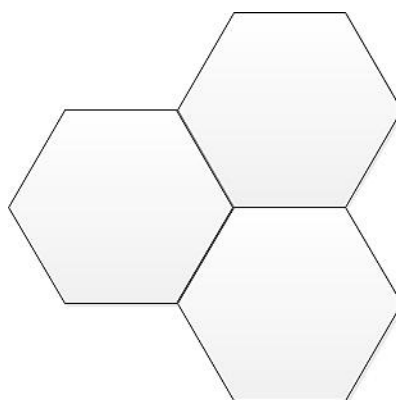


BAB II

DASAR TEORI

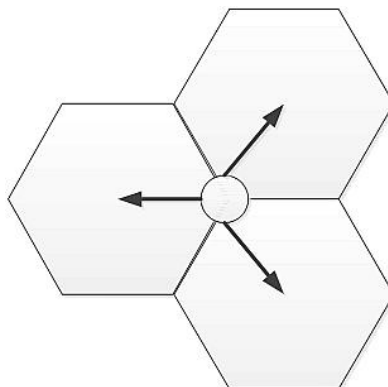
2.1 Definisi Selular^[3]

Sistem selular memiliki cakupan area dengan sistem penggambaran heksagonal. Area inilah yang disebut dengan sel (*cell*). Penggunaan sistem heksagonal ini bertujuan agar semua daerah dapat tercakup tanpa adanya gap sel satu dengan yang lain.



Gambar 2.1 Sistem Heksagonal pada selular^[3]

Setiap sel terbagi dalam beberapa sektor atau area individual untuk efisiensi. Setiap sel terdapat sebuah antena untuk melakukan pengiriman sinyal pada setiap sel. Sebuah antena akan dapat mengirim dan menerima sinyal pada tiga daerah yang berbeda, di mana setiap sel hanya tercakup sebagian saja dari ketiga sel yang *ter-cover*. Ilustrasi penempatan antena pada sistem selular dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Cakupan area sebuah antena^[3]

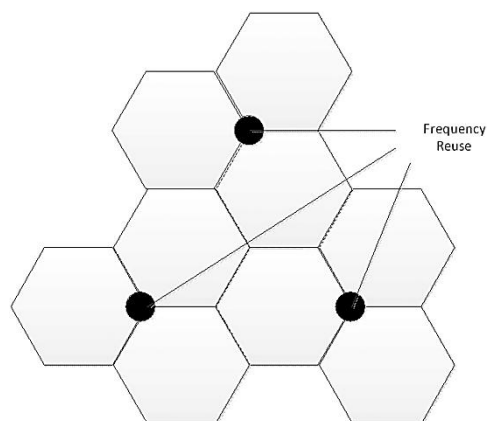
Pada sistem GSM dibuat tingkatan-tingkatan stasiun yang terdiri dari :

- Pico *cell* yaitu *cell* yang meng-*cover* area di dalam sebuah bangunan gedung.
- Micro *cell* digunakan untuk meng-*cover* area *outdoor* tertentu sehingga cocok digunakan untuk pengguna yang tidak begitu sering bergerak (*slow moving subscriber*).
- Macro *cell*, meng-*cover* kawasan area yang paling luas dan digunakan untuk pengguna yang sering bergerak (*fast moving subscriber*).
- *Umbrella cell* yaitu struktur sel untuk daerah layanan yang luas, sel ini didesain agar sel-sel terdekat dengannya jika akan ada handover atau trafiknya *overload* maka diharapkan trafiknya bisa di-*handle* oleh *umbrella cell* agar komunikasi pelanggan bisa tetap berjalan.

2.2 Frekuensi Reuse^[3]

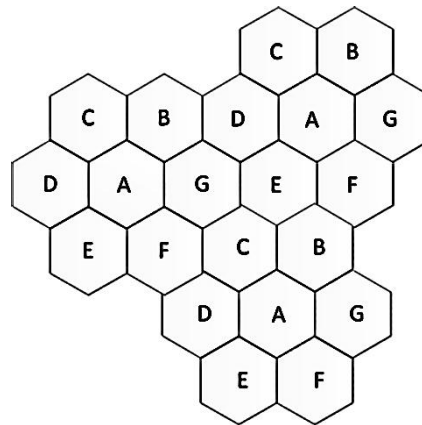
Inti dari teknologi selular adalah konsep frekuensi *reuse*. Frekuensi *reuse* yaitu penggunaan frekuensi yang sama diatur untuk dapat digunakan kembali secara sistematis di seluruh area cakupan.

Frequency reuse digunakan untuk membedakan selular dengan telepon *mobile* konvensional, dimana terdapat beberapa frekuensi yang digunakan pada area yang luas dengan beberapa pengguna yang berkepentingan memakainya dalam channel yang sama.



Gambar 2.3 *Frequency Reuse*^[3]

Pada setiap sel digunakan frekuensi yang sama dan diatur pula untuk digunakan di sel yang lain. Setiap sel yang mempunyai frekuensi yang sama tersebut diberikan jarak ruang yang jauh untuk mengurangi interferensi, sehingga frekuensi yang sama dapat digunakan beberapa kali. Gambar 2.4 memperlihatkan konsep frekuensi *reuse* dimana masing-masing huruf menyatakan kelompok frekuensi.



Gambar 2.4 Konsep *Frequency Reuse*^[3]

Setiap *base station* akan mengatur *power output*, untuk memberikan kecukupan sinyal tenaga pada seluruh sirkuit dan mengatur untuk tidak terlalu tinggi sehingga akan meluas ke sel yang lain. Setiap huruf pada gambar 2.4 mewakili pengaturan *channel* yang berbeda pada frekuensi yang sama.

2.3 Perkembangan GSM^[4]

Komunikasi selular adalah penggunaan pemancar yang berdaya kecil dan frekuensinya dapat digunakan kembali dalam satu area. Pemancar tersebut digunakan untuk melayani wilayah dalam lingkup kecil atau diistilahkan dengan *cell* (sel).

