

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Komunikasi Bergerak Seluler

Sistem komunikasi bergerak seluler adalah sistem komunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggan bergerak dan disebut sistem seluler karena daerah layanannya dibagi-bagi menjadi daerah yang kecil-kecil yang disebut *cell*. Pada sistem komunikasi bergerak seluler pelanggan mampu bergerak secara bebas di dalam area layanan sambil berkomunikasi tanpa terjadi pemutusan hubungan. Selain itu pelanggan bisa dihubungi di nomornya dimanapun.

Sebelum adanya sistem komunikasi bergerak seluler terdapat sistem non seluler atau *fixed* yang memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya yaitu :

Kemampuan layanan terbatas :

1. Pada setiap zona dialokasikan frekuensi tertentu.
2. Perpindahan ke zona lain harus *reinisialisasi call* ulang (tidak ada *handover*)
3. Radiusnya besar sehingga perlu *TX power* yang besar.
4. Jumlah panggilan simultan yang dapat dilayani terbatas.
5. Pada *fixed, handset* pelanggan berada dirumah, tidak dapat dibawa kemana-mana.
6. Pada *fixed, address* pelanggan jelas secara fisik, hal ini berarti sistem penomoran tersebut sudah ditentukan, misalnya untuk penomoran *country code* dan *national code*.

Sedangkan sistem komunikasi bergerak seluler memiliki beberapa keuntungan yaitu :

1. Kapasitas pelanggan yang lebih besar.
2. Efisiensi penggunaan pita frekuensi lebih tinggi karena menggunakan konsep pengulangan frekuensi (*frequency re-use*)

3. Memiliki kemampuan beradaptasi dengan perkembangan kepadatan lalu lintas / trafik karena sel dipecah-pecah.
4. Cakupan area layanan ; lebih luas
5. Pada *mobile, handset* dapat berpindah-pindah sesuai dengan pergerakan pelanggan tersebut akan berpindah.
6. Fasilitas *handover* dan *roaming* sehingga secara kontinyu dapat melayani *mobile station (MS)* yang sedang bergerak dalam daerah layanan, bahkan diseluruh dunia. Sistem *handover*, yaitu proses pengalihan kanal trafik secara otomatis pada MS yang sedang digunakan untuk berkomunikasi (*busy / dedicated mode*), dimana pelanggan dapat berpindah tempat, namun akan tetapi terpantau pada BTS pada daerah tersebut.
7. Terintegrasi dengan *fixed network* (PSTN).
8. Sedangkan pada *mobile*, bersifat dinamis, dimana alamat pelanggan berada dalam HLR (*Home Location Register*). Penomoran pada *mobile* ditentukan berdasarkan tempat pelanggan membeli *starter kit*-nya, Jadi, jika pelanggan tersebut membeli *starter kit* di daerah A, maka ia akan terdaftar pada HLR daerah A. Jika ia berpindah ke daerah B, maka akan diberlakukannya fungsi *roaming* pada *mobile* tersebut dan terdaftar di VLR (*Visitor Location Register*) daerah A. [WIL95]

2.2 Sejarah Perkembangan Sistem Seluler Digital

2.2.1 Generasi Pertama Telekomunikasi Bergerak (1G)

Tidak sampai setahun teknologi komunikasi baru mulai dioperasikan di Indonesia yang kita kenal dengan teknologi AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) salah satu operatornya adalah PT.Komselindo. AMPS digolongkan dalam generasi pertama teknologi telekomunikasi bergerak yang menggunakan teknologi analog dimana AMPS bekerja pada band frekuensi 800 Mhz dan menggunakan metode akses FDMA (*Frequency Division Multiple Access*). Dalam FDMA, *user* dibedakan berdasarkan frekuensi yang digunakan dimana setiap *user* menggunakan kanal sebesar 30 KHz. Ini berarti tidak boleh ada dua *user* yang

menggunakan kanal yang sama baik dalam satu sel maupun sel tetangganya. Oleh karena itu AMPS akan membutuhkan alokasi frekuensi yang besar. Saat itu sudah memakai handphone tetapi masih dalam ukuran yang relatif besar dan baterai yang besar karena membutuhkan daya yang besar.

2.2.2 Generasi Kedua Telekomunikasi Bergerak (2G)

GSM (*Global System for Mobile Communications*) mulai menggeser AMPS di awal tahun 1995, PT.Telkomsel dan PT.Satelido (sekarang PT.Indosat) adalah dua operator pelopor teknologi GSM di Indonesia. GSM menggunakan teknologi *digital*. Ada beberapa keunggulan menggunakan teknologi *digital* dibandingkan dengan *analog* seperti kapasitas yang besar, sistem *security* yang lebih baik dan layanan yang lebih beragam.

GSM menggunakan teknologi akses gabungan antara FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA (*Time Division Multiple Access*) yang awalnya bekerja pada frekuensi 900 Mhz dan ini merupakan standard yang pelopori oleh ETSI (*The European Telecommunication Standard Institute*) dimana frekuensi yang digunakan dengan lebar pita 25 KHz Pada band frekuensi 900 Mhz. Pita frekuensi 25 KHz ini kemudian dibagi menjadi 124 *carrier* frekuensi yang terdiri dari 200 KHz setiap *carrier*. *Carrier* frekuensi 200 KHz ini kemudian dibagi menjadi 8 *time slot* dimana setiap *user* akan melakukan dan menerima panggilan dalam satu *time slot* berdasarkan pengaturan waktu.

Teknologi GSM sampai saat ini paling banyak digunakan di Dunia dan juga di Indonesia karena salah satu keunggulan dari GSM adalah kemampuan roaming yang luas sehingga dapat dipakai diberbagai Negara. Akibatnya mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Kecepatan akses data pada jaringan GSM sangat kecil yaitu sekitar 9.6 kbps karena pada awalnya hanya dirancang untuk penggunaan suara. Saat ini pelanggan GSM di Indonesia adalah sekitar 35 juta pelanggan.

CDMAOne (*Code Division Multiple Access*) merupakan standard yang dikeluarkan oleh *Telecommunication Industry Association (TIA)* yang menggunakan teknologi *Direct Sequence Spread Spectrum(DSSS)* dimana

frekuensi radio 25 MHz pada *band* frekuensi 1800 MHz dan dibagi dalam 42 kanal yang masing-masing kanal terdiri dari 30 KHz. Kecepatan akses data yang bisa didapat dengan teknologi ini adalah sekitar 153.6 kbps. Dalam CDMA, seluruh *user* menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu yang sama. Oleh karena itu, CDMA lebih efisien dibandingkan dengan metoda akses FDMA maupun TDMA. CDMA menggunakan kode tertentu untuk membedakan *user* yang satu dengan yang lain.

