



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN DAN EVALUASI KINERJA
PERANGKAT MONITOR PARAMETER BASE STATION
JARINGAN GSM**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**SUBHAN FIKRI LUBIS
0706199943**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESMBER 2009**

PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Subhan Fikri Lubis
NPM : 0706199943

Tanda Tangan : 
Tanggal : 30 Desember 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Subhan Fikri Lubis
NPM : 0706199943
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Perangkat Monitor Parameter
Base Station Jaringan GSM**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : **Prof. Dr. Ing. Kalamullah Ramli M.Eng** (*Kalamullah*)
Penguji : **Prima Dewi Purnamasari, ST Msc. MT** (*Prima Dewi Purnamasari*)
Penguji : **Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro** (*Arman Djohan Diponegoro*)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 30 Desember 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr. Ing. Kalamullah Ramli M.Eng.

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Depok, 30 Desember 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Subhan Fikri Lubis
NPM : : 0706199943
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**"RANCANG BANGUN DAN EVALUASI KINERJA PERANGKAT
MONITOR PARAMETER BASE STATION JARINGAN GSM"**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 30 Desember 2009

Yang menyatakan



(Subhan Fikri Lubis)

ABSTRAK

Nama : Subhan Fikri Lubis
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun dan Evaluasi Kinerja Perangkat Monitor Parameter Base Station Jaringan GSM.

Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan implementasi aplikasi komunikasi port serial antara komputer dengan ME (*Mobile Equipment*) yang bertujuan untuk mendeteksi kualitas sinyal jaringan GSM. Aplikasi ini berguna untuk mengetahui identitas dari BTS dan optimalisasi jaringan operator berdasarkan hasil pengukuran lapangan.

Sistem dibangun dengan menggunakan tiga komponen utama yang terdiri dari perangkat lunak, *handset*, dan kabel data serial. Bahasa pemrograman menggunakan *Borland Delphi 7* dengan mengirimkan AT Command dan membaca respon dari jaringan berupa parameter-parameter seperti LAI (*local Area Identity*) yang terdiri dari MCC (*Mobile Country Code*), MNC (*Mobile Network Code*) dan *Cell Id*. Aplikasi program juga menampilkan kuat sinyal (*RxLevel*), kualitas sinyal (*RxQual*), frekuensi BCCH (*Broadcast Control Channel*) dan BSIC (*Base Station Identity Code*) *cell-cell* terdekat. Informasi ditampilkan secara riil dan dapat disimpan dalam *database*.

Pada tahap evaluasi kinerja, pengukuran dilakukan pada 5 lokasi berbeda di lingkungan Universitas Indonesia. Data pengukuran dibandingkan dengan aplikasi lain, hasilnya menunjukkan bahwa persentase kuat sinyal (*RxLevel Sub*) aplikasi baik di dua lokasi yaitu :

- Halte FKM = 7.17%
- Engineering Center = 4.75%

Persentase selisih kualitas sinyal (*RxQual Sub*) juga memiliki selisih yang baik di dua lokasi yaitu:

- Gerbatama UI = 34.90%
- Engineering Center = 1.18%

Kata kunci : Jaringan GSM, *RxLevel*, *RxQual*, AT Command

ABSTRACT

Name : Subhan Fikri Lubis
Study Program : Electrical Engineering
Title : Development and Performance Evaluation of Base Station
Parameter Monitoring Tool in GSM Network.

This final project designs and implements serial port application to connect ME (Mobile Equipment) with Personal Computer which is aimed at detecting GSM network signal quality. This application is useful to obtain the BTS identity and GSM operator network optimization based on real measurement.

The system is built using three main components consisting of software, handset, and serial data cable. Programming language used is Borland Delphi 7. AT Command is sent and read the response from the network, and parameters collected include LAI (Local Area Identity), which consists of the MCC (Mobile Country Code), MNC (Mobile Network Code) and Cell Id. The application also displays signal strength (RxLevel), signal quality (RxQual), BCCH (Broadcast Control Channel) frequency and BSIC (Base Station Identity Code) of neighbouring cells. The information is displayed in real time fashion and can be stored in the database.

In the performance evaluation stage, measurements were taken at 5 different locations around University of Indonesia. Measurement data is compared with similar application, the results show that percentage of signal strength (RxLevel Sub) is good in two locations, which are:

- Halte FKM = 7.17%
- Engineering Center = 4.75%

The percentage of signal quality (RxQual Sub) is also fairly good difference in two locations, namely:

- Gerbatama UI = 34.90%
- Engineering Center = 1.18%

Key words : GSM Network, RxLevel, RxQual, *AT Command*

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 KONSEP TEKNOLOGI DAN PARAMETER JARINGAN GSM.....	4
2.1 Konfigurasi Jaringan GSM.....	4
2.2 Komponen Jaringan GSM.....	4
2.2.1 <i>Mobile Station (MS)</i>	5
2.2.2 <i>Base Station System (BSS)</i>	5
2.2.3 <i>Network Switching System (NSS)</i>	5
2.2.4 <i>Operation & Maintenance System (OMS)</i>	6
2.3 Cakupan Area Jaringan GSM	7
2.4 Alokasi Frekuensi GSM	8
2.4.1 Alokasi Frekuensi Operator GSM di Indonesia.....	10
2.4.2 Pemetaan Frekuensi ke Nomor Kanal ARFCN.....	11
2.5 Struktur Kanal GSM.....	11
2.5.1 Kanal Fisik GSM.....	12
2.5.2 Kanal Logika GSM.....	12
2.5.2.1 <i>Traffic Channel (TCH)</i>	13
2.5.2.2 <i>Control Channel (CCH)</i>	14
2.6 <i>Air Interface</i>	15
2.7 Proses Pengkodean.....	16
2.7.1 <i>Speech Coding</i>	16
2.7.2 <i>Channel Coding</i>	16
2.7.3 <i>Interleaving</i>	17
2.8 Proses Pensinyalan.....	17
2.8.1 <i>Equalization</i>	17

2.8.2	<i>Chipering</i>	17
2.8.3	<i>Timing Advance</i>	18
2.9	Pengukuran Kekuatan Sinyal.....	18
2.9.1	<i>Idle Mode</i>	18
2.9.2	<i>Active Mode</i>	19
2.9.3	Laporan Pengukuran.....	19
2.9.4	<i>Handover</i>	20
2.10	Komunikasi Data Serial.....	20
BAB 3 PERANCANGAN PERANGKAT MONITOR PARAMETER BASE STATION JARINGAN GSM.....		21
3.1	Prinsip Dasar Aplikasi.....	21
3.2	<i>AT Command</i>	22
3.3	Diagram Alir Aplikasi.....	22
3.4	Penggunaan <i>AT Command</i> pada <i>Hyper Terminal</i>	23
3.5	Pengaksesan Port Serial Menggunakan <i>CPortLib</i> pada Delphi 7.....	25
3.5.1	Menambahkan Komponen Kontrol <i>CPortLib</i> pada Delphi 7.....	26
3.5.2	Melakukan Tes Komponen Kontrol <i>CPortLib</i> pada Delphi 7....	27
3.6	Perancangan Perangkat Lunak dengan Delphi 7.....	30
3.6.1	Diagram Alir Perancangan.....	30
3.6.2	Perancangan Program Monitor Parameter <i>Base Station</i> Jaringan GSM.....	31
3.6.3	Proses Pengolahan Data.....	33
3.7	Perancangan Koneksi <i>Database MySQL</i>	36
3.7.1	Perancangan <i>Database Parameter BTS</i>	37
3.7.2	Menambahkan Komponen Kontrol <i>DAC MySQL</i> pada Delphi 7.....	38
3.7.3	Koneksi <i>Database MySQL</i> dengan Delphi 7.....	38
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA.....		39
4.1	Langkah-Langkah Pengujian.....	39
4.2	Pengambilan Data.....	41
4.3	Laporan Hasil Pengukuran.....	43
4.3.1	Status Data Pengukuran.....	43
4.3.2	<i>Idle Mode</i>	43
4.3.3	<i>Dedicated Mode</i>	45
4.3.4	<i>Neighbouring Cell</i>	46
4.4	Tabel Data Pengukuran.....	47
4.5	<i>Benchmarking</i> Hasil Pengukuran.....	50
4.6	Analisa Hasil Pengukuran.....	51
4.6.1	Kuat Sinyal Jaringan.....	52
4.6.2	Kualitas Sinyal Jaringan.....	53
BAB 5 KESIMPULAN.....		55
DAFTAR ACUAN.....		56
DAFTAR PUSTAKA.....		57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konfigurasi jaringan GSM	4
Gambar 2.2 Area jaringan GSM	7
Gambar 2.3 Lokasi area GSM	7
Gambar 2.4 Area layanan MSC/VLR	8
Gambar 2.5 Cakupan area PLMN	8
Gambar 2.6 Alokasi frekuensi GSM900 di Indonesia	10
Gambar 2.7 Alokasi frekuensi DCS1800 di Indonesia	10
Gambar 2.8 Kanal logika GSM	13
Gambar 2.9 <i>Traffic Channel</i> (TCH) GSM	14
Gambar 2.10 Karakteristik <i>air interface</i>	16
Gambar 3.1 Diagram blok aplikasi	21
Gambar 3.2 Diagram alir aplikasi	23
Gambar 3.3 Tampilan awal program <i>Hyper Terminal</i>	24
Gambar 3.4 Proses koneksi dengan <i>Hyper Terminal</i>	24
Gambar 3.5 <i>Port setting</i> pada <i>Hyper terminal</i>	25
Gambar 3.6 Tampilan tes <i>AT Command</i> pada <i>Hyper Terminal</i>	25
Gambar 3.7 <i>Environment options</i> Delphi	26
Gambar 3.8 <i>Library path</i> Delphi	26
Gambar 3.9 <i>Browse file</i> Delphi	27
Gambar 3.10 Komponen Serial Delphi	27
Gambar 3.11 <i>Icon serial</i> Delphi	27
Gambar 3.12 <i>Dialog box serial port setting</i>	28
Gambar 3.13 <i>Read data serial port setting</i>	29
Gambar 3.14 Diagram alir perancangan program	30
Gambar 3.15 Diagram alir Perancangan program (lanjutan)	31
Gambar 3.16 Tampilan <i>main menu form</i> program dengan Delphi 7	32
Gambar 3.17 Elemen informasi hasil pengukuran	35
Gambar 3.18 Diagram alir koneksi <i>database</i>	36
Gambar 3.19 Konfigurasi <i>database</i> menggunakan MySQL ODBC	37
Gambar 3.20 Rancangan <i>database</i> Parameter BTS	37
Gambar 3.21 Komponen <i>database</i> DAC for MySQL	38
Gambar 3.22 Komponen koneksi <i>database</i> dengan Delphi 7	38
Gambar 4.1 Tampilan XAMPP <i>control panel</i>	39
Gambar 4.2 <i>Window</i> XAMPP saat MySQL diaktifkan	39
Gambar 4.3 <i>Window database</i> Parameter BTS	40
Gambar 4.4 <i>Login password</i> program	40
Gambar 4.5 Main menu program tanpa pengambilan data	41
Gambar 4.6 Main menu program saat pengambilan data	42
Gambar 4.7 Status data pengukuran	43
Gambar 4.8 Main menu untuk data <i>idle mode</i>	44
Gambar 4.9 <i>Serving cell</i> untuk data <i>idle mode</i>	44
Gambar 4.10 <i>Main menu</i> untuk data <i>dedicated mode</i>	45

Gambar 4.11 *Serving cell* untuk data *dedicated mode*
Gambar 4.12 *Neighbouring cell* saat pengambilan data

46
47



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Spesifikasi parameter GSM 9
Tabel 2.2	Alokasi frekuensi operator GSM di Indonesia 11
Tabel 4.1	Alokasi kode operator GSM di Indonesia 42
Tabel 4.2	Data pengukuran <i>cell information</i> pada <i>database</i> 47
Tabel 4.3	Tabel data pengukuran (Telkomsel) 48
Tabel 4.4	Tabel data pengukuran (Indosat) 49
Tabel 4.5	Tabel data <i>benchmarking</i> jaringan Telkomsel 50
Tabel 4.6	Persentase silisih kuat sinyal jaringan (<i>dedicated mode</i>) 52
Tabel 4.7	Konversi nilai parameter kualitas sinyal 53
Tabel 4.8	Persentase silisih kualitas sinyal jaringan (<i>dedicated mode</i>) 53

DAFTAR ISTILAH

ARFCN	: <i>Absolute Radio Frequency Channel Number</i>
<u>AuC</u>	: <i>Authentication Center</i>
BCH	: <i>Broadcast Channel</i>
BCCH	: <i>Broadcast Control Channel</i>
BER	: <i>Bit Error Rate</i>
BRTI	: <i>Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia</i>
<u>BSC</u>	: <i>Base Station Controller</i>
BSIC	: <i>Base Station Identity Code</i>
BSS	: <i>Base Station System</i>
<u>BTS</u>	: <i>Base Transceiver Station</i>
CCH	: <i>Control Channel</i>
CGI	: <i>Cell Global Identify</i>
DCS	: <i>Digital Communication System</i>
<u>EIR</u>	: <i>Equipment Identity Registration</i>
ETSI	: <i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FCCH	: <i>Frequency Correction Channel</i>
GSM	: <i>Global System Mobilecommunicatin</i>
GUI	: <i>Graphic User Interface</i>
<u>HLR</u>	: <i>Home Location Register</i>
IMEI	: <i>International Mobile Equipment Identity</i>
<u>IMSI</u>	: <i>International Mobile Subscriber Identity</i>
LAC	: <i>Local Area Code</i>
LAI	: <i>Location Area Identity</i>
MCC	: <i>Mobile Country Code</i>
ME	: <i>Mobile Equipment</i>
MNC	: <i>Mobile Network Code</i>
MS	: <i>Mobile Station</i>
<u>MSC</u>	: <i>Mobile Switching Center</i>
NMC	: <i>Network Maintenance Center</i>
NSS	: <i>Network Station System</i>
OMC	: <i>Operation & Maintenace Center</i>
OMS	: <i>Operation and Maintenance System</i>
<u>PLMN</u>	: <i>Public Land Mobile Network</i>
RXLEVEL	: <i>Received Signal Strength</i>
RXQUAL	: <i>Received Quality</i>
SCH	: <i>Synchronisation Channel</i>
SIM	: <i>Subscriber Identity Module</i>
TA	: <i>Timing Advance</i>
TCH	: <i>Traffic Channel</i>
TRC	: <i>Trans coder</i>
<u>VLR</u>	: <i>Visitor Location Register</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan telekomunikasi GSM (*Global System for Mobile Communication*) mengalami perkembangan yang sangat pesat beberapa dekade belakangan ini dan yang akan datang. Awalnya jaringan GSM menggunakan satu *band* frekuensi pada 890-960 MHz. Disebabkan keterbatasannya pada mobilitas serta kebutuhan akan kapasitas pengguna yang semakin bertambah maka ditambahkan satu band frekuensi lagi yaitu pada 1710-2500 MHz untuk 2G dan 3G.

Sebuah MS (*Mobile Station*) jika ingin berkomunikasi, maka ia harus terkoneksi ke sebuah BTS (*Base Transceiver Station*) melalui frekuensi radio. Dan BTS juga harus terkoneksi ke MSC (*Mobile Switching Centre*) melalui gelombang mikro atau transmisi lainnya. MS yang dituju juga harus terkoneksi ke BTS dan MSC dengan cara yang sama.

Pada komunikasi antara MS dengan BTS, MS harus dapat mencapai sinyal frekuensi radio yang dipancarkan oleh BTS. Jika sebuah MS berada pada lokasi yang dekat dengan BTS dan diantaranya tidak terdapat banyak penghalang, maka sinyal frekuensi radio yang dipancarkan oleh BTS akan dengan mudah ditangkap oleh MS. MS yang digunakan adalah sebuah modem GSM yang akan menerima semua informasi yang disampaikan oleh BTS.

Informasi yang diterima oleh MS merupakan parameter suatu jaringan GSM ketika terjadi koneksi sesuai dengan standar yang digunakan oleh operator telekomunikasi di Indonesia. Parameter yang dihasilkan tiap operator yang dihasilkan akan berbeda karena memiliki spesifikasi sesuai dengan aturan yang berlaku yang telah ditetapkan oleh Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia (BRTI).

Parameter tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengiriman informasi data dan jaringan akan merespon dengan menyampaikan hasil dari informasi yang diinginkan. Informasi yang diterima diolah sedemikian rupa hingga pada layar monitor akan ditampilkan hasil dari parameter yang diterima oleh MS dari jaringan GSM yang melayani.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan skripsi ini adalah melakukan perancangan dan implementasi **Perangkat Monitor Parameter Base Station Jaringan GSM** serta evaluasi kinerja aplikasi yang dibuat. .