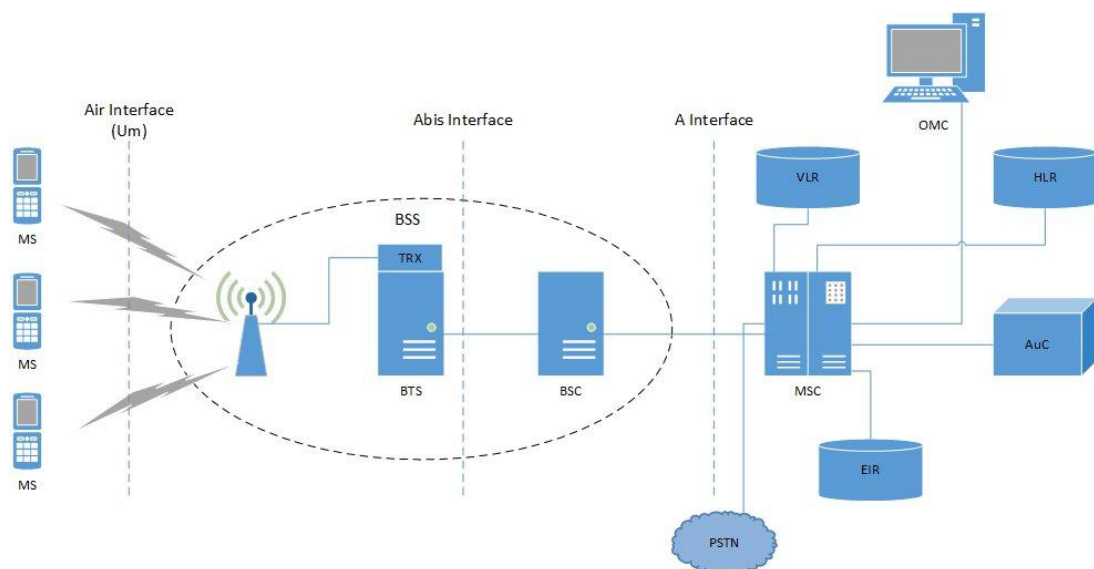
Perkembangan komunikasi selular dimulai sejak awal tahun 1980-an. Pada saat itu teknologi selular masih berbasis analog, diantaranya *Advance Mobile Phone* (AMPS), *Total Access Communication System* (TACS), dan *Nardic Mobile Telephone* (NMT). Teknologi yang berbasis analog ini masih bersifat regional dan mobilitas pengguna terbatas pada suatu area teknologi tertentu saja. Hal itu disebabkan sistem yang dikembangkan antar negara tidak saling kompatibel satu dengan yang lain.

Tahun 1982 negara Eropa membentuk sebuah organisasi yang bernama Group Special Mobile (GSM), yang semula bernama *Conference Europe des Postes et Telecommunications* (CEPT). Organisasi tersebut dibentuk untuk mengatasi adanya sistem telekomunikasi yang tidak kompatibel antar negara, sehingga tidak memungkinkan dilakukan *roaming* antar negara. Organisasi tersebut berhasil menetapkan standar telekomunikasi digital yang dikenal dengan sebutan *Global System for mobile Communication* (GSM).

Global System for Mobile Communication (GSM) merupakan teknologi telekomunikasi seluler generasi kedua yang telah menggunakan sistem digital. Keuntungan teknologi digital yaitu mampu memiliki kapasitas yang lebih besar dibanding dengan teknologi berbasis analog dan teknologi ini mampu bertahan dalam kondisi interferensi yang cukup tinggi.

2.4 Arsitektur Jaringan GSM^[4]

Sebuah jaringan GSM dibangun dari beberapa komponen fungsional yang memiliki fungsi dan *interface* masing-masing yang spesifik. Jaringan GSM secara umum dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu *Radio Sub System* (RSS), *Network and Switching Subsystem* (NSS) dan *Operation and Maintenance Subsystem* (OMS).



Gambar 2.5 Arsitektur jaringan GSM^[4]

Keterangan :

MS = *Mobile Station*

BSS = *Base Station Subsystem*

BTS = *Base Transceiver Station*

BSC = *Base Station Control*

MSC = *Mobile Switching Centre*

OMC = *Operation and Maintenance Centre*

VLR = *Visitor Location Register*

HLR = *Home Location Register*

AuC = *Authentication Centre*

EIR = *Equipment Identity Register*

1. *Radio Sub System (RSS)*

Radio subsystem merupakan bagian dari struktur jaringan GSM yang terdiri dari:

a. *Mobile Station (MS)*

Mobile Station (MS) merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk menerima atau mengirimkan data. MS terdiri dari dua bagian yaitu *Subscriber Identity Module (SIM)* dan *Mobile Equipment (ME)*. *Mobile Equipment* dapat berupa perangkat *mobile* seperti telepon seluler atau modem seluler.

- *Subscriber Identity Module (SIM)* atau *SIM card* merupakan kartu yang berisi *International Mobile Subscriber Identity (IMSI)* yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai *user* sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi pengguna.
- *Mobile Equipment (ME)* merupakan perangkat yang berfungsi untuk mentransmisikan sebuah sinyal baik sebagai pengirim maupun sebagai penerima. *Mobile Equipment* ini sering disebut juga sebagai *handphone* atau telepon seluler. Perangkat *mobile* ini memiliki sebuah nomor serial unik

yang disebut *International Mobile Equipment Identity* (IMEI) yang merupakan fitur keamanan yang berfungsi sebagai identitas ME.

b. *Base Station Subsystem* (BSS)

Base Station Subsystem (BSS) merupakan *subsystem* dari jaringan gsm yang secara langsung berhubungan dengan MS melalui *air interface*. BSS terdiri dari *Base Transceiver System* (BTS) dan *Base Station Controller* (BSC). BTS merupakan perangkat yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima pada pelayanan radio kepada MS pada suatu area didefinisikan sebagai sebuah *cell* dan menangani protokol *radio link* dengan *mobile station* melalui *Um Interface* yang juga dikenal dengan *air interface*. BSC membawahi satu atau lebih BTS serta mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS. BSC juga menangani setup *radio-channel*, *frequency hopping* serta proses *handover*.

2. *Network and Switching Subsystem* (NSS)

Network and Switching Subsystem merupakan *subsystem* yang berfungsi sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan luar lainnya. Terdapat lima komponen pokok dalam NSS yaitu *Mobile Switching Center* (MSC), *Visitor Location Register* (VLR), *Home Location Register* (HLR), *Authentication Center* (AuC) dan *Equipment Identity Register* (EIR).

a. *Mobile Switching Center*

Mobile Switching Center atau *switch* mempunyai fungsi *switching* untuk hubungan antar sesama pemakai telepon seluler dan antara pemakai telepon seluler dengan pemakai telepon tetap, *call routing* untuk pelanggan yang melakukan *roaming* (*roaming subscriber*), menyimpan informasi *billing* serta *database* lain yang berisi informasi *subscriber ID* (IMSI)

b. *Visitor Location Register* (VLR)

Visitor Location Register (VLR) adalah sebuah *database* yang bersifat temporer atau sementara yang memuat informasi mengenai pelanggan yang sedang mengunjungi cakupan area pelayanan MSC.

c. *Home Location register* (HLR)

Home Location register (HLR) merupakan *database* yang secara permanen menyimpan informasi mengenai pelanggan, serta dapat memberikan informasi

mengenai lokasi pelanggan berada dan terdaftar pada sistem GSM di kota tempat MSC tersebut berada. *Database* pada HLR tidak berubah sampai penghentian berlangganan.

d. *Authentication Center (AuC)*

AuC merupakan *database* proteksi yang menyimpan informasi rahasia yang disimpan dalam bentuk format kode.

e. *Equipment Identity Register (EIR)*

EIR merupakan *database* yang menyimpan nomor *International Mobile Equipment Identity (IMEI)* untuk semua ME yang terdaftar. EIR memuat data-data pelanggan yang dibagi menjadi tiga kategori :

- 1) *White List* berisikan izin untuk berkomunikasi kemanapun, pelanggan akan bebas melakukan permintaan panggilan dan selalu akan dilayani oleh operator.
- 2) *Grey List* berisikan izin berkomunikasi ke tujuan tertentu dan pelanggan dapat atau tidaknya melakukan panggilan ditentukan oleh kebijaksanaan dari operator.
- 3) *Black List* berisikan larangan untuk berkomunikasi, setiap permintaan panggilan dari pengguna akan ditolak oleh operator.