Pada tahun 2002 teknologi CDMA mulai banyak digunakan di Indonesia. Teknologi CDMA 2000 1x adalah teknologi yang mengawali perkembangan yang baik di Indonesia. Berarti baru diperkenalkan sekitar 7 tahun terlambat dibandingkan dengan GSM. GSM dan CDMA merupakan teknologi digital. Meskipun secara teknologi CDMA 2000 1x lebih baik dibandingkan dengan GSM akan tetapi kehadiran CDMA ternyata tidak membuat pelanggan GSM berpaling ke CDMA. Ada beberapa keunggulan teknologi CDMA dibandingkan dengan GSM seperti suara yang lebih jernih, kapasitas yang lebih besar, dan kemampuan akses data yang lebih tinggi. Berbeda dengan metode akses TDMA dan FDMA, maka CDMA menggunakan kode-kode tertentu untuk membedakan setiap *user* pada frekuensi yang sama. Karena menggunakan frekuensi yang sama maka daya yang dipancarkan ke BTS dan juga daya yang diterima harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu *user* yang lain baik dalam sel yang sama atau sel yang lain dan ini dapat diwujudkan dengan menggunakan mekanisme *power control*. Ada beberapa operator di Indonesia yang telah mengimplementasikan teknologi CDMA 2000 1x ini seperti Telkom yang dikenal dengan Flexi, Indosat dengan nama StarOne, Mobile 8 dengan nama Fren, Bakrie telecom dengan nama Esia. Operator CDMA di Indonesia dikategorikan kedalam kategori FWA (*Fixed Wireless Access*) sehingga mobilitasnya sangat terbatas padahal CDMA juga bisa seperti GSM dengan kemampuan mobilitas penuh. [DAN08]

2.2.3 Generasi kedua-setengah Telekomunikasi Bergerak (2.5G)

Pada awalnya akses data yang dipakai dalam GSM sangat kecil hanya sekitar 9.6 kbps karena memang tidak dimaksudkan untuk akses data kecepatan

tinggi. Teknologi yang digunakan *GSM* dalam akses data pada awalnya adalah *WAP (Wireless Application protocol)* tetapi tidak mendapat sambutan yang baik dari pasar. Kemudian diperkenalkan teknologi *GPRS (General Packet Data Radio Services)* pertama sekali oleh PT.Indosat Multi Media (IM3) pada tahun 2001 di Indonesia. Secara teoritis kecepatan akses data yang dicapai dengan menggunakan *GPRS* adalah sebesar 115 *kbps* dengan throughput yang didapat hanya 20 – 30 *kbps*. *GPRS* juga memungkinkan untuk dapat berkirim *MMS (Mobile Multimedia Message)* dan juga menikmati berita langsung dari *Hand Phone* secara *real time*. Pemakaian *GPRS* lebih ditujukan untuk akses internet yang lebih *flexibel* dimana saja, kapan saja, dapat melakukannya asalkan masih ada sinyal *GPRS*.

Selama ini operator telekomunikasi bergerak yang sudah mengimplementasikan *GPRS* sudah membuat berbagai pola pentarifan mulai dari pentarifan berdasar harga per *KB* data yang didownload sampai dengan *fixed rate* dimana setiap pemakai *GPRS* dapat menggunakan 24 jam dikenakan biaya sebesar tertentu misalnya Rp350.000 per bulan. Ketika pentarifan *fixed rate* ditetapkan sudah mendapat sambutan yang cukup banyak dari pemakai *GPRS* termasuk saya yang bisa memakai internet di rumah dan dikantor hanya dengan modal sebuah *handphone* dengan kemampuan *GPRS* dan sebuah laptop atau *PC*. Program ini tidak dilanjutkan, hanya sekitar satu tahun, kemudian pentarifan *GPRS* dikembalikan ke pola semula berdasarkan jumlah data yang di *download*. Akhirnya pemakai *GPRS* menurun drastis karena jika kita hanya memakai untuk akses internet misalnya *browsing*, *email* dan *chatting* saja kita akan membayar sekitar 1-2 juta rupiah perbulan. Dengan biaya bulanan seperti ini akan sedikit yang mampu memakai *GPRS* untuk mengakses internet.

Setelah itu ada lagi teknologi yang disebut dengan *EDGE (Enhanced Data for Global Evolusion)* yang hanya sempat diimplementasikan oleh PT.Telkomsel dan lewat begitu saja dan hanya terdengar gemanya ketika ujicoba melihat liputan 6 SCTV dari *handphone* yang dilihat langsung oleh menteri perhubungan saat itu. Kecepatan akses data dengan teknologi ini mencapai 3-4 kali kecepatan yang didapat di *GPRS*. [DAN08]

2.2.4 Generasi ketiga Telekomunikasi Bergerak (3G)

Sekarang lagi ramai dibicarakan tentang generasi ketiga teknologi bergerak atau yang sering disebut 3G. Teknologi 3G didapatkan dari dua buah jalur teknologi telekomunikasi bergerak. Pertama adalah kelanjutan dari teknologi *GSM / GPRS / EDGE* dan yang kedua kelanjutan dari teknologi *CDMA (IS-95* atau *CDMAOne)*. *UMTS (Universal Mobile Telecommunication Service)* merupakan lanjutan teknologi dari *GSM / GPRS / EDGE* yang merupakan standard telekomunikasi generasi ketiga dimana salah satu tujuan utamanya adalah untuk memberikan kecepatan akses data yang lebih tinggi dibandingkan dengan *GPRS* dan *EDGE*. Kecepatan akses data yang bisa didapat dari *UMTS* adalah sebesar 384 kbps pada frekuensi 5 khz sedangkan kecepatan akses yang didapat dengan *CDMA1x EV-DO Rev0* sebesar 2.4 Mbps pada frekuensi 1.25MHz dan *CDMAx EV-DO revA* sebesar 3.1Mbps pada frekuensi 1.25MHz yang merupakan kelanjutan dari teknologi *CDMAOne*.

Berbeda dengan *GPRS* dan *EDGE* yang merupakan overlay terhadap *GSM*, maka 3G sedikit berbeda dengan *GSM* dan cenderung sama dengan *CDMA*. 3G yang oleh *ETSI* disebut dengan *UMTS (Universal Mobile Telecommunication Services)* memilih teknik modulasi *WCDMA (wideband CDMA)*. Pada *WCDMA* digunakan frekuensi radio sebesar 5 Mhz pada band 1.900 Mhz (*CdmaOne* dan *CDMA 2000* menggunakan spektrum frekuensi sebesar 1.25 MHz) dan menggunakan *chip rate* tiga kali lebih tinggi dari *CDMA 2000* yaitu 3.84 Mcps (*Mega Chip Per Second*). Secara teknik dalam jaringan *UMTS* terjadi pemisahan antara *circuit switch (cs)* dan *packet switch (ps)* pada *link* yang menghubungkan *mobile equipment (handphone)* dengan *BTS (RNC)* sedangkan pada *GPRS* dan *CDMA 2000 1x* tidak terjadi pemisahan melainkan masih menggunakan *resource* yang sama di *air interface (link antara Mobile Equipment dengan Base Station)*.