1.3 Batasan Masalah

Informasi yang diberikan BTS akan ditampilkan pada layar monitor komputer dengan menggunakan perangkat lunak *Borland Delphi 7* yang terhubung dengan perangkat telepon selular melalui komunikasi serial. Batasan masalah ditekankan pada beberapa hal berikut :

- a. Parameter *base station* yang ditampilkan meliputi: LAI(*Local Area Identity*), *Cell ID*, *RxLevel*, *RxQual*, BCCH, dan beberapa yang lain. Informasi tersebut akan disimpan dalam database dan dapat diambil untuk pembuatan laporan.
- b. *Handset* yang digunakan adalah SIEMENS C45.
- c. Koneksi handset dengan komputer menggunakan USB dan menggunakan *USB to serial converter*.
- d. Area pengukuran kinerja jaringan GSM dilakukan di lingkungan Universitas Indonesia.
- e. Pengukuran kinerja dilakukan pada jaringan GSM dari 2 operator yaitu : TELKOMSEL dan INDOSAT.

1.4 Metodologi Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi adalah melakukan studi literatur dan observasi lapangan berdasarkan kebutuhan komunikasi GSM. Proses yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Merumuskan Permasalahan.
- Melakukan pengumpulan informasi mengenai GSM dan parameternya.
- Merencanakan dan merancang sistem dengan melengkapi perangkat yang dibutuhkan.
- Penekanan penggunaan perangkat lunak Borland Delphi 7.
- Perancangan dan pengujian kinerja aplikasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Pembahasan yang dilakukan pada skripsi ini dibagi dalam beberapa tahapan.

- **BAB 1 : Pendahuluan**, berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.
- **BAB 2 : Konsep Teknologi dan Parameter Jaringan GSM**, membahas tentang dasar teori mengenai jaringan GSM dan parameter Base Station serta teori penunjang yang digunakan pada proses perancangan dan realisasi .
- **BAB 3: Perancangan Perangkat Monitor Parameter *Base Station* Jaringan GSM**, membahas prosedur perancangan dan proses pengerjaan / realisasi sistem yang dibuat.
- **BAB 4: Pengujian dan Analisa**, berisi mengenai hasil perancangan dan pengujian serta analisa perangkat lunak.
- **BAB 5: Kesimpulan**, berisi kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat isi skripsi.

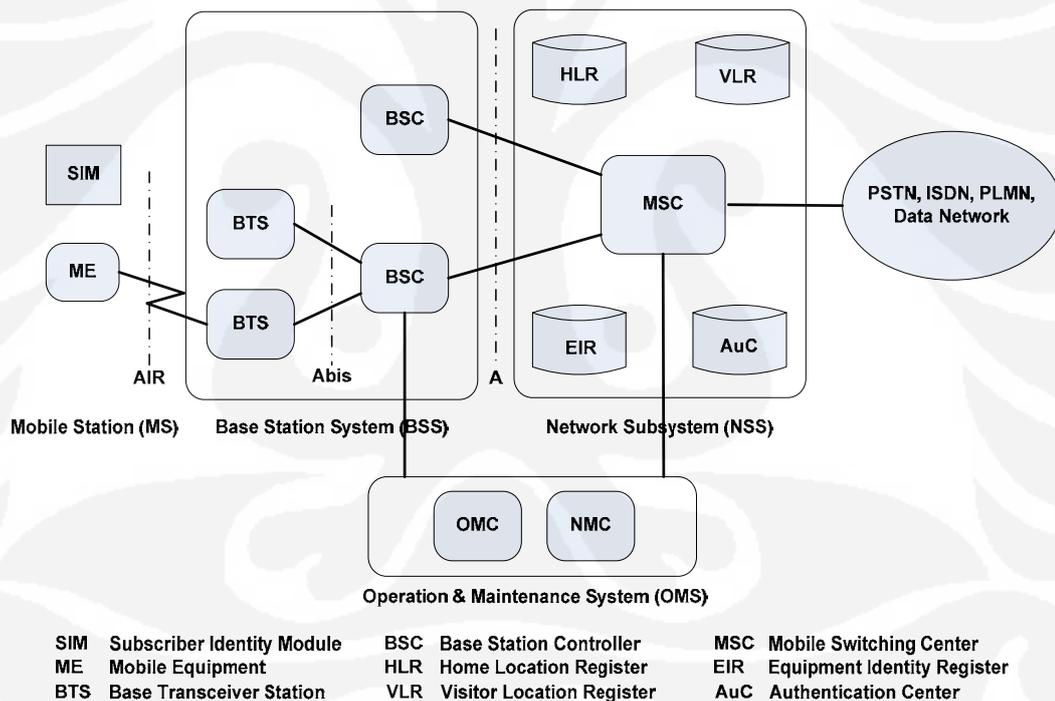
BAB 2

KONSEP TEKNOLOGI DAN PARAMETER JARINGAN GSM

Global System for Mobilecommunication (GSM) merupakan teknologi yang dapat mentransmisikan *voice* dan data, namun *bitrate*-nya masih kecil yaitu sekitar 9,6 kbps untuk data dan 13 kbps untuk *voice*, menggunakan teknologi *circuit switch*, artinya pembagian kanal dimana setiap satu kanal itu mutlak dimiliki oleh satu *user*. Didalam jaringan GSM terdapat empat ukuran *cells* yang berbeda yaitu *macro cell*, *micro cell*, *pico cell* dan *umbrella cell*. *Coverage area* dari tiap *cell* bervariasi disesuaikan dengan keadaan di lingkungan sekitar.

2.1 Konfigurasi Jaringan GSM

Gambar 2.1 menunjukkan konfigurasi jaringan GSM.



Gambar 2.1 Konfigurasi Jaringan GSM

2.2 Komponen Jaringan GSM

Komponen jaringan GSM yang terlihat pada Gambar 2.1 terdiri dari:

2.2.1 *Mobile Station (MS)*

Terdiri dari *mobile* Telepon. MS dilengkapi dengan sebuah *smartcard* yang dikenal dengan SIM (*Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan.

2.2.2 *Base Station System (BSS)*

Merupakan bagian dari jaringan yang menyediakan interkoneksi dari MS ke peralatan dasar *switching*.

BSS terdiri dari tiga perangkat yaitu:

- *Base Station Controller (BSC)*

BSC membawahi satu atau lebih BTS serta mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS. BSC juga mengatur manajemen sumber radio dalam pemberian frekuensi untuk setiap BTS dan mengatur *handover*.

- *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada MS. Dalam BTS terdapat kanal trafik yang digunakan untuk komunikasi.

- *Transcoder (TRC)*

Transcoder berfungsi untuk translasi MSC dari 64 Kbps menjadi 16 Kbps dan juga untuk efisiensi kanal trafik.

2.2.3 *Network Switching System (NSS)*

Berfungsi sebagai *switching* pada jaringan GSM, manajemen jaringan dan sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan lainnya.

Komponen NSS pada jaringan GSM terdiri dari:

- *Mobile Switching Center (MSC)*

MSC didesain sebagai *switch* ISDN (*Integrated Service Digital Network*) yang dimodifikasi agar berfungsi untuk jaringan seluler. MSC juga dapat menghubungkan jaringan seluler dengan jaringan *fixed*.

- *Home Location Register (HLR)*

HLR merupakan *database* yang berisi data-data pelanggan yang tetap. Data-data tersebut antara lain: layanan pelanggan, layanan tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (*update*).

- *Visitor Location Register (VLR)*
VLR merupakan *database* yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan terutama mengenai lokasi dari pelanggan pada cakupan area jaringan.
- *Authentication Center (AuC)*
AuC berisi *database* yang menyimpan informasi rahasia yang disimpan dalam bentuk format kode. AuC digunakan untuk mengontrol penggunaan jaringan yang sah dan mencegah pelanggan yang melakukan kecurangan.
- *Equipment Identity Register (EIR)*
Merupakan *database* terpusat yang berfungsi untuk validasi *International Mobile Equipment Identity (IMEI)*.
- *Inter Working Function (IWF)*
Berfungsi sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan ISDN.
- *Echo Canceller*
Digunakan untuk sambungan dengan PSTN, berfungsi untuk mengurangi *echo* (gema).

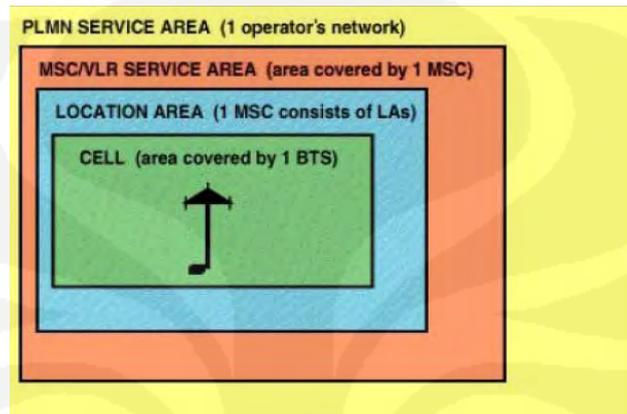
2.2.4 Operation & Maintenance System (OMS)

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

- *Operation and Maintenance Center (OMC)*
OMC sebagai pusat pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan. Fungsi utamanya mengawasi alarm perangkat dan perbaikan terhadap kesalahan operasi.
- *Network Management Center (NMC)*
Berfungsi untuk pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan yang lebih besar dari OMC.

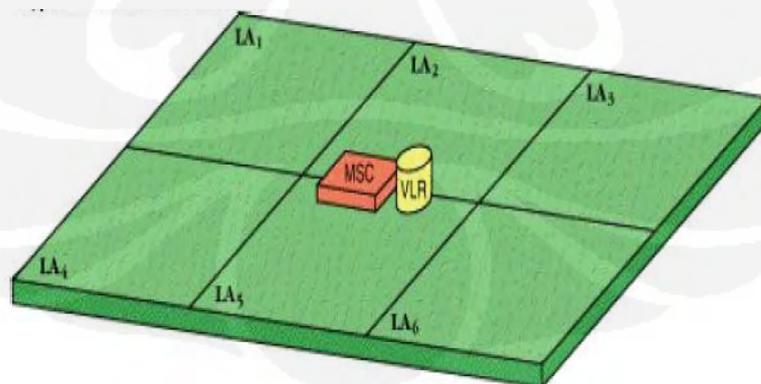
2.3 Cakupan Area Jaringan GSM

Cakupan area jaringan GSM dibuat berdasarkan area geografi. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2, area tersebut termasuk *cell*, area lokasi, area layanan MSC/VLR, dan area lahan publik mobil network (PLMN).



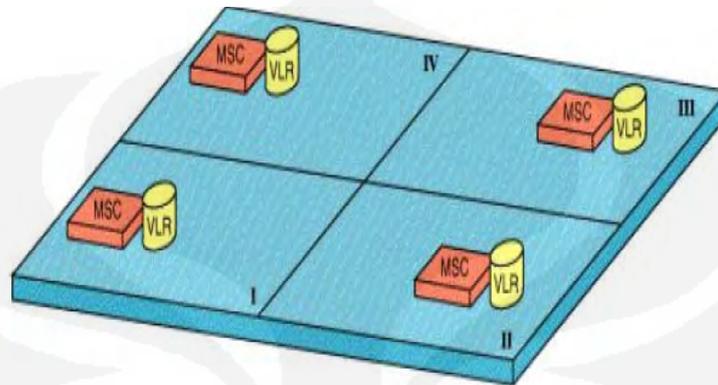
Gambar 2.2 Area Jaringan GSM

Cell adalah area radio yang dapat diberikan oleh satu Base Transceiver Station (BTS). Jaringan GSM mengidentifikasi masing-masing *cell* melalui nomor *cell global identify* (CGI) yang ditandai ke masing-masing *cell*. Lokasi Area (LA) adalah grup dari *cell-cell*. LA merupakan area dimana pelanggan dipanggil. Masing-masing LA dilayani oleh satu atau lebih *Base Station Controller* (BSC), hanya oleh satu MSC seperti terlihat pada Gambar 2.3. Masing-masing LA ditandai nomor identitas area lokasi (LAI).



Gambar 2.3 Lokasi Area GSM

Pelayanan area MSC/VLR mewakili bagian dari jaringan GSM yang tercakup oleh satu atau lebih MSC seperti pada Gambar 2.4. Jika pengguna berada pada lokasi I ingin berkomunikasi dengan pengguna lain di lokasi II, maka informasi keberadaan lokasi pengguna tersebut akan disampaikan oleh VLR.



Gambar 2.4 Area Layanan MSC/VLR

Area pelayanan PLMN adalah area yang dilayani oleh jaringan operator seperti terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Cakupan Area PLMN

2.4 Alokasi Frekuensi GSM

Alokasi frekuensi GSM yang dipakai di Indonesia sama dengan yang dipakai di sebagian besar dunia terutama Eropa yaitu pada pita 900 MHz, yang dikenal sebagai GSM900, dan pada pita 1800 MHz yang dikenal dengan GSM1800 atau DCS (*Digital Communication System*)

Sistem komunikasi bergerak seluler GSM mempunyai spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) dan

juga berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Pos dan Telekomunikasi Nomor : 23/DIRJEN/2004 seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Spesifikasi parameter GSM

	GSM 900	DCS 1800
Frekuensi kerja	890 – 960 MHz	1710 – 1880 MHz
<i>Uplink</i> (dari MS ke BTS)	890 – 915 MHz	1710 – 1785 MHz
<i>Downlink</i> (dari BTS ke MS)	935 – 960 MHz	1805 – 1880 MHz
Metode Akses	FDMA/TDMA (<i>combination</i>)	
Modulasi	GMSK	
Kanal frekuensi	124 kanal	374 kanal
Frekuensi Duplex	45 MHz	95 MHz
Isi satu frekuensi carrier	8 <i>timeslot</i>	8 <i>timeslot</i>
Kecepatan pengiriman	13 kbps (suara) 9,6 kbps (data)	13 kbps (suara) 9,6 kbps (data)

Frekuensi *downlink* adalah frekuensi yang dipancarkan oleh BTS untuk berkomunikasi dengan MS sedangkan frekuensi *uplink* adalah frekuensi yang digunakan MS agar bisa terhubung ke jaringan. Untuk *downlink* alokasi frekuensi GSM900 dari 935 – 960 MHz sedangkan untk *uplink* dari 890 – 915 MHz.

Pada prakteknya, para teknisi GSM di lapangan bekerja tidak dengan menggunakan alokasi frekuensi dalam satuan MHz tapi dengan bilangan bulat positif yang disebut sebagai *Absolute Radio Frequency Channel Number* (ARFCN). Dengan menggunakan ARFCN frekuensi operator mudah diingat dan lebih praktis, terutama ketika menggunakan peralatan ukur. Lebih mudah misalnya menyebutkan alokasi frekuensi untuk Operator A dari kanal 51 sampai dengan 87 dibandingkan 945,2 MHz sampai dengan 952,4 MHz; atau memasukkan angka 51 ke dalam peralatan dibandingkan harus mengingat dan memasukkan 945,2 MHz.

Lebar pita spektrum GSM900 sendiri adalah 25 MHz dan penomoran kanal ARFCN-nya dimulai dari 0 dan seterusnya; dengan lebar pita per kanal GSM adalah 200 KHz (0,2 MHz) maka jumlah total kanal untuk GSM900 adalah $25/0,2 = 125$ kanal. Namun tidak semua kanal ini digunakan karena ada satu kanal yang harus dikorbankan sebagai *system guard band* pada kedua ujung batas

spektrum masing-masing yaitu ARFCN 0 dibatas bawah dan ARFCN 125 untuk batas atas. Jadi ARFCN efektif yang digunakan untuk GSM900 adalah ARFCN 1 sampai 124.