3. *Operation and maintenance subsystem (OMS)*

Bagian ini mengizinkan *network provider* untuk membentuk dan memelihara jaringan dari lokasi sentral.

a. *Operation And maintenance Center (OMC)*

OMC merupakan pusat pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan dengan fungsi utama mengawasi alarm perangkat dan perbaikan terhadap kesalahan operasi.

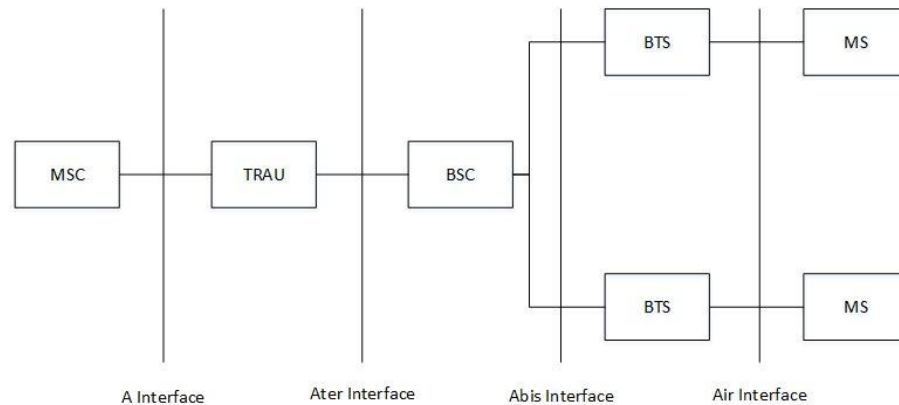
b. *Network Management Center (NMC)*

Berfungsi untuk pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan yang lebih besar dari OMC.

2.5 Antarmuka Jaringan GSM^[4]

Antarmuka (*Interface*) merupakan penghubung *subsystem* satu dengan *subsystem* yang lain pada jaringan GSM. Ada empat antarmuka utama yang ada pada jaringan GSM, yaitu *A Interface*, *Ater Interface*, *Abis Interface* dan *Air Interface*.

Gambar antarmuka pada jaringan GSM dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Antarmuka GSM^[4]

a. *A Interface*

A Interface merupakan antarmuka antara MSC dan BSS atau lebih untuk menghubungkan MSC dan TRAU.

b. *Ater Interface*

Ater Interface merupakan antara TRAU dan BSC.

c. *Abis Interface*

Abis Interface merupakan antarmuka antara BSC dan BTS.

d. *Air Interface*

Air Interface merupakan antarmuka antara BTS dan MS melalui frekuensi radio.

2.6 Metode Akses Jaringan GSM^[4]

Metode akses yang digunakan pada jaringan GSM untuk berkomunikasi dua arah secara *downlink* dan *uplink* (*duplex transmission*) menggunakan teknik *Frequency Division Duplex* (FDD). Teknik FDD ini berfungsi untuk membedakan transmisi *uplink* dan *downlink*.

Frequency Division Duplex (FDD) merupakan penransmisian komunikasi secara *uplink* dan *downlink* menggunakan frekuensi yang berbeda. Jarak antara frekuensi *uplink* dan *downlink* disebut dengan *duplex distance*.

Sedangkan *multiple access* yang digunakan pada sistem GSM adalah *multiple access* jenis *Time Division Multiple Access (TDMA)*. Teknik ini digunakan untuk menghindari adanya *interface* saat melakukan kegiatan komunikasi yang dikarenakan adanya penempatan beberapa user dalam satu kanal frekuensi.

Pada TDMA, kanal frekuensi tidak secara permanen didedikasikan kepada *mobile user* secara individual, tetapi frekuensi tersebut digunakan secara bersama-sama dengan *user* lain hanya dengan waktu yang berbeda. Perbedaan waktu tersebut dibagi menjadi bagian-bagian yang dinamakan TDMA Time slot, yang kemudian akan diberikan secara individual kepada *mobile user*.

2.7 Alokasi Frekuensi GSM^[4]

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. Penggunaan *bandwidth* sebesar 25 MHz yang digunakan ini ($915 - 890 = 960 - 935 = 25$ MHz), dan lebar kanal sebesar 200 KHz, maka akan didapat 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk layanan suara dan satu kanal digunakan untuk *signalling*. Pada perkembangannya, jumlah kanal sebanyak 124 kanal tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan yang disebabkan pesatnya penambahan jumlah *subscriber*. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak ini, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada *band* frekuensi di *range* 1800 MHz, yaitu *band* frekuensi pada 1710-1785 MHz sebagai frekuensi *uplink* dan frekuensi 1805-1880 MHz sebagai frekuensi *downlink*-nya. GSM dengan *band* frekuensi 1800 MHz ini dikenal dengan sebutan GSM 1800. GSM 1800 ini tersedia *bandwidth* sebesar 75 MHz ($1880-1805 = 1785-1710$) dengan lebar kanal tetap sama seperti GSM 900, yaitu 200 KHz, maka pada GSM 1800 akan tersedia kanal sebanyak 375 kanal.

Global System for Mobile communication (GSM) merupakan teknologi yang dapat mentransmisikan *voice* dan data, namun *bit rate*-nya masih kecil yaitu 9,6 kbps untuk data dan 13 kbps untuk *voice*, menggunakan teknologi *circuit switch*, artinya pembagian kanal di mana setiap satu kanal itu mutlak dimiliki oleh satu *user*. Sistem GSM/GPRS memiliki *bandwidth* 25 MHz pada frekuensi kerja 890 – 915 MHz untuk *uplink* dan 935 – 960 MHz untuk *downlink*. Penggunaan sistem *multiplexing* FDM/TDM terdapat 124 frekuensi *carrier* dengan *bandwidth* sebesar 200 KHz. Beberapa kanal tersebut disebut dengan *cell allocation* yang dialokasikan untuk sebuah BTS dalam satu sel. Sistem komunikasi bergerak seluler GSM mempunyai spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ETSI seperti yang terlihat pada tabel 2.1. ^[5]

Tabel 2.1 Karakteristik GSM 900^[5]

Lebar pita frekuensi	<i>Uplink</i> 890 – 915 MHz <i>Downlik</i> 935 – 960 MHz
<i>Duplex Spacing</i>	45 MHz
<i>Carrier Spacing</i> (ARFCN)	200 KHz
Kecepatan Transmisi	270 Kbps
Metode Akses	TDMA/FDD

Digital Celluler System (DCS) 1800 merupakan sistem turunan dari standar GSM yang dikembangkan oleh ETSI. DCS 1800 mempunyai *bandwidth* frekuensi sebesar 75 MHz atau 374 *carrier*, sehingga kapasitas trafiknya tiga kali lebih tinggi dari jaringan seluler GSM 900. Pembagian kanalnya sama dengan frekuensi GSM 900 MHz yaitu 200 KHz sehingga jumlah carriernya (ARFCN) yaitu 75 MHz/0,2 MHz menjadi 375 kanal. Penomoran kaal ARFCN-nya dimulai dari 511 dan berakhir 885. Perbedaan yang jelas nampak dari penggunaan *range* frekuensi sebagai kanal fisiknya. Karakteristik dari DCS 1800 dapat dilihat pada tabel 2.2. ^[5]

