



UNIVERSITAS INDONESIA

OPTIMASI PELAYANAN JARINGAN
BERDASARKAN DRIVE TEST

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Febrian Al-Kautsar

0606042550

Fakultas Teknik

Jurusan Teknik Elektro

Depok

Desember 2009

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Febrian Al-Kautsar P
NPM : 0606042550
Tanda Tangan : 
Tanggal : 4 Januari 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Febrian Al-Kautsar P
NPM : 0606042550
Program Studi : Elektro
Judul Skripsi : Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan Drive Test

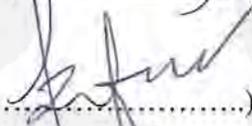
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Aji Nur Widyanto ST. MT.

(.....)

Penguji : Ir. Arifin Djauhari MT.

(.....)

Penguji : Dr. Ir. Arman D. Diponegoro MEng.

(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr,Wb

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya kepada kita semua. Salawat dan salam semoga tetap tercurah kepada manusia agung Rasulullah Muhammad SAW dan bagi para pengikutnya yang senantiasa setia mengikuti ajarannya.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa untuk dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini banyak pihak yang telah membantu. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada :

- (1) Bapak Aji Nur Widyanto S.T., M.T, selaku pembimbing utama atas segala dorongan, ketekunan, kesabaran, pengertian dan bimbingannya dalam membantu penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
- (2) Bapak Ir. Arifin Djauhari M.T, selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan petunjuk, pengertian dan pengarahan sehingga Penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
- (3) Bapak Eri Riyana dari perusahaan PT. ESKA Telesys yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan.
- (4) Orang tua dan keluarga penulis yang selalu sabar dan memberikan dukungan dan kasih sayang sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
- (5) Dita A. Tania atas semangat dan dukungan yang diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini.
- (6) Sahabat-sahabat yang telah banyak membantu, khususnya M. Ichsan Kurnia dan Debi Krisdianto.

Penulis mohon maaf tidak dapat menyebutkan satu persatu. Penulis yakin bahwa tidak ada hasil karya manusia yang sempurna, karena

kesempurnaan hanyalah milik Allah Yang Maha Kuasa. Oleh sebab itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari Pembaca dan semoga dengan adanya penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi Penulis serta bagi seluruh Pembaca.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakattuh.

Bandung, 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 : Febrian Al-Kautsar P
NPM : 0606042550
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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 :

OPTIMASI PELAYANAN JARINGAN BERDASARKAN DRIVE TEST

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir 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 : 04-01-2010

Yang menyatakan


(Febrian Al-Kautsar P)

ABSTRAK

Nama : Febrian Al-Kautsar P
Program Studi : Teknik Elektro Universitas Indonesia
Judul : Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan Drive Test

Peningkatan jumlah pelanggan suatu operator jaringan seluler tidak hanya berdampak pada peningkatan penghasilan operator tersebut, tetapi berdampak juga pada penurunan kualitas jaringan. Penurunan kualitas jaringan ini ditandai dengan meningkatnya jumlah kegagalan panggilan. Kegagalan panggilan dapat disebabkan oleh beberapa faktor misalnya kesalahan pada perangkat telekomunikasi pelanggan, lokasi pelanggan yang berada diluar jangkauan BTS dan jaringan yang sedang padat. Untuk menghindari terjadinya penurunan kualitas jaringan maka harus dilakukan optimasi jaringan secara berkala. Salah satu metoda dalam melakukan optimasi jaringan adalah dengan drive test.

Kata kunci:
Optimasi Jaringan, *Network Optimization*, *Drive Test*, *GSM*

ABSTRACT

Name : Febrian Al-Kautsar P
Majoring : Electronics Engineering University of Indonesia
Title : Network Service Optimization Based On Drive Test

The increasing number of subscribers of a cellular network operator impacts not only on its revenue, but also on the derivation of the network quality. Increase of call failure is a mark of this derivation on network quality. Call failure can be caused by factors such as failure on the user's equipment or phone, the location of the user which is outside of the serving BTS's coverage area and loaded network traffic. To avoid derivation on network quality, network optimization is needed to be done periodically. A method that is often used in optimizing a network quality is by performing drive tests.

Keyword:
Network Optimization, Drive Test, Call Failure

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR ISTILAH	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	2
1.4. Perumusan Masalah	2
1.5. Tujuan	3
1.6. Metoda Penelitian	3
1.7. Sistematika penulisan.....	4
2. JARINGAN SELULAR DAN GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION (GSM).....	5
2.1. Jaringan seluler	5
2.2. Frequency Reuse.....	5
2.3. Handover.....	6
2.4. Proses Handover	7
2.5. Tipe Handover	7
2.5.1. Intra Cell Handover	7
2.5.2. Intra-BSC Handover.....	8
2.5.3. Inter MSC Handover	8
2.6. Pemilihan Frekuensi.....	8
2.7. Arsitektur Jaringan GSM.....	9
2.7.1. Mobile Station (MS).....	9
2.7.2. Base Station Subsystem (BSS).....	10
2.7.2.1. Base Station Controller (BSC)	10
2.7.2.2. Base Transceiver Station (BTS)	11
2.7.3. Transcoder Controller.....	13
3. OPTIMASI JARINGAN DAN DRIVE TEST.....	16
3.1. Acuan Dasar Performansi Jaringan.....	16
3.1.1. Accessibility	16
3.1.2. Retainability.....	16
3.1.3. Kegagalan Akses (Access Fails).....	17
3.2. Optimasi Jaringan	17
3.3. Proses Optimasi jaringan	17
3.4. Drive Test.....	21
3.5. Prinsip Drive Test	21

3.6. Proses Optimasi dengan Drive Test.....	22
3.7. Parameter Drive Test	25
3.7.1. Broadcast Control Channel	26
3.7.2. Absolute Radio Frequency Channel (ARFCN).....	26
3.7.3. Cell Global Identity (CGI)	26
3.7.4. Local Area Code (LAC).....	26
3.7.5. Mobile Country Code (MCC)	27
3.7.6. Mobile Network Code (MNC).....	27
3.7.7. Cell Identity (CI).....	27
3.7.8. Base Station Identify Code (BSIC).....	27
3.7.9. Rx-Level.....	27
3.7.10. Rx-Qual	28
3.7.11. Speech Quality Index (SQI).....	28
3.7.12. Timing Advance (TA).....	28
3.8. TEMS.....	29
3.8.1. Idle Mode.....	30
3.8.2. Location Update	31
3.8.3. Call Setup	31
3.9. Performance Jaringan Berdasarkan Logfiles Tems	32
3.9.1. Permasalahan Pada Area Cakupan	32
3.9.1.1. Daya Sinyal yang Rendah.....	31
3.9.1.2. Tidak Adanya Server yang Dominan	33
3.9.1.3. Timbulnya Neighbor Secara Tiba-Tiba.....	34
3.9.1.4. Analisa dan Solusi permasalahan pada area cakupan	35
3.9.2. Permasalahan Kualitas.....	35
3.9.2.1. Kualitas Buruk yang Disebabkan Oleh Daya Sinyal Rendah-FER Buruk	36
3.9.2.2. Kualitas Buruk yang Disebabkan Oleh Daya Sinyal Rendah-FER Baik.....	36
3.9.2.3. Interferensi.....	37
3.9.3. Handover yang Berulang (Ping-Pong)	38
3.9.4. Call Setup Failure	40
3.9.5. Dropped Call.....	40
4. PENGUKURAN DAN ANALISA	42
4.1. Pendahuluan.....	42
4.1.1. Spesifikasi Perangkat.....	42
4.1.2. Legenda	42
4.2. Data Sebelum Optimasi	43
4.3. Optimasi Cell BD042GB	43
4.4. Optimasi Cell BD012GC	55
4.5. Optimasi Cell BD066GA dan BD066GB	63
4.6. Statistik Setelah Proses Optimasi.....	69
5. KESIMPULAN.....	70
DAFTAR REFERENSI	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh penggunaan frequency reuse	6
Gambar 2.2. Daerah terjadinya handover	7
Gambar 2.3 Arsitektur jaringan GSM.....	9
Gambar 2.4. Architecture Managed Object (MO) Model.....	12
Gambar 2.5. Replacable Unit (RU) and buses pada RBS	12
Gambar 2.6. Struktur perangkat keras TRC.....	14
Gambar 3.1. Garis besar tahapan dalam proses optimasi jaringan	18
Gambar 3.2. Proses drive test.....	22
Gambar 3.3. Siklus hidup jaringan.....	22
Gambar 3.4. Proses optimasi.....	23
Gambar 3.5. Perhitungan jarak dan sudut untuk mechanical tilt	24
Gambar 3.6. Pengukuran batas dalam dan batas luar pancaran antenna array	25
Gambar 3.7. Gambar antarmuka perangkat lunak TEMS Investigation.....	29
Gambar 3.8. Idle mode.....	30
Gambar 3.9. Kenaikan nilai rasio interferensi terhadap carrier (C/I) yang disebabkan sinyal level yang rendah.....	33
Gambar 3.10. Tidak adanya server yang dominan yang menyebabkan terjadinya handover yang berulang-ulang.....	34
Gambar 3.11. RXQuality yang buruk dan FER yang tinggi	36
Gambar 3.12. Rxquality buruk, tetapi fer baik.....	37

Gambar 3.13. Interferensi co-channel dan interferensi adjacent.....	38
Gambar 3.14. A → B offset = -5dB, tidak ada offset B → A.....	39
Gambar 3.15 Ilustrasi parameter hysteresis yang terlalu kecil	39
Gambar 4.1 Legenda parameter RxLevel	42
Gambar 4.2 Legenda parameter RxQual.....	42
Gambar 4.3. Hasil drive test cell BD042GB sebelum optimasi.....	44
Gambar 4.4. Gambar kondisi awal pada daerah a.....	44
Gambar 4.5 Level sinyal pada daerah a	45
Gambar 4.6. Kondisi awal pada daerah B.....	45
Gambar 4.7. Kondisi sinyal pada daerah b yang mengalami interferensi.....	46
Gambar 4.8 Hasil drive test cell BD042GB setelah optimasi.....	53
Gambar 4.9 Data hasil drive test cell BD012G sebelum optimasi.....	55
Gambar 4.10 Nilai RxLevel yang berdekatan menyebabkan tidak adanya server yang dominan.....	56
Gambar 4.11 Gambar arah antenna BD012G sebelum (a) dan sesudah (b) proses optimasi	58
Gambar 4.12 Plot hasil drive test setelah proses optimasi.....	61
Gambar 4.14 Data hasil drive test site BD066G sebelum proses optimasi.....	63
Gambar 4.15 Serving BTS yang terlalu jauh.	65
Gambar 4.16 Plot drive test setelah melakukan optimasi.	67
Gambar 4.17 Grafik statistik rasio drop call sebelum dan sesudah proses optimasi.....	69

DAFTAR ISTILAH

- **2G (*Second Generation*)**: teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan sinyal radio digital sebagai pengembangan dari teknologi sebelumnya 1G (*First Generation*) yang menggunakan sinyal radio analog. Teknologi 2G dapat dikategorikan berdasarkan jenis *multiplexing* (proses penggabungan sinyal) yang digunakan, yaitu TMDA (*Time Division Multiple Access*) dan CDMA (*Code Division Multiple Access*).
- **ACI (*Adjacent-channel interference*)**: kerusakan sinyal pada suatu frekuensi yang disebabkan oleh adanya sinyal lain pada frekuensi yang dekat.
- **ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*)**: nomor unik yang diberikan pada setiap channel radio di jaringan GSM. Nomor ini menentukan frekuensi radio tertentu yang digunakan untuk pengiriman dan penerimaan sinyal di dalam jaringan GSM. ARFCN dapat digunakan untuk menghitung frekuensi yang tepat sebuah *channel* radio.
- **Azimuth**: rotasi keseluruhan antenna mengelilingi sumbu vertikal.
- **BCCH (*Broadcast Control Channel*)**: channel yang digunakan oleh base station pada jaringan GSM untuk mengirimkan informasi mengenai identitas jaringan. Informasi ini digunakan oleh *mobile station* untuk mendapatkan akses ke jaringan.
- **BER (*Bit Error Rate*)**: banyaknya *bit error* relatif terhadap total *bit* yang diterima dalam sebuah transmisi yang terjadi selama satu detik. Rasio ini digunakan untuk menentukan kualitas sinyal.
- **Blocked call**: panggilan pada jaringan nirkabel yang tidak dapat dilanjutkan karena jaringan sedang beroperasi pada kapasitas maksimum.
- **BSIC (*Base Station Identity Code*)**: kode yang digunakan pada jaringan GSM untuk dapat mengidentifikasi sebuah *base station* secara unik.
- **C/I (*Carrier to Interference Ratio*)**: rasio daya RF *carrier* terhadap daya interferensi di sebuah channel.

- **Cell**: area geografis yang tercakup oleh *base station* dalam sebuah jaringan selular.
- **Co-channel interference**: kerusakan sinyal yang disebabkan karena dua atau lebih transmisi secara bersamaan pada *channel* yang sama.
- **Dedicated mode**: mode dimana GSM mobile dialokasikan pada sebuah *channel* fisik.
- **Drop call**: panggilan pada jaringan nirkabel yang diputus karena alasan teknis, termasuk adanya *dead zone*.
- **DTX (Discontinuous Transmission)**: sebuah jeda dalam arus pembicaraan normal yang terdeteksi oleh perangkat telepon dimana transmisi tertunda.
- **FER (Frame Error Rate)**: Rasio data error yang diterima terhadap jumlah total data yang diterima. Digunakan untuk menentukan kualitas sebuah koneksi sinyal. Apabila nilai FER terlalu tinggi, maka terlalu banyak error yang terjadi, semakin besar kemungkinan koneksi terputus.
- **GPRS (General Packet Radio Service)**: disebut juga 2.5G, teknologi antara 2G dan 3G, yang memungkinkan transfer data dengan menggunakan *channel* pada TDMA yang tidak terpakai di dalam sistem GSM.
- **GSM (Global System for Mobile communication)**: standar telekomunikasi nirkabel pada jasa selular digital yang berbasis teknologi TDMA.
- **Handover**: proses ketika panggilan pada suatu jaringan nirkabel ditransfer dari satu *base station* ke *base station* lainnya.
- **HLR (Home Location Register)**: database dari sebuah jaringan ponsel dimana informasi seluruh pelanggan disimpan. Informasi ini mencakup identitas pelanggan, nomor telepon, dan informasi umum lainnya.
- **HOP (Handover Point)**: titik terjadinya *handover*.
- **LAI (Location Area Identity)**: identifikasi atas *Location Area (LA)* di dalam jaringan nirkabel.
- **LAPD (Link Access Protocol on the D Channel)**: protokol *layer 2/OSI (Open System Interconnection)* yang digunakan pada channel D ISDN (*Integrated Service Digital Network*).