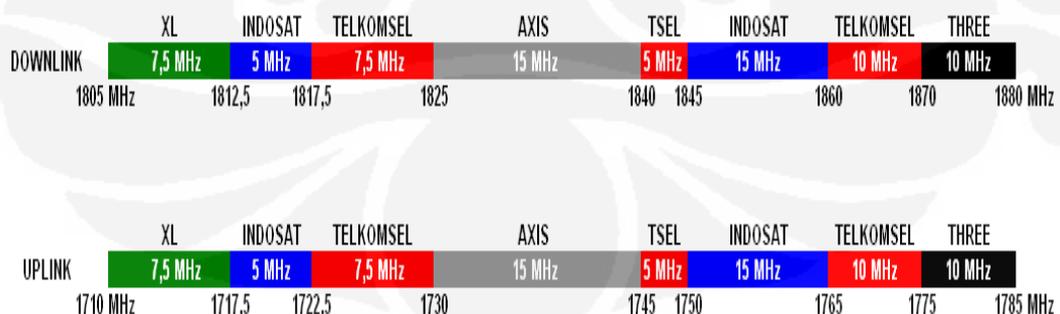
Untuk DCS1800 (DCS) alokasi *downlink*-nya dari 1805 MHz – 1880 MHz sedangkan *uplink* dari 1710 MHz – 1785 MHz dimana alokasi fekuensi antara *uplink* dan *downlink* terpisah selebar 95 MHz. Dengan demikian, berbeda dengan GSM900, DCS1800 memiliki lebar pita kurang lebih 3 kali lebar dibanding GSM900. Untuk DCS penomoran kanal ARFCN-nya dimulai dari 511 dan berakhir 886 (375 kanal total) dimana 511 dikorbankan sebagai *system guard band* pada batas bawah dan 886 dipakai sebagai *system guard band* pada ujung atas.

2.4.1 Alokasi Frekuensi Operator GSM di Indonesia

Di Indonesia, ada lima operator GSM (Telkomsel, Indosat, XL, Axis dan Three) yang mengantongi ijin operasi. Alokasi frekuensi operator GSM ditunjukkan oleh Gambar 2.6 (GSM900) dan Gambar 2.7 (DCS1800).



Gambar 2.6 Alokasi frekuensi GSM900 di Indonesia



Gambar 2.7 Alokasi frekuensi DCS1800 di Indonesia

Tabel 2.2 menunjukkan total alokasi frekuensi yang dimiliki masing-masing operator GSM di tanah air. Terlihat bahwa Telkomsel dan Indosat memiliki jumlah frekuensi terbanyak sedangkan Three (3) paling sedikit, dengan rasio 3:1.

Tabel 2.2 Alokasi lebar pita frekuensi operator GSM di Indonesia

OPERATOR GSM	ALOKASI LEBAR PITA FREKUENSI		
	GSM900 (MHz)	GSM1800 (MHz)	TOTAL (MHz)
TELKOMSEL	7,5	22,5	30
INDOSAT	10	20	30
XL	7,5	7,5	15
AXIS	0	15	15
THREE	0	10	10
TOTAL	25	75	100

2.4.2 Pemetaan Frekuensi ke Nomor Kanal ARFCN

Langkah-langkah pemetaan frekuensi ke nomor kanal ARFCN adalah sebagai berikut :

- Tentukan frekuensi batas bawah dari pita spektrum.
- Tentukan nomor kanal ARFCN untuk frekuensi batas bawah tersebut.
- Menggunakan rumus perhitungan untuk melakukan *mapping*.

Untuk GSM900 rumus pemetaan yang digunakan adalah :

$$\text{Uplink} \quad : \quad \text{ARFCN} = 0 + (f\text{MHz} - 890) / 0.2 \quad (2.1)$$

$$\text{Downlink} \quad : \quad \text{ARFCN} = 0 + (f\text{MHz} - 935) / 0.2 \quad (2.2)$$

Sedangkan untuk GSM1800:

$$\text{Uplink} \quad : \quad \text{ARFCN} = 511 + (f\text{MHz} - 1710) / 0.2 \quad (2.3)$$

$$\text{Downlink} \quad : \quad \text{ARFCN} = 511 + (f\text{MHz} - 1805) / 0.2 \quad (2.4)$$

Dimana fMHz adalah kanal frekuensi dalam MHz yang akan dicari nomor kanal ARFCN-nya.

2.5 Struktur Kanal GSM

Struktur kanal GSM 900/DCS 1800 MHz dibagi menjadi dua yaitu kanal fisik dan kanal logika. Kanal fisik berhubungan secara khusus dengan kanal frekuensi radio dan *timeslot* sedangkan kanal logika erat hubungannya dengan informasi dan kontrol data pensinyalan.

2.5.1 Kanal Fisik GSM

Pada *air interface* GSM/DCS menggunakan teknik *multiplexing*, yaitu FDMA dan TDMA. FDMA membagi *range* frekuensi menjadi 124 kanal (GSM) dan 374 kanal (DCS) dengan lebar 200 KHz. *Range* frekuensi yang digunakan 890 – 915 Mhz untuk MS ke BTS (*uplink*) dan 935 – 960 Mhz untuk BTS ke MS (*downlink*) untuk GSM dan 1710 – 1785 Mhz untuk MS ke BTS (*uplink*) dan 1805 – 1880 Mhz untuk BTS ke MS (*downlink*) untuk DCS.

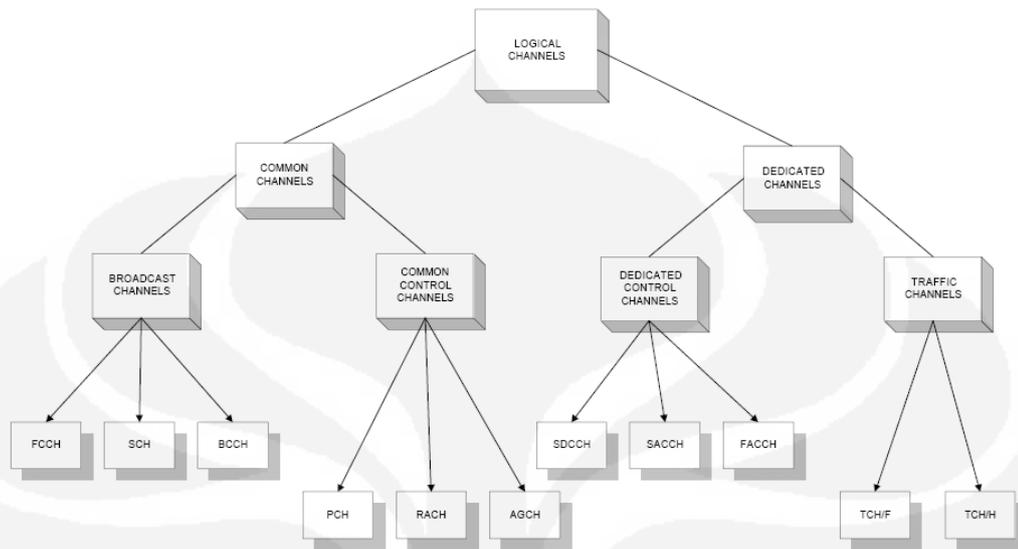
Setiap kanal menempati *timeslot* dengan durasi 576,9 μ s maka untuk 8 *timeslot* yang disebut sebagai *frame* memiliki durasi 4,615 ms. Selama terjadi percakapan suara yang telah dikodekan menjadi bit – bit akan dikirimkan setiap 4,615 ms secara periodik. Kanal fisik pada frame TDMA dengan durasi *timeslot* sebesar 576,9 μ s akan membawa kanal logika.

2.5.2 Kanal Logika GSM

Kanal logika membawa informasi pelanggan dan kontrol data pensinyalan. Kanal-kanal logika yang berbeda memiliki tugas yang berbeda. Sebagian besar dari informasi yang ditransmisikan antara MS dan BTS, umumnya berupa informasi pelanggan (berupa suara atau data) dan kontrol data pensinyalan. Tergantung pada tipe informasi yang ditransmisikan pada kanal logika yang berbeda. Kanal logika ini membawa data *user*, baik bit informasi (suara/data) maupun signaling pada mobile station atau base station.

Kanal logika digambarkan ke dalam beberapa kanal fisik (*timeslot*). Sebagai contoh: Percakapan digital dibawa dengan kanal logika yang disebut kanal trafik (TCH), yang mana selama transmisi dapat dialokasikan sebuah kanal fisik tertentu.

Untuk lebih jelasnya, pembagian kanal dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2.8 Kanal Logika GSM

2.5.2.1 Traffic Channels (TCH)

Kanal trafik (TCH) dapat membawa suara atau data untuk layanan komunikasinya. TCH dibagi menjadi dua jenis yaitu *full rate channel* dengan *bit rate* 13 Kbps dan *half rate channel* dengan *bit rate* 6,5 Kbps. Sedangkan untuk komunikasi data *bit rate* transmisinya 300 – 9600 bps.

Perbedaan dari beberapa tipe kanal trafik sebagai berikut:

Full Rate terdiri dari: TCH/FR : *Speech* (13 Kbps *net*, 22,8 Kbps *gross*)

TCH/F9,6 : 9,6 Kbps – data

TCH/F4,8 : 4,8 Kbps – data

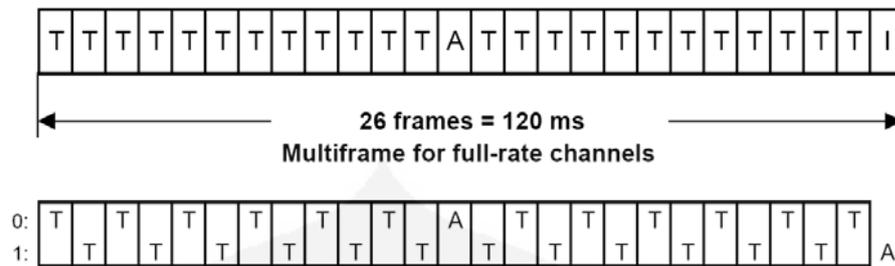
TCH/F2,4 : 2,4 Kbps – data

Half Rate terdiri dari: TCH/HR : *Speech* (6,5 Kbps *net*, 11,6 Kbps *gross*)

TCH/H4,8 : 4,8 Kbps – data

TCH/H2,4 : 2,4 Kbps – data

Secara lengkap pembagian TCH dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2.9 Traffic Channel (TCH) GSM

2.5.2.2 Control Channel (CCH)

Kanal kontrol membawa informasi sinyal yang digunakan untuk komunikasi antara perangkat-perangkat jaringan agar komunikasi pelanggan dapat berlangsung dengan baik. *Control Channel* (CCH) terdiri dari tiga tipe, yaitu:

a. *Broadcast Channel* (BCH)

Semua BCH ditransmisikan *point to multi-point* ke arah *downlink*. BCH terdiri dari tiga tipe, yaitu: *Frequency Correction Channel* (FCCH), *Synchronisation Channel* (SCH) dan *Broadcast Control Channel* (BCCH).

- *Frequency Correction Channel* (FCCH) digunakan MS untuk *Switch On*, kanal yang ditransmisikan secara berkala pada *timeslot* BCCH dan mengizinkan MS untuk mensinkronkan frekuensi *transmitting base site*.
- *Synchronisation Channel* (SCH) digunakan setelah mencari frekuensi, SCH digunakan MS untuk sinkronisasi ke TDMA *frame structure* dan mengetahui *timing* dari *timeslot*.
- *Broadcast Control Channel* (BCCH) merupakan informasi BTS mengenai penggunaan frekuensi, kombinasi kanal, kelompok paging, dan informasi sel sekitar yang di monitor MS secara periodik.

b. *Common Control Channel* (CCCH)

Semua CCCH dikirim *point to point*. CCCH terdiri dari empat tipe, yaitu: *Paging Channel* (PCH), *Random Access Channel* (RACH), *Access Grant Channel* (AGCH) dan *Cell Broadcast Channel* (CBCH).

- *Paging Channel* (PCH), digunakan untuk kanal panggilan oleh BTS ke MS dan suatu kanal *downlink*.

- *Random Access Channel (RACH)*, digunakan MS untuk meminta *Dedicated Control Channel (DCCH)* mengakses sistem, digunakan untuk *Mobile Originating* dan suatu kanal *uplink*.
- *Access Grant Channel (AGCH)*, digunakan BTS untuk meminta DCCH dan suatu kanal *downlink*.
- *Cell Broadcast Channel (CBCH)*, digunakan untuk mentransmisikan *message* yang di-*broadcast* ke semua MS dalam sebuah *cell*.

c. *Dedicated Control Channel (DCCH)*

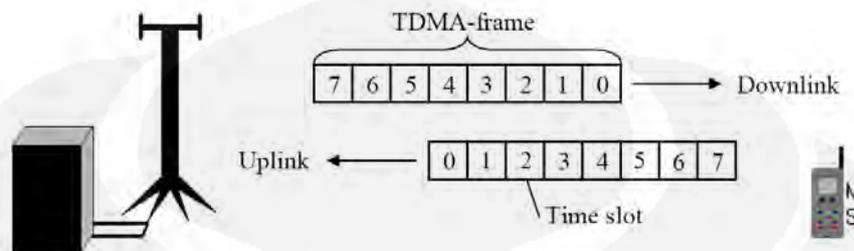
DCCH digunakan untuk kontrol dan pensinyalan setelah panggilan berlangsung, untuk *call setup* dan validasi. DCCH terdiri dari *Standalone Dedicated Control Channel (SDCCH)* dan *Associated Control Channel (ACCH)*.

- *Standalone Dedicated Control Channel (SDCCH)* adalah sebuah DCCH yang mendukung transfer data untuk dan dari *mobile station* selama *call setup* dan validasi. Alokasi DCCH tidak terhubung ke alokasi pada sebuah TCH. Ini dipakai sebelum MS ditentukan oleh sebuah TCH. SDCCH digunakan untuk autentifikasi dari MS, *location update*, *roaming*, aktivasi enkripsi dan *call control*. Selain itu SDCCH berfungsi untuk membawa kontrol informasi umum, pengukuran *radio link* dan *power control messages*.
- *Associated Control Channel (ACCH)* terdiri dari dua tipe, yaitu: *slow ACCH (SACCH)* dan *fast ACCH (FACCH)*, SACCH dan FACCH beroperasi di-*uplink* dan *downlink directions*. SACCH selalu berhubungan dengan TCH dan SDCCH, laporan pengukuran, kontrol daya MS dan penyesuaian waktu. FACCH berhubungan dengan TCH, digunakan untuk transmisi beberapa perintah *handover*.

2.6 Air Interface

Air interface menggunakan teknik *Time Division Multiple Access (TDMA)* untuk jalur kirim dan terima dan *signaling* informasi antara BTS dan MS. Teknik

TDMA digunakan untuk membagi tiap-tiap pembawa menjadi 8 *timeslot*. *Timeslot* ini kemudian ditandai untuk pemakai tertentu, memungkinkan dapat menangani 8 pembicaraan secara bersamaan pada *carrier* yang sama. Gambar 2.10 menunjukkan karakteristik *air interface*.



Gambar 2.10 Karakteristik *air interface*

2.7 Proses Pengkodean

Pengkodean yang terjadi pada saat MS melakukan panggilan terbagi atas *speech coding*, *channel coding*, dan *interleaving*.

2.7.1 *Speech Coding*

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

2.7.2 *Channel Coding*

Digunakan untuk mendeteksi dan memperbaiki *error* yang telah teridentifikasi selama proses pentransmisi sinyal. Sinyal *error* ini telah diukur dalam persen dari total bit yang dikirim. Kualitas pentransmisi sinyal menunjukkan batas dari *Bit Error Rate* (BER). BER adalah persentase *bit error*

dari total bit yang ditransmisikan. *Channel coding* dijalankan didalam TRU untuk *downlink* sinyal dan sebagai *uplink* dari MS.

2.7.3 *Interleaving*

Bit errors sering terjadi karena pemecahan informasi yang dikirim melalui media udara (*air interface*). Hal ini disebabkan terjadinya *long fading* yang mempengaruhi bit-bit berderet. Proses *channel coding* hanya efektif dalam mendeteksi dan mengoreksi *single errors*. *Interleaving* menyelesaikan masalah ini dalam membagi bit-bit informasi dalam bentuk pesan dan mentransmisikan bit-bit tersebut secara tidak teratur (hal ini dapat juga mengatasi masalah derau). Melalui *interleaving*, *frame* tunggal untuk informasi berpencar melalui beberapa pemecahan.

2.8 Proses Pensinyalan

Sebelum mengirim informasi melalui *air interface* baik pada kanal trafik atau kanal kontrol sinyalnya diproses. Selama perubahan proses pensinyalan, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan selama pengiriman berlangsung melalui *air interface*.

2.8.1 *Equalization*

Time dispersion terjadi saat sinyal transmisi direfleksi menjauh dari antena RX dan terpisah dari original sinyalnya. Sinyal yang terhambur menurut interferensi waktu dan simbol yang berdekatan satu sama lain. Penerima tidak dapat menerima *original* sinyal yang ditransmisikan. *Equalization* adalah proses yang digunakan untuk mengatasi *time dispersion*. *Equalizer* dapat mengatasi refleksi yang terjadi dalam jumlah yang terbatas, dengan masa *delay* sekitar 15 μ s yang memiliki sinyal *path* sekitar 4,5 km.