HSPDA (High Speed Packet Downlink Access) merupakan kelanjutan dari *UMTS* dimana ini menggunakan frekuensi radio sebesar 5MHz dengan kecepatan mencapai 2Mbps. Ada 5 operator telekomunikasi di Indonesia yang telah memiliki lisensi 3G (*IMT 2000*). Tiga diantara operator tersebut adalah operator yang telah memberikan layanan telekomunikasi generasi kedua (*GSM*) dan kedua

setengah (*GPRS*). Jika operator tersebut akan mengimplementasikan teknologi *UMTS* maka ada penambahan perangkat seperti *base station (Node B)* dan *RNC (Radio Network Controller)* dan *upgrade software*. Adapun yang harus diupgrade adalah pada radio akses karena *GSM* menggunakan metode akses *TDMA* dan *FDMA* dan menggunakan frekuensi radio 900KHz dan 1800 MHz sedangkan *UMTS* menggunakan metode akses *WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)* dengan frekuensi radio 5 MHz. oleh karena itu perlu penambahan *radio access network control (RNC)* dan juga perlu penambahan *base station WCDMA (Node B)* dan tentunya juga terminal harus diganti dan juga *upgrade software* pada *MSC, SGSN* dan *GGSN*.

Oleh karena itu untuk mengimplementasikan *UMTS* sebagai teknologi generasi ketiga membutuhkan biaya yang besar. Biaya tersebut diperuntukkan untuk membayar lisensi 3G kepada pemerintah, membayar lisensi 3G kepada vendor 3G, biaya penambahan *Base Station/Node B*, *RNC (Radio Network Controller)* dan biaya upgrade software pada *MSC (Mobile Switching Centre)*, *SGSN (Serving GPRS Support Node)*, *GGSN (Gateway GPRS Support Node)* dan jaringan lain. Salah satu contoh layanan yang paling terkenal dalam 3G adalah *video call* dimana gambar dari teman kita bicara dapat dilihat dari *handphone* 3G kita. Layanan lain adalah , *video conference*, *video streaming*, baik untuk *Live TV* maupun *video portal*, *Video Mail*, *PC to Mobile*, serta *Internet Browsing*.

UMTS merupakan kelanjutan dari teknologi *GSM/GPRS* dimana perbedaan utamanya adalah kemampuan akses data yang lebih cepat. Kecepatan akses data dalam *UMTS* bisa mencapai 2Mbps (*indoor dan low range outdoor*). Akan tetapi jika kita bandingkan dengan *GPRS* maka kecepatan datanya juga bisa mencapai 115 kpbs dimana untuk penggunaan akses internet sudah memadai. Dalam analisa saya, *GPRS* kurang sukses di pakai di Indonesia karena belum banyak pelanggan yang membutuhkan akses internet dalam keadaan bergerak, tarif yang mahal dibandingkan dengan layanan yang diberikan oleh *WLAN*, kecepatan akses data yang belum stabil merupakan beberapa alasan kurang suksesnya implementasi teknologi *GPRS*. [WIL95]

2.2.5 Generasi keempat Teknologi Telekomunikasi Bergerak (3.5G dan 4G)

Untuk meningkatkan kecepatan akses data yang tinggi dan full mobile maka standar *IMT-2000* di tingkatkan lagi menjadi 10 Mbps, 30 Mbps dan 100 Mbps yang semula hanya 2 Mbps pada layanan 3G.. Kecepatan akses tersebut didapat dengan menggunakan teknologi *OFDM* (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) dan *Multi Carrier*. Di Jepang layanan generasi keempat ini sudah di implementasikan. Generasi-2 (2G) telepon *wireless* dipelopori dari kawasan Eropa yang diawali pada kebutuhan bersama terhadap satu sistem jaringan baru yang dapat menjadi standar jaringan yang berlaku dan dapat diterapkan di seluruh kawasan Eropa.

Dalam sistem baru juga harus terdapat kemampuan yang dapat mengantisipasi *mobilitas* pengguna serta kemampuan melayani lebih banyak pengguna untuk menampung penambahan jumlah *subscriber* baru. Karena hal ini tidak dapat dilakukan dengan mempertahankan sistem *analog*, maka kemudian diputuskan untuk merombak sistem dan menggantinya dengan sistem *digital*. Standar baru diperkenalkan dengan nama *Global Standard for Mobile Communications (GSM)*. *GSM* pada awalnya adalah kepanjangan dari *Groupe Speciale Mobile*, sebuah badan gabungan dari para ahli yang melakukan studi bersama untuk menciptakan standar *GSM* tersebut.

Diperkenalkannya sistem telepon *wireless / seluler digital* memberikan beberapa kelebihan, yaitu antara lain suara yang dihasilkan menjadi lebih jernih, efisiensi spektrum / frekuensi yang menjadi meningkat, serta kemampuan optimasi sistem yang ditunjukkan dengan kemampuan kompresi dan coding data digital. *Handset* yang diperlukan untuk sistem ini juga menjadi sangat simple, kecil, dan ringan, karena digunakannya chip digital untuk *SIM Card (Subscriber Identification Mobile)* sebagai identitas pelanggan dan memiliki kemampuan roaming nasional dan internasional. Teknologi *chip* digital juga memungkinkan penambahan fitur-fitur baru sebagai layanan tambahan, seperti *voice mail*, *call waiting*, dan *short message service (SMS)*. *SMS* merupakan fitur *GSM* yang paling populer hingga saat ini, *SMS* yang merupakan paket pesan singkat sebesar

maksimal 140 bytes. Beberapa tahun terakhir ini, pertelekomunikasian di Indonesia dimarakan oleh hadirnya telepon genggam atau seluler digital *GSM*. [DAN08].

2.3 Arsitektur Dasar GSM

A. Jaringan GSM

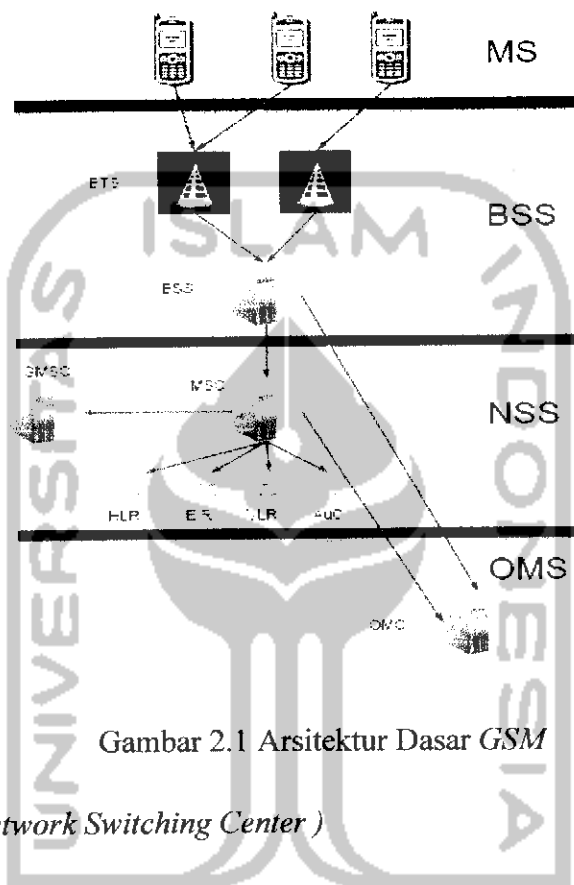
Alokasi Frekuensi GSM 900 :