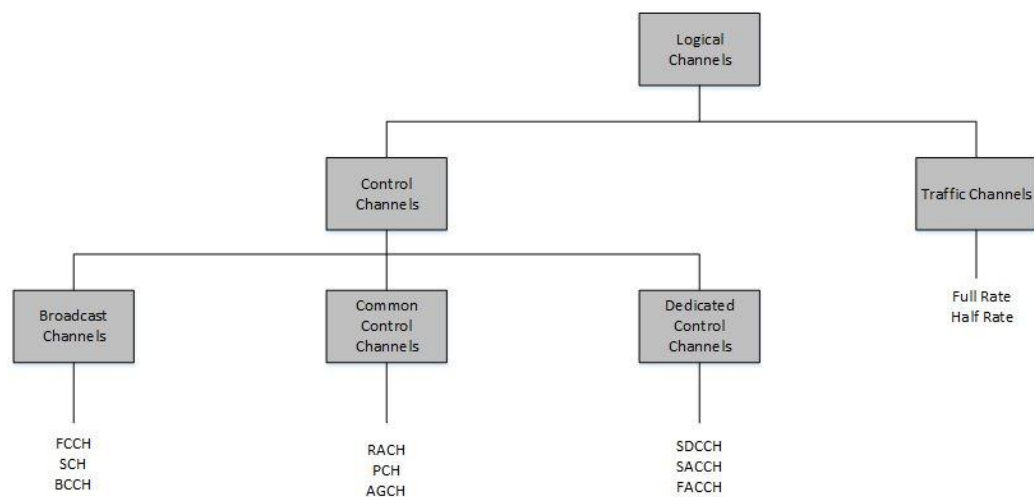
Tabel 2.2 Karakteristik DCS 1800^[5]

Lebar pita frekuensi	<i>Uplink</i> 1710 – 1785 MHz <i>Downlink</i> 1805 – 1880 MHz
<i>Duplex Spacing</i>	95 MHz
<i>Carrier spacing</i> (ARFCN)	200 KHz
Kecepatan Transmisi	270,83 Kbps
Metode Akses	TDMA/FDD

Teknologi GSM 1800 menyediakan layanan komunikasi bergerak dasar dengan kualitas yang lebih tinggi daripada GSM versi sebelumnya. Selain itu GSM 1800 mampu mengurangi panggilan gagal (*drop calls*) dan kegagalan koneksi akibat sibuknya jaringan.^[6]

2.8 Kanal Pada Sistem GSM^[4]

Pada sistem GSM terdapat dua kanal yaitu kanal fisik dan kanal logika. Gambar struktur kanal GSM dapat dilihat pada gambar.

Gambar 2.7 Struktur Kanal GSM^[4]

1. Kanal Fisik (*Physical Channel*)

Kanal fisik merupakan time slot yang merupakan bagian dari *Frame*. Jumlah *time slot* dalam satu *Frame* adalah delapan buah.

2. Kanal Logik (*Logical Channel*)

Kanal logika dapat dibedakan menjadi dua yaitu *traffic channels* dan *control channel*. *Traffic channel* digunakan untuk pentransmisi data sedangkan *control channel* pensinyalan sistem GSM.

a. *Traffic Channel* (TCH)

TCH dapat digunakan untuk komunikasi arah *uplink* maupun *downlink*. TCH dapat membawa informasi berupa suara maupun data. TCH dibedakan menjadi dua jenis yaitu *full rate* dengan bit rate 13 kbps dan *half rate* dengan bit rate 6,5 kbps.

b. *Control Channels* (CCH)

Control channels membawa informasi *signalling* yang digunakan oleh MS untuk mencari RBS, sinkronisasi itu sendiri dengan RBS dan penerimaan informasi digunakan untuk pelaksanaan *call setup*.

Control Channels (CCH) dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. *Broadcast Channel* (BCH)

Kanal ini digunakan untuk membawa informasi dalam arah *downlink* untuk sinkronisasi MS dan informasi *broadcast*. *Broadcast Channel* (BCH) terdiri dari tiga jenis yaitu *Frequency Correction Channel* (FCCH), *Synchronization Channel* (SCH) dan *Broadcast Control Channel* (BCCH).

a) *Frequency Correction Channel* (FCCH)

FCCH berguna untuk sinkronisasi frekuensi dengan MS.

b) *Synchronization Channel* (SCH)

SCH berguna untuk sinkronisasi waktu dengan MS yang berisi angka France TDMA dan Base Station Identity Code (BSIC).

c) *Broadcast Control Channel* (BCCH)

BCCH digunakan untuk menyiarkan informasi umum ke semua MS. Informasi tersebut misalnya informasi mengenai frekuensi sel tetangga, identitas operator dan lain-lain.

2. *Common Control Channel* (CCCH)

Common control channel dapat digunakan untuk komunikasi arah *uplink* maupun *downlink* pada saat pengaksesan awal sebelum MS melakukan panggilan baik telepon maupun SMS. Kanal ini terdiri dari tiga jenis yaitu

Paging Channel (PCH), Random Access Channel (RACH) dan Access Grant Channel (AGCH)

a) *Paging Channel (PCH)*

PCH digunakan oleh BS untuk mencari keberadaan MS pada *saat mobile terminating call*. Informasi PCH dikirim melalui *downlink*.

b) *Random Access Channel (RACH)*

RACH digunakan oleh MS untuk meminta kanal *dedicated* atau akses dari jaringan. RACH dikirim melalui *uplink*.

c) *Access Grant channel (AGCH)*

AGCH merupakan respons dari BS untuk MS jika mendapatkan kanal *dedicated*.

3. *Dedicated Control Channel (DCCH)*

Dedicated Control Channel (DCCH) dapat digunakan untuk komunikasi dalam arah *downlink* dan *uplink*. Kanal ini terdiri dari tiga jenis yaitu *Stand-Alone Dedicated Control Channel (SDCCH)*, *Slow Associated Control Channel (SACCH)* dan *Fast Associated Control Channel (FACCH)*.

1. *Stand-Alone Dedicated Control Channel (SDCCH)*

kanal sdcch digunakan untuk membawa informasi *signalling* antara MS dan BS, selama *call setup* sebelum pengalokasian sebuah TCH, misalnya *location update*, *MS registration*, dan *authentication*.

2. *Slow Associated Control Channel (SACCH)*

Kanal SACCH digunakan bersama dengan TCH dan SDCCH yang membawa informasi kontrol dan parameter-parameter pengukuran, misalnya seperti *power control* dan *timing advance*.

3. *Fast Associated Control Channel (FACCH)*

Kanal FACCH akan menggantikan kanal trafik (TCH) jika dibutuhkan pensinyalan yang lebih pada saat koneksi, misal pada saat *handover*.

2.9 Handover pada GSM^[6]

Handover adalah suatu cara atau pemindahan daerah pelayanan akibat pergerakan (mobilitas) pengguna. Pemindahan daerah layanan tersebut terjadi baik dalam satu BTS maupun antar BTS bahkan antar MSC, tanpa adanya pemutusan

hubungan dan terjadi pemindahan frekuensi atau kanal secara otomatis yang dilakukan oleh sistem. *Handover* adalah proses perpindahan sel yang melayani suatu stasiun bergerak tertentu.