2.8.2 *Chipering*

Chipering merupakan sebuah teknologi yang digunakan GSM untuk meminimalkan penyadapan. Pengembangan chipering memiliki tempat dalam sinyal digital bentuk 1 dan 0 yang diacak. Bentuk acak ini hanya dikenal oleh MS

dan BTS. Hasilnya adalah sinyal yang *unintelligible* ke semua MS, atau hanya dapat diterima oleh stasiun yang memiliki kode yang sama. Operator jaringan memiliki beberapa pilihan operasi dalam menggunakan *chipering* atau algoritma lain yang mereka inginkan.

2.8.3 *Timing Advance*

Jika MS berpindah *base station* selama pembicaraan akan diperlukan untuk mengirim *burst* dalam sinkronisasi waktu, agar dapat diterima menurut *timeslot* dalam base station. BTS secara berlanjut mengirim nilai antara 0 sampai 63, memberitahu MS berapa banyak *bit time* ($3,7 \mu\text{s}$) untuk sinkronisasi waktu saat mentransmisikan *burst*.

2.9 Pengukuran Kekuatan Sinyal

Pengukuran kekuatan sinyal pada kondisi *idle mode* dan *active mode*.

2.9.1 *Idle Mode*

Idle mode terjadi saat MS kondisi on tetapi tidak terkoneksi (MS tidak mengirim sinyal). Ketika MS dalam kondisi *on*, MS tersebut mengukur semua frekuensi radio dalam sistem dan menyediakan kekuatan sinyal untuk setiap frekuensi. MS men-*tuning* ke *cell* terbaik untuk menerima pesan atau untuk meminta koneksi. MS melanjutkan memonitor semua *cell* terdekat, dan juga terdapat *cell* yang lebih baik, MS akan men-*tuning* ke *cell* tersebut.

MS secara konstan meng-*update* report pengukuran yang berisi kekuatan sinyal rata-rata untuk *cell-cell* terdekat, kekuatan sinyal dan BER dari BTS yang melayani. Kekuatan sinyal dari BTS yang melayani diukur setiap waktu oleh MS penerima pada *assigned timeslot*-nya.

2.9.2 *Active Mode*

Active mode terjadi ketika MS berkomunikasi dengan jaringan. Kedua MS dan BTS yang melayani (*servicing* BTS) melakukan pengukuran kekuatan sinyal pada *link* radio. MS secara kontinyu melapor ke sistem seberapa kuat kekuatan

sinyal diterima dari BTS. Pengukuran ini digunakan BSC untuk membuat keputusan untuk *cell* yang ditargetkan ketika *handover* terjadi.

MS juga mengukur kualitas (BER) pada *downlink* dalam *cell* yang melayani (*-serving cell*). Hasil pengukuran disediakan di MS dan rata-rata pengukuran dikalkulasi untuk semua nilai yang disediakan dalam periode waktu 480ms. Nilai kalkulasi dikirim ke BTS dalam bentuk laporan pengukuran setiap 480 ms. Nilai rata-rata dari pengukuran untuk setiap *carrier* lalu diperoleh dan dilaporkan ke BSC. Untuk memastikan hasil pengukuran berhubungan dengan BTS yang sebenarnya, identitas BTS harus dipastikan. Identitas dari BTS diberikan dalam BSIC, dikirim melalui SCH, *timeslot 0*, *carrier 0*

2.9.3 Laporan Pengukuran

Laporan pengukuran terdiri dari semua data yang dikirim ke sistem oleh MS selama hubungan berlangsung. Data-data parameter pengukuran meliputi:

- Kekuatan sinyal pada *cell* yang melayani.
- *Timing advance value* yang digunakan.
- *Discontinues Transmisi* yang digunakan atau tidak.
- Kualitas *cell* yang melayani.
- Kekuatan sinyal pada *cell-cell* terdekat.
- Nomor *cell-cell* terdekat yang dilaporkan.
- Frekuensi BCCH untuk dari *cell-cell* terdekat.
- BSIC *cell-cell* terdekat.

2.9.4 Handover

Handover adalah proses pengalihan kanal trafik secara otomatis pada MS yang sedang digunakan tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan pada dasarnya sebuah *call* koneksi bergerak dari satu *cell* ke *cell* yang lain. Keputusan untuk sebuah *handover* dibuat oleh BSC, yaitu dengan mengevaluasi pengukuran yang diambil oleh BTS dan MS. Pengukuran rata-rata BSC dibandingkan dengan nilai ambang batas; jika P_x melebihi nilai ambang batas maka dimulai proses *handover* dengan mencari sebuah *cell* target yang cocok. Ada beberapa tipe *handover* :

- *Intra cell handover*, pemindahan informasi yang dikirim oleh satu kanal ke kanal yang lain pada sel yang sama.
- *Intra-BSC handover*, yaitu *handover* yang dikontrol oleh BSC dimana pemindahan informasi terjadi pada kanal sel dari BTS ke BTS yang lain.
- *Intra-MSC handover*, yaitu *handover* yang terjadi pada satu MSC, dimana BTS dikendalikan oleh BSC yang berbeda.
- *Inter-MSC handover*, yaitu *handover* yang terjadi pada MSC yang berbeda.

2.10 Komunikasi Data Serial

Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data serial secara sinkron dan komunikasi data serial secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, *clock* dikirimkan bersama-sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, *clock* tidak dikirimkan bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara sendiri-sendiri baik pada sisi pengirim (*transmitter*) maupun pada sisi penerima (*receiver*).

Standar sinyal komunikasi serial yang banyak digunakan adalah standar RS232 yang dikembangkan oleh *Electronic Industry Association and the Telecommunications Industry Association* (EIA/TIA) yang pertama kali dipublikasikan pada tahun 1962. Ini terjadi jauh sebelum IC TTL populer sehingga sinyal ini tak ada hubungan sama sekali dengan IC TTL. Standar ini hanya menyangkut komunikasi data antara komputer (*Data Terminal Equipment – DTE*) dengan alat-alat pelengkap komputer (*Data Circuit Terminating Equipment – DCE*).

BAB 3

PERANCANGAN PERANGKAT MONITOR PARAMETER BASE STATION JARINGAN GSM

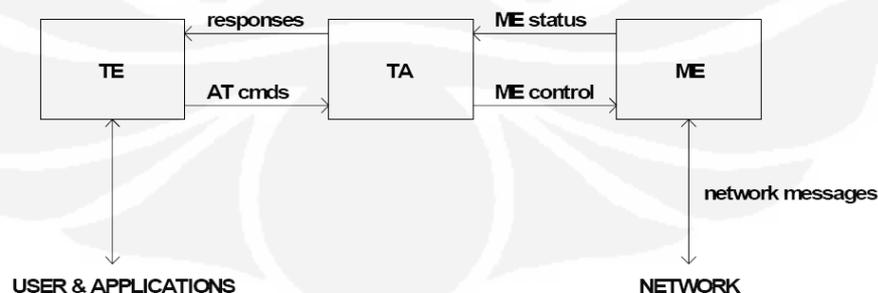
3.1 Prinsip Dasar Aplikasi

Kebutuhan dasar untuk mengetahui informasi parameter suatu jaringan GSM adalah bagian penting perusahaan penyelenggara dan penyedia layanan komunikasi bergerak yang ada di dunia termasuk Indonesia karena keinginan untuk terus menghadirkan jaringan yang baik dan optimal dalam setiap layanannya. Proses pengecekan dan perbaikan rutin dilakukan dengan melakukan *drive test* dimana kualitas jaringan suatu daerah atau lokasi tertentu akan dapat diketahui baik buruknya.

Komponen yang digunakan dalam melakukan aktivitas pengecekan kualitas jaringan terdiri dari :

- PC sebagai perangkat yang akan menampilkan parameter GSM yang diinginkan pada layar monitor.
- Kabel Data Serial, sebagai *interface* perangkat PC dengan telepon Selular.
- Telepon Selular, sebagai perangkat yang mengirim dan menerima informasi dari perangkat lunak ke BTS dan sebaliknya.
- *Air Interface*, merupakan elemen terpenting jaringan GSM yang memberikan koneksi antara BTS dengan MS.

Diagram blok tiap-tiap komponen diatas dapat dilihat pada Gambar 3.1 merupakan aplikasi dari sistem yang akan dibuat.



Gambar 3.1 Diagram blok aplikasi [1]

Terminal Equipment (TE) pada Gambar 3.1 merupakan blok dari Pengguna dan aplikasi perangkat lunak yang akan dibuat, TE akan mengirimkan pesan dengan menggunakan *AT Command* melalui *Terminal Adaptor* (TA) yaitu kabel data telpon selular untuk diteruskan kepada *Mobile Equipment* (ME). Perintah yang dikirim tersebut akan dilanjutkan ke *network* melalui BTS sebagai akses pertama suatu jaringan GSM yang biasa disebut dengan jaringan akses.

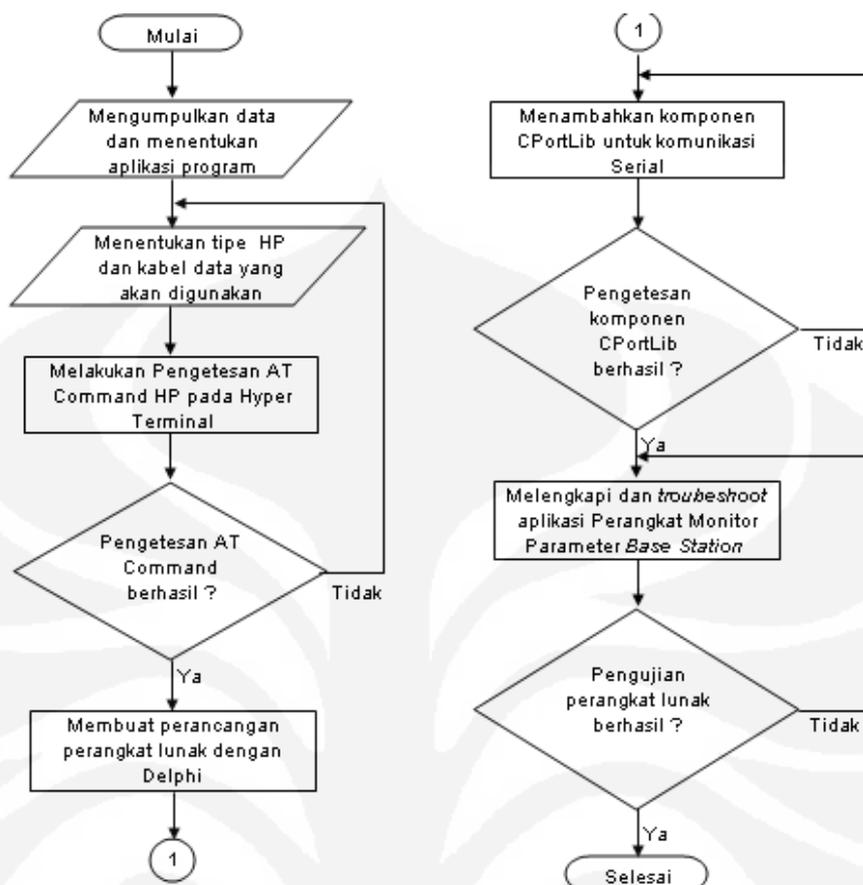
3.2 *AT Command*

AT Command berasal dari kata *attention command*. *Attention* berarti peringatan atau perhatian, *command* berarti perintah atau instruksi, Masudnya adalah perintah atau instruksi yang dikenakan pada modem atau HP. Pada aplikasi yang akan dibuat *AT Command* berperan untuk mendapatkan respon dari ME dan BTS yang disediakan. AT; dua buah karakter ini selalu digunakan untuk memulai suatu perintah (*command*) untuk dikirim dari TE ke TA. Berikut adalah contoh beberapa *AT command* [2] yang digunakan dalam perancangan :

- AT+CIMI, untuk menampilkan IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) yang meliputi : *Location Area Identity* yang terdiri dari MCC (*Mobile Country Code*), MNC (*Mobile Network Code*) dan *Cell Id*.
- AT+CBC, untuk menampilkan pengukuran penggunaan baterai pada HP yang digunakan.
- AT+CSQ, untuk menampilkan kekuatan sinyal BTS yang melayani dan kualitas sinyal yang bersangkutan

3.3 Diagram Alir Aplikasi

Pada aplikasi yang dibuat digunakan HP dengan tipe SIEMENS C45. Hal ini dilakukan karena tipe tersebut memiliki kelebihan dari lainnya karena *SIM application toolkit* dapat digunakan untuk melihat laporan dari hasil pengukuran jaringan. Diagram alir aplikasi ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



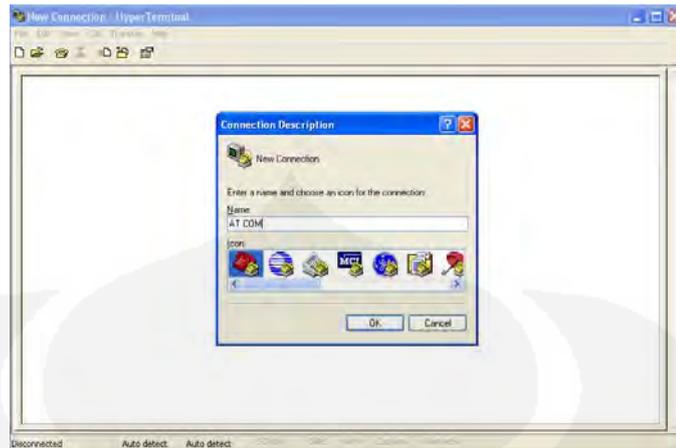
Gambar 3.2 Diagram alir aplikasi

3.4 Penggunaan AT Command pada Hyper Terminal

Hyper Terminal adalah program yang dapat digunakan untuk melakukan koneksi dengan perangkat lain. *Hyper Terminal* akan mencatat pesan ke dan dari modem HP yang digunakan untuk melakukan *troubleshooting* penggunaan AT command dengan mengirimkan perintah tersebut dan memeriksa hasilnya.

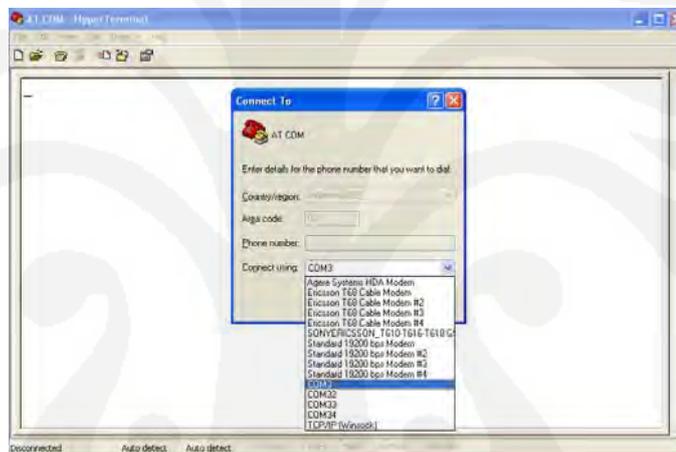
Mengakses AT Command melalui *Hyper Terminal* sangat mudah dilakukan. Hal pertama yang harus dilakukan adalah memastikan komputer dan HP telah terhubung melalui port COM atau melalui COM virtual pada Windows. Gambar 3.3 menunjukkan proses awal penggunaan program pada *Hyper Terminal*.