1. UPLINK (UL) : 890 MHz – 915 MHz
2. DOWNLINK (DL) : 935 MHz – 960 MHz
3. Total band 25 MHz
4. Per kanal 200 KHz, jadi ada 125 kanal
5. 1 kanal dapat dipakai untuk 8 percakapan (Ts)

Alokasi frekuensi baru GSM (DCS 1800) :

1. UPLINK (UL) : 1710 MHz – 1785 MHz
2. DOWNLINK (DL) : 1850 MHz – 1880 MHz

B. Arsitektur jaringan GSM seluler terdiri atas :



Gambar 2.1 Arsitektur Dasar GSM

a. NSS (Network Switching Center)

1. MSC (Mobile Switching Center)

MSC merupakan inti dari jaringan seluler, dimana MSC berperan untuk inter koneksi hubungan pembicaraan, baik antar pelanggan seluler maupun antar seluler dengan jaringan telepon kabel *PSTN*, ataupun dengan jaringan data. Selain itu MSC berfungsi sebagai gerbang (*gateway*) ke jaringan lain, menghubungkan elemen jaringan NSS dengan elemen jaringan BSS pada suatu *PLMN*, dan terhubung ke MSC lain dalam *PLMN* yang sama.

2. HLR (Home Location Register)

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 akan diperlukan oleh VLR untuk merealisasi terjadinya

komunikasi pembicaraan. *VLR* selalu berhubungan dengan *HLR* dan memberikan informasi posisi pelanggan berada. *Database HLR* terdiri dari *IMSI* dan *MSISDN*, fasilitas dan batasan serta alamat *VLR*.

3. *VLR (Visitor Location Register)*

VLR berfungsi untuk menyimpan data dan informasi pelanggan, dimulai pada saat pelanggan memasuki suatu area yang bernaung dalam wilayah *MSC VLR* tersebut (melakukan *roaming*). Adanya informasi mengenai pelanggan dalam *VLR* memungkinkan *MSC* untuk melakukan hubungan baik *incoming* maupun *outgoing*, *VLR* bertindak sebagai data base pelanggan yang bersifat dinamis, karena selalu berubah setiap waktu, menyesuaikan dengan pelanggan yang memasuki atau berpindah naungan *MSC*. Data 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 sumber data pelanggan. *Data base VLR* terdiri dari *IMSI* dan *MSISDN*, fasilitas dan batasan, alamat *HLR*, *LAI (Location Area ID)*, *TMSI*, dan *TRIPLE (RAND, SRES, Kc)*.

4. *AUC (Authentication Centre)*

AUC menyimpan semua informasi yang diperlukan untuk memeriksa keabsahan pelanggan, sehingga usaha untuk mencoba mengadakan hubungan pembicaraan bagi pelanggan yang tidak sah dapat dihindarkan. Digunakan untuk meneliti keabsahan *SIM Card* dan menyimpan data yang diperlukan untuk melindungi komunikasi pelanggan.

5. *RSS (Radio SubSystem)*

a. *MS (Mobile Station)*

MS terdiri dari *Mobile Equipment (ME)* dan *Subscriber Identity Module (SIM)*. *ME* berisi *computer controlled transceiver* yang dapat memancarkan dan menerima sinyal *GSM* dan terdiri dari beberapa tipe yaitu : *Vehicle Mounted Station Portable Station, Handheld Station*. *SIM* merupakan tiket untuk mengakses jaringan *GSM* yang menerima dan

melakukan panggilan. *SIM Card* merupakan *chip IC* yang berisi informasi nomor langganan dan kode *password* untuk bisa akses dan memakai jaringan operator seluler. *SIM Card* ini juga merupakan identitas dari pelanggan.

b. *BSS (Base Station Subsystem)*

BSS terdiri dari *Base Transceiver Station (BTS)*, *Base Station Controller (BSC)* dan *equipment* yaitu *Transcoder (TC)*.

1. *Base Transceiver Station (BTS)* berfungsi sebagai interkoneksi antara infra stuktur sistem seluler dengan *MS*. *BTS* harus selalu memonitor *MS* yang masuk ataupun keluar dari sel *BTS* tersebut. Luas jangkauan dari *BTS* sangat dipengaruhi oleh lingkungan, antara lain *topografi* dan gedung tinggi. *BTS* sangat berperan dalam menjaga kualitas *GSM*, terutama dalam hal frekuensi *hoping* dan *antenna diversity*. *BTS* terdiri dari perlengkapan radio yang diperlukan untuk mendukung sebuah sel.
2. *Base Station Controller (BSC)* sangat diperlukan untuk mengatur perpindahan *MS* dari satu *BTS* ke *BTS* lainnya. Perpindahan area ditentukan dari beda kekuatan sinyal antara 2 *BTS over lapping*, *BSC* berfungsi sebagai *interfacing* antara *BSC* dan *MSC*, mengontrol *BTS* yang ada dibawahnya, manajemen *BSS*, alokasi kanal *BSC-BTS*, indikasi *channel blocking* antara *BSC-MSC*, pengaturan *enkripsi*, proses *handover*, pengaturan *broadcasting channel*.
3. *Transcoder (TC)* berfungsi untuk mengubah kecepatan transmisi informasi dari *MSC* (64 Kbps) menjadi 16 Kbps di *BSS* dan sebaliknya dan juga sebagai perangkat kompresi untuk menghemat transmisi.

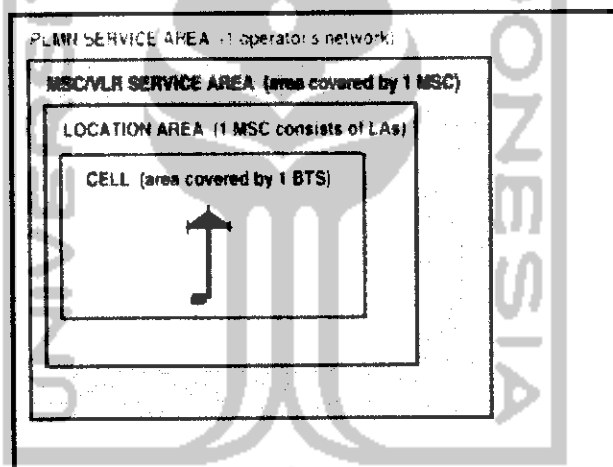
c. *OMS (Operation and Maintenance Subsystem)*

OMS menyediakan fungsi tertentu untuk pemeliharaan. *OMC* berfungsi memonitor kondisi jaringan *GSM* dalam waktu 24 jam selama seminggu, mewaspadaai terhadap alarm/gejala gangguan, melakukan fungsi

pengoperasian dan pemeliharaan terpusat, sehingga mempercepat penanganan gangguan dan mengurangi jumlah personil yang diperlukan untuk kegiatan pemeliharaan, melakukan keasurmen terhadap indikator-indikator (*counter*) jaringan yang diperlukan untuk menganalisa kualitas jaringan, dan melakukan konfigurasi jaringan secara terpusat. [DAN08]

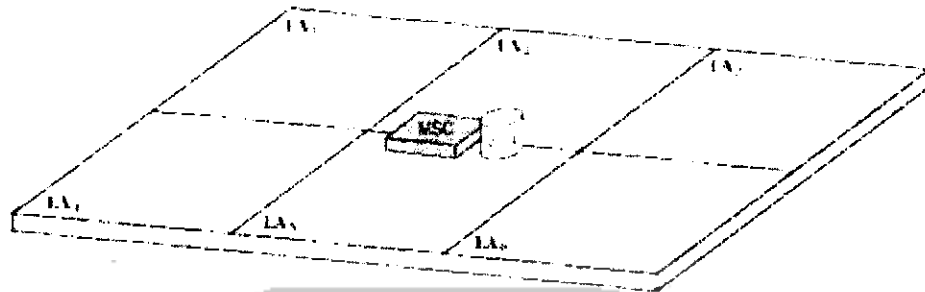
2.3.1 Area Jaringan GSM

Jaringan *GSM* di buat berdasarkan area geografi. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.2, area tersebut termasuk *cell*, area lokasi (*Las*), area layanan *MSC/VLR*, dan area lahan publik mobil network (*PLMN*).