Proses mendapatkan sel yang ditunjuk sebagai sasaran *handover* maka MS dan BTS akan selalu melaporkan pengukurannya mengenai kualitas dan kekuatan sinyal pada arah *downlink* untuk MS dan arah *uplink* untuk BTS. Pengukuran dan pelaporannya dilakukan secara periodik dalam interval tertentu dan dikirim ke BSC dan MSC sebagai report. Selain karena kualitas dan kekuatan sinyal, *handover* dipengaruhi oleh jarak antara MS dan BTS dan juga dipengaruhi oleh *Carrier to Interference Ratio (C/I)*.^[7]

Handover secara umum dikategorikan dalam dua kategori yaitu *soft handover* dan *hard handover*. Pada jaringan bergerak GSM terdapat lima model *handover* yaitu *Intra System Handover*, *Inter System Handover*, *Hard Handover*, *Soft Handover* dan *Softer Handover*.

Penjelasan jenis *handover* pada jaringan GSM adalah sebagai berikut :

1. *Intra System Handover*

Intra System Handover yaitu proses *handover* yang terjadi dalam satu sistem. Jenis *handover* ini dapat dikategorikan lagi menjadi *intra frequency handover* dan *inter frequency handover*. *Intra frequency handover* terjadi di dalam sel yang memiliki carrier GSM yang sama sedangkan *inter frequency handover* terjadi di antara sel-sel yang menggunakan carrier GSM yang berbeda.

2. *Inter System Handover*

Inter system handover terjadi di antara sel-sel yang memiliki dua teknologi yang berbeda dalam akses radio yaitu *Radio Access Technology (RAT)* yang berbeda atau *Radio Access Mode (RAM)* yang berbeda. *Handover* ini dapat dicontohkan dengan terjadinya proses pemindahan dari GSM ke WCDMA atau sebaliknya.

3. *Hard Handover*

Hard Handover merupakan proses yang terjadi pada *handover* dimana hubungan komunikasi radio yang sedang terjadi dilepaskan sebelum

hubungan radio yang baru terbentuk atau disebut juga istilah *break before make*. Proses ini dapat terjadi dalam pemindahan frekuensi dalam satu sel maupun satu *carrier* (*intra frequency handover*) atau dalam proses pemindahan dari teknologi yang berbeda (*intra frequency handover*).

4. *Soft Handover*

Handover ini terjadi pada saat MS terus menerus berkomunikasi dengan dua sel atau lebih secara bersamaan yang memiliki BS yang berbeda dari *Radio Network Controller* (RNC) yang sama (*intra RNC*) atau RNC yang berbeda (*inter RNC*). Semua hubungan yang sedang terjadi tidak akan dilepaskan sebelum hubungan radio yang baru terbentuk atau dengan istilah *make before break*.

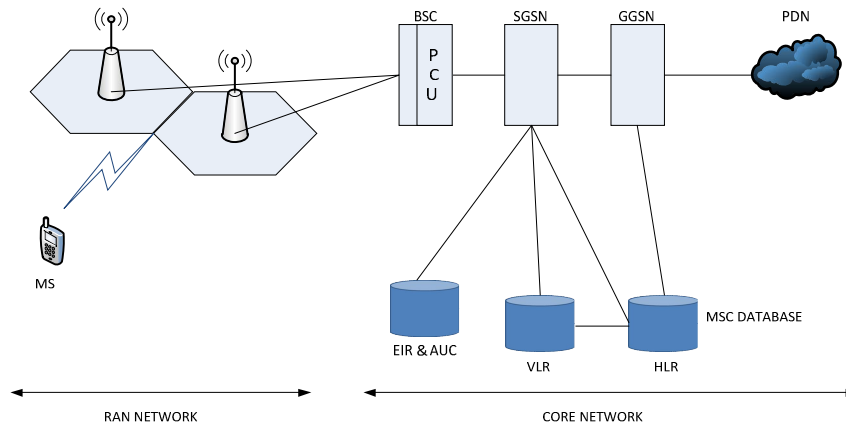
5. *Softer Handover*

Kejadian ini dapat dideskripsikan dengan perpindahan dua sektor yang sedang melayani MS dalam satu BTS, *softer handover* ini terjadi dalam satu frekuensi *carrier* atau termasuk dalam proses *intra frequency handover*.

2.10 *General Packet Radio Services (GPRS)*

GPRS merupakan teknologi yang disisipkan (*overlay*) diatas jaringan GSM untuk menangani komunikasi data pada jaringan. GPRS menggunakan teknik *packet switch* yaitu GPRS *radio resource* digunakan hanya jika *user* mengirimkan atau menerima data. *Packet switch* sebuah kanal digunakan secara bersama-sama selama kanal tersebut tidak kepenuhan dan kelebihan beban, sehingga pendudukan kanal pada *packet switch* lebih efisien. Secara teori GPRS mempunyai *bit rate* sampai dengan 171,2 Kbps.^[5]

Arsitektur jaringan GPRS merupakan pengembangan dari arsitektur sistem GSM dengan tambahan berupa komponen-komponen baru yang digunakan untuk komunikasi data radio paket elemen tersebut terdiri dari *Serving GPRS Support Node* (SGSN), *Gateway GPRS Support Node* (GGSN), *GPRS Register* (Gr) dan *Packet Control Unit* (PCU). Arsitektur GPRS dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.^[5]

Gambar 2.8 Arsitektur GPRS^[5].

GGSN pada GPRS berfungsi sebagai *Gateway* antara jaringan GPRS dengan jaringan paket data standar (PDN). GGSN berperan sebagai antarmuka *logic* bagi PDN, dimana SGSN akan memancarkan dan menerima paket data dari SGSN atau PDN.

SGSN berfungsi sama seperti fungsi MSC pada jaringan GSM yang berfungsi sebagai Mobility Management, perhitungan trafik, security dan mengatur proses pengaksesan data. SGSN akan berhubungan dengan MSC/VLR dalam jaringan GSM. Hubungan tersebut digunakan untuk menyatukan interkoneksi antara GPRS dan GSM ketika resource yang sama sedang digunakan oleh kedua teknologi tersebut.

PCU yang diletakkan dalam BSC sebagai bagian dari *Base Station Subsystem*. PCU bertanggung jawab atas semua protokol radio GPRS dan komunikasi dengan SGSN.

Penggunaan handset yang support GPRS memungkinkan komunikasi data tetap berlangsung di jaringan GSM. Pengembangan teknologi GPRS di jaringan GSM dapat dilakukan secara efektif tanpa menghilangkan infrastruktur lama yaitu dengan penambahan beberapa *hardware* dan *upgrade software* baru pada terminal station GSM dan server GSM.

1. Selalu *online*, GPRS menghilangkan mekanisme dial kepada pengguna pada saat ingin mengakses data, sehingga dapat dikatakan selalu online karena transfer data dikirim berupa paket dan tidak bergantung pada waktu koneksi.

2. Penambahan sistem GPRS tidak perlu menghilangkan sistem lama karena GPRS dijalankan di atas infrastruktur yang telah ada.
3. Bagian yang tidak terpisahkan dari EDGE dan WCDMA. GPRS merupakan inti dari mekanisme pengiriman paket data untuk teknologi 3G.