- **MSC (*Mobile Switching Centre*)**: pertukaran telepon yang membuat koneksi antara pengguna ponsel dalam jaringan, dari pengguna ponsel ke jaringan telepon publik, dan dari pengguna ponsel yang satu ke pengguna ponsel lainnya. MSC bertanggungjawab untuk sistem penagihan pada pelanggan.
- **OSS (*Operations Support System*)**: sistem manajemen jaringan yang mendukung suatu fungsi manajemen yang spesifik, seperti konfigurasi dan performa.
- **Overshoot**: kondisi ketika sinyal melebihi nilai *steady-state*-nya.
- **Parameter *RxLevel***: indikasi atas rata-rata kekuatan sinyal yang diterima.
- **Parameter *RxQual***: indikasi atas rata-rata kualitas sinyal yang diterima.
- **PCM (*Pulse Code Modulation*)**: proses ketika sinyal analog di-*encode* menjadi *digital bit stream*.
- **PLMN (*Public Land Mobile Network*)**: nama umum bagi semua jaringan ponsel nirkabel yang menggunakan tanah sebagai *radio transmitter* atau *base station*-nya.
- **RSSI (*Received Signal Strength Indication*)**: ukuran atas kekuatan sinyal yang diterima.
- **SDCCH (*Stand-alone Dedicated Control Channel*)**: channel yang digunakan pada sistem GSM untuk menyediakan koneksi yang dapat diandalkan untuk mengirimkan sinyal dan SMS.
- **TA (*Timing Advance*)**: nilai yang berhubungan dengan panjangnya waktu yang dibutuhkan sinyal ponsel untuk mencapai *base station*.
- **TCH (*Traffic Channel*)**: menunjukkan *channel* yang terlibat dalam men-transfer *traffic*.
- **TRHs (*Transceiver Handlers*)**: perangkat yang mampu menerima maupun mengirimkan sinyal.
- **VLR (*Visitor Location Register*)**: database dalam jaringan komunikasi ponsel yang berhubungan dengan MSC (*Mobile Switching Centre*). VLR memuat informasi mengenai letak pasti semua pelanggan di service area sebuah MSC.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Global System for Mobile communication (GSM) merupakan salah satu standar teknologi telekomunikasi nirkabel yang berkembang saat ini. GSM menggunakan sistem digital untuk *signaling* dan *speech channel* sehingga disebut sistem generasi kedua (2G).

GSM merupakan jaringan seluler yang berarti perangkat telekomunikasi pelanggan terhubung dengan jaringan GSM dengan cara mencari *cell* pada area sekitar pelanggan tersebut. Seperti halnya sistem telekomunikasi nirkabel lainnya, pelanggan GSM memiliki tingkat mobilitas yang tinggi. Hal ini berarti pelanggan akan bergerak dari satu daerah ke daerah lainnya dengan tingkat kekuatan dan kualitas sinyal yang berbeda.

Perbedaan tingkat kekuatan dan kualitas sinyal, jumlah pelanggan pada suatu *cell* dan bentuk geografis suatu lokasi dapat mempengaruhi kinerja jaringan GSM. Ada kalanya pelanggan jaringan mengalami gangguan yang berupa *drop call*, *blocked call*, gagal *handover* dll.

Agar kualitas komunikasi pelanggan tetap terjaga serta untuk memelihara dan meningkatkan kualitas jaringan maka diperlukan pemantauan yang berkala. Optimasi jaringan merupakan salah satu cara untuk mencapai hal ini. Optimasi jaringan dapat dilakukan dengan cara melihat statistik dan mengupulkan serta menganalisa data yang didapat dari hasil *drive test*. Dengan cara ini maka jaringan tersebut yang bersangkutan dapat dipantau dan dapat dimodifikasi agar lebih baik pada masa yang akan datang.

Drive test merupakan salah satu metode yang paling umum dan paling baik untuk menganalisa kinerja jaringan. Dengan menggunakan metode ini dapat diketahui *coverage evaluation*, *system availability*, *network capacity*, *network retainibility* dan *call quality*. Mengacu pada hal tersebut penulis berusaha untuk menganalisa kinerja jaringan berdasarkan data hasil *drive test* untuk mendapatkan solusi yang tepat.

1.2 Identifikasi masalah

Permasalahan yang sering dijumpai pada jaringan telekomunikasi seluler adalah *drop call*, *blocked call* serta kegagalan *handover*. Masalah-masalah ini dapat disebabkan oleh tiga faktor utama yaitu *coverage*, level dan kualitas sinyal serta permasalahan pada *handover*.

1. Permasalahan yang disebabkan oleh *coverage* antara lain adalah :
 - a. *Low signal level*
 - b. Kurangnya server yang dominan
 - c. Hilang atau munculnya *neighbor* secara tiba tiba
 - d. Penurunan sinyal level secara tiba-tiba dll.
2. Permasalahan yang disebabkan oleh level dan kualitas sinyal antara lain adalah :
 - a. *Bit Error Rate* (BER) dan *Frame Error Rate* (FER) yang buruk
 - b. *Collusion*
 - c. *Carrier to Interference Ratio* (C/I) yang buruk dll
3. Permasalahan yang berkaitan dengan *handover* antara lain adalah :
 - a. Keterlambatan *handover*
 - b. Efek Ping-pong pada *handover*
 - c. *Handover* yang tidak diperlukan
 - d. *Missing Neighbor* dll.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penulisan skripsi ini penulis akan membataskan permasalahan pada peningkatan kinerja jaringan GSM berdasarkan parameter RxQual dan RxLevel yang didapat dari hasil *drive test*.

1.4 Perumusan Masalah

Mengacu pada pembatasan masalah diatas maka dalam penulisan skripsi ini dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Pengaruh RxLevel dari beberapa BTS *neighbor* terhadap RxQual suatu *cell*
2. Pengaruh permasalahan *handover* terhadap nilai RxLevel dan RxQual
3. Konfigurasi yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja jaringan berdasarkan analisa dari data yang sudah ada.

1.5 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk menganalisa kinerja suatu jaringan berdasarkan parameter RxLevel dan RxQual. Data yang didapat dari hasil penelitian ini lalu digunakan untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal sehingga dapat meningkatkan kinerja jaringan yang bersangkutan.

1.6 Metode Penelitian

Dalam melakukan penulisan skripsi ini, penulis melakukan beberapa metode penulisan sebagai berikut :

1. Pengambilan Data di Lapangan

Pada metode ini, penulis melakukan penelitian berdasarkan fakta dan data yang ada di lapangan dengan cara melakukan *drive test* pada suatu area cakupan jaringan GSM.

2. Studi Kepustakaan

Untuk menunjang penulisan laporan ini, diperlukan referensi berupa teori yang mendukung. Referensi tersebut diperoleh penulis dengan cara mengumpulkan berbagai literatur baik dari buku-buku, makalah, internet, maupun sumber lain yang mendukung kepada tugas akhir yang penulis buat.

3. Metode Diskusi

Metoda diskusi dilakukan dengan mengadakan tanya jawab langsung dengan dosen pembimbing maupun dari sumber-sumber lain yang kompeten.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi berjudul *OPTIMASI JARINGAN BERDASARKAN METODE DRIVE TEST* ini terdiri dari beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan latar belakang pemilihan judul, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan yang ada.

BAB II : GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION (GSM)

Bab ini membahas teori-teori dasar suatu jaringan GSM beserta parameter-parameter yang harus diperhitungkan.

BAB III : OPTIMASI JARINGAN DAN *DRIVE TEST*

Bab ini membahas mengenai parameter-parameter yang digunakan dalam sebuah jaringan seluler serta konfigurasi yang digunakan untuk mengoptimalkan kualitas suatu jaringan.

BAB IV : PENGUKURAN DAN ANALISA

Bab ini berisi hasil pengukuran parameter-parameter yang didapatkan dari *drive test* sebuah jaringan GSM serta analisa parameter tersebut untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh isi laporan dan saran-saran yang berhubungan dengan peningkatan kinerja suatu jaringan GSM berdasarkan data *drive test*.

BAB 2

Jaringan Seluler dan *Global System for Mobile Communication* (GSM)

2.1 Jaringan Seluler¹

Jaringan seluler adalah jaringan radio yang terdiri dari beberapa *cell* yang setiap *cell*-nya dilayani oleh satu *transceiver* tetap yang disebut *cell site* atau *base station*. *Cell* ini mencakup daerah yang berbeda untuk menyediakan area cakupan radio yang lebih besar dari area sebuah *cell*.

Jaringan selular memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Kapasitas yang lebih besar
- Penggunaan daya yang lebih kecil
- Area cakupan yang lebih besar

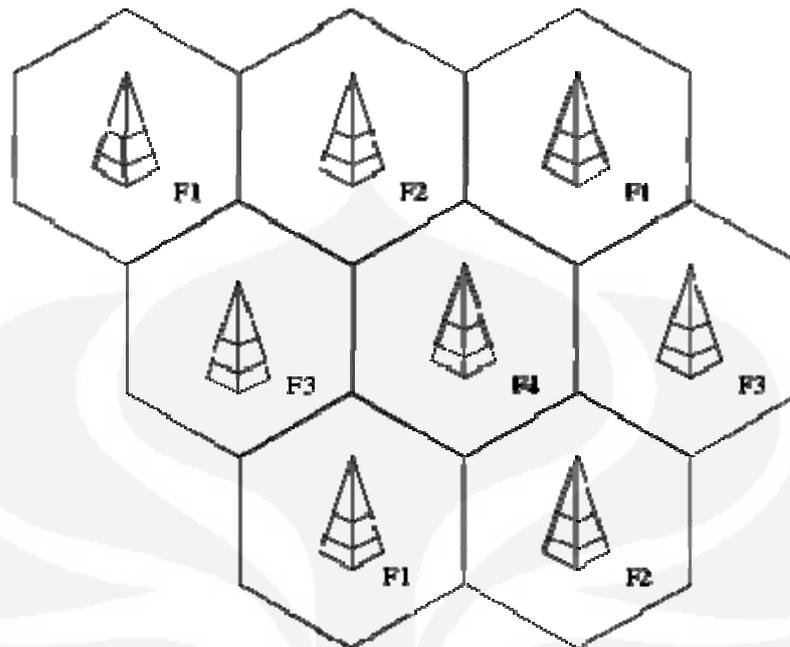
2.2 *Frequency Reuse*²

Frequency reuse adalah penggunaan ulang sebuah frekuensi pada suatu *cell*, dimana frekuensi tersebut sebelumnya sudah digunakan pada satu atau beberapa *cell* lainnya. Jarak antara dua *cell* yang menggunakan frekuensi yang sama ini harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak akan mengakibatkan interferensi. Latar belakang penerapan *frequency reuse* ini adalah karena adanya keterbatasan sumber frekuensi yang dapat digunakan, sedangkan kebutuhan akan ketersediaan cakupan area yang lebih luas terus meningkat. Maka agar cakupan area baru dapat diwujudkan, dibuatlah sel-sel baru dengan menggunakan frekuensi yang sudah pernah digunakan sebelumnya oleh *cell* lain.

Faktor *frequency reuse* adalah tingkat di mana frekuensi yang sama dapat digunakan dalam jaringan. Besarnya faktor ini adalah $1 / K$ (atau K) di mana K adalah jumlah sel-sel yang tidak dapat menggunakan frekuensi yang sama untuk transmisi. Nilai umum faktor *frequency reuse* adalah $1 / 3$, $1 / 4$, $1 / 7$, $1 / 9$ dan $1 / 12$ (atau 3, 4, 7, 9 dan 12 tergantung pada notasi).

¹ "Cellular Network", para.1

² Ibid., para.9



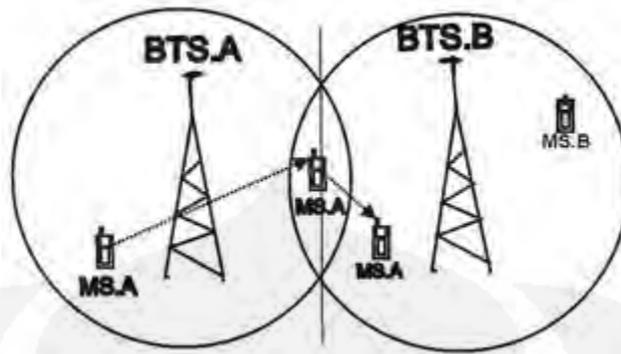
Gambar 2.1 Contoh penggunaan frequency reuse

2.3 Handover³

Handover adalah suatu cara dimana memungkinkan pelanggan pindah pelayanan dari suatu sektor ke sektor lain baik dalam satu BTS maupun antar BTS tanpa adanya pemutusan hubungan dan terjadi pemindahan frekuensi/kanal secara otomatis yang dilakukan oleh system.

Tujuan dari *handover* adalah untuk menjaga kualitas panggilan, menjaga hubungan antara MS dan BTS dalam proses perpindahan layanan, melakukan pergantian kanal jika terjadi gangguan interferensi yang besar, dan untuk memperjelas batas antar daerah pelayanan MS. Proses *handover* dipengaruhi oleh faktor level daya sinyal terima (RxLevel), kualitas sinyal terima (RxQual), *power budget* sel tetangga dan jarak antara MS dan BTS (*Timing Advanced*) yang masing-masing mempunyai nilai ambang batas sehingga ketika nilai ambang batas tersebut sudah dilewati *handover* harus dilakukan untuk menjaga suatu panggilan agar tidak terputus.

³ Aryviera, 2009, para.1



Gambar 2.2. Daerah terjadinya handover

2.4 Proses Handover⁴

Mobile station (MS) bergerak menjauhi suatu *cell* maka daya yang diterima oleh MS akan berkurang. Jika MS bergerak semakin menjauhi *Base station* (*Cell*) maka daya pancar akan semakin berkurang. Menjauhnya MS pada *cell* asal menjadikan MS mendekati *cell* lainnya. *Cell* lainnya dikatakan sebagai *cell* kandidat yaitu *cell* yang akan menerima pelimpahan MS dari *cell* sebelumnya.

MSC melalui *Cell* kandidat akan memonitor pergerakan MS dan menangkap daya pancar MS. Diantara *cell* kandidat yang menerima daya pancar MS terbesar maka pelimpahan MS akan berada pada *cell* tersebut. *Cell* kandidat yang menerima pelimpahan MS akan melakukan *monitoring*. Proses *monitoring* dilakukan oleh MSC dan menginstruksikan pada *cell* kandidat tersebut

2.5 Tipe Handover⁵

Ada beberapa tipe *handover* dalam sistem komunikasi GSM, yaitu *intra cell handover*, *intra BSC-handover* dan *inter-MSC handover*.

2.5.1 Intra Cell Handover

Intra cell handover adalah pemindahan informasi yang dikirim dari satu kanal ke kanal yang lain pada sel yang sama. Dilakukan karena terjadi gangguan interferensi atau operasi pemeliharaan.

⁴ "Handover", para.6

⁵ Ibid., para.11

2.5.2 Intra-BSC Handover

Intra-BSC *handover* adalah *handover* yang dikontrol oleh BSC .BTS yang lama dan baru sama-sama dibawah kendali sebuah BSC .*Handover* ditangani seluruhnya oleh BSC. MSC menerima informasi lokasi sel baru yang digunakan MS dari BSC. Intra-MSC *Handover* (*handover* yang terjadi dalam sebuah MSC) BTS lama yang baru berada dibawah sebuah MSC tapi dikendalikan oleh BSC yang berbeda.