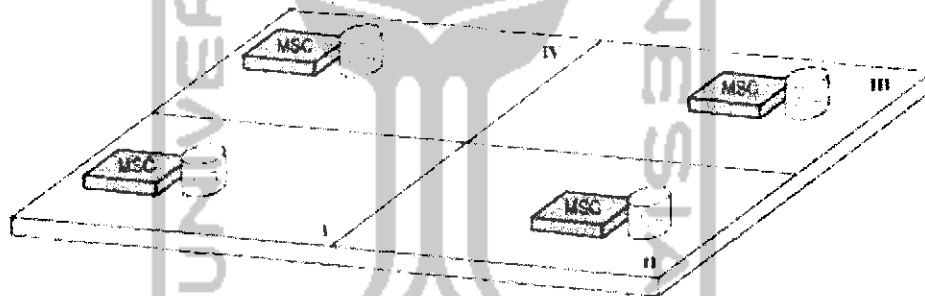
Gambar 2.2 Area Jaringan GSM

Cell adalah area radio yang dapat diberikan oleh satu *base transceiver stasion*. Jaringan *GSM* mengidentifikasi masing-masing *cell* melalui nomor *cell global identify (CGI)* yang ditandai ke masing-masing *cell*. Lokasi area (*LA*) adalah group dari *cell-cell*. *LA* merupakan area dimana pelanggan dipanggil. Masing-masing *LA* dilayani oleh satu atau lebih *base stasion* pengontrol, hanya oleh satu *MSC* (lihat gambar 2.3). Masing-masing *LA* di tandai nomor identitas area lokasi (*LAI*). [DAN08]



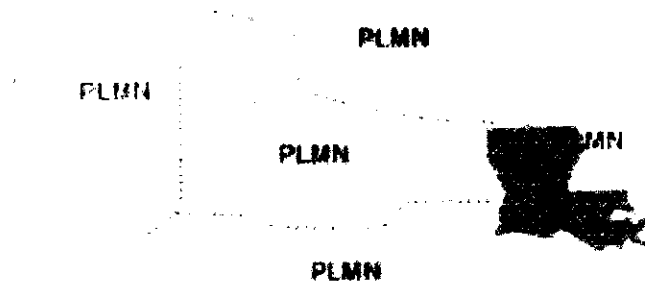
Gambar 2.3 Lokal Area GSM

Pelayanan area *MSC/VLR* mewakili bagian dari jaringan *GSM* yang tercakup oleh satu *MSC* dan dapat pula dicapai, yang terdaftar di *VLR* dan *MSC* (lihat gambar 2.4).



Gambar 2.4 Pelayanan Area GSM

Area Layanan *PLMN* adalah area yang dilayani oleh jaringan operator[DAN08] ,lihat gambar 2.5.



Gambar 2.5 *PLMN Network Area*

2.3.2 Spesifikasi GSM

Sebelum melihat ke spesifikasi *GSM*, adalah hal yang penting untuk mengerti beberapa terms dasar berikut :

a. *bandwidth*

range dari batas kanal; lebih lebar *bandwidth*, lebih cepat data dapat dikirim

b. *bits per second (bps)*

pulsa tunggal dari data; delapan bit sama dengan satu *byte*

c. *frequency*

banyaknya putaran per unit waktu; frekuensi diukur dalam *hertz (Hz)*

d. *kilo (k)*

kilo menunjukkan 1000; singkatan *kbps* menyatakan 1000 bits per detik

e. *megahertz (Mhz)*

1,000,000 hertz (putaran per detik)

f. *millisecond (ms)*

se-pe- ribu dari satu detik

g. *watt (W)*

ukuran daya pemancar

Spesifikasi untuk layanan *sistem personal communication services (PCS)* yang berlainan akan merubah jaringan *PCS* tersebut. Daftar dibawah mendeskripsikan spesifikasi dan karakteristik *GSM*.

a. *Frequency band*

range frequency yang dispesikasikan untuk *GSM* adalah 1,850 to 1,990 Mhz (*mobile station ke base station*).

b. *Duplex distance*

duplex distance adalah 80 Mhz. Duplex distance ialah jarak antara frekuensi *uplink* dan *downlink*. Satu kanal memiliki dua frekuensi,terpisah 80 Mhz.

c. *Channel separation*

pemisahan antara frekuensi pembawa terdekat. Di *GSM*, ini adalah 200 kHz..

d. Modulation

modulasi adalah proses mengirim sinyal dengan merubah karakteristik dari frekuensi pembawa. Hal ini dapat dilakukan di *GSM*

e. Transmission rate

GSM adalah sistem digital dengan laju over-the-air 270 kbps.

f. Access method

GSM memanfaatkan konsep *Time Division Multiple Access (TDMA)*. *TDMA* adalah teknik dimana beberapa panggilan berbeda memungkinkan berbagi pembawa yang sama. Tiap panggilan di tandai *slot* waktu yang akurat.

g. Speech coder

GSM menggunakan *linear predictive coding (LPC)*. Maksud dari *LPC* adalah untuk mengurangi laju bit. *LPC* memberikan parameter untuk filter yang menirukan vokal. Sinyal lewat melalui filter ini, meninggalkan dibelakang sinyal sisa. Percakapan di *encode* pada 13 kbps. melalui *Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)*.