- *Start>All Program>Accessories>Communication>Hyper Terminal*



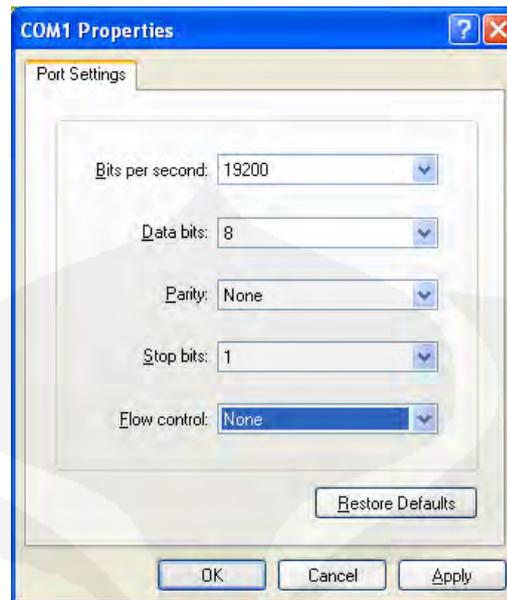
Gambar 3.3 Tampilan awal program *Hyper Terminal*

- Isi *Name* dan pilih *Icon* bebas, klik *OK*



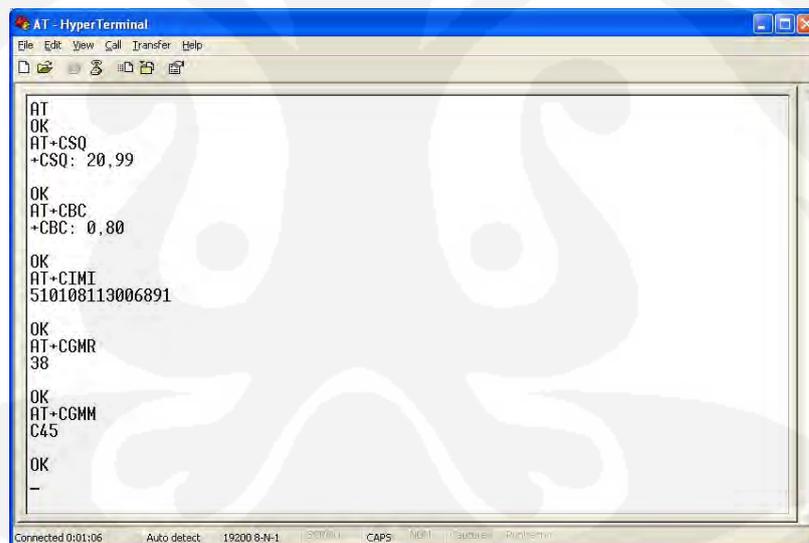
Gambar 3.4 Proses koneksi dengan *Hyper Terminal*

- Pada *Connect using*, pilih COM yang akan digunakan (sesuai dengan port yang terhubung dengan *handset*) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.
- Set parameter bit per detik adalah 19200 sesuai dengan spesifikasi HP atau modem yang digunakan, 8 bit data tanpa paritas dengan 1 bit *stop*, sedangkan untuk *flow control* dipilih *none* seperti terlihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Port Setting pada Hyper Terminal

- Gambar 3.6 menunjukkan tampilan pada monitor penggunaan AT Command pada Hyper Terminal.



Gambar 3.6 Tampilan tes AT command dengan Hyper Terminal

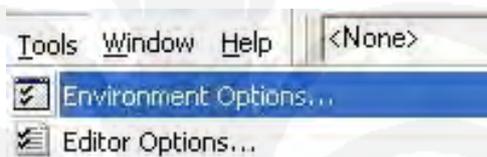
3.5 Pengaksesan Port Serial Menggunakan CPortLib pada Delphi 7

Komponen kontrol Delphi 7 menyediakan fasilitas komunikasi antara program aplikasi yang akan dibuat dengan port serial untuk mengirim atau menerima data melalui port serial. Setiap *comport* hanya menangani satu port serial sehingga jika kita ingin menggunakan lebih dari satu port serial, kita juga harus menggunakan *comport* sebanyak port serial yang kita pakai.

3.5.1 Menambahkan Komponen Kontrol CportLib pada Delphi 7

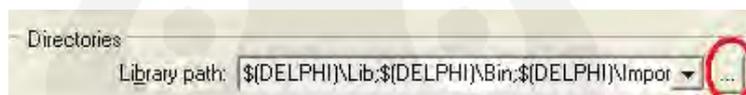
Komunikasi data yang digunakan pada Borland Delphi 7 adalah komunikasi serial. Menjalankan program dengan komunikasi serial diperlukan penambahan komponen serial (*package serial* Delphi). Langkah-langkah menambahkan komponen serial adalah sebagai berikut :

1. *Copy folder* paket serial CportLib263 dan masukkan dalam *folder* dimana Delphi diinstal yaitu *C:\Program Files\Borland\delphi6\Lib*.
2. Ubah *folder* menjadi *sources (optional)*, sehingga menjadi *C:\Program Files\Borland\Delphi6\Lib\Sources*
3. Buka program *Delphi 7 >>Tools>>Environment options*, seperti terlihat pada Gambar 3.7.



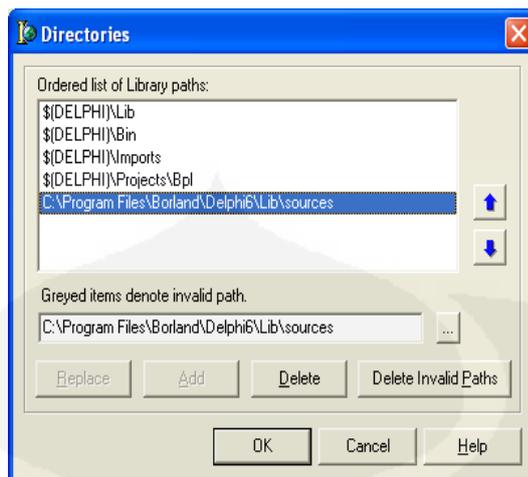
Gambar 3.7 Environment options Delphi

4. Pada *Environment window* klik *library >> Library Path*, seperti Gambar 3.8 dibawah.



Gambar 3.8 Library path Delphi

5. Klik *browse file >>* arahkan pada *file* langkah nomor 2 >> *add*, maka tampilan seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Browse file Delphi

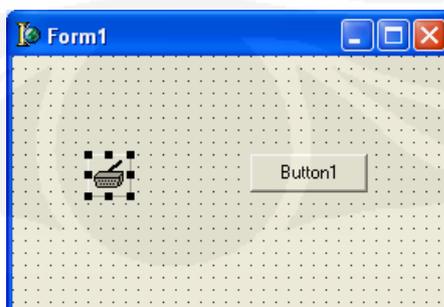
6. Klik file CportLib6 pada folder *C:\Program Files\Borland\Delphi6\Lib\Sources* >> Klik Instal
7. Klik file DsgnCport6 pada folder *C:\Program Files\Borland\Delphi6\Lib\Sources* >> Klik Instal
8. Apabila komponen serial sudah terinstal akan terlihat seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Komponen serial Delphi

3.5.2 Melakukan Tes Komponen Kontrol *CportLib* pada Delphi 7

Jika komponen serial telah terinstal atau pada program sudah muncul *CportLib tab* maka untuk memulai program dengan cara men-*drag* dan meletakkan komponen pada *form*, seperti Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Icon serial Delphi

Untuk melakukan tes terhadap komponen serial maka digunakan syntax dengan prosedur klik button1 seperti berikut :

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    comport1.ShowSetupDialog ;
end;
```

Jika program dijalankan maka akan tampil dialog box setting serial seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Dialog box serial port setting

Jika *setup* serial benar, selanjutnya adalah melakukan tes pengiriman dan penerimaan data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Pengiriman Data

Untuk membuat program mengirim data perlu disiapkan sebuah variabel baik bertipe *string* maupun *integer*. Memulai proses pengiriman data serial dibuka dan dikoneksikan dengan Delphi. Pengkodean yang ditulis untuk menjalankan proses tersebut adalah :

```
comport1.Open;
comport1.WriteStr(str);
```

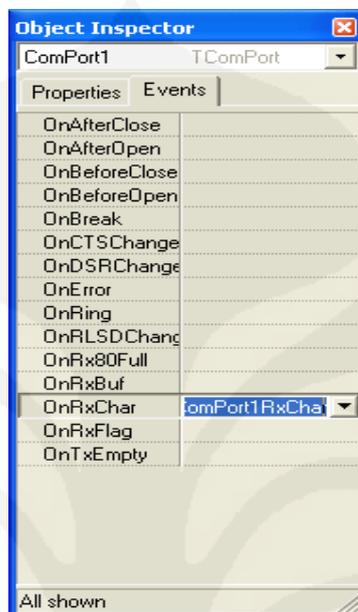
Dimana :

Comport1.Open; buka koneksi delphi dengan komunikasi serial komputer

Comport1.WriteStr(str); transfer data tipe *string*.

- Penerimaan Data

Untuk membuat program penerimaan data pada *Object Inspector ComPort1 events*, klik *OnRxChar* seperti terlihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Read data serial port setting

Ketika pilihan *OnRxChar* dipilih *ComPort1RxChar*, dan *syntax* yang dituliskan sebagai berikut :