2.5.3 Inter-MSC handover

Inter-MSC *handover* (*handover* antar dua MSC) terjadi karena BTS lama dan yang baru berada pada MSC daerah yang beda.

2.6 Pemilihan Frekuensi⁶

Pemilihan frekuensi berpengaruh terhadap kinerja suatu jaringan. Frekuensi tertentu dapat memberikan hasil yang lebih baik apabila tepat guna. Frekuensi rendah, misalnya 450 MHz, dapat memberikan hasil yang memuaskan untuk daerah pedesaan. GSM 900 (900 MHz) cocok untuk daerah perkotaan. GSM 1800 (1.8 GHz) dapat terhalangi oleh dinding yang tebal. Hal ini merupakan kekuarangan dalam hal cakupan area, tetapi merupakan keuntungan dalam hal kapasitas (“Cellular” para.21).

Tabel berikut menunjukkan hubungan antara frekuensi dan area cakupan berdasarkan ITU-D.

Tabel 2.1. Hubungan antara frekuensi dan area cakupan

<i>Frequency (MHz)</i>	<i>Radius (Km²)</i>	<i>Cell Area (Km²)</i>	<i>Relative Cell Count</i>
450	48.9	7521	1
950	26.9	2269	3.3
1800	14.0	618	12.2
2100	12.0	449	16.2

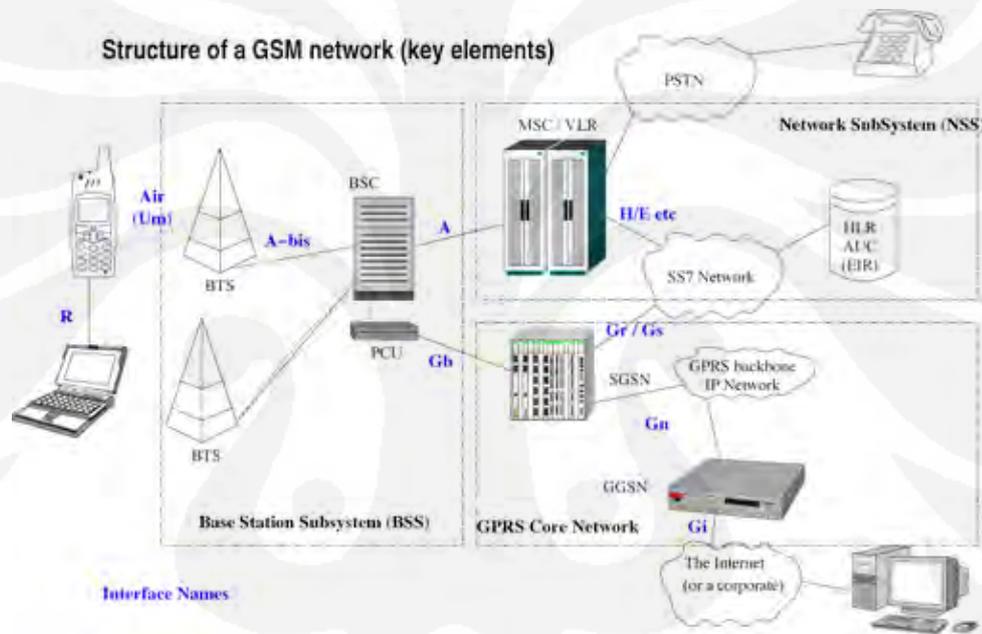
⁶ “Cellular Network”, para.22

2.7 Arsitektur Jaringan GSM⁷

Sebuah jaringan GSM terbentuk oleh beberapa komponen fungsional yang memiliki fungsi dan *interface* masing-masing yang spesifik. Secara umum jaringan GSM terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu :

1. *Mobile station*
2. *Base station subsystem*
3. *Transcoder controller*

Arsitektur jaringan GSM secara umum dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.3 Arsitektur jaringan GSM

2.7.1 Mobile Station (MS)

MS merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk dapat memperoleh layanan komunikasi bergerak. MS dilengkapi dengan sebuah *smartcard* yang dikenal dengan SIM (*Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan.

⁷ Mayhoneys, 2008, para.1

2.7.2 Base Station Subsystem (BSS)⁸

Base Station System (BSS), terdiri dari tiga perangkat yaitu :

- a. *Base station controller* (BSC), membawahi beberapa BTS dan mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS.
- b. *Base Transceiver Station* (BTS), perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada *mobile station* (MS).
- c. *Tranocoder`Controller* (TRC), berfungsi untuk mengubah data atau suara keluaran dari MSC (64 Kbps) menjadi 16 Kbps untuk efisiensi kanal transmisi.

2.7.2.1 Base Station Controller (BSC)

Fungsi dari BSC adalah :

- a. *Radio network management*, meliputi semua fungsi seperti :
 1. Administrasi data jaringan radio, termasuk identitas sel, jumlah kanal sel, dan maksimum dan minimum *output power* pada sel.
 2. Administrasi data sistem informasi, contohnya mengenai identitas kanal di sel tetangga.
 3. *Administration of load sharing data*, adalah parameter yang digunakan untuk memaksa *handover* dini dari sel yang sibuk.
 4. Administrasi statistik, termasuk data pada pengukuran trafik, kekuatan sinyal dan kualitas.

b. *RBS Management*

Tugas utama RBS adalah :

1. Alokasi frekuensi ke kombinasi kanal dan tingkat daya untuk masing-masing sel berdasar pada peralatan yang tersedia.
2. Mengontrol *software* yang ada pada RBS
3. *Maintenance* dan koreksi deteksi RBS *fault* dan gangguan.

⁸ *Introduction To Digital Cellular*, p.3-10

c. *TRC Handling*

TRC *Handling* terdiri dari *transcoder and rate adaptation unit* (TRAU) yang merupakan peralatan yang memiliki kemampuan untuk menyesuaikan *bit rate*.

Meskipun TRAU terdapat di dalam TRC akan tetapi BSC yang mengontrol jaringan sumber radio, mengkoordinasikan *sourcing* TRAU untuk sebuah panggilan.

d. *Transmission Network Management*

Jaringan transmisi untuk sebuah BSC termasuk PCM *link* ke dan dari MSC/VLR yang disebut *A-interface* juga ke dan dari RBS yang dinamakan *Abis Interface*.

BSC memberikan fungsi untuk administrasi, supervisi, dan lokalisasi tes dan kesalahan PCM link.

e. *Internal BSC Operation and Maintenance*

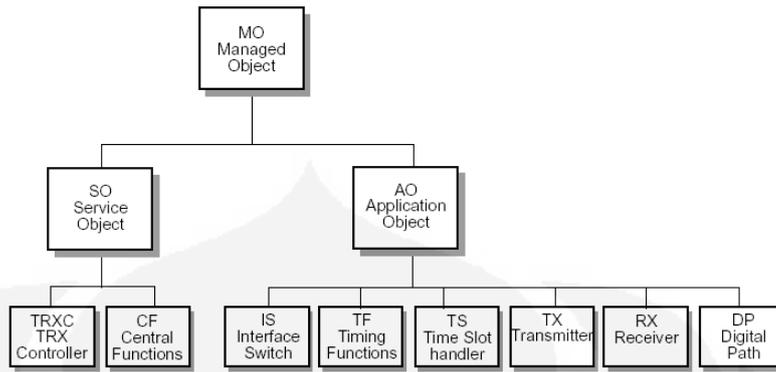
Tugas ini seperti pengujian *Transceiver Handlers* (TRHs) dapat dilakukan secara lokal di BSC atau di-remote dari OSS

f. *Handling MS Connection*

Penanganan MS *connection* seperti *paging* dan penempatan kanal trafik selama call setup.

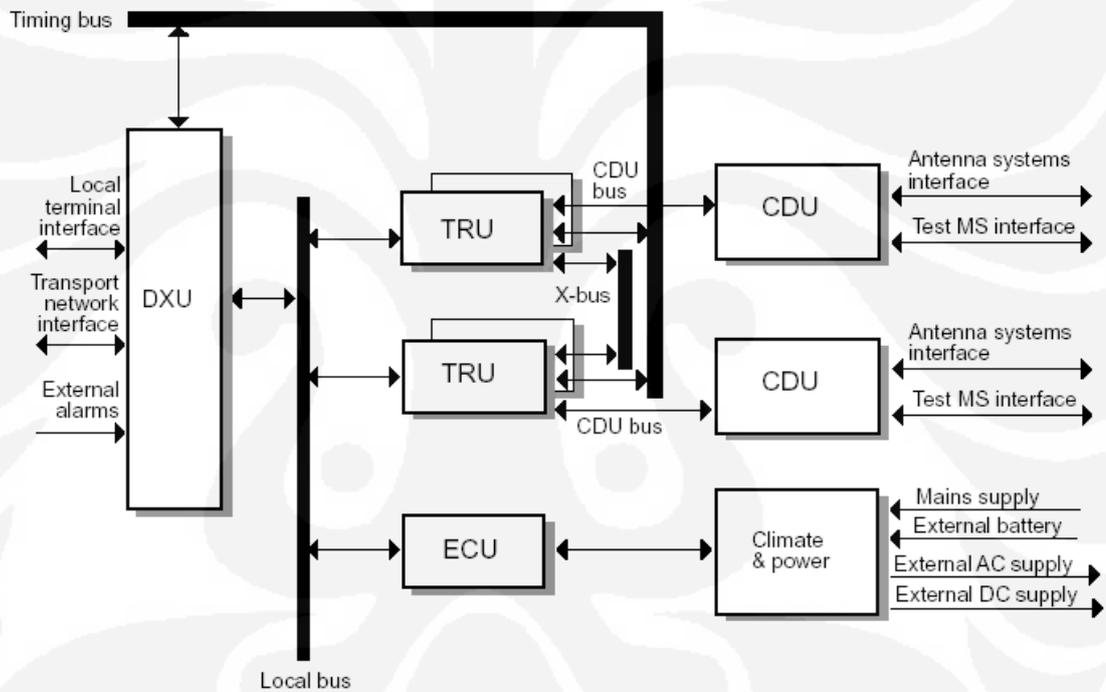
2.7.2.2 Base Transceiver Station (BTS)

BTS merupakan *interface* antara jaringan dengan *Mobile station* (MS). BTS terhubung dengan BSC via *Abis interface*. BTS terdiri dari system antenna, radio frequency power amplifier dan unit-unit peralatan seperti *Combiner and Divider Unit* (CDU), *Transceiver Unit* (TRU), *Distribution Switch Unit* (DXU). *Arsitektur Managed Object* (MO) model yang digunakan di BTS seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.4. Architecture Managed Object (MO) Model

Unit-unit *hardware* yang terdapat pada RBS dapat dilihat pada Gambar 2.3.



04_0262A

Gambar 2.5. Replacable Unit (RU) and buses pada RBS.

Seperti terlihat pada Gambar 4, unit perangkat keras BTS terdiri dari :

1. *Distribution Switch Unit (DXU)*, merupakan pusat unit kendali pada BTS. Dalam satu BTS terdapat satu DXU. DXU terdiri dari fungsi-fungsi sebagai berikut :
 - a. *Distribution switch*
 - b. *Physical Interface G.703*

- c. *Timing Unit*
- d. *Collection of External Alarm*
- e. *Local Bus Control*
- f. *Interface Toward OMT (Operation and Maintenance Terminal)*

Dengan fungsi-fungsi tersebut DXU menghubungkan BTS dengan BSC (PCM link) dan menghubungkan masing-masing *Time Slot* dengan *transceiver* yang sesuai. BSC mengontrol konfigurasi DXU via LAPD signaling.

2. *Transceiver Unit (TRU)*

TRU terdiri *Transmitter (TX)* dan juga *Receiver (RX)*. Fungsi dari TRU adalah :

- a. Transmisi radion
- b. Penerimaan gelombang radio
- c. *Air Interface signal processing*
- d. *TRX management*

3. *Combiner and Divider Unit (CDU)*

CDU merupakan *interface* antara TRU dan sistem antenna. CDU menggabungkan dua sinyal-sinyal dari *transmitter* dan mendistribusikan sinyal yang diterima ke semua *transceiver*.

4. Energy Control Unit (ECU)

ECU mengontrol dan mengawasi *power dan climate equipment*, serta mengatur kondisi lingkungan dalam kabinet untuk menjaganya dalam batas operasional.

2.7.3 Transcoder Controller (TRC)

TRC terhubung dengan MSC dengan *A-interface* dan terhubung dengan BSC dengan *A-ter Interface*. Dapat mendukung sampai 16 *remote BSC* melalui *A-ter interface* dan dapat dihubungkan sampai maksimum 4 MSC melalui *A-Interface*. TRC terdiri dari *Transcoder and Rate Adaptation Unit (TRAU)*. BSC

TRC dapat terdiri dari sejumlah *transcoder* sumber untuk tipe-tipe transmisi berikut :

1. *Full rate*, penyesuaian pesat mendukung konversi informasi yang sampai dari MSC/HLR dengan pesat 64 kbps ke pesat 16 kbps untuk transmisi ke BSC.
2. *Half rate*, kanal HR membutuhkan *bandwidth* transmisi kurang dari kanal FR yaitu 8 kbps. HR dapat disetup untuk penggunaan dalam keadaan *high traffic* dan atau kategori tertentu dari *end-user*.
3. *Enhanced full rate (EFR)*, memberikan kualitas suara yang dapat dibandingkan dengan atau lebih baik dari kualitas *Adaptive Pulse Code Modulation (ADPCM)* dalam keadaan radio yang bagus. Fitur EFR berbasiskan pada kode suara baru dan berubah sesuai dengan *signaling protocol*. EFR tidak memerlukan BW yang lebih dari FR.

TRC juga mendukung fitur *power saving Discontinuous Transmitter (DTX)* yang juga merupakan sistem yang mendeteksi jeda pembicaraan (*pauses speech*), *transmitter* akan dalam keadaan menyala hanya untuk *frame* yang mengandung informasi.

BAB 3

OPTIMASI JARINGAN DAN *DRIVE TEST*

Untuk mendapatkan kualitas dan kinerja jaringan yang stabil maka diperlukan adanya optimasi jaringan secara berkala. Metode yang paling umum digunakan dalam melakukan kegiatan optimasi jaringan adalah *drive test*.

3.1 Acuan Dasar Performansi Jaringan¹

Acuan dasar yang umum digunakan untuk menentukan baik atau buruknya kualitas suatu jaringan telekomunikasi selular adalah *accessibility*, *retainability*, dan kegagalan akses (*access fails*).

