Registrasi MS

Apabila suatu MS dimatikan maka akan dibebaskan dari jaringan, namun ketika dinyalakan MS akan mencari frekuensi GSM untuk saluran khusus yang disebut saluran kontrol. Setelah ia menemukan saluran kontrol tersebut, MS mengukur kekuatan sinyal yang diterima pada saluran itu dan MS menyetelnya pada saluran kontrol yang mempunyai sinyal yang paling kuat.

Pada saat MS baru saja dinyalakan, MS harus mendaftar pada jaringan untuk memperbaharui statusnya menjadi *idle*. Apabila MS bergerak melewati jaringan, ia akan terus mencari saluran kontrol dan terus menyetel ulang sampai ia dapat memastikan bahwa ia berada pada saluran yang mempunyai sinyal yang paling kuat. Namun apabila saluran kontrol yang baru ini kepunyaan LA lain, maka MS juga akan memberitahu jaringan lokasi terbarunya.

b. Idle Mode

Idle mode adalah kondisi saat MS tidak melakukan komunikasi, tetapi dalam keadaan tetap aktif (*on*). Pada kondisi ini jaringan melalui BTS tetap memberi informasi yang diperlukan oleh MS, informasi ini terdiri atas:

Identifikasi dari operator, yaitu:

1. Ijin akses ke jaringan
2. BTS per sel yang dipergunakan dalam sel tersebut
3. Fasilitas-fasilitas pelayanan dari operator

c. Roaming

Roaming adalah suatu istilah ketika MS berada disekitar jaringan dengan keadaan baru menyala tetapi tidak sedang melakukan proses panggilan. Sedangkan *International Roaming* adalah suatu istilah yang diterapkan ketika suatu MS berpindah dari satu PLMN ke PLMN yang lainnya pada saat pelanggan berada di luar negeri.

d. Call Setup

Call setup adalah proses proses ketika MS mulai melakukan panggilan.

Proses-proses yang terjadi disini adalah:

1. MS minta ijin akses ke jaringan dengan mempergunakan *Random Access Channel* (RACH).
2. Jaringan yang mengalokasikan kanal untuk *signaling* selanjutnya melalui *Access Grant Channel* (AGCH)
3. Proses berikutnya dilakukan dengan *Stand-alone Dedicated Control Channel* (SDCCH). Di sini terjadi pemberitahuan kepada jaringan tentang lokasi MS sekarang dan identifikasi pelanggan.
4. Pemberian kanal untuk berkomunikasi *traffic channel* (TCH).

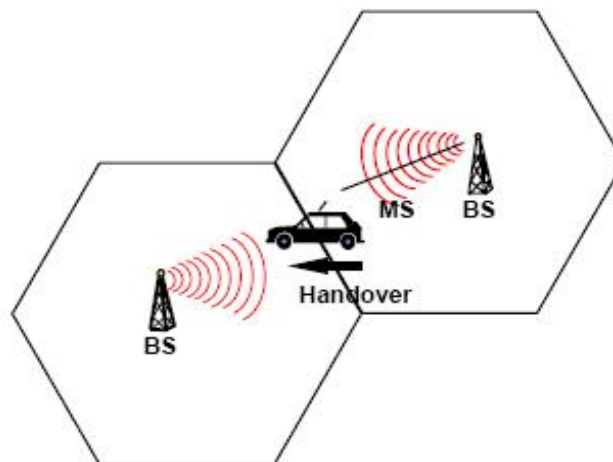
Proses *call setup* diatas disebut *Mobile Originating Call* (MOC), karena MS memanggil MS lain. Jika MS dipanggil oleh MS lain, maka proses *call setup* diatas disebut *Mobile Terminating Call* (MTC). Pada MTC jaringan memberitahu MS bahwa ada panggilan dengan mempergunakan *Paging Channel* (PCH).

e. Dedicated Mode

Dedicated mode adalah saat MS melakukan komunikasi. Setelah jaringan memberikan satu kanal trafik (TCH) ke MS sehingga MS dapat melakukan komunikasi, SACCH akan tetap menyertai TCH pada *dedicated mode* untuk mengawasi pergerakan pelanggan dan status proses komunikasi yang terjadi.

f. Handover

Proses *handover* adalah proses yang terjadi karena perpindahan pelanggan bergerak dari satu daerah ke daerah yang terdapat BTS lain, dan jika tingkatan dan kualitas sinyal yang diterima MS sudah turun dibawah ambang batas yang diperbolehkan. Maka MS harus berpindah dari BTS yang melayani sekarang ke BTS yang mempunyai level yang lebih kuat dan kualitas sinyal yang lebih baik.