GPRS dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan kemampuannya, yaitu :

1. Kelas A

Layanan ini dapat digunakan secara bersamaan suara dan SMS pada jaringan GPRS dan GSM.

2. Kelas B

Penggunaan pada kelas ini dapat dihubungkan ke jaringan GPRS dan GSM tetapi dalam melakukan layanan suara maupun SMS maka GPRS harus menunggu atau tertahan dan akan otomatis aktif kembali setelah layanan GSM yaitu telepon atau SMS diakhiri. Kebanyakan perangkat GPRS tergolong dalam kelas B.

3. Kelas C

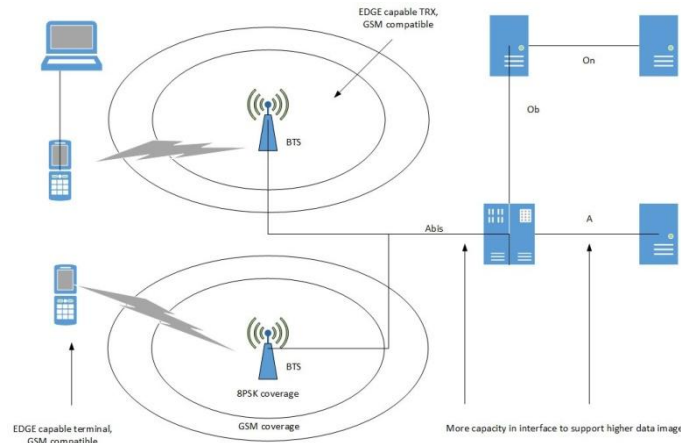
Pada kelas ini layanan GSM suara dan SMS harus dilakukan penggantian secara manual jika akan melakukan layanan GPRS.

2.11 *Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)* ^[7]

EDGE mempunyai arsitektur jaringan yang pada dasarnya sama dengan GPRS, baik antar mukanya, protokol dan prosedur aksesnya. Tujuan dari EDGE adalah menawarkan efisiensi lebar pita yang lebih tinggi lagi sehingga lebih banyak pengguna komunikasi data dapat ditangani pada pita selebar 200 kHz.

- a. Arsitektur EDGE

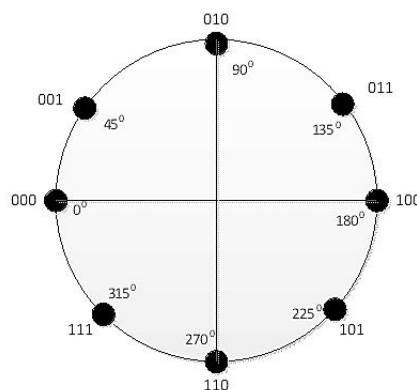
Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) merupakan salah satu standar untuk komunikasi data *wireless* yang diimplementasikan pada jaringan selular GSM dan merupakan tahapan lanjutan dalam evolusi menuju *mobile multimedia Communications*. EDGE merupakan evolusi terakhir teknologi sistem selular GSM menuju UMTS/UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*) dengan kecepatan paket data 473,6 kbps.

Gambar 2.9 Arsitektur EDGE^[7]

b. Teknik Modulasi EDGE

Perubahan utama GSM untuk mendukung laju data yang tinggi yaitu dengan menggunakan modulasi 8PSK. Modulasi 8PSK membawa 3 bit per simbol sedangkan modulasi GMSK hanya satu bit per simbol. Kecepatan laju data dalam EGPRS/EDGE dapat ditingkatkan sampai tiga kali dengan menyesuaikan kanal *fading fluctuation* dan pemilihan *coding scheme* yang sesuai.

EDGE menggunakan kanal 200 kHz dan delapan slot waktu seperti halnya pada GSM dan GPRS, tetapi pada EDGE dipergunakan modulasi PSK-8 (*Phase Shift Keying*) selain GMSK 0,3 yang digunakan GSM. Penggunaan PSK-8 ini terdapat delapan perubahan sudut fasa gelombang yang masing-masing mewakili tiga bit data. Delapan sudut fasa itu adalah : 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° dan 315° . Setiap perubahan sudut fasa sinyal berarti menyatakan perubahan dari kelompok deretan tiga bit.

Gambar 2.10 Diagram Konstelasi modulasi 8 PSK.^[8]

Laju simbolnya tetap 270833,3 simbol per detik seperti halnya pada GSM. Setiap simbol mewakili 3 bit. Jika GPRS memiliki laju data kasar 160 kbps maka EDGE dapat mencapai 384 kbps.

2.12 Pengenalan TEMS^[9]

1. *Test Mobile System (TEMS) Investigation 9.1*

TEMS merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengatur dan maintenance pada jaringan selular. Perangkat TEMS ini dikeluarkan oleh Ericsson yang digunakan untuk melakukan *drive test*. TEMS terdiri dari TEMS pocket pada ponsel dan dikendalikan oleh TEMS pada komputer. Salah satu fitur utama TEMS adalah menggunakan ponsel-ponsel dengan bagian radio standar dan daya standar, yaitu suatu ponsel biasa dengan perangkat lunak yang dapat diubah. TEMS akan berperilaku seperti ponsel standar, namun memiliki fitur tambahan sebagai pengumpul informasi tentang level sinyal dan kualitas sinyal yang dipancarkan oleh BTS. Hasil output dari *software* TEMS ini yaitu berupa *logfile*, didalam sebuah *logfile* terdapat dua jenis data yaitu :

a. *Statistic File*

Logfile hasil *drive test* akan di *convert* oleh *File and Information Converting System (FICS)* ke *statistics file*, yang diantaranya terdapat parameter untuk *Handover*, *Signal Strength* dan *Quality Distribution*.

b. Geographical Information Mobile Surveys (GIMS)

GIMS merupakan *file* yang digunakan untuk memaparkan *graphical* dari *drive test*.

2. Berdasarkan penggunaannya TEMS terdiri dari tiga jenis yaitu :

a. TEMS *Investigation*

TEMS ini digunakan untuk *drive test* di luar ruangan (*outdoor*). Mulai versi 4 sudah dapat digunakan untuk *drive test* dalam ruangan (*indoor*). Menggunakan *Global Positioning System (GPS)* sebagai alat navigasi dan plotting parameter pada rute *drive test* yang dilalui.