3.1.1 *Accessibility*

Accessibility adalah salah satu statistik yang paling penting dan merupakan penanda kualitas jaringan yang paling mudah diamati. *Accessibility* dapat dihitung dengan cara mengalikan *Stand-alone Dedicated Control Channel (SDCCH) serviceability* dengan *Traffic Channel (TCH) accessibility*.

$$\textit{Accessibility} = \textit{SDCCH serviceability} * \textit{TCH accessibility}$$

3.1.2 *Retainability*

Retainability adalah penanda tingkat kesinambungan jaringan dan menargetkan ratio *TCH call success rate* jaringan. Perhitungan *retainability* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\textit{Retainability} = \textit{TCH call success rate} = 1 - \textit{TCH call drop rate}$$

TCH call drop rate dihitung dengan cara membagi total jumlah *drop call* terhadap total jumlah usaha dan kegagalan *TCH*.

¹ S.Goksel, 2003, p.13

Tingkat *retainability* yang diinginkan adalah sedekat mungkin dengan nilai 100 persen. Untuk mengukur tingkat *retainability* dan integritas jaringan, maka perlu dilakukan panggilan yang lama secara terus menerus pada saat *drive test*.

3.1.3 Kegagalan Akses (*Access Fails*)

Kegagalan akses merupakan total jumlah kegagalan usaha TCH yang dapat dihitung dengan cara mengurangi jumlah TCH *attempt* dengan TCH *seizure*, termasuk yang terjadi pada saat *handover*.

3.2 Optimasi Jaringan

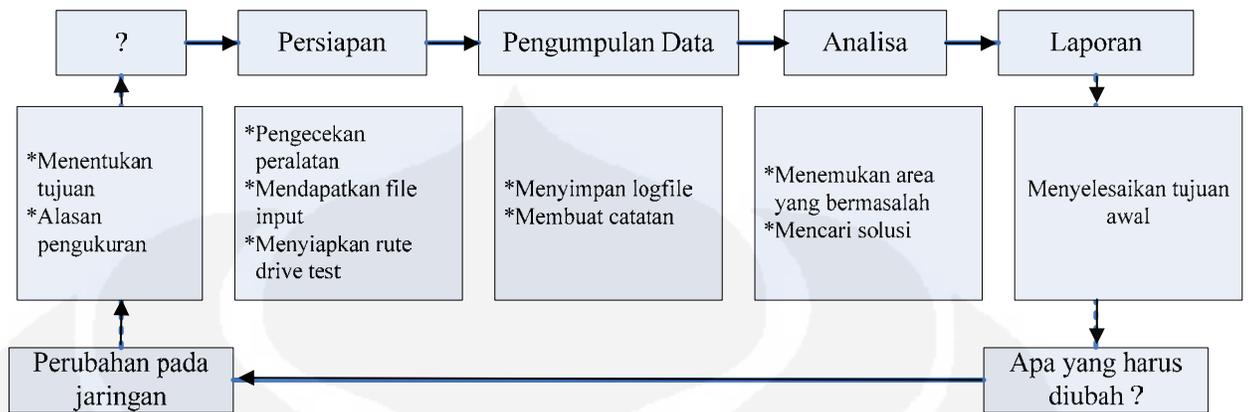
Optimasi jaringan dilakukan untuk menghasilkan kualitas jaringan yang terbaik dengan menggunakan data yang tersedia seefisien mungkin. Cakupan optimasi jaringan adalah sebagai berikut:

- Menemukan dan memperbaiki masalah yang ada setelah implementasi dan integrasi *site* yang bersangkutan
- Dilakukan secara berkala untuk meningkatkan kualitas jaringan secara menyeluruh
- Optimasi jaringan yang telah dilakukan tidak boleh menurunkan kinerja jaringan yang lain
- Dilakukan pada cakupan daerah yang lebih kecil yang disebut dengan *cluster* agar optimasi jaringan dan tindakan *follow up* menjadi lebih mudah ditangani

3.3 Proses optimasi jaringan²

Proses optimasi jaringan secara umum terbagi menjadi beberapa tahap yaitu analisa permasalahan awal, persiapan, pengumpulan data, analisa terhadap data yang didapat dan pembuatan laporan.

² "Drive Test", p.1



Gambar 3.1. Garis besar tahapan dalam proses optimasi jaringan.

Proses optimasi dengan metoda *drive test* dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Analisa permasalahan (*problem analysis*)

- Menganalisa laporan kinerja dan statistik untuk *Base Station Controller* (BSC) dan/atau *site* yang memiliki kinerja terburuk
- Menganalisa data *drive test* sebelumnya
- Merumuskan permasalahan
- Melakukan pengecekan terhadap keluhan pelanggan

2. Persiapan sebelum melakukan optimasi

- Menentukan *cluster* dengan cara mencari tahu mengenai batas-batas BSC, daerah permukiman utama, jalan tol dan jalan utama
- Menyelidiki distribusi pelanggan dan kebiasaan pelanggan (*voice/data usage*)
- Melakukan pengkajian pada jaringan untuk mengkategorikan setiap permasalahan

- Melakukan pengecekan terhadap *fault report* untuk memperkecil kemungkinan terjadi kesalahan pada hardware sebelum melakukan test.

3. *Drive testing*

- Menyiapkan rencana tindakan yang akan dilakukan
- Menentukan rute *drive test*
- Mengumpulkan *log file Received Signal Strength Indication (RSSI)*
- *Re-driving* data yang meragukan

4. Subjek yang perlu diteliti

- *Site, sector* atau *transmitter (TRX)* yang tidak bekerja
- Fitur jaringan yang tidak aktif seperti frekuensi *hopping*
- GPRS yang tidak aktif
- Site yang *overshoot* sehingga menyebabkan area cakupan yang berlebih
- Celah yang tidak tercakup
- Analisa C/I dan C/A
- Lokasi dengan interferensi yang tinggi
- *Drop call*
- Permasalahan dalam kapasitas
- *Missing neighbor*
- *One way neighbor*
- *Ping-pong handover*

- Kegagalan *handover*
 - Tingkat *accessibility* dan *retainability* jaringan
5. Setelah melakukan test
- Pemrosesan data
 - Mengolah informasi RxLevel dan RxQuality pada area *drive test*
 - Melaporkan permasalahan yang mendesak agar segera ditindak lanjuti
 - Menganalisa performansi fitur jaringan setelah implementasi yang baru
6. Rekomendasi
- Menentukan relasi *missing neighbor*
 - Mengajukan penambahan *site* atau *sector* dengan gambar sebelum dan sesudah optimasi
 - Mengajukan perubahan *azimuth* antenna
 - Mengajukan perubahan *tilt* antenna
 - Mengatur margin *handover* (*power budget, Level, Quality*)
 - Mengubah parameter *power*
7. *Tracking*
- Melakukan kegiatan *drive test* ulang (*re-driving*) pada area optimasi setelah mengimplementasikan rekomendasi untuk optimasi jaringan

3.4 Drive test

Drive test adalah kegiatan mengumpulkan data pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas suatu jaringan dan mengembangkan kapasitas jaringan. *Drive test* dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah mobil dengan kecepatan rendah yang di dalamnya telah dipasang perlengkapan untuk *drive test*, atau dapat dilakukan secara manual atau *walk test* yang biasanya dilakukan di dalam sebuah bangunan atau di area dekat BTS. Untuk melakukan *drive test* baik dengan mobil ataupun secara manual diperlukan beberapa perlengkapan, yaitu:

1. *Mobile Station (MS)* yang di dalamnya telah terintegrasi program untuk *drive test*
2. Komputer atau *notebook* yang di dalamnya terdapat program khusus untuk *drive test*
3. GPS untuk mengetahui koordinat suatu lokasi

Fungsi dari kegiatan *drive test* adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kondisi Radio suatu BTS
2. Informasi level daya terima, kualitas sinyal terima, mengetahui jarak antara BTS dan MS, interferensi, serta melihat proses serta kualitas *handover*
3. Dengan adanya hasil pengukuran maka bisa diputuskan apakah keadaan radio suatu BTS masih layak atau perlu dilakukan suatu perbaikan

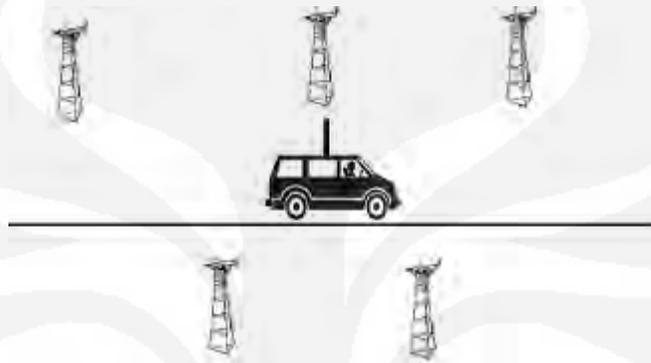
3.5 Prinsip Drive test³

Perangkat *drive test* menggunakan MS untuk mensimulasikan masalah yang dialami pelanggan ketika akan/saat melakukan panggilan. Sistem *drive test*

³ "Drive Test", p.3

melakukan pengukuran, menyimpan data di komputer, dan menampilkan data menurut waktu dan tempat.

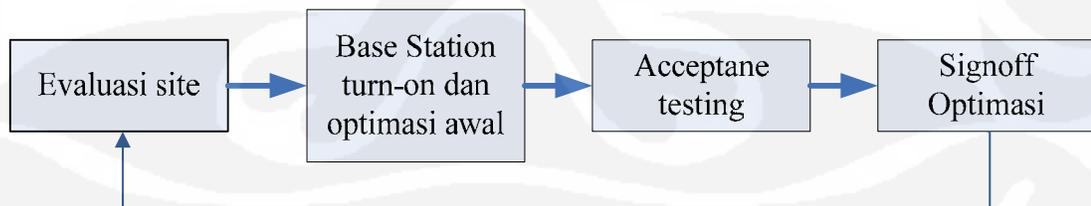
Sistem *drive test* diterapkan dalam kendaraan dan dikemudikan sepanjang area cakupan operator.



Gambar 3.2. Proses drive test.

3.6 Proses Optimasi dengan *Drive test*

Sebelum melakukan *drive test* ada beberapa hal yang perlu dilakukan seperti terlihat pada gambar 1.



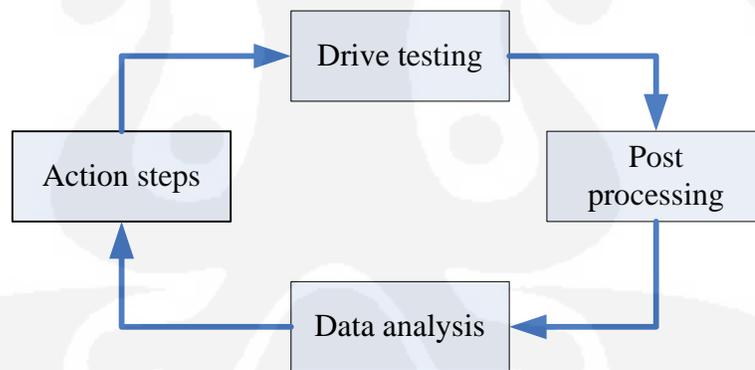
Gambar 3.3. Siklus hidup jaringan

Sebelum instalasi *Base Station* (BS), hal yang pertama kali perlu dilakukan adalah melakukan pengukuran untuk mengevaluasi *site* agar dapat menentukan lokasi yang tepat untuk BTS. Proses ini terdiri dari pengiriman sinyal dari *site* yang sedang diuji lalu melakukan pengukuran dengan perangkat penerima yang biasa digunakan

untuk *drive test* (“Drive-Test” p.1). Selanjutnya, optimasi dan verifikasi awal dilakukan untuk pengamatan awal cakupan radio frekuensinya.

Langkah selanjutnya adalah fasa uji terima (*acceptance-testing*). Kriteria penerimaan ini bergantung pada data yang terkumpul selama *drive test* jaringan. Setelah operator mulai melakukan layanan komersial, proses optimasi dan pemecahan masalah akan terus dilakukan selama masa hidup jaringan sampai nanti situs sel baru dibangun untuk menambah kapasitas jaringan atau cakupan geografis.

Optimasi merupakan langkah penting dalam siklus hidup suatu jaringan. Keseluruhan proses optimasi dapat dilihat dari gambar 2. Proses awal yang dilakukan adalah *drive testing* yang bertujuan untuk mengumpulkan data pengukuran yang berkaitan dengan lokasi pelanggan. Setelah data terkumpul sepanjang luas cakupan RF yang diinginkan, maka data ini akan diproses dengan perangkat lunak *drive test*. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis untuk mengatasi permasalahan yang terjadi.

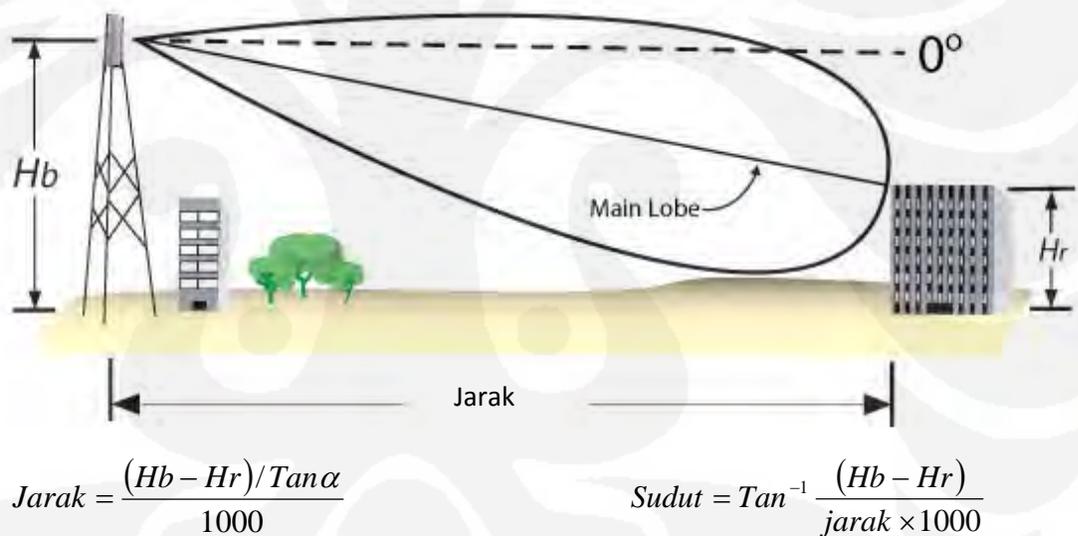


Gambar 3.4. Proses optimasi

Kegiatan optimasi yang langsung dapat dilakukan sesaat setelah *drive test* adalah mengubah *tilt* pada antenna. *Tilting* terbagi menjadi dua yaitu *mechanical tilting* dan *electrical tilting*.

1. *Mechanical tilting* adalah mengubah azimuth antenna dan tingkat kemiringan antenna secara fisik. Dampak yang dihasilkan oleh *mechanical tilting* adalah berubahnya luas *coverage area* secara keseluruhan.
2. *Electrical tilting* adalah kegiatan mengubah daya pancar antenna dengan cara mengatur parameter kelistrikan pada antenna. Berbeda dengan *mechanical tilting*, perubahan pada *electrical tilt* hanya akan berdampak pada ukuran *main lobe* yang dipancarkan oleh antenna.