```

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var
    str : string;
begin
    comport1.ReadStr(str, count);
end;

```

Dimana :

`Comport1.Readstr(str,count);` menerima data dari luar dan dipindahkan ke variable tipe *string*.

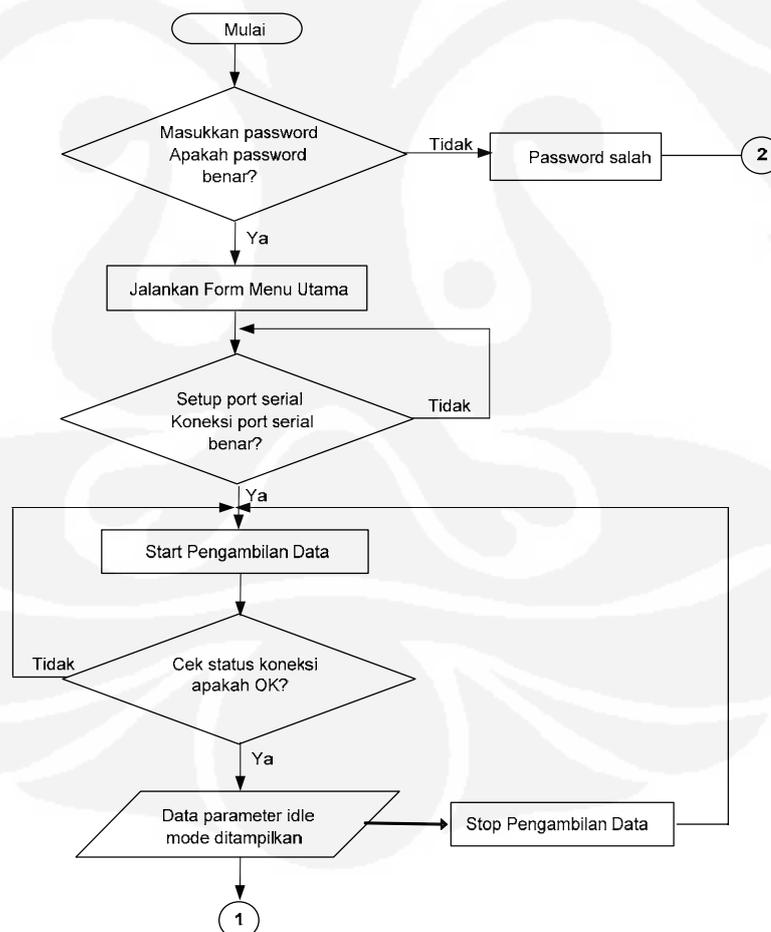
Setelah komponen serial terinstal dan program komunikasi serial dapat dijalankan, maka langkah selanjutnya adalah membuat program aplikasi monitor parameter *base station* jaringan GSM

3.6 Perancangan Perangkat Lunak dengan Delphi 7

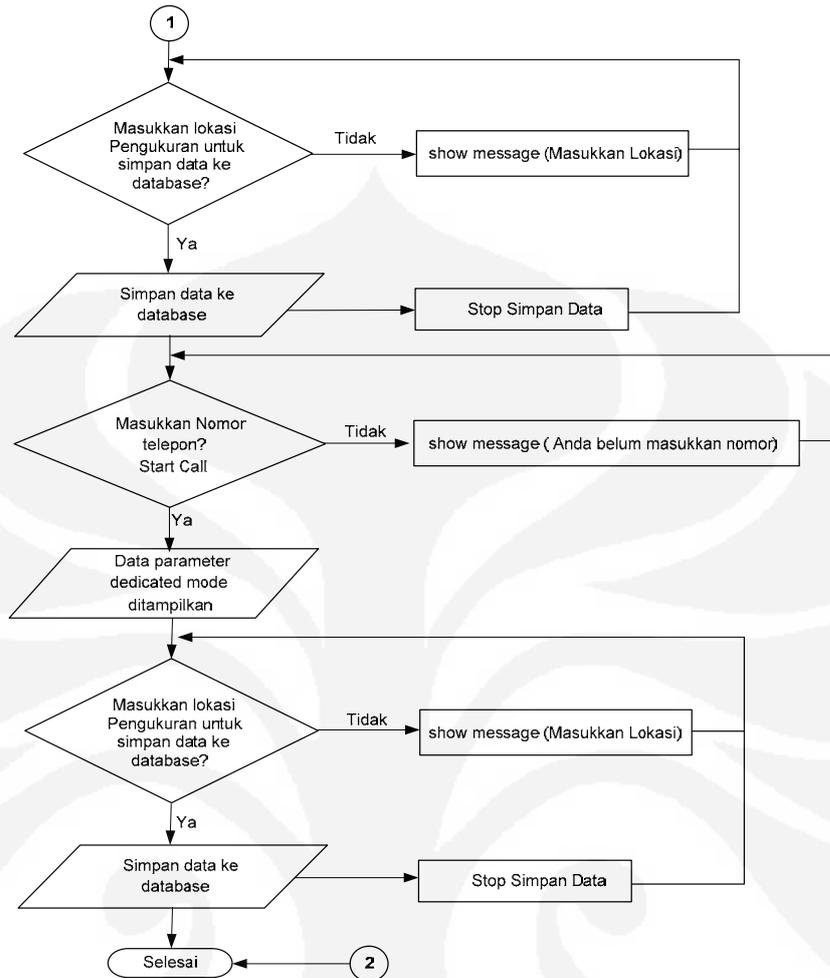
Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 7* dengan aplikasi GUI (*Graphical User Interface*), dimana pengguna komputer dapat berkomunikasi menggunakan media dengan tampilan media grafik atau gambar dengan komputer tersebut. *Borland Delphi 7* menyediakan fasilitas yang memungkinkan pengguna menyusun sebuah program dengan memasang objek-objek dalam sebuah *form*.

3.6.1 Diagram Alir Perancangan

Perancangan program bertujuan untuk dapat membuat koneksi antara *handset* dan PC dan melakukan komunikasi dengan jaringan sehingga dapat mengambil data parameter pengukuran yang akan ditampilkan secara riil dan dapat disimpan ke dalam *database* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.14 dan Gambar 3.15.



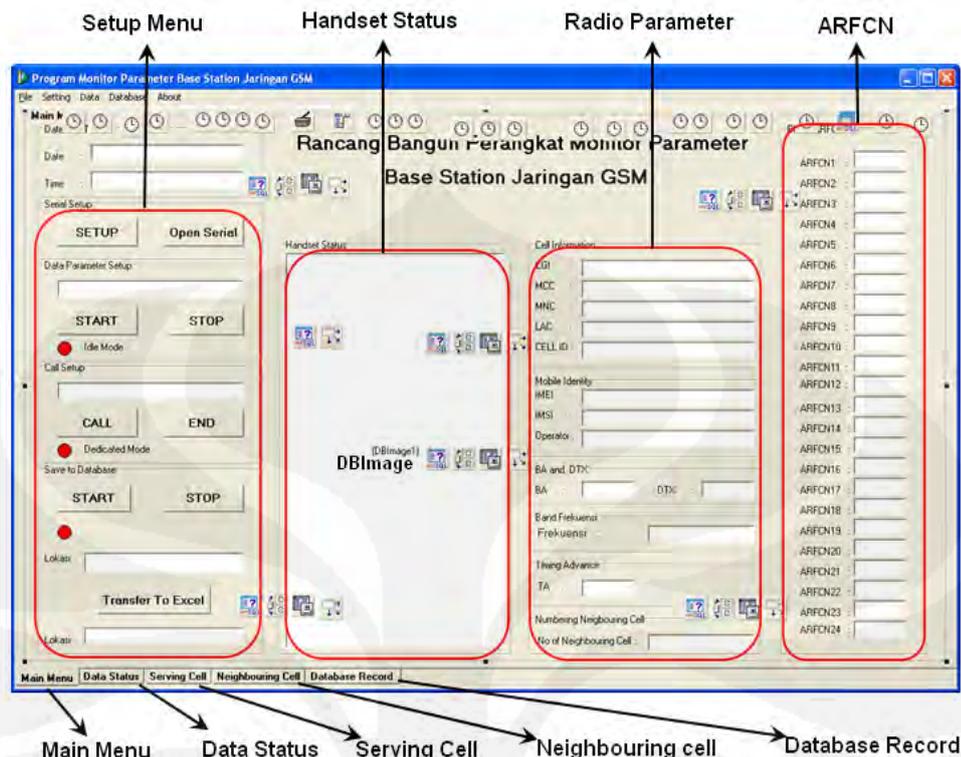
Gambar 3.14 Diagram alir perancangan program



Gambar 3.15 Diagram alir perancangan program (lanjutan)

3.6.2 Perancangan Program Monitor Parameter Base Station Jaringan GSM

Implementasi dari algoritma program diatas untuk kali pertama adalah membuka program; *Start>All Program>Borland Delphi 7>Delphi 7. Open New Project*, Klik *Open*, maka akan muncul *form* untuk proyek yang akan dibuat. Dilanjutkan membuat koneksi antara PC dengan *handset* menggunakan komponen *cporthlib*, melakukan pengkodean transfer dan terima data dengan menggunakan *AT command* yang telah ditentukan dalam standard ETSI [2], selanjutnya membuat tampilan untuk menempatkan nilai dari parameter yang akan diukur seperti terlihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Tampilan *main menu form* program dengan Delphi 7

Perancangan program terdiri dari beberapa *form* dengan *form1* sebagai *form* utama yang terbagi menjadi 5 *tabsheet* yaitu : *main menu*, *data status*, *serving cell*, *neighbouring cell* dan *database record*. Tiap-tiap *tabsheet* menampilkan parameter dengan fungsi yang berbeda.

Main menu sebagai *tabsheet* utama terdiri dari beberapa grup antara lain *setup menu* yang merupakan fungsi-fungsi yang akan menjalankan keseluruhan program yaitu :

- *Serial setup*, menjalankan fungsi *setup* dan koneksi komunikasi serial.
- *Data parameter setup*, menjalankan fungsi yang akan menampilkan parameter hasil pengukuran (*idle mode* dan *dedicated mode*).
- *Call setup*, menjalankan fungsi *call* (*dedicated mode*).
- *Save to database*, menjalankan fungsi penyimpanan data parameter ke *database* dan menampilkan hasil pada *tabsheet database record*.

Handset status merupakan bagian dari menu utama dengan menampilkan gambar *handset* yang digunakan dengan indikator kuat sinyal dan status baterai,

diambil dari *database* dengan menggunakan komponen *DBimage* berdasarkan hasil pengukuran terbaru.

Radio parameter merupakan bagian yang menampilkan informasi identitas dari jaringan GSM yang melayani seperti :

- CGI (*Cell Global Identification*) yang terdiri dari MCC, MNC, LAC dan *Cell Identity (cell id)*.
- *Mobile Identity* yang terdiri dari IMEI, IMSI dan *provider name* (operator) dan beberapa lainnya.
- BA dan DTX, menampilkan nilai parameter alokasi kanal BCCH dan *Discontious Transmission*.
- *Band* frekuensi, untuk mengetahui frekuensi yang digunakan.
- *Timing Advance (TA)*, untuk mengetahui jarak BTS dengan MS.
- *No.of neighbouring Cell*, untuk mengetahui banyaknya *cell-cell* terdekat.
- ARFCN, menampilkan nomor-nomor ARFCN yang digunakan.

3.6.3 Proses Pengolahan Data

Informasi lokasi area suatu cell, hasil pengukuran suatu jaringan GSM dapat dihasilkan dengan mengirimkan AT command *SIM Application Toolkit* [3] dimana pada *handset* SIEMENS tipe C45 adalah AT^SSTK. Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan untuk mendapatkan informasi hasil pengukuran adalah :

1. Mengirimkan AT command 'AT^SSTK=22' + #13, dimana #13 pengganti karakter ASCII untuk *enter*, maka PC akan mendapatkan respons>, setelah itu mengirimkan 12 *octet* dengan kode 'D00981030126(00,01,02,05)82028182' + #26, dimana #26 sebagai pengganti karakter Ctrl^Z.
2. Jika kode yang dikirimkan adalah 'D009810301260082028182' maka informasi yang diinginkan adalah *cell information* (MCC, MNC, LAC, *Cell id*). Selanjutnya informasi yang didapatkan dari *handset* adalah 8103012600820282818301009307xxFxxxxyyyzzzz, nilai *octet* ke-12 yaitu 00 merupakan tanda sukses yang berarti respon yang

dihasilkan baik. *Octet* ke-13 merupakan tanda *locinfo*, *octet* ke-14 merupakan panjang *octet* yang diolah untuk menjadi informasi *cell*. *Octet* ke-15 sampai dengan ke-17 yaitu *xxFxxx*, merupakan nilai dari MCC, MNC yang terbagi menjadi MCC2| MCC1|F(1111) sebagai penanda|MCC3|MNC2|MNC1. *Octet* ke-18 dan ke-19 merupakan LAC dimana data yang didapatkan berupa heksadesimal yang selanjutnya diubah kedalam desimal. *Octet* ke-20 dan ke-21 merupakan *cell id* dimana data juga dalam bentuk hexadesimal yang selanjutnya diubah dalam desimal. Data olahan yang telah diubah akan ditampilkan pada *main menu form* pada grup *cell information*.

3. Jika kode yang dikirimkan adalah 'D009810301260**1**82028182' maka informasi yang diinginkan adalah informasi IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). Jawaban yang didapatkan adalah 8103012601820282818301009408xAxxxxxxxxxxxxxxxxx, dimana *octet* ke-13 adalah penanda IMEI dan *octet* ke-14 merupakan panjang data IMEI yang terdiri dari 15 karakter yang selanjutnya diolah sedemikian rupa menurut standar ETSI dan akan ditampilkan pada grup *mobile identity*.
4. Jika kode yang dikirimkan adalah 'D009810301260**2**82028182' maka informasi yang diinginkan adalah informasi hasil pengukuran jaringan. Jawaban yang didapatkan adalah 8103012602820282818301009610xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx9D0Dyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy sesuai dengan panjang data yang dihasilkan, dimana 96 adalah kode dalam *octet* yang menandakan hasil pengukuran sedangkan 10 adalah *length* dalam heksadesimal yang menandakan bahwa panjang data selanjutnya adalah 16 *octet* yang merupakan 128 bit hasil pengukuran, terdiri dari *RXLEVEL*, *RXQUAL*, frekuensi BCCH, BSIC seperti terlihat pada Gambar 3.17.

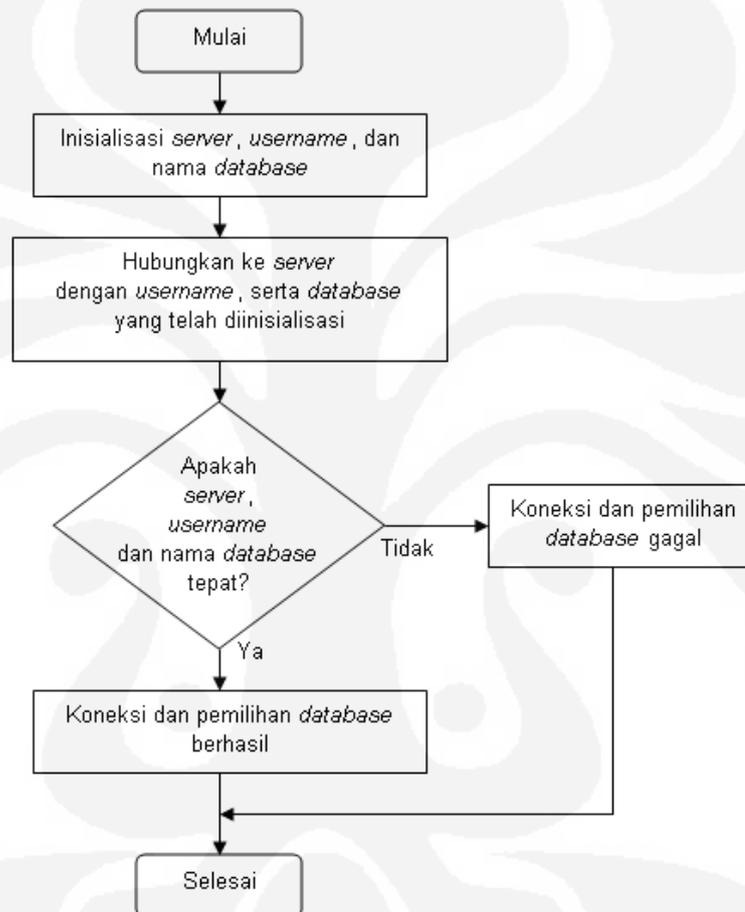
9	7	6	5	4	3	2	1	
Measurement Results IRI								octet 1
SA-USED	DTX-USED	RXLEV-FULL-SERVING-CELL						octet 2
0 spare	MEAS-VALID	RXLEV-SUB-SERVING-CELL						octet 3
0 spare	RXQUAL-FULL-SERVING-CELL			RXQUAL-SUB-SERVING-CELL		NO-NCELL-M (high part)		octet 4
NO-NCELL-M (low part)		RXLEV-NCELL 1						octet 5
BCCH-FRBQ-NCELL 1				BSIC-NCELL 1 (high part)				octet 6
BSIC-NCELL 1 (low part)			RXLEV-NCELL 2 (high part)					octet 7
RXLEV-NCELL 2 (low part)	BCCH-FRBQ-NCELL 2					BSIC-NCELL 2 (high part)		octet 8
BSIC-NCELL 2 (low part)				RXLEV-NCELL 3 (high part)				octet 9
RXLEV-NCELL 3 (low part)	BCCH-FRBQ-NCELL 3					BSIC-NCELL 3 (high part)		octet 10
BSIC-NCELL 3 (low part)				RXLEV-NCELL 4 (high part)				octet 11
RXLEV-NCELL 4 (low part)			BCCH-FRBQ-NCELL 4					octet 12
BSIC-NCELL 4						RXLEV-NCELL 5 (high part)		octet 13
RXLEV-NCELL 5 (low part)				BCCH-FRBQ-NCELL 5 (high part)				octet 14
BCCH-FRBQ-NCELL 5 (low part)	BSIC-NCELL 5					RXLEV-NCELL 6 (high part)		octet 15
RXLEV-NCELL 6 (low part)				BCCH-FRBQ-NCELL 6 (high part)				octet 16
BCCH-FRBQ-NCELL 6 (low part)		BSIC-NCELL 6						octet 17

Gambar 3.17 Elemen informasi hasil pengukuran [4]

16 *octet* di konversi kedalam kode biner dan selanjutnya dibagi menjadi bagian- bagian sesuai dengan yang diatur dalam rekomendasi GSM 04.08. Sebagai contoh bit 1 – 6 dari *octet* yang kedua adalah nilai parameter *RXLEV-FULL-SERVING CELL*, bit 2 – 4 dari *octet* ketiga adalah *RXQUAL-SUB-SERVING-CELL* dan seterusnya. Hasil dari konversi akan ditampilkan pada *-serving cell* dan *neighbouring cell tabsheet* yang terdiri dari kuat siinal dalam desimal dan dBm (RxLevel Full dan RxLevel Sub), juga kualitas sinyal dalam indeks(RxQual Full dan RxQual Sub) terlihat pada tampilan *-serving cell form* yang juga disertai oleh grafik pergerakan tiap sampel yang dihasilkan.

3.7 Perancangan Koneksi Database MySQL

Perancangan program koneksi Delphi 7 dan MySQL bertujuan untuk membuat program yang dapat mengakses *database* MySQL sehingga dapat menampilkan nilai dari parameter yang diukur dalam bentuk *database* dan data dapat diambil kembali untuk membuat laporan hasil pengukuran. Diagram alir koneksi database ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Diagram alir koneksi database

Langkah selanjutnya adalah membuat konfigurasi dan koneksi dengan MySQL. Digunakan MySQL ODBC 3.51.27 *driver* seperti terlihat pada Gambar 3.19.

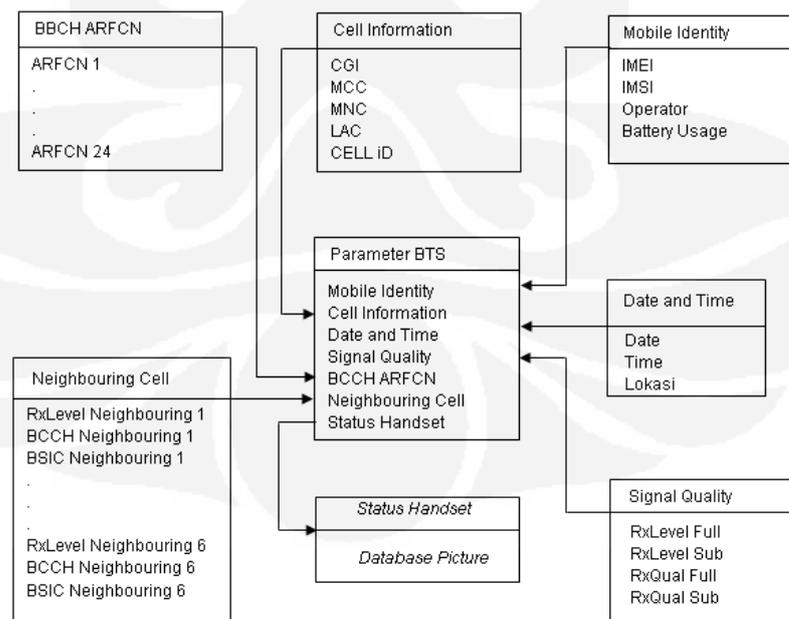


Gambar 3.19 Konfigurasi *database* menggunakan MySQL ODBC

Gambar diatas menunjukkan bahwa koneksi telah berhasil dibuat dan koneksi tersebut disimpan dalam ODBC *data source administrator* dengan nama Parameter BTS.

3.7.1 Perancangan *Database* Parameter BTS

Database program yang disimpan dengan nama Parameter BTS berisi data tiap parameter yang diukur seperti terlihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Rancangan *database* Parameter BTS

3.7.2 Menambahkan Komponen Kontrol DAC MySQL pada Delphi 7

Koneksi *database* yang digunakan pada program adalah MicroOLAP DAC for MySQL, perangkat lunak tersebut digunakan karena tidak rentan terhadap kesalahan. Hal yang harus dilakukan adalah menambahkan komponen *database* DAC for MySQL pada program delphi. Langkah-langkah menambahkan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

1. Instal MicroOLAP DAC for MySQL *Trial License software*.
2. Ikuti perintah yang diajukan dan tunggu sampai selesai.
3. Apabila komponen *database* sudah terinstal akan terlihat seperti pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Komponen *database* DAC for MySQL

3.7.3 Koneksi Database MySQL dengan Delphi 7

Komponen DAC MySQL dalam program yang digunakan adalah MySQL *Database* dan MySQL *Query*, sedangkan untuk menjalankan koneksi secara utuh pada *database* ditambah dengan beberapa komponen lain seperti terlihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22 Komponen koneksi *database* dengan Delphi 7

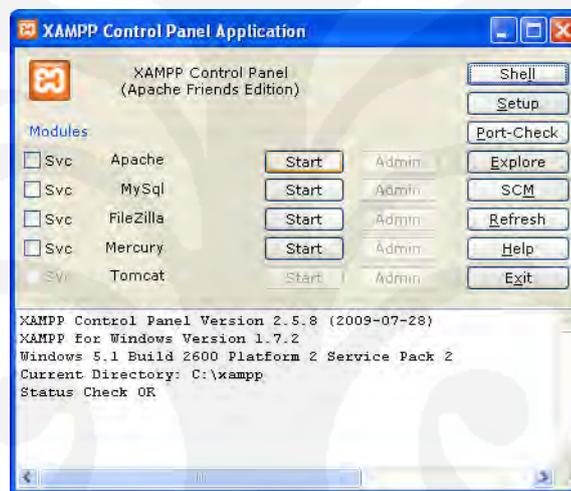
BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Langkah-Langkah Pengujian

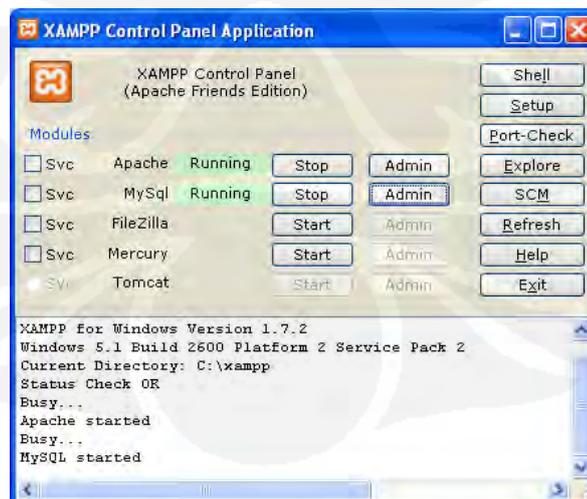
Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian aplikasi adalah sebagai berikut :

- Jalankan program *database XAMPP Control Panel*, *Start > All Program > XAMPP for Windows > XAMPP Control panel*. Tampilan *window* akan seperti Gambar 4.1.



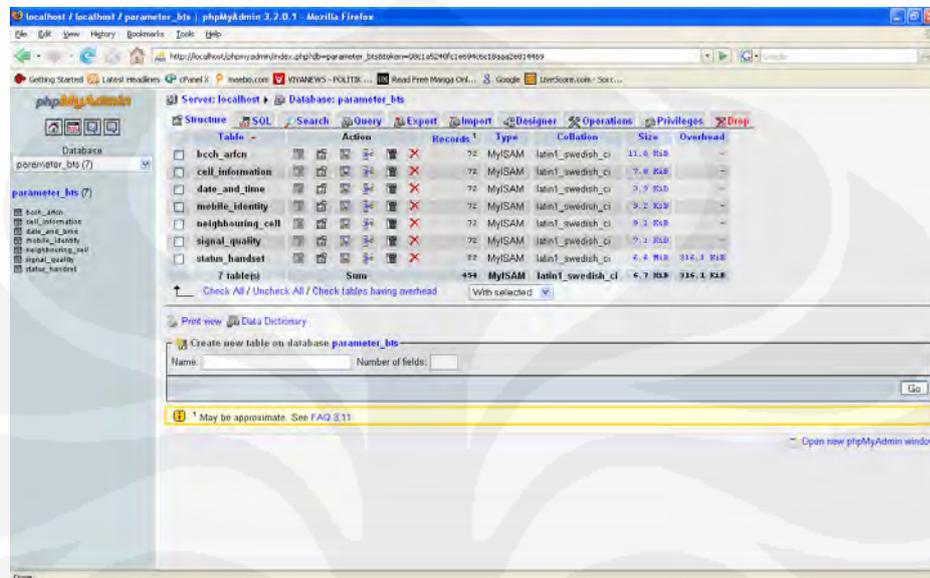
Gambar 4.1 Tampilan XAMPP control panel