2.3.3 Layanan langganan *GSM*

Ada dua tipe dasar layanan yang ditawarkan *GSM* : *telephony* (juga mengacu kepada *teleservices*) dan data (juga mengacu kepada *bearer services*). Layanan *telephony* terutama merupakan layanan suara yang memenuhi kebutuhan kapasitas untuk memancarkan sinyal data yang cocok antara dua akses point sebagai antarmuka ke jaringan. Panggilan darurat dan telepon biasa, berikut pelayanan yang dapat diberikan bagi pelanggan oleh *GSM*:

a. dual-tone-multifrequency (DTMF)

DTMF adalah gabungan nada pensinyalan yang terkadang digunakan untuk mengontrol berbagai maksud melalui jaringan telepon, seperti *remote control* mesin penjawab. *GSM* mendukung penuh teknologi *DTMF*.

b. Facsimile group III

GSM mendukung *CCITT Group 3* faksimili. Sebagai standar mesin fax yang di desain untuk terhubung ke telepon menggunakan sinyal analog, pengubah

khusus fax disambungkan ke pertukaran dengan menggunakan sistem *GSM*. Ini memungkinkan *GSM* – tersambung fax untuk berkomunikasi dengan fax analog lainnya di jaringan.

c. *Short message services*

fasilitas yang tepat dari jaringan *GSM* adalah *short message services*. Sebuah pesan terdiri dari maksimum 160 karakter *alphanumeric* dengan beberapa keuntungan. Jika pelanggan unit *mobile* mematikan alatnya atau meninggalkan *coverage area*, pesan akan disimpan dan mengirimkan kembali saat *mobile* unit telah kembali menyala atau telah memasuki area yang tercakup dalam suatu jaringan. Fungsi ini menjamin suatu pesan akan diterima.

d. *Cell broadcast*

variasi dari layanan *SMS* adalah fasilitas *cell broadcast*. Sebuah pesan dengan maksimum 93 karakter dapat di pancarkan tersebar ke seluruh pelanggan *mobile* pada area geografi tertentu.

e. *voice mail*

layanan ini sebenarnya seperti mesin penjawab didalam suatu jaringan, dimana dapat di kontrol oleh pelanggan. Panggilan dapat di teruskan ke pelanggan *voice-mail-box* dan pelanggan meng'check pesan tersebut dengan menggunakan kode keamanan pribadi.

f. *Fax mail*

dengan layanan ini, pelanggan dapat menerima pesan *fax* pada mesin *fax* lainnya. Pesan tersebut tersimpan di service center dimana mereka dapat oleh pelanggan melalui kode keamanan pribadi yang diinginkan nomor *fax*.

2.3.4 Layanan Tambahan

GSM mendukung layanan-layanan tambahan secara luas dan juga mendukung layanan telephony dan data. Sebagian daftar layanan tambahan *GSM* sebagai berikut.

a. call forwarding

layanan ini memungkinkan pelanggan untuk meneruskan panggilan yang masuk ke nomor lain jika *mobile* unit yang tidak dapat dicapai, jika sedang sibuk, tidak ada balasan, atau jika fasilitas panggilan diteruskan di gunakan pada saat keadaan tak terkondisi.

b. barring of outgoing calls

layanan ini memungkinkan pelanggan untuk mencegah seluruh panggilan keluar.

c. barring of incoming calls

berfungsi untuk mencegah panggilan masuk. Terdapat dua kondisi : *baring* seluruh panggilan masuk dan *baring* seluruh panggilan masuk bila termasuk *roaming*.

d. Advice of charge (AoC)

layanan *AoC* memungkinkan pelanggan memperkirakan biaya panggilan. Terdapat dua tipe informasi *AoC*: yang pertama memungkinkan pelanggan memmpkirakan tagihan biaya dan yang kedua dapat digunakan untuk pengisian. *AoC* untuk panggilan berupa data sebagai basis menghitung waktu.

e. Call hold

layanan ini memungkinkan pelanggan untuk menyela panggilan dan secara berurutan membuat panggilan kembali. Layanan ini hanya dapat dipakai ke telepon biasa.

f. Call waiting

layanan ini memungkinkan pelanggan untuk diberitahukan adanya panggilan masuk ketika sedang terjadi percakapan. Pelanggan dapat menjawab, menolak, atau menyisihkan panggilan yang datang tersebut. *Call wating* hanya dapat dipakai ke seluruh layanan telekomunikasi *GSM* dengan menggunakan koneksi *circuit-switched*.

g. Multiparty service

layanan ini memungkinkan pelanggan untuk melakukan percakapan *multyparty* percakapan yang simultan antara 3 dan 6 pelanggan lainnya. Layanan ini hanya dapat dipakai untuk telepon biasa.

h. Calling line identification presentation/restriction

layanan ini menyediakan *called party* dengan layanan *ISDN* secara terpadu. Pembatasan layanan memungkinkan *party* yang memanggil untuk membatasi presentasi.

i. Closed user groups (CUGs)

CUGs pada umumnya sebanding dengan *PBX*, dimana merupakan group dari pelanggan yang *capable* jika memanggil group mereka sendiri dan nomor-nomor tertentu. (Sumber: IlmuKomputer.Com, <http://paripasaribu.com>)

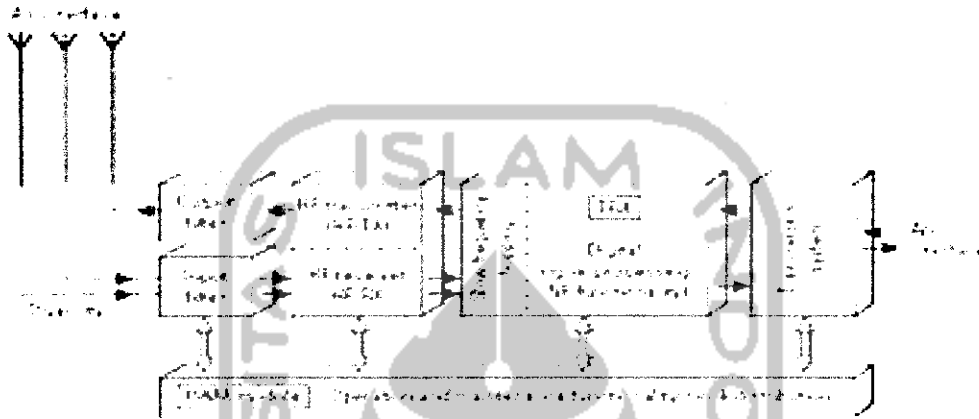
2.4 Perangkat *BTS* (*Base Transceiver Station*)

Base Transceiver Station (BTS) adalah bagian dari network *element GSM* yang berhubungan langsung dengan *Mobile Station (MS)*. *BTS* berhubungan dengan *MS* melalui *air-interface* dan berhubungan dengan *BSC* dengan menggunakan *A-bis interface*. *BTS* berfungsi sebagai pengirim dan penerima (*transceiver*) sinyal komunikasi dari/ke *MS* serta menghubungkan *MS* dengan *network element* lain dalam jaringan *GSM* (*BSC*, *MSC*, *SMS*, *IN*) dengan menggunakan *radio interface*.

Secara hirarki, *BTS* akan terhubung ke *BSC*, dalam hal ini sebuah *BSC* akan mengontrol kerja beberapa *BTS* yang berada di bawahnya. Karena fungsinya sebagai *transceiver*, maka bentuk fisik sebuah *BTS* pada umumnya berupa tower dengan dilengkapi antena sebagai *transceiver*, dan perangkatnya. Sebuah *BTS* dapat meng *cover* area sejauh 35 km (hal ini sesuai dengan nilai maksimum dari *Timing Advance (TA)*).