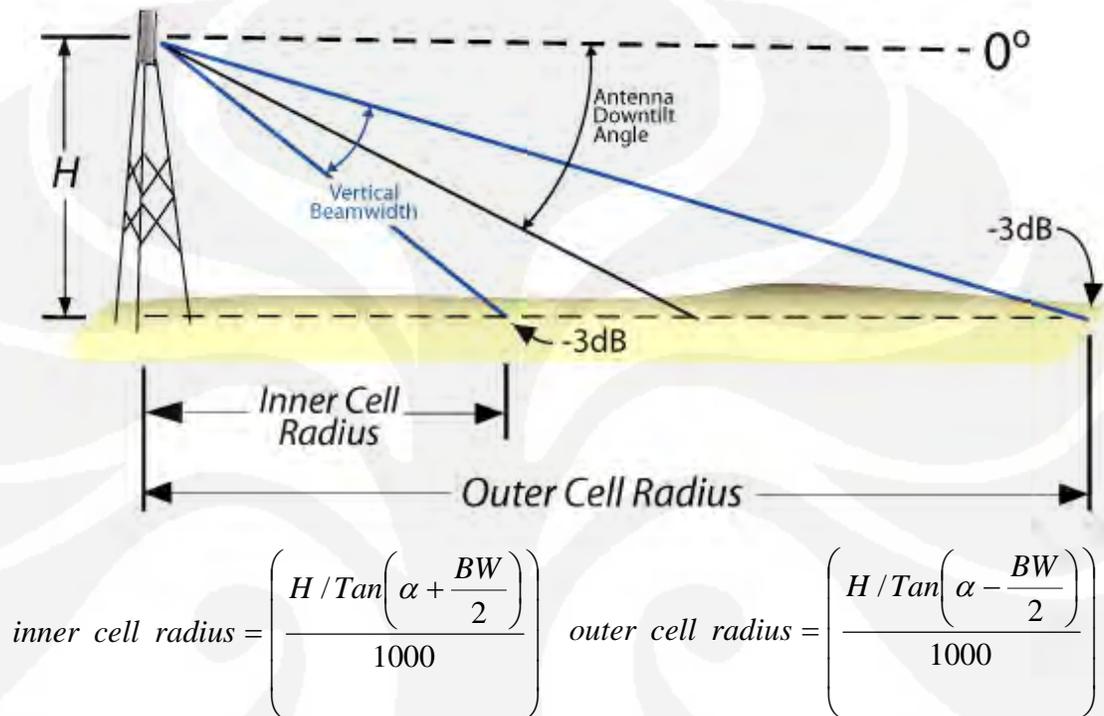
Pengukuran *mechanical tilting* dapat dilakukan dengan mengacu pada gambar dan rumus berikut.



Gambar 3.5. Perhitungan jarak dan sudut untuk *mechanical tilt*

Keterangan : Hb : Tinggi Antenna (m)
 Hr : Tinggi lokasi yang dituju (m)
 α : Sudut *tilt* antenna

Sinyal dari antenna memiliki batas dalam dan batas luar dimana antenna tersebut dapat bekerja secara optimal. Pengukuran batas dalam dan batas luar sinyal dari antenna dapat mengacu pada gambar berikut.



Gambar 3.6. Pengukuran batas dalam dan batas luar pancaran antenna array.

Keterangan : H : Tinggi antenna (m)

α : Sudut tilt antenna

BW : beam width antenna

3.7 Parameter Drive test⁴

Saat melaksanakan kegiatan optimasi jaringan dengan metoda *drive test* ada beberapa parameter yang harus diperhitungkan diantaranya *cell identity*, *Base Station*

⁴ Gultom, Widjaja, 2009, p.G-27

Identity Code (BSIC), BCCH carrier ARFCN, Mobile Country Code (MCC), Mobile Network Code (MNC), dan Location Area Code (LAC) (Gultom, Widjaja, G-26).

3.7.1 Broadcast Control Channel (BCCH)

Broadcast Control Channel adalah bagian *control channel* dalam GSM untuk melakukan pemancaran data *network cell* lokasi pelanggan dan apa saja *cell* tetangganya. BCCH bersifat *downlink* dari BTS ke MS saja.

3.7.2 Absolute Radio Frequency Channel (ARFCN)

ARFCN berfungsi untuk menyederhanakan nilai dari frekuensi GSM, misalnya menyebutkan alokasi frekuensi untuk operator A dari kanal 51 sampai 87 dibandingkan dari 945.2 MHz sampai 952.4. Apabila pihak regulator hanya mengalokasikan frekuensi dalam satuan MHz tapi tidak dalam nomor kanal ARFCN maka dilakukan *mapping* frekuensi sendiri dari MHz ke ARFCN.

3.7.3 Cell Global Identity (CGI)

CGI adalah sebuah identitas yang unik dari beberapa *cell* dalam suatu jaringan seluler. Sebuah CGI untuk sebuah *cell* bersifat unik. Tidak akan ada satu CGI yang digunakan oleh dua atau lebih *cell* yang berbeda. CGI terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

3.7.4 Local Area Code (LAC)

LAC adalah sebuah identitas yang digunakan untuk menunjukkan kumpulan beberapa *cell*. Sebuah PLMN tidak boleh menggunakan 1 LAC yang sama untuk 2 *cell group* yang berbeda. Sebuah LAC dapat digunakan dalam 2 atau lebih BSC yang berbeda dengan syarat masih dalam 1 MSC yang sama. Informasi lokasi LAC terakhir dimana sebuah MS berada akan disimpan di VLR dan akan diperbaharui apabila MS tersebut bergerak dan memasuki area dengan LAC yang berbeda.

3.7.5 Mobile Country Code (MCC)

MCC adalah identifikasi suatu negara dengan menggunakan 3 digit (Heine, 1998). Tiga digit MCC ini merupakan bagian dari format penomoran IMSI, dimana secara total IMSI terdiri dari 15 digit

3.7.6 Mobile Network Code (MNC)

MNC adalah 2 digit identifikasi yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah jaringan bergerak (Mouly dan Pautet, 1992). Kombinasi antara MCC dan MNC akan selalu menghasilkan sebuah kode yang unik di seluruh dunia. MNC ini juga digunakan di penomoran IMSI.

3.7.7 Cell Identity (CI)

CI merupakan identitas sebuah *cell* dalam jaringan seluler. Dalam sebuah PLMN, CI yang sama dapat digunakan untuk 2 atau lebih *cell* yang berbeda, asalkan dalam LAC yang berbeda

3.7.8 Base Station Identify Code (BSIC)

BSIC berfungsi agar MS dapat membedakan BTS yang menggunakan frekuensi yang sama. Karena menggunakan frekuensi *re-use* kemungkinan BTS mengeluarkan frekuensi yang sama.

3.7.9 Rx-Level

Rx-Level adalah tingkat kekuatan level sinyal penerima di MS dalam satuan (-dB), semakin kecil semakin baik.

3.7.10 Rx-Qual

RxQual adalah tingkat kualitas sinyal penerima pada MS dalam satuan (skala 0-7), semakin besar semakin buruk. Nilai RxQual dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1. *Range* nilai RxQual

RxQual	BER (%)
0	0.0-0.2
1	0.2-0.4
2	0.4-0.8
3	0.8-1.6
4	1.6-3.2
5	3.2-6.4
6	6.4-12.8
7	>12.8

3.7.11 Speech Quality Index (SQI)

SQI adalah indikator kualitas suara dalam keadaan dedicated (menelpon) dengan rentang -20 s.d 3; Semakin besar semakin baik

3.7.12 Timing Advance (TA)

TA adalah parameter yang menunjukkan seberapa jauh jarak antara sebuah MS dengan BTS. Nilai TA juga akan sebanding dengan waktu yang dibutuhkan oleh sebuah sinyal yang dipancarkan MS akan diterima oleh BTS.

3.8 TEMS⁵

TEMS merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan *drive test*. Informasi yang bisa didapatkan dengan menggunakan TEMS adalah identitas *cell*, kode identitas *base station*, *BCCH carrier ARFCN*, kode negara *mobile station*, kode jaringan, dan kode area *cell* yang melayani (*serving cell*).

TEMS juga memberikan informasi mengenai *RxLev*, *BSIC* dan *ARFCN* enam *cell* tetangga; nomor *channel*, nomor *timeslot*, tipe *channel* dan *TDMA offset*; mode *channel*, nomor *sub-channel*, indikasi *hopping channel*, *mobile allocation index offset* dan nomor *hopping sequence* pada *dedicated channel*; *RxQual*, *FER*, *DTX downlink*, *TEMS Speech Quality Index (SQI)*, *Timing Advance (TA)*, *TX power*, *radiolink timeout counter* dan parameter *C/A*.



Layer 2 messages

Layer 3 messages

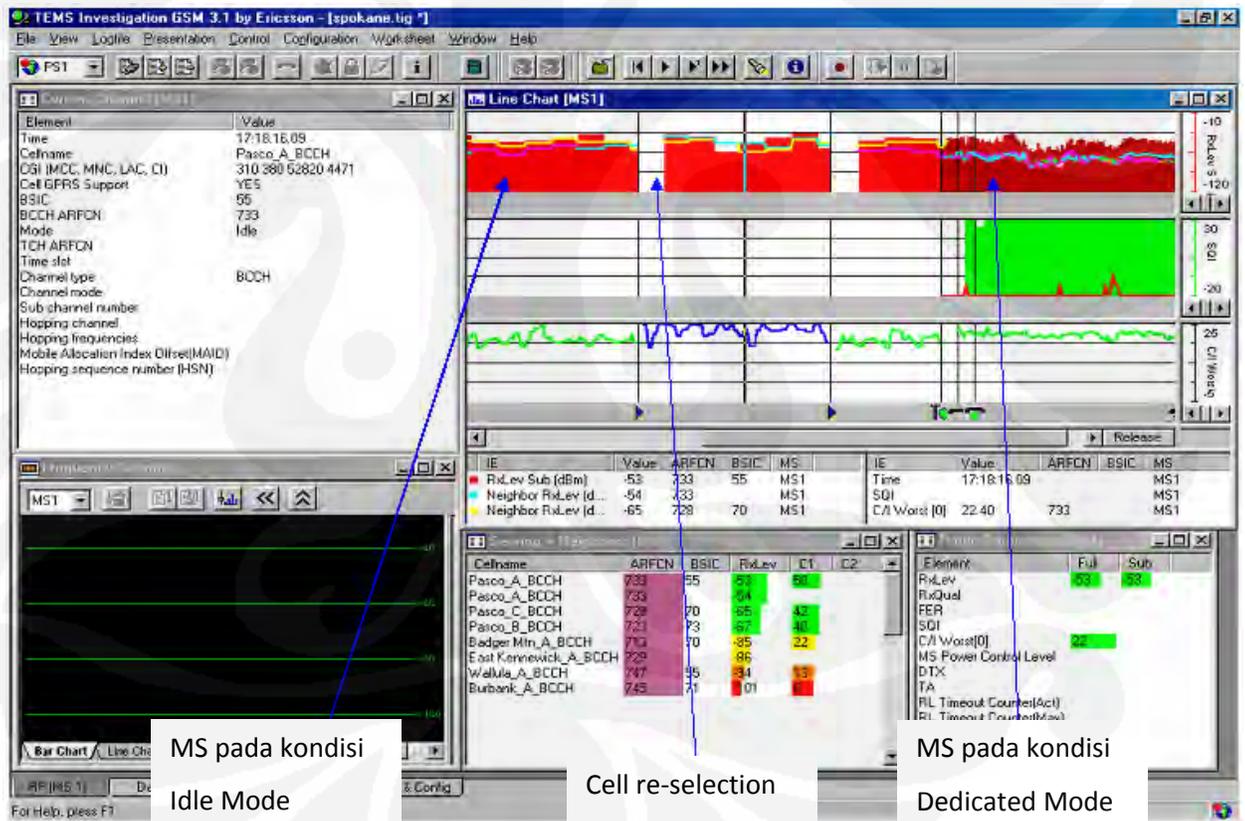
Gambar 3.7. Gambar antarmuka perangkat lunak TEMS Investigation

⁵ S.Goksel, 2003, p.33

TEMS Investigation juga dapat melakukan *scanning* frekuensi semua frekuensi *carrier*. Informasi yang ditampilkan adalah ARFCN, RxLev dan BSIC.

3.8.1 Idle Mode

Mobile station yang dinyalakan tetapi tidak memiliki alokasi *dedicated channel* disebut dengan *idle mode*. *Idle mode* ini bergantung pada parameter yang diterima oleh MS dari *base station* atau pemancar *control channel* (BCCH). Semua parameter yang mengontrol *idle mode* dikirimkan melalui *carrier* BCCH pada setiap *cell*. Agar dapat mengakses jaringan maka MS harus bisa memilih *base station* GSM tertentu serta harus dapat mendaftarkan lokasi tersebut ke jaringan sehingga jaringan bisa mengarahkan panggilan datang ke MS tersebut.



Gambar 3.8. Idle mode

3.8.2 *Location Update*

MS mendengarkan informasi dari sistem, membandingkan *Location Area Identity* (LAI) dengan yang tersimpan pada MS lalu mendeteksi apakah sudah memasuki area baru atau belum. Apabila LAI yang disiarkan berbeda dengan yang tersimpan pada MS, maka MS harus melakukan *location update*. Untuk melakukan *location update* maka MS mengirimkan *channel request message* serta alasan untuk mengakses lokasi yang baru.

Pesan yang diterima oleh BTS akan diteruskan ke BSC. BSC akan memberikan *channel signaling* (SDCCH) apabila ada yang *idle* lalu memerintahkan BTS untuk mengaktifkannya. MS lalu diperintah untuk mendengarkan SDCCH. Hasil dari proses ini adalah koneksi radio akan diberikan kepada MS.

MS mengirimkan permintaan *location update* yang mengandung identitas MS, identitas lokasi sebelumnya dan tipe *update*. Parameter otentikasi akan dikirimkan ke MS. Dalam hal ini MS sudah terdaftar pada MSC/VLR yang bersangkutan dan parameter yang digunakan disimpan dalam VLR. Apabila MS belum terdaftar pada MSC/VLR yang bersangkutan maka HLR yang tepat atau MSC/VLR yang digunakan sebelumnya harus dihubungi untuk mendapatkan data pelanggan MS dan parameter otentikasi. MS mengirimkan jawaban yang dihitung dengan menggunakan parameter otentikasi yang diterima.

Apabila otentikasi berhasil maka VLR akan di-*update*. HLR dan VLR yang sebelumnya juga di-*update* bila perlu. MS akan mendapatkan penerimaan dari *location updating*. BTS diperintah untuk melepaskan SDCCH. MS diperintah untuk melepas SDCCH dan kembali pada mode *idle*.

3.8.3 *Call setup*

Algoritma pemilihan *cell* akan memilih *cell* yang paling cocok untuk *Public Land Mobile Network* (PLMN) tersebut. Apabila tidak ada *cell* yang cocok dan semua PLMN yang tersedia telah dicoba maka MS akan mencoba untuk

menggunakan PLMN operator lain dan hanya memiliki pelayanan yang terbatas. Pada kondisi ini maka MS hanya bisa melakukan panggilan darurat. Apabila MS kehilangan area cakupan maka akan kembali pada kondisi pemilihan PLMN dan memilih PLMN lain.