Gambar 2.9 Handover [2]

2.2.7 Metode Akses pada GSM

Metode akses dari digital GSM adalah menggunakan gabungan antara TDMA (*Time Division Multiple Access*) dan FDMA (*Frequency Division Multiple Access*). Pada metode FDMA pembagian berdasarkan frekuensi, dengan total *bandwidth* 25 MHz dibagi menjadi

124 *carrier* yaitu 200 kHz. Tiap-tiap *carrier* frekuensi dibagi lagi berdasarkan waktu, dengan menggunakan metode TDMA menjadi 8 *time slot*.

2.2.8 Sistem Pembagian Kanal pada Jaringan Radio GSM

Hubungan antara BTS dan MS secara *uplink* maupun *downlink* dalam GSM diakses melalui TDMA *digital*. Kanal pembicaraan maupun kanal data untuk pelanggan diberikan melalui TS dimana satu modul *transceiver* (TRx) dapat memberikan delapan kanal fisik (0 s/d 7).

Kemudian akses dari MS ke BTS dan sebaliknya untuk pembangunan hubungan telepon dibedakan menjadi beberapa kanal logis. Kanal-kanal tersebut diantaranya ialah:

a. *Broadcast Control Channel* (BCCH)

Kanal ini biasanya mencapai TS0 pada satu TRx dalam satu sel secara terus menerus, dan mengakses pelanggan secara *downlink* saja. Kanal ini membawa informasi sel-sel tetangga, kuat sinyal baik yang diterima MS maupun sel yang melayani. BCCH juga memberi informasi *Location Area Code* (LAC) yaitu identitas sel-sel bertetangga yang membentuk satu area tertentu dan diberi satu identitas tertentu.

b. *Standalone-Dedicated Control Channel* (SDCCH)

Kanal ini menempati satu TS ketika satu pelanggan memulai satu hubungan telepon baik itu berupa suara, SMS maupun GPRS. Kanal ini berperan membangun hubungan *signaling* dan prosedur hubungan antar pelanggan melalui jaringan GSM maupun dalam koneksinya ke jaringan lain. Setelah pelanggan berhasil memulai hubungan telepon, kanal ini akan dilepaskan kembali.

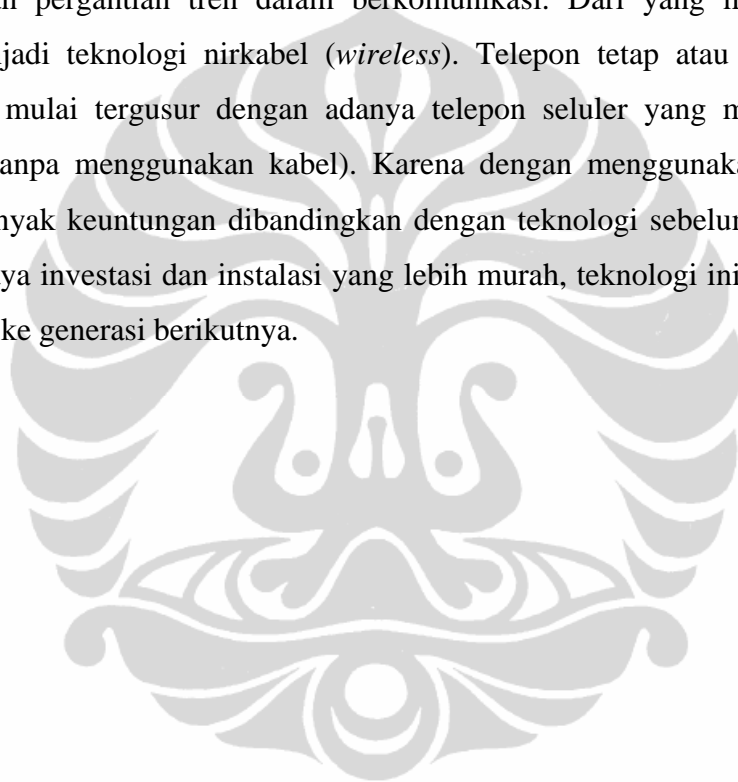
c. *Traffic Channel* (TCH)