Fungsi dasar *BTS* adalah sebagai *Radio Resource Management*, yaitu melakukan fungsi-fungsi yang terkait dengan meng-*assign channel* ke *MS* pada saat *MS* akan melakukan pembangunan hubungan, menerima dan mengirimkan sinyal dari dan ke *MS*, juga mengirimkan / menerima sinyal dengan frekuensi yang berbeda-beda dengan hanya menggunakan satu antena yang sama. Mengontrol power yang ditransmisikan ke *MS*. Ikut mengontrol proses *handover*.

Frequency hopping Gambar di bawah ini menunjukkan blok diagram sebuah *BTS* dengan sebuah *TRX*. [DAN08]



Gambar 2.6 Blok Diagram *BTS*

a. *Module Transmitter/Receiver* :

Module ini berfungsi untuk menerima dan mengirimkan signal dari/ke *MS* dan dari/ke *BSC*. Proses-proses digital sinyal *processing* seperti modulasi dan demodulasi juga dilakukan di modul ini.

b. *Module Operation dan Maintenance (O&M)* :

Module ini paling tidak terdiri dari sebuah central unit yang mengatur kerja seluruh perangkat *BTS*. Untuk tujuan penaturan kerja ini, module ini dihubungkan dengan *BSC* dengan menggunakan *channel O&M*. Hal ini mengakibatkan *module O&M* dapat memproses *command* yang diberikan dari *BSC* atau dari *MSC* dan melaporkan hasilnya. *Module O&M* juga memiliki sebuah *Human Machine Interface (HMI)* yang memungkinkan petugas untuk melakukan *maintenance* dan kontrol *BTS* secara lokal (tanpa melalui *BSC* atau *MSC*).

c. *Module Clock* :

Modul ini sebenarnya termasuk bagian dari modul *O&M*. Fungsi module ini adalah sebagai module yang men-generate dan mendistribusikan *clock*. Walaupun lebih banyak keuntungannya bila menggunakan reference clock dari sinyal *PCM* pada *A-bis interface*, tapi penggunaan *internal clock* di

BTS adalah sebuah keharusan (*mandatory*), hal ini khususnya diperlukan bila sebuah *BTS* harus di-*restart* dalam kondisi *standalone* (tanpa koneksi ke *BSC*) atau ketika terjadi *link failure* yang mengakibatkan *clock PCM* nya tidak tersedia.

d. Filter Input & Output :

Module ini terdiri dari filter input dan filter output yang fungsinya untuk membatasi *bandwidth* sinyal yang diterima dan ditransmisikan oleh *BTS*. Filter *input* pada dasarnya adalah sebuah *wideband* filter yang *non-adjustable* (tidak dapat diatur-atur). Artinya pada arah *uplink* (dari *MS* ke *BTS*) filter input ini akan menerima dan melewatkan semua sinyal yang berada dalam rentang frekuensi *GSM*, baik itu frekwensi *GSM 900*, *DCS 1800*, ataupun *PCS 1900*. Berbeda dengan filter *output* yang berkerja pada arah *downlink* (dari *BTS* ke *MS*). Filter *output* adalah sebuah filter *wideband* yang *adjustable*, dimana filter ini akan membatasi *bandwidth* sinyal yang ditansmisikan oleh *BTS* dalam rentang 200 kHz. Filter *output* juga dapat mengatur besar frekuensi yang akan digunakan oleh *BTS* untuk men-transmisikan sinyal ke *MS*. Perubahan besarnya frekuensi yang digunakan ini dapat dilakukan melalui module *O&M*.

Sempurna tidaknya sinyal yang diperoleh sebuah ponsel sangat tergantung dengan *BTS*. Namun, seperti apa sebenarnya cara kerja sebuah *BTS* ? Bila anda sedang berada di kota-kota besar, semacam Jakarta atau Surabaya Jamak terlihat pemandangan sebuah tower menjulang dan dilengkapi dengan perangkat-perangkat berbentuk piringan, atau benda berbentuk kotak. Terkadang, tower-tower semacam itu tegak berdampingan. Benda serupa, kadang bisa dijumpai juga saat anda berkendara ke luar kota. Tower seperti itu adalah bagian dari sebuah *BTS (base transceiver station)*.

Istilah *BTS* sendiri sebenarnya sudah menjadi istilah umum bagi pelanggan selular. Baik pelanggan *GSM* maupun *CDMA*. Sebab memang *BTS*-lah komponen jaringan *GSM* yang pertama kali koneksi dengan ponsel anda. *BTS* sendiri sebenarnya terdiri dari tiga bagian utama. Yakni, tower, *shelter* dan *feeder*. Dari

ketiga komponen utama itu, towerlah yang paling jelas terlihat. Di bawah tower, biasanya ada sebuah bangunan yang biasanya berukuran 3 x 3 meter. Inilah yang disebut *shelter*. Di dalam terdapat berbagai *combiner*, *module per carrier*, *core module* module ini, *power supply*, fan (kipas) pendingin, dan *AC/DC converter*.

Seluruh perangkat dalam *shelter BTS* tidak ubahnya seperti rak-rak besi, atau malah lebih mirip lemari pendingin. Rak besi ini disebut juga sebagai *BTS equipment (BTSE)*. Untuk mentenagai perangkat tadi rata-rata diperlukan *range* antara 500 sampai 1500 watt, tergantung module dan *hardware* yang digunakan. *BTS* hanyalah salah satu bagian dari seluruh rangkaian proses pengiriman sinyal, yang sebenarnya juga terdiri dari tiga komponen utama. Yakni *BBS*, *SSS* dan *intelligent network*. *BTS* sendiri termasuk dalam komponen *BSS (Base Station Subsystem)*. Selain *BTS*, dalam *BSS* juga dikenal *BSC (Base Station Controller)*, dimana dalam alur sistem, beberapa *BTS* ditangani oleh satu *BSC* umumnya satu *BSC* menangani sekitar 200 *BTS*. Adapun komponen *SSS (Switching Subsystem)*, mencakup kombinasi berbagai perangkat seperti *MSC (mobile service Switching Center)*, *HLR (Home Location Register)*, dan *VLR (Visitor Location Register)*. Alur sistem informasi yang terdapat pada komponen *BSS*, dapat dilihat dalam gambar sistem jaringan *GSM*.

2.4.1 Alur Sistem *BSS*

Alur jaringan bisa diilustrasikan sebagai berikut: pertama terpancar data atau sinyal dari ponsel yang diterima oleh antena (*cell*), dimana data atau sinyal tersebut dipancarkan lewat udara (*Air Interface*) dalam area *coverage cell BTS*. Kedua data atau sinyal yang diterima antena disampaikan melalui *feeder* (kabel antena), yang selanjutnya diolah dalam modul-modul hardware dan *software BTS*. Setelah itu tercipta output data yang diteruskan ke rangkaian luar *BTS*, yakni *BSC*.