Setelah *cell* telah berhasil dipilih, MS akan memulai tugas *cell reselection*. MS akan melakukan perhitungan secara berkelanjutan terhadap *cell* tetangga untuk melakukan *cell reselection* apabila diperlukan. Untuk MS *multiband, carrier non-serving* yang terkuat bisa saja berada pada *band* frekuensi yang berbeda. MS akan memonitor *carrier* BCCH tetangga untuk mengetahui apakah lebih cocok untuk menggunakan *cell* lainnya. Untuk setiap *cell* tetangga yang sudah ditetapkan dibutuhkan setidaknya lima sampel pengukuran level sinyal.

3.9 Analisa Performance Jaringan Berdasarkan Logfiles Tems

Perangkat lunak TEMS menyediakan fasilitas penyimpanan data hasil *drive test* yang disebut dengan *logfiles*. *Logfiles* ini merupakan rekaman data pada saat *drive test* yang dapat diputar kembali.

Adanya fasilitas *logfiles* ini memungkinkan pengguna untuk menganalisa permasalahan yang terjadi sesaat setelah melakukan *drive test*.

3.9.1 Permasalahan Pada Area Cakupan

Daya sinyal yang rendah merupakan salah satu permasalahan yang terbesar pada jaringan telekomunikasi nirkabel. Cakupan yang bisa ditawarkan oleh operator jaringan seluler kepada pelanggan sangat bergantung pada efisiensi perencanaan jaringan. Permasalahan ini biasanya terjadi saat membangun jaringan baru atau saat jumlah pelanggan meningkat seiring waktu sehingga menyebabkan kebutuhan area cakupan yang baru.

Daya sinyal yang rendah dapat menyebabkan kondisi yang secara langsung dapat menurunkan kualitas jaringan. Area cakupan yang buruk merupakan

permasalahan yang sulit untuk diatasi karena tidak mungkin meningkatkan area cakupan dengan mengoptimasi parameter jaringan. Perubahan pada konfigurasi perangkat keras hanya dapat sedikit meningkatkan luas cakupan.

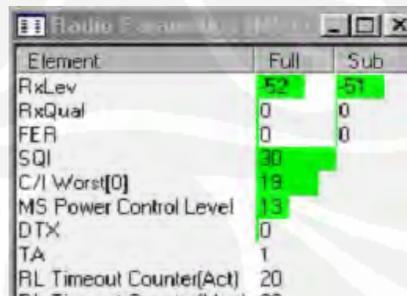
Beberapa permasalahan yang berhubungan dengan area cakupan adalah sebagai berikut.

3.9.1.1 Daya Sinyal yang Rendah

Pada daerah yang memiliki jumlah situs yang sedikit tetapi memiliki struktur daerah yang bermacam-macam seperti perbukitan atau halangan lainnya yang dapat menghentikan *line of sight* sinyal yang dipancarkan, maka akan terjadi lubang pada area cakupan atau daerah-daerah dengan kekuatan sinyal yang tidak mencukupi.

Penyebab terjadinya permasalahan ini diantaranya adalah:

1. *Shadowed antenna*
2. Arah antenna
3. Tinggi antenna / *down tilt*
4. Daya pemancar
5. *Missing neighbor*
6. Lokasi *site*
7. Kesalahan pada perangkat keras
8. *Cell* tidak berfungsi



Element	Full	Sub
RxLev	52	51
RxQual	0	0
FER	0	0
SQI	30	
C/I Worst[0]	19	
MS Power Control Level	13	
DTX	0	
TA	1	
RL Timeout Counter(Act)	20	

Gambar 3.9. Kenaikan nilai rasio interferensi terhadap carrier (C/I) yang disebabkan sinyal level yang rendah.

3.9.1.2 Tidak Adanya *Server* yang Dominan

Pada suatu titik di daerah cakupan jaringan terdapat beberapa sinyal yang melayani. Apabila pada titik tersebut sinyal yang melayani semuanya memiliki daya yang rendah, maka dapat menyebabkan ping pong *handover*.

Permasalahan ini bisa terjadi karena MS berada pada daerah perbatasan antar *cell* dimana tidak ada *server* yang dominan yang dapat mempertahankan panggilan.



Gambar 3.10. Tidak adanya *server* yang dominan yang menyebabkan terjadinya *handover* yang berulang-ulang.

3.9.1.3 Timbulnya *Neighbor* Secara Tiba-Tiba

Ada dua faktor penyebab timbulnya *neighbor* secara tiba-tiba. Faktor pertama adalah faktor bentuk permukaan bumi atau halangan. *Neighbor* akan muncul secara tiba-tiba dengan sinyal yang tinggi sehingga menyebabkan BSC memberikan keputusan *handover* yang salah. Pada kasus ini tidak akan ada *server* yang stabil,

tetapi panggilan akan dialihkan ke *neighbor* yang bersangkutan untuk waktu yang sangat singkat.

Faktor yang kedua adalah efek dari pergerakan yang sangat cepat. Saat MS bergerak sangat cepat, maka pelaku *drive test* akan mengalami banyak *handover* dan perubahan level sinyal secara tiba-tiba. Hal ini bisa terjadi saat pengguna MS berkendara dengan kecepatan tinggi di jalan tol. Waktu pelayanan (*-serving time*) cell yang bersangkutan akan sangat bergantung pada ukuran *cell* tersebut dan struktur dari jaringan.

3.9.1.4 Analisa dan Solusi Permasalahan Pada Area Cakupan

Secara umum permasalahan pada area cakupan dapat diatasi dengan dua cara yaitu dengan merubah parameter jaringan dan melakukan perubahan fisik.

Perubahan parameter yang perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan level daya sinyal rendah adalah sebagai berikut :

- a. Merubah parameter level daya *Base Station* untuk BCCH (BSPWRB)
- b. Merubah parameter level daya *Base Station* untuk TCH (BSPWRT)
- c. Menambah *neighbor relation*

Perubahan secara fisik yang perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan level daya sinyal rendah adalah sebagai berikut :

- a. Mengubah arah antenna
- b. Mengubah tinggi antenna, *tilt* dan posisi
- c. Membuat *site* baru sebagai pilihan terakhir

3.9.2 Permasalahan Kualitas

Kualitas panggilan pada jaringan telekomunikasi seluler dapat menurun karena adanya *Bit Error Rate* (BER) yang tinggi pada media transmisi. BER dan *Frame Erasure Ratio* (FER) bergantung pada sejumlah faktor seperti *fading* dan

interferensi. Perencanaan *cell* yang baik dibutuhkan untuk menghindari terjadinya interferensi *co-channel*, interferensi *adjacent-channel*, *time dispersion* dan interferensi lainnya.

3.9.2.1 Kualitas Buruk yang Disebabkan Oleh Daya Sinyal Rendah--FER Buruk

Saat daya sinyal mengalami penurunan, kualitas panggilan menjadi buruk karena akan terpengaruh oleh interferensi dan *fading*. Akibatnya adalah sinyal menjadi lebih lemah dan sulit untuk mengatasi interferensi.



The screenshot shows a window titled 'Radio Parameters' with a table of metrics. A blue arrow points to the 'FER' row. The 'RxQual' row is highlighted in red, and the 'FER' value is highlighted in yellow.

Element	Full	Sub
RxLev	98	99
RxQual	1	1
FER	1	50
SQI	0	0
C/I Worst[0]	3	3
MS Power Control Level	0	0
DTX	0	0
TA	0	0
RL Timeout Counter(Act)	18	18

Gambar 3.11. RXQuality yang buruk dan FER yang tinggi.

3.9.2.2 Kualitas Buruk yang Disebabkan Oleh Daya Sinyal Rendah--FER Baik

Perbedaan kasus ini dengan yang sebelumnya terdapat pada nilai FER. Pada kasus ini kekuatan sinyal buruk tetapi FER memiliki nilai yang baik. Hal ini berarti tidak ada interferensi yang signifikan pada area tersebut. Area ini biasanya merupakan area yang datar tanpa ada halangan sehingga menyebabkan pantulan .

Untuk mencegah terjadinya interferensi *co-channel* pada area ini maka tingkat kepekatan *site* ini harus dikurangi.

Element	Full	Sub
RxLev	-95	-95
RxQual	5	5
FER	0	0
SQI	14	
C/I Worst[0]	12	
MS Power Control Level	0	
DTX	0	
TA	3	
RL Timeout Counter(Act)	20	

Gambar 3.12. Rxquality buruk, tetapi FER baik

3.9.2.3 Interferensi

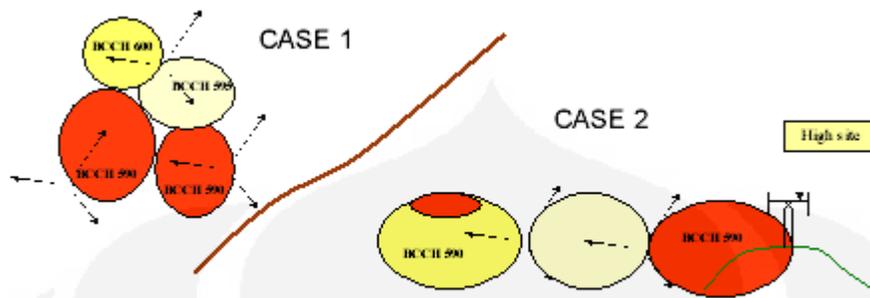
Langkah yang perlu diambil untuk menganalisa permasalahan interferensi pada jaringan telekomunikasi selular adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan *logfile* dan peta:
- Mencari *channel* yang terkena interferensi. HOP atau non-HOP
- Lakukan pengecekan informasi cell yang bersangkutan pada TEMS , *channel hopping* dan *frequency hopping*
- Menganalisa dari mana interferensi itu berasal
- Mempelajari peta dan *logfile*, cari interferensi *co-channel* atau interferensi *adjacent channel*
- Menganalisa apakah interferensinya menyebabkan penurunan SQI?

Tipe Interferensi

Ada dua tipe interferensi yang sering ditemukan pada jaringan telekomunikasi selular.

- Interferensi *co-channel* : interferensi antar cell yang menggunakan kanal/frekuensi yang sama
- Interferensi *adjacent* : interferensi yang terjadi antar kanal yang berdekatan



Gambar 3.13. Interferensi co-channel dan interferensi adjacent

Penyebab interferensi

- Perencanaan frekuensi yang buruk
- Tidak ada cell yang dominan sehingga menyebabkan C/I yang rendah. C/I yang rendah dapat menyebabkan meningkatnya nilai RxQual
- Tidak adanya *frequency hopping*
- Adanya pengaruh dari luar

Solusi

Untuk mengatasi interferensi dapat dilakukan dengan cara :

- Nyalakan *frequency hopping* atau tambahkan frekuensi pada *group hopping*
- Nyalakan *BTS power control*, *MS power control*
- Mengubah frekuensi yang menginterferensi atau *cell* yang menginterferensi
- Down tilt* atau mengubah arah antenna yang menginterferensi

3.9.3 Handover yang Berulang (Ping Pong)

Ping-pong *handover* adalah kondisi dimana MS mengalami *handover* yang berulang dalam waktu yang sangat singkat. Beberapa penyebab terjadinya ping pong *handover* adalah sebagai berikut.

1. *Handover* hanya berlangsung 1 arah, misalnya A-B dalam relasi inter-BSC



Gambar 3.14. $A \rightarrow B$ offset = -5dB tidak ada offset $B \rightarrow A$

2. Tidak ada *server* yang dominan
3. Pengaturan *hysteresis* yang terlalu kecil

Solusi

Untuk mengatasi ping-pong *handover* langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Arah antenna
2. *Tilting antenna*
3. Merencanakan *site* baru
4. Merubah parameter lokasi misalnya KHYST atau LHYST



Gambar 3.15 Ilustrasi parameter *hysteresis* yang terlalu kecil

3.9.4 *Call Setup Failure*

Call setup failure adalah kondisi dimana MS gagal melakukan panggilan. Penyebab terjadinya *call setup failure* adalah sebagai berikut :

- a. Level sinyal yang rendah
- b. Interferensi
- c. *Congestion* yang tinggi pada SDCCH
- d. *Congestion* yang tinggi pada TCH
- e. Kesalahan transmisi
- f. Kesalahan pada TRU / perangkat keras
- g. *Central processor overload*
- h. *ongestion* pada *file* perangkat lunak

Solusi

Call setup failure dapat diatasi dengan cara sebagai berikut :

- a. yang disebabkan oleh level sinyal yang rendah → analisa level sinyal *Call setup failure*
- b. Interferensi → analisa interferensi
- c. *Congestion* yang tinggi pada SDCCH:
 - Tambahkan SDCCH
 - Aktifkan konfigurasi adaptif pada fitur *logical channel* dan *immediate assignment* pada TCH
- d. *Congestion* yang tinggi pada TCH:
 - Tambahkan kapasitas/mengarahkan cakupan area
 - Mengaktifkan *assignment* pada *cell* terburuk

3.9.5 *Dropped call*

Dropped call adalah pemutusan hubungan saat pelanggan sedang melakukan panggilan. Penyebab terjadinya *drop call* diantaranya adalah sebagai berikut :

- *Timing Advance* (TA) yang berlebih. TA adalah jarak waktu yang dibutuhkan MS untuk mencapai *base station*.
- Daya sinyal yang rendah
- Kualitas sinyal yang buruk

Analisa

Untuk mendapatkan solusi permasalahan *drop call* maka perlu dilakukan tahapan sebagai berikut:

- a. Dari *plot*, tentukan dimana terjadinya *dropped call*
- b. Pada *log file*, pilih event *drop call*
- c. Lakukan pengecekan terhadap *radio environment* sesaat sebelum terjadinya *drop call*:
 - Apabila RxQual tinggi untuk waktu yang lama → terjadi interferensi
 - Apabila TA > 63 → terlalu jauh dari cell
 - Apabila downlink dari radio baik, maka lakukan pengecekan terhadap daya Tx. Apabila daya penuh → *uplink interference* dari antenna.

BAB 4

PENGUKURAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan

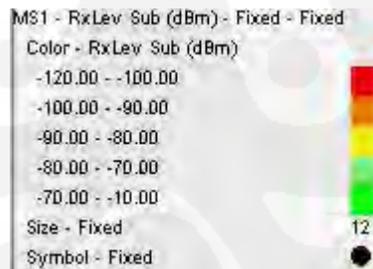
4.1.1 Spesifikasi Perangkat

Pada proses pengambilan data saat melakukan *drive test*, penulis menggunakan perlengkapan dengan spesifikasi sebagai berikut:

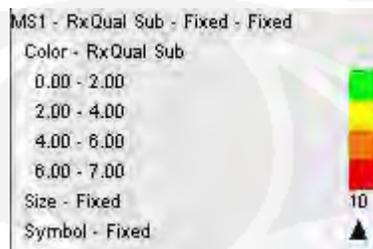
Perangkat lunak : TEMS Investigation 8.0.4 Data Collection
Sistem operasi : Microsoft Windows XP Service Pack 3
Handset : Sony Ericsson K790
GPS : Garmin

4.1.2 Legenda

Klasifikasi warna untuk pembacaan nilai RxLevel dan RxQual pada data hasil *drive test* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Legenda parameter RxLevel



Gambar 4.2 Legenda parameter RxQual

4.2 Data Sebelum Optimasi

Optimasi jaringan dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Natrindo Telepon Seluler (Axis) Bandung. Data yang didapatkan berupa data *cell* dengan rasio drop call terburuk.