- Klik Start pada Apache dan My SQL maka tampilan seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Window XAMPP saat MySQL diaktifkan

- Klik admin pada MySQL maka *server* dengan nama *localhost* akan dijalankan, selanjutnya adalah memilih *database* Parameter_BTS seperti terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Window database Parameter BTS

- Jalankan program Delphi yang telah dibuat dalam .exe, maka akan muncul *window login password* seperti Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Login password program

- Masukkan *password*, jika *password* benar maka program akan menjalankan *form1* yaitu main menu seperti terlihat pada Gambar 4.5. Jika *password* salah maka keluar program. Untuk menjalankan kembali buka program seperti langkah sebelumnya.

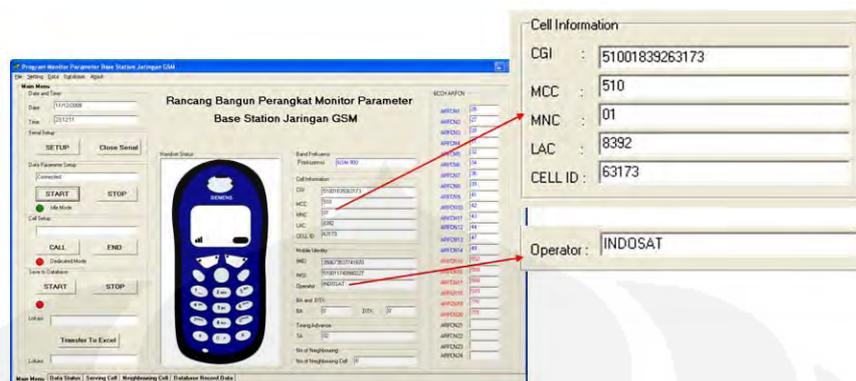


Gambar 4.5 Main menu program tanpa pengambilan data

- Klik *setup* pada *serial setup* dan sesuaikan dengan port yang digunakan pada saat program dijalankan, klik *open serial* untuk koneksi program dengan *handset* melalui kabel data.
- Klik *start* pada data parameter setup maka proses pengambilan data akan dijalankan.

4.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana aplikasi bereaksi terhadap parameter hasil pengukuran yang dihasilkan oleh jaringan operator GSM yang melayani (*servicing*). Metode pengambilan data dilakukan secara acak dengan mengambil sampel 5 titik daerah menggunakan dua kartu operator yang berbeda yaitu Kartu Halo (Telkomsel) dan IM3 (Indosat). Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua mode yaitu: ***Idle Mode dan Active/Dedicated Mode***. Daerah yang menjadi objek adalah lingkungan di dalam dan sekitar kampus UI. Gambar 4.6 berikut ini menyajikan beberapa data yang sudah berhasil diambil.



Gambar 4.6 Main menu program saat pengambilan data

Salah satu grup parameter pengukuran yang terlihat pada Gambar 4.6 adalah *cell information*, dimana terdiri dari CGI (*Cell Global Identity*) yang terdiri dari MCC (*Mobile Country Code*), MNC (*Mobile Network Code*), LAC (*Local Area Code*) dan Cell ID (*Cell Identity*) [5]. Tiap operator memiliki CGI yang berbeda pada suatu cakupan area tertentu. Tabel 4.1 dibawah ini memuat daftar lengkap tentang MNC operator – operator seluler di Indonesia.

Tabel 4.1 Alokasi kode operator GSM di Indonesia

MCC	MNC	Brand	Operator	Status	Bands (MHz)
510	00	PSN	PT Pasifik Satelit Nusantara (AceS)	Operational	Satellite
510	01	INDOSAT	PT Indonesian Satellite Corporation Tbk (INDOSAT)	Operational	GSM 900 / GSM 1800 / UMTS 2100
510	03	StarOne	PT Indosat	Operational	CDMA 800
510	07	TelkomFlexi	PT Telkom	Operational	CDMA 800
510	08	AXIS	PT Natrindo Telepon Seluler	Operational	GSM 1800 / UMTS 2100
510	09	SMART	PT Smart Telecom	Operational	CDMA 1900
510	10	Telkomsel	PT Telekomunikasi Selular	Operational	GSM 900 / GSM 1800 / UMTS 2100
510	11	XL	PT Excelcominda Pratama	Operational	GSM 900 / GSM 1800 / UMTS 2100
510	20	TELKOMMobile	PT Telkom	Unknown	GSM 1800
510	21	IM3	PT Indonesian Satellite Corporation Tbk (INDOSAT)	Not operational	GSM 1800
510	27	Ceria	PT Sampoerna Telekomunikasi Indonesia	Operational	CDMA 450
510	28	Fren/Hepi	PT Mobile-B Telecom	Operational	CDMA 800
510	89	3	PT Hutchison CP Telecommunications	Operational	GSM 1800 / UMTS 2100
510	99	Esia	PT Bakrie Telecom	Operational	CDMA 800

Sumber : http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_network_code

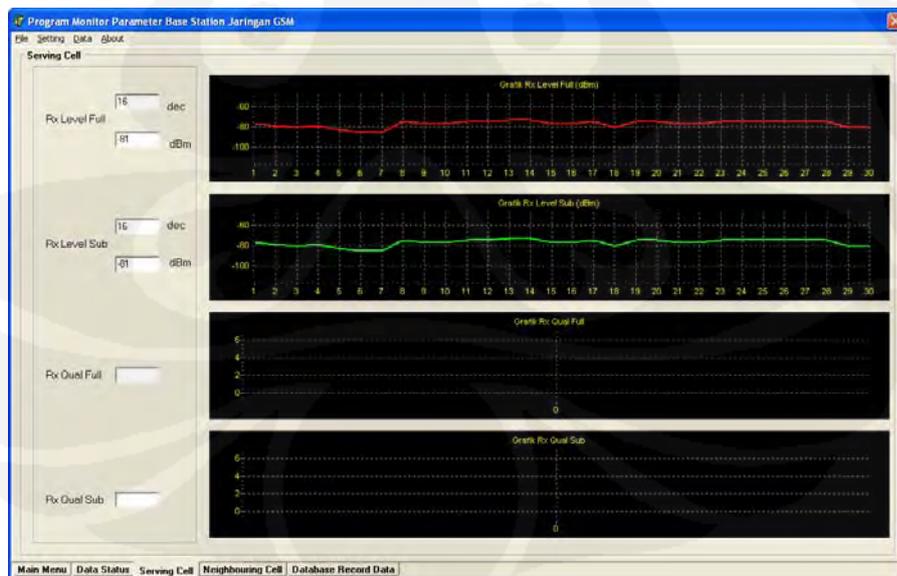
Untuk operator yang berbeda nilai *cell id* yang didapatkan juga berbeda, karena setiap operator mempunyai sistem penomoran sendiri untuk masing-masing BTS yang berada dalam jaringan. Nilai *cell Id* yang didapat adalah 63173, dengan *network id* untuk Indosat adalah 01, sesuai dengan Tabel 4.1 diatas.

yang melayani. Tampilan menu utama program pada saat *idle mode* terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Main menu untuk data *idle mode*

Ketika pengukuran dengan *idle mode* dijalankan, *tabsheet serving cell* untuk grafik kuat sinyal ($RxLevel$) dan kualitas sinyal ($RxQual$) akan ditunjukkan dengan pergerakan sampel tiap $RxLevel$ (dBm) yang diukur tanpa melakukan pengukuran $RxQual$ seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Serving cell* untuk data *idle mode*

4.3.3 *Dedicated Mode*

Langkah pertama yang dilakukan untuk pengukuran *dedicated mode* adalah dengan melakukan panggilan (*call*) dimana pada program ditunjukkan pada grup *call setup*. Nomor *call* yang digunakan adalah nomor untuk panggilan informasi dari operator seperti 111 untuk kartu halo untuk menghindari proses pengukuran yang dapat dikenakan biaya.

Ketika proses *call setup* dilakukan maka program akan mengecek status koneksi dari MS dari *no call* menjadi *call*. Kondisi tersebut di tunjukkan dengan indikator yang bergerak dari posisi *idle mode* menjadi *dedicated mode* seperti terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Main menu untuk data *dedicated mode*

Informasi yang berbeda dengan data pengukuran *idle mode* adalah BA (*BCCH Allocation*) dan DTX (*Discontinuous Transmission*). Ketika BA bernilai 1, ini menunjukkan bahwa sistem memberikan alokasi frekuensi yang didukung oleh *cell-cell* tetangga (*neighbouring cell*) yang disampaikan oleh BCCH sebagai *carrier* frekuensinya. Hal ini biasa digunakan oleh MS untuk seleksi dan seleksi ulang terhadap *cell* yang lebih baik.



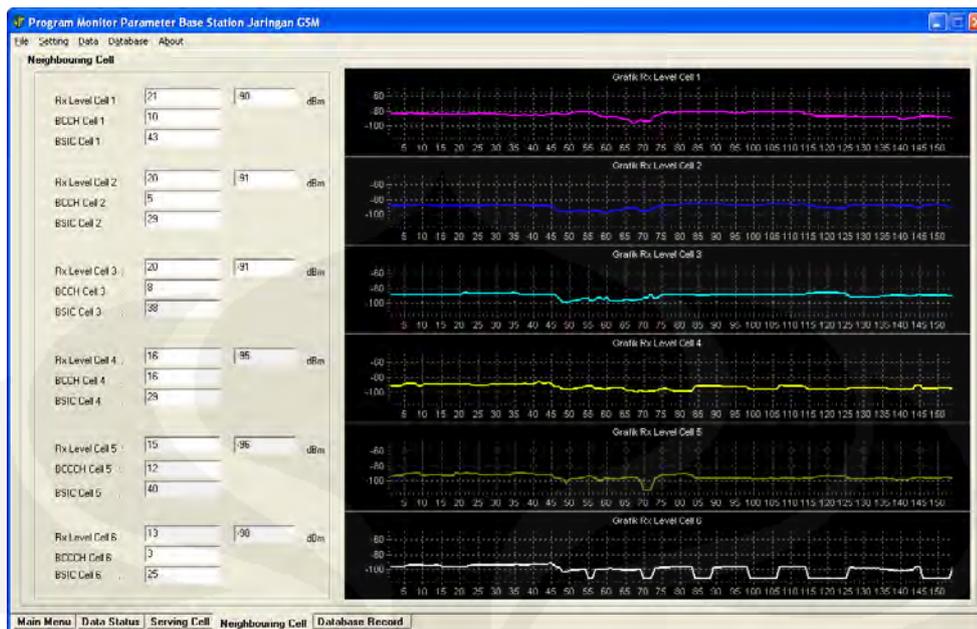
Gambar 4.11 *Serving cell* untuk data *dedicated mode*

Gambar 4.11 menunjukkan grafik *RxLevel* dan *RxQual* pada saat *dedicated mode* dimana *RxLevel Full* dan *RxLevel Sub* memiliki nilai yang berbeda disebabkan oleh aktifnya DTX dengan indikator nilai 1 pada *main menu* program.

4.3.4 *Neighbouring Cell*

Neighbouring cell dihasilkan dari data pengukuran berdasarkan informasi elemen hasil pengukuran yang mengisi *octet 5* sampai dengan *octet 17* yang terdiri dari *RxLevel Neighbouring Cell 1*, *BCCH Frequency Neighbouring Cell 1*, dan *BSIC Neighbouring Cell 1* sampai dengan *cell* yang keenam. Berapa banyak *cell-cell* terdekat (*neighbouring cell*) yang melayani ditunjukkan oleh 3 bit pada *octet 5* yang berarti maksimal *cell-cell* terdekat yang dapat diukur pada elemen informasi pengukuran adalah 6 *cell-cell* terdekat.

Informasi *cell-cell* terdekat tersebut dapat dilihat pada *tabsheet neighbouring cell*, dimana grafik menunjukkan pergerakan nilai *RxLevel cell* terdekat per sampel yang diukur seperti terlihat pada Gambar 4.12 berikut ini.



Gambar 4.12 Neighbouring cell saat pengambilan data

4.4 Tabel Data Pengukuran

Pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana aplikasi bereaksi terhadap posisi yang berubah-ubah. Metode pengambilan data dilakukan secara acak dengan mengambil sampel 5 titik daerah. Daerah yang menjadi objek adalah lingkungan di dalam dan sekitar kampus UI. Tabel 4.2 berikut ini menyajikan contoh data yang sudah berhasil diambil dan disimpan pada *database*.

Tabel 4.2 Data pengukuran *cell information* pada *database*.

			DATE	TIME	Lokasi	CGI	MCC	MNC	LAC	CELLID
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:34:17	Stadion (active)	5101014850701	510	10	148	50701
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:34:20	Stadion (active)	5101014850701	510	10	148	50701
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:34:22	Stadion (active)	5101014850701	510	10	148	50701
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:34:25	Stadion (active)	5101014850701	510	10	148	50701
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:34:27	Stadion (active)	5101014850701	510	10	148	50701
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:43:52	Stadion (Indosa)	5100183929816	510	01	8392	9816
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:43:55	Stadion (Indosa)	5100183929816	510	01	8392	9816
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:43:58	Stadion (Indosa)	5100183929816	510	01	8392	9816
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:44:00	Stadion (Indosa)	5100183929816	510	01	8392	9816
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:44:03	Stadion (Indosa)	5100183929816	510	01	8392	9816
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	11/12/2009	19:44:06	Stadion (Indosa)	5100183929816	510	01	8392	9816

Daftar lengkap *database* data pengukuran disimpan dengan nama Parameter BTS. Informasi hasil pengukuran setelah melalui proses pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 4.3 (Telkomsel) dan Tabel 4.4 (Indosat).

Tabel 4.3 Tabel data pengukuran (Telkomsel)

Operator	TELKOMSEL				
Lokasi	Stadion	Halte FKM	Halte Masjid UI	Gerbatama	Engineering Center
Parameter					
BAND FREKUENSI (%)					
GSM 900	0	0	0	0	100
DCS 1800	100	100	100	100	0
CELL INFORMATION					
<i>Cell Id (idle)</i>	50701	50723	50652	50651	50092
<i>Cell Id (dedicated)</i>	50701	50723	50652	50651,3165	50092
Rata-rata RXLEVEL FULL (dBm)					
<i>RxLevel Full (idle)</i>	-73.51	-74.54	-71.92	-76.76	-71.55
<i>RxLevel Full (dedicated)</i>	-83.00	-75.91	-81.7	-86.06	-70.96
Rata-rata RXLEVEL SUB (dBm)					
<i>RxLevel Sub (Idle)</i>	-73.51	-74.54	-71.92	-76.76	-71.55
<i>RxLevel Sub (dedicated)</i>	-78.62	-74.63	-79.20	-81.44	-70.96
RATA-RATA RXQUAL 0-3 DEDICATED MODE (%)					
<i>RxQual Full</i>	62.50	54.54	71.43	56.25	66.67
<i>RxQual Sub</i>	87.50	59.09	76.19	93.75	100
BCCH ARFCN					
<i>BCCH Neighbouring</i>	687, 689	575, 576	575	688	51

Berdasarkan data pengukuran Tabel 4.3 untuk operator Telkomsel frekuensi BTS yang dominan melayani komunikasi adalah DCS1800, *Cell id* untuk 5 lokasi pengukuran memiliki nomor yang berbeda. Kuat sinyal dari jaringan yang terbaik pada lokasi Engineering Center dengan rata-rata *RxLevel Sub (dedicated)* -70.96 dBm sedangkan yang terkecil adalah Gerbatama dengan rata-rata *RxLevel Sub (dedicated)* -81.44 dBm. Rata-rata kuat sinyal untuk seluruh lokasi pengukuran adalah -76.97 dBm.

Kualitas sinyal jaringan yang terbaik juga pada lokasi Engineering Center dengan persentase *RxQual Sub* 100% sedangkan kualitas sinyal terkecil pada lokasi halte FKM dengan persentase *RxQual Sub* 59.09%. Rata-rata persentase kualitas sinyal jaringan Telkomsel untuk seluruh lokasi pengukuran adalah 83.31%. Informasi ditekankan pada pengukuran *dedicated mode* karena MS terkoneksi dengan jaringan BTS dan kualitas jaringan dapat diketahui dengan nilai persentase BER yang didapatkan.

Tabel 4.4 Tabel data pengukuran (Indosat)

Operator	INDOSAT				
Lokasi	Stadion	Halte FKM	Halte Masjid UI	Gerbatama	Engineering Center
Parameter					
BAND FREKUENSI (%)					
GSM 900	0	100	0	0	0
DCS 1800	100	0	100	100	100
CELL INFORMATION					
<i>Cell Id (idle)</i>	9816	9663,9666	9656,9812	10364	9814
<i>Cell Id (dedicated)</i>	9816	9812	9655	10364	9814
Rata-rata RXLEVEL FULL (dBm)					
<i>RxLevel Full (idle)</i>	-77.96	-76.71	-80.72	-62.55	-88.05
<i>RxLevel Full (dedicated)</i>	-91.63	-90.29	-88.85	-83.95	-93.96
Rata-rata RXLEVEL SUB (dBm)					
<i>RxLevel Sub (Idle)</i>	-77.96	-76.71	-80.72	-62.55	-88.05
<i>RxLevel Sub (dedicated)</i>	-83.10	-85.96	-82.22	-75.95	-88.07
RATA-RATA RXQUAL 0-3 DEDICATED MODE (%)					
<i>RxQual Full</i>	50.00	51.85	48.15	45.00	52.86
<i>RxQual Sub</i>	96.67	96.29	92.59	95.00	92.86
BCCH ARFCN					
<i>BCCH Neighbouring</i>	555	27,549	29,554	553	29,32