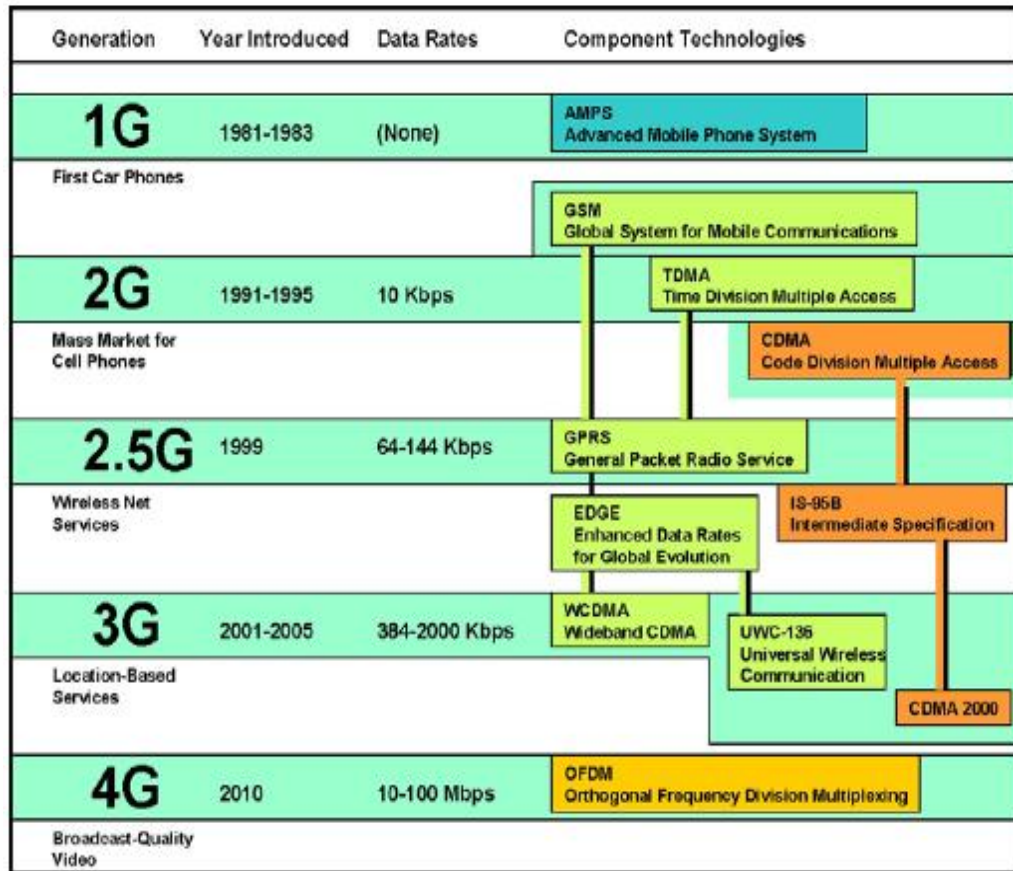
TCH adalah kanal-kanal yang disediakan untuk dipakai oleh pelanggan ketika melakukan hubungan telepon. Jadi apabila dalam satu sel terdapat 2 TRx, maka 16 TS yang tersedia setelah dikurangi 1 TS untuk BCCH dan 1 TS untuk SDCCH sisanya akan menjadi kanal telepon yang digunakan oleh pelanggan. Satu TS digunakan oleh 1 pelanggan ketika melakukan hubungan telepon berupa suara dan

SMS, sedangkan pada GPRS lebih dari 1 TS. TS ini kemudian akan menjadi sebuah kapasitas trafik dalam sel-sel radio yang ada.