Tabel 4.1. Data cell terburuk berdasarkan rasio drop call

Worst Cell - CDR						
NO	BSC	CellName	CDR (%)	HOSR (%)	Call Drop Count	HO Fail Count
1	BSCBD02	BD066GA	10.69	95.32	904	547
2	BSCBD02	BD066GB	9.67	93.62	726	692
3	BSCBD02	BD012GC	3.75	99.52	620	94
4	BSCBD02	BD042GB	2.86	98.45	609	137

Sumber : PT.Natrindo Telepon Seluler Bandung

4.3 Optimasi Cell BD042GB

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa site BD042G dengan coverage area antenna B mempunyai tingkat call drop rate sebesar 2,86 % atau 609 kali dari semua panggilan.

Sebelum melakukan optimasi maka dilakukan *drive test* pada area yang bersangkutan untuk mengetahui kondisi di lapangan. Plot yang didapat dari hasil *drive test* pada daerah sekitar *cell* BD042G adalah sebagai berikut.



Gambar 4.3. Hasil drive test cell BD042GB sebelum optimasi

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa terdapat kondisi RxLevel dan RxQual yang buruk pada dua daerah yang dilingkari (daerah a dan b).

Daerah a



Gambar 4.4. Gambar kondisi awal pada daerah a

Permasalahan yang terjadi pada daerah a disebabkan karena tertutupnya antenna oleh perbukitan sehingga daya yang sampai pada MS memiliki level yang rendah. Nilai RxLevel pada daerah a berkisar antara 86 dBm – 101 dBm.

Seperti terlihat pada gambar 4.3, tidak ada indikasi interferensi pada daerah ini dan sinyal dari antenna BD042GB merupakan server yang dominan.



The image shows two windows from a GSM network analysis tool. The left window, titled 'GSM Serving', displays a list of cells with their parameters. The right window, titled 'SW Data', shows detailed signal quality and performance metrics.

Cellname	BSIC	ARFCN	RxLev
BD042GB	5-5	620	-82
		615	-97
		624	-97
		612	-98
		619	-98
		621	-99
BD042GC	5-5	629	-100
		631	-100
		626	-04
		651	-04
		628	-06
		627	-109
CH005GC	5-3		

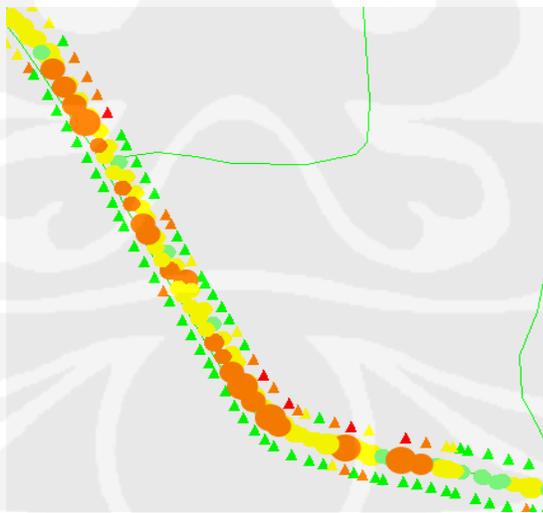
Element	Full	Sub
RxLev	-80	-82
RxQual	0,14	0,14
FER	0	0
BER Actual	0,00	
FER Actual	0	
SQI	27	
C/I Worst/Best[0]	23,10	23,10
MS Power Control Level	0	
DTX	0	
TA	1	
RL Timeout Counter(Cur)	16	
RL Timeout Counter(Max)	16	
MS behavior modified		

Gambar 4.5 Level sinyal pada daerah a

Solusi yang paling baik untuk mengatasi permasalahan ini hanyalah dengan membangun *cell* baru yang dapat meng-cover daerah ini.

Daerah b

Plot *drive test* pada daerah b sebelum dilakukan optimasi secara lebih detail dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Kondisi awal pada daerah B.

Dari gambar 4.6 dapat diketahui bahwa kondisi RxQual pada daerah ini sangat buruk. Hal ini disebabkan oleh adanya interferensi dari BTS lain yang mengalami overshoot dan pengarahannya yang kurang baik.

Cellname	BSIC	ARFCN	RxLev
BD042GB	5-5	642	-98
		624	-78
		631	-80
		619	-88
		626	-88
		617	-90
		615	-91
CH009GC	5-7	621	-92
		627	-94
		628	-94
		612	-95
		618	-96
BD042GA	5-5	612	-95
		618	-96

Element	Full	Sub
RxLev	-94	-98
RxQual	305	1810
FER	2	100
BER Actual	130	
FER Actual	2	
SQI	15	
C/I Worst/Best[0]	13.90	13.90
MS Power Control Level	5	
DTX	0	
TA	2	
RL Timeout Counter(Cur)	14	
RL Timeout Counter(Max)	16	
MS behavior modified		

Gambar 4.7. Kondisi sinyal pada daerah b yang mengalami interferensi.

Nilai FER pada daerah ini mencapai 100 yang mengindikasikan adanya interferensi. Interferensi yang terjadi disebabkan oleh adanya sinyal overshoot dari BTS dengan ARFCN 624. BTS dengan ARFCN 624 ini tidak ada dalam neighbor list cell BD042GB sehingga MS tidak akan mengalami handover.

Proses Optimasi

Langkah pertama dalam proses optimasi ini adalah mengumpulkan data antenna yang meng-cover daerah b.

Tabel 4.2 Konfigurasi antenna yang mengcover daerah b sebelum optimasi.

No	Site Name	Sector	Azimuth	Tilt	
				Mechanical	Electrical
1	CH011	C	240	4	0
2	BD042	B	160	0	0
3	CH009	C	330	4	5

Data antenna CH011GC sebelum optimasi:

- Altitude : 877 m
- Tinggi antenna : 40 m ($Hb = 917$ m)
- Jarak antenna ke blindspot = 6.37 Km
- Altitude Blindspot : 720 m (Hr)
- Mechanical Tilt : 4° , Electrical Tilt = 0 ($A=4$)
- Vertical Beamwidth : 6.8°

Jangkauan antenna CH011GC (sebelum optimasi)

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(917 - 720) / \tan 4}{1000} \right) \\ &= 2.817 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{197}{\tan 7.4} \right) \\ &= 1516.8 \text{ m} \\ &= 1.5168 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan\left(A - \frac{BW}{2}\right)} \\
 &= \left(\frac{197}{\tan 0.6}\right) \\
 &= 18811.426 \text{ m} \\
 &= 18.811426 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa cakupan sinyal antenna CH011GC yang terluar adalah sebesar 18.811 Km, sedangkan jarak dari antenna ini ke blindspot hanyalah 6.37 Km. Hal ini menyebabkan terjadinya interferensi pada area blindspot 2.

Untuk menghilangkan interferensi dari antenna CH011GC (BTS dengan ARFCN 624) maka coverage area antenna tersebut harus diperkecil.

Jarak jangkauan antenna CH011GC diperkecil sesuai dengan jarak ke BTS tetangga terdekat, yaitu sebesar 2,23 Km.

Rekomendasi optimasi antenna CH011GC adalah sebagai berikut:

Outer radius coverage :

$$\begin{aligned}
 \text{Tilt} &= \tan^{-1}\left(\frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak}(m)}\right) + \frac{BW}{2} \\
 &= \tan^{-1}\left(\frac{197}{2230}\right) + 3.4 \\
 &= 8.44 \approx 8
 \end{aligned}$$

Electrical tilt CH011C diperbesar menjadi 4 untuk mencapai nilai tilt yang direkomendasikan agar intensitas radiasi sinyal antenna tersebut berkurang.

Langkah selanjutnya adalah menentukan coverage area dari BD042B dan CH009C agar didapatkan server yang dominan pada area b.

Perhitungan tilt antenna BD042GB dan CH009GC untuk menghasilkan konfigurasi yang optimal adalah sebagai berikut.

Data antenna BD042GB sebelum optimasi:

- Altitude : 726 m
- Tinggi antenna : 40 m ($Hb = 766$ m)
- Jarak antenna ke blindspot = 1.609 Km
- Altitude Blindspot : 720 m (Hr)
- Mechanical Tilt : 0° (A)
- Vertical Beamwidth : 6.8°

Jangkauan antenna BD042GB (sebelum optimasi)

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(766 - 720) / \tan 0}{1000} \right) \\ &= \infty \text{ Km (over horizon)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{46}{\tan 3.4} \right) = 774.27 \text{ m}\end{aligned}$$

Rekomendasi optimasi antenna BD04GB

$$\begin{aligned}\text{Tilt} &= \tan^{-1}\left(\frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak}(m)}\right) \\ &= \tan^{-1}\left(\frac{(766 - 720)}{1609}\right) \\ &= 1.63^\circ \approx 2\end{aligned}$$

Jarak main beam untuk mechanical tilt 2 dan electrical tilt 2

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000}\right) \\ &= \left(\frac{(46) / \tan 4}{1000}\right) \\ &= 0.657 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan\left(A + \frac{BW}{2}\right)} \\ &= \left(\frac{46}{\tan 7.4}\right) = 354.2 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan\left(A - \frac{BW}{2}\right)} \\ &= \left(\frac{46}{\tan 0.6}\right) = 4392.515 \text{ m}\end{aligned}$$

Data antenna CH009GC sebelum optimasi:

- Altitude : 761 m
- Tinggi antenna : 40 m ($Hb = 801$ m)
- Altitude Blindspot : 720 m (Hr)
- Jarak antenna ke blindspot : 1.1 Km
- Mechanical Tilt : 4° , Electrical Tilt : 5 ($A = 9$)
- Beamwidth : 6.8°

Jangkauan antenna CH009GC (sebelum optimasi)

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(81) / \tan 9}{1000} \right) \\ &= 0.511 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{81}{\tan 13.4} \right) = 368.41 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A - \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{81}{\tan 5.6} \right) = 826.101 \text{ m}\end{aligned}$$

Rekomendasi optimasi antenna CH009GC

$$\begin{aligned}\text{Tilt} &= \tan^{-1}\left(\frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak}(m)}\right) \\ &= \tan^{-1}\left(\frac{(801 - 720)}{1100}\right) \\ &= 7.61 \approx 8\end{aligned}$$

Nilai tilt terbesar agar daerah blindspot tercakup oleh antenna CH009GC adalah 8. Apabila nilai tilt lebih besar dari 8 maka antenna ini tidak dapat menjangkau daerah yang dituju.

Nilai tilt yang digunakan untuk mengoptimasi daerah ini adalah mechanical tilt 3 dan electrical tilt 2.

Jangkauan antenna CH009GC (setelah optimasi)

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000}\right) \\ &= \left(\frac{(81) / \tan 5}{1000}\right) \\ &= 0.925 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan\left(A + \frac{BW}{2}\right)} \\ &= \left(\frac{81}{\tan 8.4}\right) \\ &= 548.53 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Outer radius coverage} = \frac{(Hb - Hr)}{\tan\left(A - \frac{BW}{2}\right)}$$

$$= \left(\frac{81}{\tan 1.4}\right) = 2899.84 \text{ m}$$

Konfigurasi antenna setelah melakukan optimasi pada area b adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Konfigurasi antenna yang meng-cover daerah b setelah optimasi

No	Site Name	Sector	Azimuth	Tilt	
				Mechanical	Electrical
1	CH011	C	240	4	4
2	BD042	B	160	2	2
3	CH009	C	270	3	2

Setelah melakukan perubahan azimuth dan tilt pada antenna maka dilakukan *drive test* kembali untuk mengetahui apakah kondisi pada daerah yang bersangkutan sudah lebih baik.



Gambar 4.8 Hasil drive test cell BD042GB setelah optimasi

Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa kondisi area b secara umum sudah lebih baik dibandingkan sebelumnya. Nilai RxLevel setelah optimasi berkisar antara 69 – 91 dBm, sedangkan nilai RxQual berkisar antara 0.14 – 9.05.

Perbandingan nilai RxLevel dan RxQual sebelum dan sesudah proses optimasi pada daerah a dan b adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Perbandingan RxLevel sebelum dan sesudah optimasi

	Sebelum		Sesudah	
	Quantity	Percentage	Quantity	Percentage
Range (dBm)	RxLevel			
$-110 \leq x < -100$	5	0.2	4	0.1
$-100 \leq x < -90$	420	12.6	282	8.5
$-90 \leq x < -80$	1892	56.9	2019	60.9
$-80 \leq x < -70$	806	24.2	781	23.5
$-70 \leq x < -60$	139	4.2	155	4.6
$-60 \leq x$	62	1.8	70	2.1
Range	RxQual			
$0 \leq x < 1$	2988	90.1	3085	93.2
$1 \leq x < 2$	52	1.6	168	5.1
$2 \leq x < 3$	58	1.7	43	1.3
$3 \leq x < 4$	77	2.3	14	0.4
$4 \leq x < 7$	141	4.3	0	0

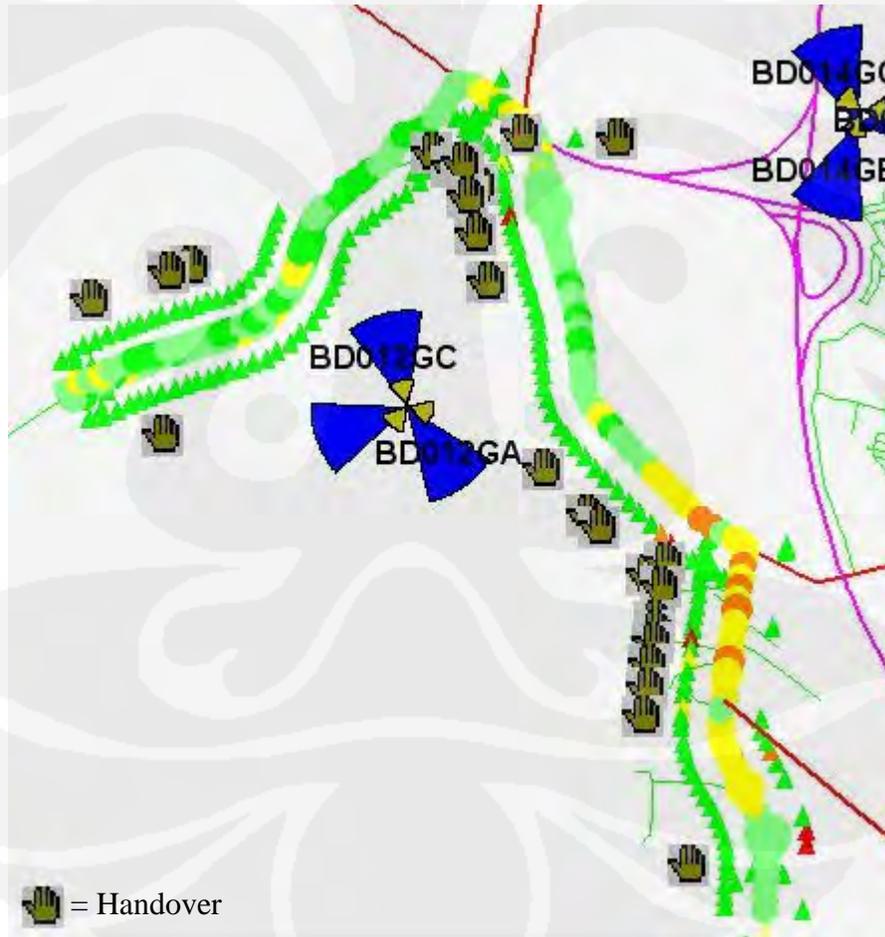
4.4 Optimasi Cell BD012GC

Cell BD012GC memiliki rasio drop call sebesar 3.75% atau sebanyak 620 kali dari total jumlah panggilan. Data posisi dan tilting antenna untuk site BD012G sebelum melakukan *drive test* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Data antenna site BD012G sebelum optimasi.