Berdasarkan data pengukuran Tabel 4.4 untuk operator Indosat frekuensi BTS yang dominan melayani komunikasi adalah DCS1800, *Cell id* untuk 5 lokasi pengukuran memiliki nomor yang berbeda kecuali pada lokasi halte FKM dan halte Masjid UI dimana *cell id* pada saat pengukuran *dedicated mode* lokasi halte FKM dan pengukuran *idle mode* halte Masjid UI memiliki *cell id* yang sama yaitu 9812.

Kuat sinyal dari jaringan yang terbaik pada lokasi Gerbatama dengan rata-rata *RxLevel Sub (dedicated)* -75.95 dBm sedangkan yang terkecil adalah Engineering Center dengan rata-rata *RxLevel Sub (dedicated)* -88.07dBm. Rata-rata kuat sinyal untuk seluruh lokasi pengukuran adalah -83.93 dBm. Kualitas sinyal jaringan yang terbaik juga pada lokasi Gerbatama dengan persentase *RxQual Sub* 96.67% sedangkan kualitas sinyal terkecil pada lokasi halte FKM dengan persentase *RxQual Sub* 92.59 %. Rata-rata persentase kualitas sinyal jaringan Indosat untuk seluruh lokasi pengukuran adalah 94.68%

4.5 Benchmarking Hasil Pengukuran

Perbandingan hasil pengukuran dari aplikasi yang telah dibuat dengan aplikasi sejenis dibutuhkan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat menghasilkan data yang cukup akurat dan memiliki perbedaan nilai yang sedikit dengan program yang lain. *Benchmarking* dilakukan dengan *TEMS Investigation 5.1* menggunakan *handset* ERICSSON T68.

Parameter yang dibandingkan adalah yang terdapat pada Tabel 4.3 dengan operator yang sama yaitu Telkomsel. Untuk perbandingan aplikasi yang dibuat dinamakan GSM FIKRI09. Tabel 4.5 dibawah menampilkan perbandingan hasil pengukuran.

Tabel 4.5 Tabel data benchmarking jaringan Telkomsel

Perangkat Aplikasi Lokasi Parameter	GSM FIKRI09		TEMS Investigation 5.1	
	Stadion UI	Halte FKM	Stadion UI	Halte FKM
BAND FREKUENSI (%)				
GSM 900	0	0	0	14.58
DCS1800	100	100	100	85.42
CELL INFORMATION				
<i>Cell Id (idle)</i>	50701	50723	50701	50723
<i>Cell Id (dedicated)</i>	50701	50723	50701,50613	50723, 50751, 50223
RATA-RATA RXLEVEL FULL (dBm)				
<i>RxLevel Full (idle)</i>	-73.51	-74.54	-69.50	-79.23
<i>RxLevel Ful (dedicated)</i>	-83.00	-75.91	-81.88	-84.54
RATA-RATA RXLEVEL Sub (dBm)				
<i>RxLevel Sub (idle)</i>	-73.51	-74.54	-69.50	-79.23
<i>RxLevel Sub (dedicated)</i>	-78.62	-74.63	-78.46	-80.39
RATA-RATA RXQUAL 0-3 DEDICATED MODE (%)				
<i>RxQual Full</i>	62.50	54.54	72.69	50.36
<i>RxQual Sub</i>	87.50	59.09	98.55	73.62
BCCH ARFCN				
<i>BCCH Neighbouring List</i>	687, 689	575, 576	687,689	51,575

Berdasarkan data *benchmarking* hasil pengukuran Tabel 4.5 informasi frekuensi yang melayani untuk lokasi Stadion UI adalah sama (DCS 1800) sedangkan untuk halte FKM berbeda yaitu aplikasi GSM FIKRI09 dilayani oleh DCS1800 sedangkan TEMS dilayani oleh DCS1800 dan GSM900. *Cell id* yang melayani memiliki persamaan pada saat pengukuran *idle mode* yaitu 50701 (Stadion UI) dan 50723 (Halte FKM). Sedangkan untuk pengukuran *dedicated mode* terdapat sedikit perbedaan.

Kuat sinyal jaringan yang diukur memiliki sedikit perbedaan antara kedua aplikasi untuk 2 lokasi yang dibandingkan dimana *RxLevel Sub (dedicated)* GSM FIKRI09 memiliki nilai -78.62 dBm (Stadion UI) dan -74.63 (Halte FKM) sedangkan TEMS memiliki nilai -78.46 (Stadion UI) dan -80.39 (Halte FKM).

Kualitas sinyal jaringan yang diukur juga memiliki sedikit perbedaan persentase *RxQual Sub*, dimana GSM FIKRI09 87.50% (Stadion UI) dan 59.09% (Halte FKM) sedangkan TEMS memiliki persentase 98.55% (Stadion UI) dan 73.62% (Halte FKM). Informasi kuat sinyal dan kualitas sinyal untuk seluruh lokasi yang dibandingkan dengan hasil pengukuran TEMS lebih lengkap pada analisa hasil pengukuran.

4.6 Analisa Hasil Pengukuran

Dari tabel data yang dihasilkan, dapat dianalisa bahwa cakupan area lebih banyak dilayani oleh jaringan DCS 1800 baik untuk Telkomsel maupun Indosat. Hal tersebut dikarenakan area lingkungan Universitas Indonesia merupakan daerah yang padat dan merupakan daerah metropolis yang pada setiap perencanaan jaringan GSM akan dilayani oleh jaringan DCS1800.

Hal lain yang harus diperhatikan setelah melakukan pengukuran dan mendapatkan hasilnya adalah nilai rata-rata dari kuat sinyal yang diterima oleh MS dan kualitas sinyal yang diterima. Analisa dua hal tersebut dilakukan dengan membandingkan hasil dari dua jaringan yang diukur yaitu Telkomsel dan Indosat serta hasil *benchmarking* dengan perangkat lunak sejenis *TEMS Investigation 5.1* beserta persentase selisih nilainya.

4.6.1 Kuat Sinyal Jaringan

Nilai rata-rata dari kuat sinyal jaringan yang biasa dijadikan patokan oleh tiap-tiap operator selular adalah *RxLevel Sub* (dBm) karena nilai tersebut dapat merefleksikan kualitas yang optimal dari suatu jaringan atau *Base station* yang melayani MS pada suatu lokasi tertentu. Analisa dilakukan dengan membandingkan *RxLevel Sub* (dBm) dengan *dedicated mode* dari hasil pengukuran seperti terlihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Persentase selisih kuat sinyal jaringan (*dedicated mode*)

Lokasi	<i>RxLevel Sub</i> (dBm)		Persentase selisih (%)
	FIKRI09 (N)	TEMS (T)	
Stadion UI	-78.62	-78.46	0.2 (T)
Halte FKM	-74.63	-80.39	7.17 (N)
Halte Masjid UI	-79.20	-78.76	0.5 (T)
Gerbatama UI	-81.44	-80.85	0.73 (T)
Engineering Center	-70.96	-74.33	4.75 (N)
Rata-rata	-76.97	-78.56	2.03 (N)

Berdasarkan Tabel 4.6 diatas dapat dilihat bahwa persentase selisih dari hasil pengukuran kuat sinyal memiliki persentase yang sangat kecil untuk hasil lebih baik aplikasi TEMS yaitu 0.2% (Stadion UI), 0.5% (Halte Masjid UI) dan 0.73% (Gerbatama UI). Persentase cukup baik dihasilkan oleh aplikasi FIKRI09 yaitu 7.17% (Halte FKM) dan 4.75% (Engineering Center). Rata-rata *RxLevel Sub* untuk seluruh lokasi pengukuran (5 lokasi) aplikasi GSM FIKRI09 memiliki hasil yang lebih baik dengan selisih 2.03%.

Merujuk pada data diatas dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibuat memiliki kehandalan yang cukup baik dengan persentase selisih dua berbanding tiga tetapi memiliki persentase yang jauh lebih baik. Perbedaan hasil pengukuran dapat disebabkan karena pengambilan data tidak dilakukan pada saat yang bersamaan. Juga dapat disebabkan kondisi trafik pembicaraan memiliki kuantitas yang berbeda.

4.6.2 Kualitas Sinyal Jaringan

Analisa yang sama juga dilakukan dengan membandingkan persentase selisih nilai dari hasil pengukuran kualitas sinyal yang diterima (*RxQual Sub*). Nilai *RxQual* merupakan persentase BER (*Bit Error Rate*) yang terdiri dari nilai 0 – 7 berdasarkan nilai batas parameter yang ditetapkan oleh ETSI [6] seperti ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Konversi nilai parameter kualitas sinyal

RxQual	Deskripsi
0	BER < 0.2 %
1	0.2 % < BER < 0.4 %
2	0.2 % < BER < 0.4 %
3	0.2 % < BER < 0.4 %
4	0.2 % < BER < 0.4 %
5	0.2 % < BER < 0.4 %
6	0.2 % < BER < 0.4 %
7	0.2 % < BER < 0.4 %

Dimana Persentase yang menjadi rujukan dari operator selular adalah nilai 0 -3 dari *RxQual Sub*. Tabel 4.8 menunjukkan persentase selisih *RxQual Sub* hasil *benchmarking* dengan *TEMS Investigation 5.1*.

Tabel 4.8 Persentase selisih kualitas sinyal jaringan (*dedicated mode*)

Lokasi	<i>RxQual Sub</i> (%)		Persentase selisih (%)
	FIKRI09 (N)	TEMS (T)	
Stadion UI	87.50	98.55	11.05 (T)
Halte FKM	59.09	73.62	14.53 (T)
Halte Masjid UI	76.19	77.89	1.70 (T)
Gerbatama UI	93.75	58.85	34.90 (N)
Engineering Center	100	98.82	1.18 (N)
Rata-rata	83.31	81.55	2.11 (N)

Berdasarkan Tabel 4.8 diatas dapat dilihat bahwa persentase selisih dari hasil pengukuran kualitas sinyal memiliki persentase yang cukup kecil untuk hasil lebih baik aplikasi TEMS yaitu 11.05% (Stadion UI), 14.53% (Halte

FKM) dan 1.70% (Halte Masjid UI). Persentase cukup baik dihasilkan oleh aplikasi FIKRI09 yaitu 34.90% (Gerbatama UI) dan 1.18% (Engineering Center). Rata-rata *RxQual Sub* untuk seluruh lokasi pengukuran (5 lokasi) aplikasi GSM FIKRI09 memiliki hasil yang lebih baik dengan selisih 2.11%.

Merujuk pada data diatas dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibuat memiliki kehandalan yang cukup baik dengan persentase selisih dua berbanding tiga tetapi memiliki persentase yang jauh lebih baik. Perbedaan hasil pengukuran dapat disebabkan karena pengambilan data tidak dilakukan pada saat yang bersamaan. Juga dapat disebabkan kondisi trafik pembicaraan memiliki kuantitas yang berbeda.

BAB 5

KESIMPULAN

1. Parameter jaringan GSM seperti *Location Area Identity*, kuat sinyal (*RxLevel*) dan kualitas sinyal (*RxQual*) dapat diketahui dengan menggunakan *AT command*.
2. *AT command* dari *handset* yang digunakan dapat dicek pada program *Hyper Terminal*.
3. Dalam pembuatan aplikasi ini terdapat beberapa tahapan penting yaitu penentuan penggunaan HP, instalasi komponen pendukung, perancangan dan pengujian aplikasi.
4. Berdasarkan data yang didapatkan, cakupan area yang diukur dilayani oleh jaringan DCS1800 dari dua operator yang berbeda.
5. Persentase selisih kuat sinyal (*RxLevel Sub*) dari aplikasi yang dibuat dengan perbandingan aplikasi sejenis cukup baik, bahkan dua lokasi memiliki selisih yang jauh lebih baik yaitu :
 - Halte FKM = 7.17 %
 - Engineering Center = 4.75 %
6. Persentase selisih kualitas sinyal yang diterima (*RxQual Sub*) juga memiliki perbandingan yang cukup baik yaitu 2 : 3 dengan selisih yang berbeda yaitu:
 - Gerbatama UI = 34.90 %
 - Engineering Center = 1.18 %
7. Pengembangan dari aplikasi yang dibuat adalah dengan menambahkan aplikasi GPS untuk dapat melakukan pengukuran dengan cara *drive test* dan ditambah dengan beberapa parameter lain yang belum diambil.

DAFTAR ACUAN

- [1] GSM 07.07 version 7.4.0, TS 100 916 v7.4.0., *Digital cellular telecommunication system (phase 2+); AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)*, ETSI, 1998.
- [2] SIEMENS, *Manual reference AT Command Set (GSM 07.07, GSM 07.05, Siemens specific commands) for the SIEMENS Mobile Phones*.
- [3] 3GPP TS 11.10-4 version 8.9.0, TS 100 940 v5.20.0. *Digital cellular telecommunication system (phase 2+); Mobile Station (MS) conformance specification; Part 4: Subscriber Interface Module (SIM) application toolkit conformance specification*, ETSI,1999
- [4] 3GPP TS 04.08 version 5.20.0, TS 100 940 v5.20.0. *Digital cellular telecommunication system (phase 2+); Mobile radio interface layer 3 specification*, ETSI,1996
- [5] GSM 03.03 version 5.4.1, EN 300 927 v5.4.1, *Digital cellular telecommunication system (phase 2+); Numbering, addressing, and identification*, ETSI, 1996.
- [6] GSM 05.08 version 8.5.0, TS 100 911 v8.5.0, *Digital cellular telecommunication system (phase 2+); Radio subsystem link control*, ETSI, 1999

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pujiyanto, *Praktis Belajar Borland Delphi 8.0 Bagi Pemula*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2007.
- [2] Wibisono, Gunawan, Usman, U.K., Hantoro, G.D., *Konsep Teknologi Seluler*, Informatika, Bandung, 2007.
- [3] J.Alam, M.A., *MySQL Server versi 5 dan Aplikasinya dalam Visual basic 6 dan Delphi*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2005.
- [4] Ericsson Radio System AB, *GSM System Survey Hand Book*, 1998.
- [5] *Mobile Network Code*, Diakses 25 Oktober 2009.
http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_network_code