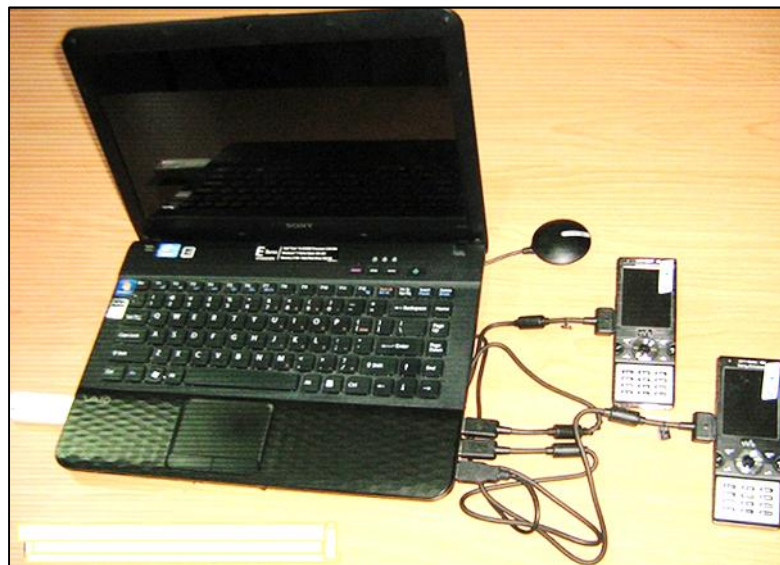
b. TEMS *Light*

TEMS *Light* ini digunakan untuk *drive test* di dalam ruangan (*indoor*). TEMS *Light* merupakan versi penyederhanaan dari TEMS *Investigation* dengan

menghilangkan beberapa fitur, yang bertujuan mengurangi beban kerja dan konsumsi baterai komputer. Hal tersebut dilakukan karena saat itu komputer portable/laptop masih mempunyai keterbatasan perangkat dan baterai. Data *logfile* yang dihasilkan TEMS Light sama lengkapnya dengan yang dihasilkan oleh TEMS *Investigation*. *Plotting* parameter dilakukan secara manual karena GPS tidak dapat menerima sinyal dari satelit.

c. TEMS *Automatic*

TEMS *Automatic* ini digunakan untuk *drive test* di luar ruangan (*outdoor*). TEMS *Investigation* dan TEMS *Light* hanya bisa mengukur sisi *downlink* saja yaitu dari arah BTS ke MS. Sedangkan untuk *uplink* yaitu dari arah MS ke BTS, TEMS *Investigation* dan *Light* tidak dapat mengukur karena alat pengukurnya hanya *handphone*. TEMS *Automatic* menggunakan sistem *client-server* untuk pengamatan *uplink* dan *downlink*. *Client*-nya menggunakan *Mobile Test Unit* (MTU) yang bekerja secara otomatis saat dinyalakan. Hasil pengamatan di MTU dikirim lewat GPRS ke *server*. *Server* akan menerima data dari MTU dan mengolahnya.

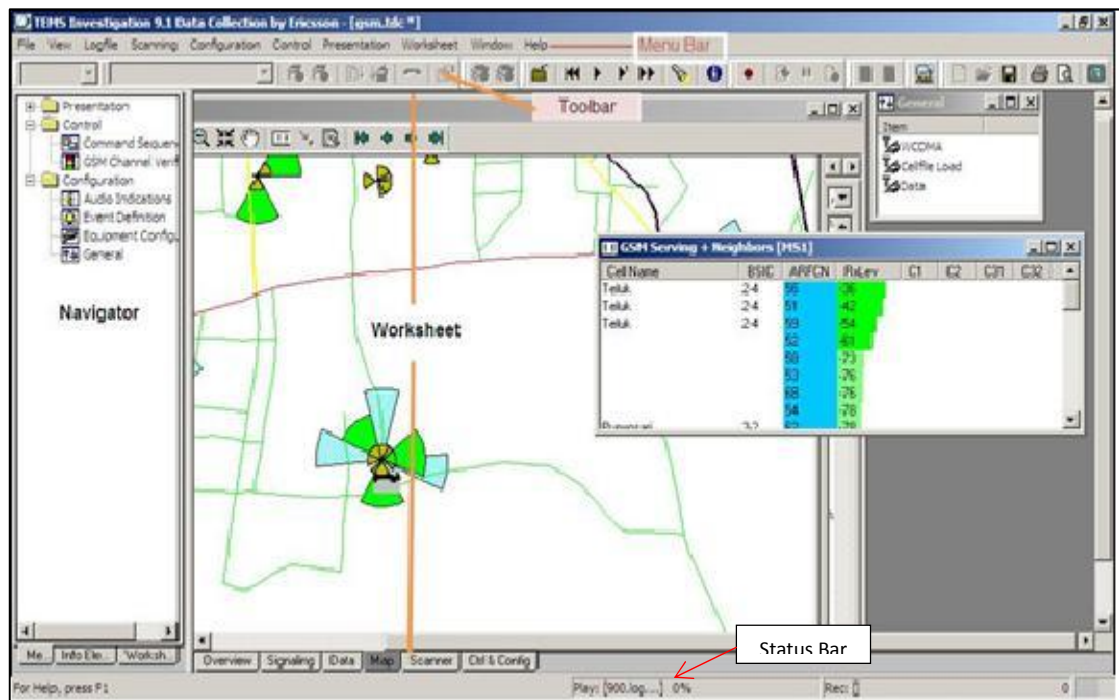


Gambar 2.11 Perangkat *Drive Test*.^[9]

3. Software Tems Investigation 9.1 terdapat 5 bagian yang saling berkaitan, yaitu :

- a. *Workspace* dan *Worksheet*.
- b. *Toolbars*
- c. *Status Bar*

- d. *Menu Bar*
- e. *Navigator*



Gambar 2.12 Tampilan TEMS Investigation 9.1^[9]

- a. *Workspace dan Worksheet*

Workspace dan *Worksheet* merupakan tampilan dari menu-menu yang lain, digunakan saat dalam sesi kerja. Dalam *workspace* yang dapat ditampilkan pada saat itu hanya satu, sehingga kita dapat membagi *workspace* menjadi beberapa *worksheet* sampai dengan 10 *worksheet* dapat ditampilkan secara simultan.

- b. *Toolbars*

Pada menu *Toolbar* terdapat tombol-tombol yang dicerminkan atau ditampilkan atau ditampilkan pada menu, hanya di *toolbar* kita dapat langsung mengakses.

- c. *Status Bar*

Status Bar menampilkan symbol dan pesan singkat yang mengindikasikan status utama.

- d. *Menu Bar*

Menu Bar merupakan menu cerminan dari menu *Navigator*.

e. *Navigator*

Dari menu *Navigator* kita dapat membuka jendela *presentation* dan mengubah *range* warna dari informasi *element*, *Navigator* secara khusus digunakan untuk mengkonfigurasi *Workspace* pada saat sesi kerja.

4. Dalam TEMS *Investigation* terdapat beberapa perangkat yaitu:

- a. Software TEMS : Investigation, Light
- b. Handphone TEMS : K790 sama K800
- c. Kabel Data : USB, Serial
- d. Lisensi TEMS
- e. GPS
- f. Aksesoris : USB Hub, Inverter, USB to RS-232, Charger hand phone untuk mobil dll.

2.13 Drive Test Menggunakan Test Mobile System (TEMS)^[10]

Drive Test ialah merupakan metode pengukuran sistem komunikasi bergerak pada sisi gelombang radio di udara yaitu dari arah BTS ke MS atau sebaliknya, dengan menggunakan ponsel yang didesain secara khusus untuk pengukuran. *Drive Test* bertujuan untuk mengambil dan mengukur kualitas sinyal serta dapat digunakan kembali untuk diamati kembali dan hasil pengamatan tersebut digunakan untuk memperbaiki segala masalah yang berhubungan dengan sinyal.