2.3 PERTUMBUHAN PELANGGAN SELULER

Bila dilihat dari tren teknologi telekomunikasi beberapa tahun ke belakang, maka terjadi kecenderungan pergantian tren dalam berkomunikasi. Dari yang menggunakan teknologi kabel menjadi teknologi nirkabel (*wireless*). Telepon tetap atau PSTN yang menggunakan kabel mulai tergusur dengan adanya telepon seluler yang menggunakan teknologi nirkabel (tanpa menggunakan kabel). Karena dengan menggunakan teknologi tersebut memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Selain dari segi kualitas, biaya investasi dan instalasi yang lebih murah, teknologi ini juga mudah untuk dikembangkan ke generasi berikutnya.



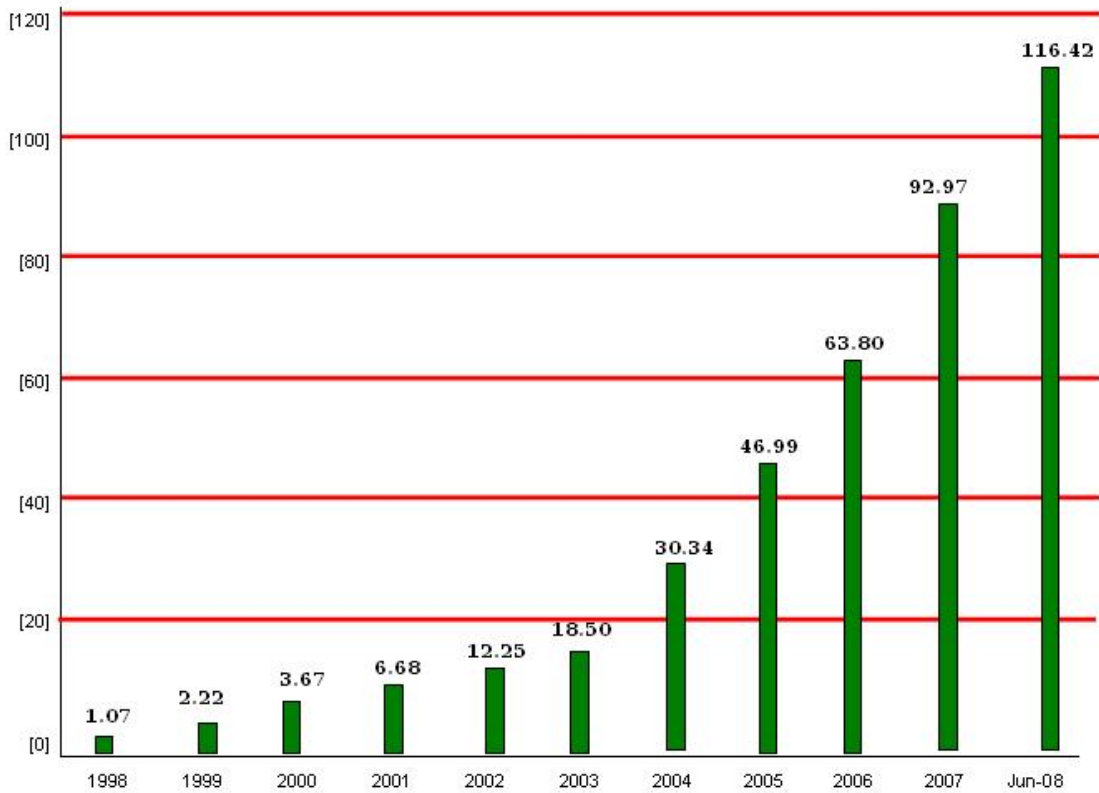


Gambar 2.10 Evolusi Teknologi Seluler [3]

Berikut adalah grafik perkembangan pengguna telepon seluler (GSM) dari tahun 1998 sampai dengan awal tahun 2008 di Indonesia:

PERTUMBUHAN SELULER INDONESIA

[juta] pelanggan



Gambar 2.11 Grafik Pertumbuhan Pelanggan Seluler di Indonesia [4]