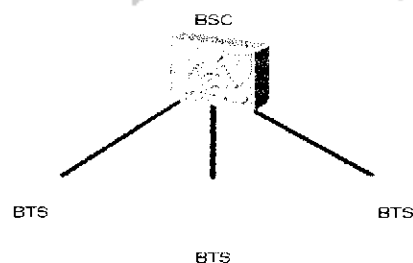
Untuk menghubungkan *transmisi* antara *BTS* dan *BSC* dipergunakan *microwave*. *Microwave* dipergunakan untuk menggantikan peran fungsi kabel, seperti *PCM (Pulse Code Modulation) cable*, seperti *PCM (Pulse Code Modulation) cable* atau *fiber optic*. Namun baik *microwave* dan *fiber optic*

memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelebihan *microwave* ialah infrastruktur yang dibangun lebih murah. Sedang kekurangan *microwave* kapasitas lebih rendah, kualitas bisa lebih buruk jika terjadi gangguan di udara. Lalu alternatif lain *fiber optic*, dengan kelebihan kapasitas lebih besar (fisik lebih kecil) ditunjang kualitas data lebih baik. Kelemahan *fiber optic* adalah investasinya lebih mahal, sebab memerlukan penggalian tanah atau laut. Excelcom merupakan operator yang mempopulerkan penggunaan *fiber optic* guna mendukung *transmisi*, istilah yang dulu dikenal dengan teknologi *Connetrix*.

Selain itu *microwave* juga dapat dipergunakan untuk mendukung koneksi dari *BSC* ke *TC* (*Transcoder*), atau dari *TC* ke *MSC*. Proses alur tadi juga bisa berjalan dari arah sebaliknya. *TC* merupakan jalur penghubung dari *BSC* ke komponen *SSS*. Selain sebagai penghubung, *TC* berfungsi untuk mengkompresi *traffic channel GSM*. Sedang untuk kebutuhan *channel GPRS* tidak dipergunakan komponen *TC*. [DAN08]

2.4.2 Topologi BTS

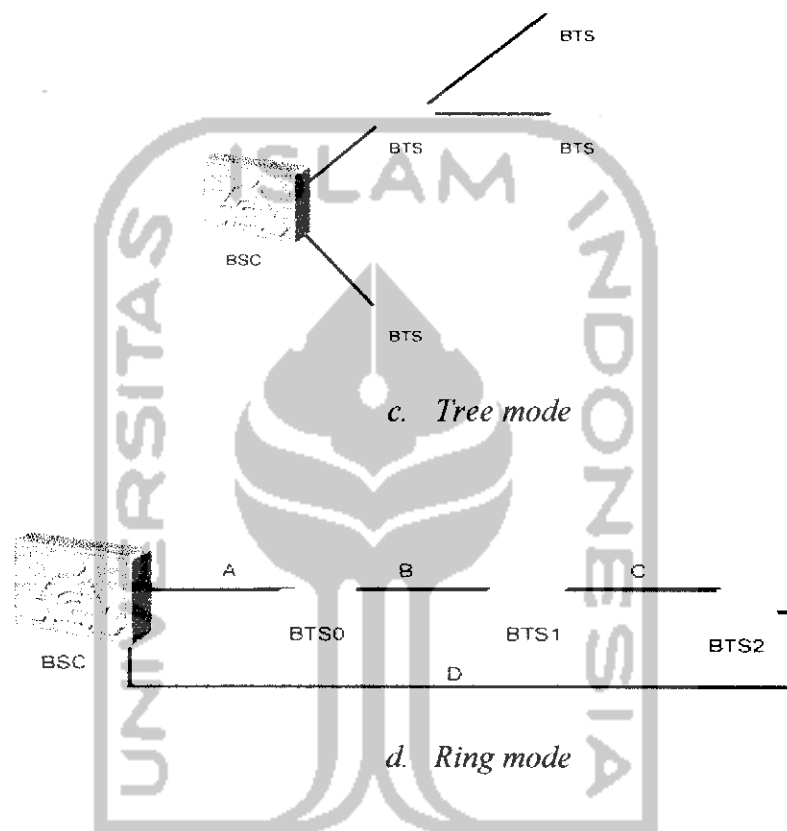
BTS mempunyai *topologi* yang diklasifikasi menurut ketentuan yang dipakai. *Topologi* nya yaitu :



a. *Star mode*



b. *Chain mode*



Gambar 2.7 Topology BTS

2.4.3 Jenis dan Kelas BTS

Dalam istilah *BTS* juga dikenal berbagai pembagian kelas. Semisal untuk penempatan *BTS*, dibagi kedalam kelas *indoor* dan *outdoor*. *BTS indoor* mempunyai spesifikasi desain yang lebih ramping atau simpel, dan relatif lebih awet karena ditempatkan di dalam ruangan. Namun *BTS indoor* juga memiliki kelemahan pada penempatan ruangan tersendiri yang harus dilengkapi *AC (Air Conditioner)* sebagai pendingin. Rentang suhu yang dapat diterima komponen *BTS* antara -5 hingga 55 derajat *celcius*. Umumnya perangkat *BTS* ini yang terdapat di dalam *shelter* dan *mall-mall*.

Selain itu terdapat *BTS outdoor* yang mempunyai spesifikasi tidak memerlukan ruangan khusus. Dapat ditempatkan pada dinding (*wall mounted*), terowongan, dan pinggir jalan. Sifatnya yang lebih *fleksibel*, tapi punya kelemahan desain yang lebih besar dan berat. Perbedaan biasanya hanya pada rak, tapi isi module-nya hampir sama dengan *BTS indoor*.

Kemampuan *BTS* juga dipengaruhi kapasitas yang tersedia. Kapasitas dalam hal ini menyangkut daya tampung *Trx* (*Tranceiver*) atau frekuensi. Biasanya dalam satu tower *BTS* terdiri dari 3 *cell*. Jika 1 *cell* memiliki 4 *Trx*, dimana 1 *Trx* tersebut memiliki 8 *time slot*. Artinya *time slot* inilah yang digunakan oleh *subscriber* atau pelanggan untuk melakukan komunikasi selular. Dari 8 *time slot*, 1 *time slot* khusus digunakan untuk *signaling* yang berfungsi untuk membawa informasi tentang parameter *cell*. Sisanya tujuh *time slot* biasa digunakan untuk komunikasi *voice* dan *GPRS*. Jadi satu *cell* yang memiliki empat *Trx* (4 x 8 slot) 1 *time slot*, artinya terdapat 31 *time slot* yang bisa digunakan komunikasi oleh 31 pelanggan secara bersamaan. Singkatnya 93 percakapan suara dapat di *cover* bersamaan oleh 1 tower *BTS* dengan 3 *cell* yang ada.

Didalam dunia telekomunikasi banyak terdapat beberapa perangkat *BTS* yang berbeda-beda karakteristik, bentuk, kelebihan dan kekurangan masing-masing perangkat menurut *vendor*. Beberapa *Vendor* perangkat yang ada antara lain :

- a. Nortel
- b. Alcatel-Lucent
- c. Nokia Siemens Network (NSN)
- d. Sycamore
- e. Alcatel
- f. Huawei Tech

Dalam dekade waktu sekarang yang tinggal dan masih eksis di dunia pertelekomunikasian hanyalah beberapa dari *vendor* diatas. Contoh yang masih eksis sampai sekarang adalah *Vendor Nokia Siemens Network (NSN)* dan *Vendor*

Huawei Tech yang masing-masing masih sering dipakai dan dipercayai operator telekomunikasi untuk memonitor pelanggan-pelanggan *MS*.