Proses dalam melakukan *drive test* terdapat dua *mode* yaitu *Idle mode* dan *Dedicated mode*. *Idle mode* yaitu suatu proses *drive test* dimana posisi MS dalam keadaan *idle* atau diam tidak melakukan aktivitas layanan panggilan baik suara maupun data sehingga hanya menerima sinyal yang dipancarkan oleh BTS. Mode ini digunakan untuk mengambil sampel *level* sinyal di sisi penerima atau MS dari BTS. *Dedicated mode* yaitu proses pengambilan data dimana MS dalam keadaan melakukan layanan panggilan baik suara maupun data sehingga dapat diketahui nilai kualitas sinyal yang diterima oleh MS.

Terdapat berbagai jenis dalam pengambilan data *drive test*, yaitu :

- a. *Single Site Verification (SSV)*, merupakan *drive test* untuk memverifikasi setiap *site* bagus atau tidak.

- b. *Cluster*, merupakan *drive test* yang mengamati jaringan setiap *cluster* atau daerah yang terdiri dari beberapa *site* namun hanya untuk satu operator jaringan.
- c. *Benchmark*, merupakan *drive test* yang membandingkan beberapa operator dalam satu *cluster* atau daerah
- d. Optimasi, merupakan bagian analisa gangguan atau kurangnya *service quality* pada *site* yang sudah jadi.

Informasi parameter yang akan diamati pada saat *drive test* ditampilkan dengan menggunakan *software* TEMS yang sudah terkoneksi dengan ponsel yang kompatibel dengan *software* tersebut. Parameter yang diamati pada *drive test* jaringan GSM 2G ini yaitu :

a. Rx Level dan Coverage^[9]

Parameter Rx Level merupakan parameter yang digunakan untuk mengindikasikan suatu level sinyal yang dipancarkan oleh BTS yang sedang diterima oleh MS. Parameter ini digunakan juga untuk mengukur seberapa luas jangkauan sinyal atau *coverage* dalam suatu pancaran sinyal oleh BTS.

Rx Level adalah nilai level daya sinyal terima yang didapat oleh MS di suatu tempat tertentu. Rx Level diukur pada kanal dedicated dalam satuan dBm.

Nilai Rx Level yang diukur dengan TEMS berada pada batas 0 sampai 63 yang masing-masing nilai tersebut mewakili nilai dBm tertentu. Tabel 2.3 menunjukkan representasi nilai Rx Level dalam satuan dBm.

Tabel 2.3 Representasi nilai Rx Level^[9]

Rx Level	Daya Terima (dBm)
0	< -110
1	-110 s/d -109
2	-109 s/d -108
3	-108 s/d -107
4	-107 s/d -106
5	-106 s/d -105
6	-105 s/d -104
7	-104 s/d -103

8	-103 s/d -102
9	-102 s/d -101
10	-101 s/d -100
11	-100 s/d -99
12	-99 s/d -98
13	-98 s/d -97
14	-97 s/d -96
15	-96 s/d -95
16	-95 s/d -94
17	-94 s/d -93
18	-93 s/d -92
19	-92 s/d -91
20	-91 s/d -90
21	-90 s/d -89
22	-89 s/d -88
23	-88 s/d -87
24	-87 s/d -86
25	-86 s/d -85
26	-85 s/d -84
27	-84 s/d -83
28	-83 s/d -82
29	-82 s/d -81
30	-81 s/d -80
31	-80 s/d -79
32	-79 s/d -78
33	-78 s/d -77
34	-77 s/d -76
35	-76 s/d -75
36	-75 s/d -74
37	-74 s/d -73
38	-73 s/d -72

39	-72 s/d -71
40	-71 s/d -70
41	-70 s/d -69
42	-69 s/d -68
43	-68 s/d -67
44	-67 s/d -66
45	-66 s/d -65
46	-65 s/d -64
47	-64 s/d -63
48	-63 s/d -62
49	-62 s/d -61
50	-61 s/d -60
51	-60 s/d -59
52	-59 s/d -58
53	-58 s/d -57
54	-57 s/d -56
55	-56 s/d -55
56	-55 s/d -54
57	-54 s/d -53
58	-53 s/d -52
59	-52 s/d -51
60	-51 s/d -50
61	-50 s/d -49
62	-49 s/d -48
63	>-48

b. Rx *Qual*^[9]

Rx *Qual* adalah parameter yang menunjukkan kualitas sinyal yang diterima oleh suatu MS. Nilai Rx *Qual* merupakan nilai indeks yang mewakili nilai *Bit Error Rate* (BER) pada transmisi dari BTS ke MS pada arah *downlink*. BER rasio kegagalan pengiriman bit terhadap total bit yang dikirimkan. Pengukuran Rx *Qual*

dengan menggunakan TEMS mempunyai batas antara 0 sampai 7 yang masing-masing mewakili nilai BER tertentu. Representasi nilai Rx *Qual* dengan nilai BER dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Konversi Nilai Rx *Qual* ke nilai BER^[9]

Rx Qual	BER
0	$\leq 0,2\%$
1	$0,2\% < \text{BER} \leq 0,4\%$
2	$0,4\% < \text{BER} \leq 0,8\%$
3	$0,8\% < \text{BER} \leq 1,6\%$
4	$1,6\% < \text{BER} \leq 3,2\%$
5	$3,2\% < \text{BER} \leq 6,4\%$
6	$6,4\% < \text{BER} \leq 12,8\%$
7	$>12,8\%$

c. *Throughput* maksimum kecepatan transfer data

Nilai *throughput* kecepatan data dapat diamati pada saat *test upload* dan *download file* ke sebuah *server*. Pengamatan data *session* di *software* TEMS pada saat *test* dapat diambil nilai *throughput* maksimum kecepatan transfer data.

2.14 Post Processing^[10]

Hasil dari pengumpulan data *drive test* dapat dianalisa untuk menentukan kualitas suatu jaringan yang telah diuji. Penentuan nilai kualitas jaringan tersebut dapat dilihat jika logfile diplotting ke software post processing lain misal MapInfo dan Nemo Analyze.

a. MapInfo

MapInfo merupakan *software* pengolah data spasial yang banyak digunakan dalam analisis Sistem Informasi Geografis, operator dapat membuat, menampilkan serta mengadakan perubahan terhadap data spasial atau peta. MapInfo juga dapat menampilkan hasil export logfile dari TEMS yaitu tab file. *File* yang berekstensi

.tab tersebut dapat ditampilkan untuk melihat hasil pengambilan data pada parameter tertentu.

Perhitungan persentase nilai yang didapat berdasar dari pengambilan data digunakan persamaan :

$$\frac{\text{Jumlah sample RxLevel atau RxQual}}{\text{Total Jumlah sample RxLevel atau RxQual}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Parameter yang dapat dihitung dari persamaan tersebut yaitu sample Rx Level dan Rx Qual. Hasil dari persentase tersebut akan menentukan kualitas yang ditentukan oleh target dari *Key Performance Indicator* (KPI) dari operator.

b. Nemo Analyze

Software Nemo Analyze merupakan *software* pengolah data untuk menampilkan hasil drive test. Software ini dapat menampilkan *resume* dari semua parameter yang ada di dalam *logfile* hasil dari pengumpulan data pada saat *drive test*. Berbeda dengan MapInfo hasil plotting dari *software* ini dapat digunakan untuk melihat nilai KPI secara otomatis menampilkan hasil perhitungan dan *range* nilai dari tiap-tiap parameter yang akan diamati.