No	Site Name	Sector	Azimuth	Tilt	
				Mechanical	Electrical
2	BD012G	A	120	4	2
		B	240	0	4
		C	330	2	0

Plot hasil *drive test* pada area ini sebelum optimasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.9 Data hasil drive test cell BD012G sebelum optimasi

Seperti yang terlihat pada gambar, permasalahan utama pada daerah ini adalah terjadinya ping-pong handover. Ping-pong handover adalah kondisi dimana handover terjadi secara berulang antara beberapa BTS tetangga. Terjadinya ping-pong handover pada area ini disebabkan oleh tidak adanya server yang dominan dan kurang tepatnya pengaturan margin handover.

Indikasi kurangnya server yang dominan dapat dilihat dari level kekuatan sinyal (RxLevel) pada area ini. Sinyal dari BTS yang melayani area ini memiliki kekuatan sinyal yang tidak terlalu jauh berbeda.



The image shows two windows from a GSM analysis tool. The left window, titled 'GSM Scanning', displays a list of cells with their respective parameters. The right window, titled 'GSM Radio Par...', shows various radio performance metrics.

Cellname	BSIC	ARFCN	RxLev
BD047GB	7-3	654	-75
BD012GA	7-6	614	-75
BD014GB	7-5	625	-77
BD012GC	7-6	619	-79
BD014GC	7-5	628	-84
BD047GA	7-3	616	-85
		613	-88
BD013GC	5-2	631	-90
		618	-92
		617	-95

Element	Full	Sub
RxQual	0.14	0.14
FER	0	0
BER Actual	0.00	
FER Actual	0	
SQI	26	
C/I Worst/Best[0]	24.30	24.30
MS Power Control Level	0	
DTX	0	
TA	4	
RL Timeout Counter(Cur)	32	

Gambar 4.10 Nilai RxLevel yang berdekatan menyebabkan tidak adanya server yang dominan.

Proses Optimasi

Penanganan ping-pong handover dapat dilakukan dengan cara mengubah margin handover dan dengan membuat server dominan untuk area yang bersangkutan. Margin handover hanya dapat dilakukan oleh operator, oleh karena itu tindakan yang bisa dilakukan adalah membuat server yang dominan pada daerah tersebut.

Pengadaan server yang dominan dapat dilakukan dengan cara mengubah azimuth dan tilting pada antenna.

Data antenna BD012GA sebelum optimasi:

- Altitude : 699 m
- Tinggi antenna : 40 m ($Hb = 739$ m)
- Altitude daerah yang bermasalah : 693 m (Hr)
- Jarak antenna ke daerah yang bermasalah : 0.6 Km
- Mechanical Tilt : 4° , Electrical Tilt : 2 ($A = 6$)
- Vertical Beamwidth : 6.8°
- Beamwidth : 65°

Jangkauan antenna BD012GA (sebelum optimasi)

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(46) / \tan 6}{1000} \right) \\ &= 0.44 \text{ Km}\end{aligned}$$

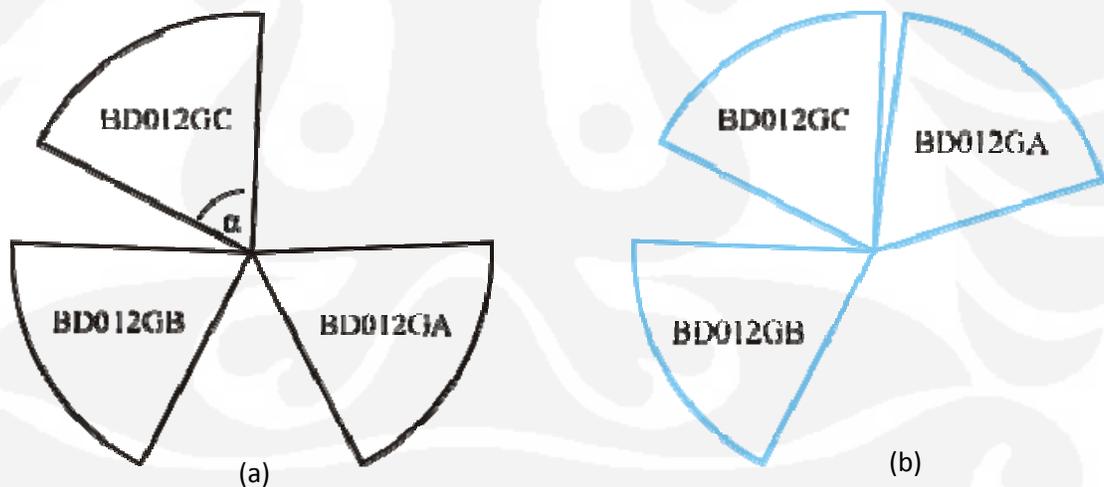
$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{46}{\tan 9.4} \right) = 277.86 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Outer radius coverage} &= \frac{(H_b - H_r)}{\tan\left(A - \frac{BW}{2}\right)} \\ &= \left(\frac{46}{\tan 2.6}\right) = 1013 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa antenna BDD012GA tidak memerlukan pengaturan tilt karena dapat menjangkau daerah yang bermasalah.

Permasalahan yang terjadi pada daerah ini disebabkan karena antenna BD012GC tidak dapat menjangkau daerah yang bermasalah. Seperti terlihat pada gambar 4.9, sudut yang terbentuk antara BD012GA dan BD012GC terlalu besar sehingga memungkinkan terjadinya handover failure yang dapat menyebabkan drop call.

Untuk mengatasi hal ini maka tindakan yang perlu dilakukan adalah mengubah azimuth antenna BD012GA.



Beamwidth (α) : 65°

Gambar 4.11 Gambar arah antenna BD012G sebelum (a) dan sesudah (b) proses optimasi

Setelah melakukan perubahan azimuth pada antenna BD012GA maka dilakukan perhitungan jangkauan antenna BD012GC.

Data antenna BD012GC sebelum optimasi:

- Altitude : 699 m
- Tinggi antenna : 40 m ($Hb = 739$ m)
- Altitude daerah yang bermasalah : 694 m (Hr)
- Jarak antenna ke daerah yang bermasalah : 0.95 Km
- Mechanical Tilt : 2° , Electrical Tilt : 0 ($A = 2$)
- Vertical Beamwidth : 6.8°

Jangkauan antenna BD012GC (sebelum optimasi) :

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(45) / \tan 2}{1000} \right) \\ &= 1.28 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{45}{\tan 5.4} \right) = 476.05 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Outer radius coverage} = \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A - \frac{BW}{2} \right)}$$

$$= \left(\frac{45}{\tan(-1.4)} \right) = \infty \text{ m (over horizon)}$$

Rekomendasi optimasi antenna BD012GC (untuk jarak jangkauan 1.5 Km)

$$\begin{aligned} \text{Tilt} &= \tan^{-1} \left(\frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak}(m)} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{(739 - 694)}{1500} \right) \\ &= 5.12 \approx 5 \end{aligned}$$

Jangkauan antenna BD012GC (setelah optimasi) :

$$\begin{aligned} \text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(45) / \tan 5}{1000} \right) \\ &= 0.51 \text{ Km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{45}{\tan 8.4} \right) = 304.73 \text{ m} \end{aligned}$$

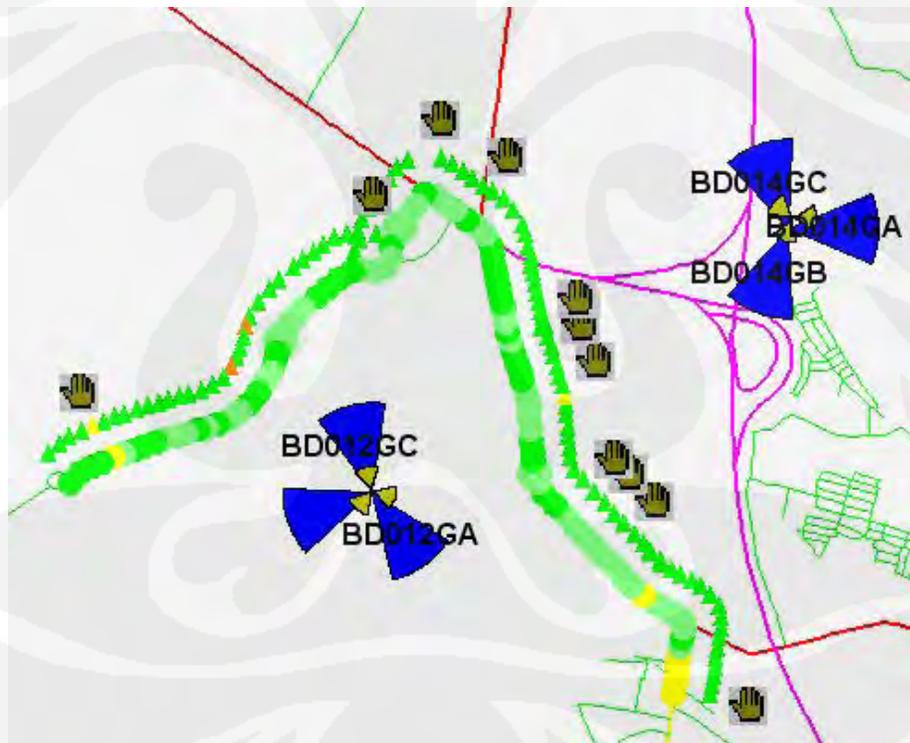
$$\begin{aligned} \text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A - \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{45}{\tan 1.6} \right) = 1611.02 \text{ m} \end{aligned}$$

Data perubahan pada antenna setelah melakukan optimasi adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6 Data Azimuth dan tilting antenna site BD012 setelah optimasi

No	Site Name	Sector		Tilt	
				Mechanical	Electrical
1	BD012	A	40	4	2
		B	240	0	4
		C	330	2	3

Setelah melakukan perubahan azimuth dan tilt pada antenna maka dilakukan *drive test* ulang untuk melihat kondisi area ini.



Gambar 4.12 Plot hasil drive test setelah proses optimasi

Seperti yang terlihat pada gambar, kondisi jaringan pada daerah ini sudah membaik. Pengadaan server yang dominan menyebabkan turunya frekuensi yang terjadi pada area ini.

Cellname	BSIC	ARFCN	RxLev
BD012GA	7-6	614	-68
BD047GB	7-3	623	-78
BD012GC	7-6	619	-79
BD014GB	7-5	625	-81
BD006GB	7-4	615	-85
BD005GC	5-0	620	-85
BD014GC	7-5	628	-87
BD047GA	7-3	616	-89
BD013GC	5-2	631	-94
		624	-95

Element	Full	Sub
RxQual	0.14	0.14
FER	0	0
BER Actual	0.00	
FER Actual	0	
SQR	27	
C/I Worst/Best[0]	23.00	23.00
MS Power Control Level	2	
DTX	0	
TA	0	
RL Timeout Counter(Cur)	16	

Gambar 4.13 Data RxLevel setelah proses optimasi

Dari gambar dapat diketahui bahwa nilai RxLevel antar BTS yang melayani dan BTS tetangga sudah tidak terlalu dekat. Hal ini akan mencegah terjadinya ping-pong handover. Walaupun demikian masih terdapat handover yang tidak diperlukan. Untuk mengatasi handover yang tidak diperlukan ini maka margin handover harus diatur kembali. Perubahan margin handover hanya dapat dilakukan oleh bagian Network Optimization Centre operator jaringan yang bersangkutan sehingga penulis tidak akan membahasnya lebih lanjut.

Tabel 4.7 Statistik jaringan sebelum dan sesudah optimasi

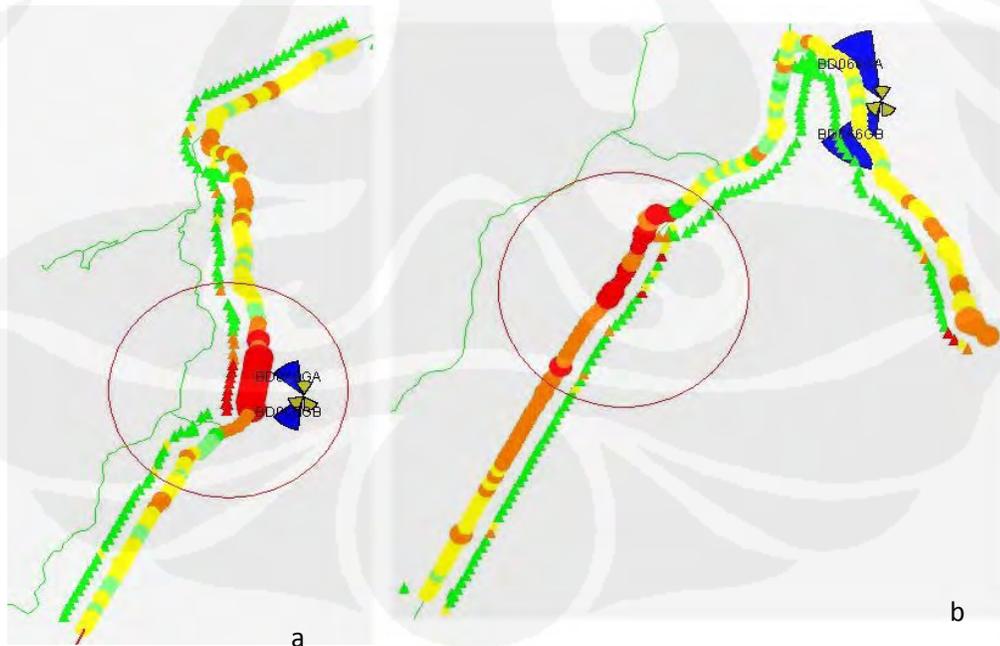
	Sebelum		Sesudah	
	Quantity	Percentage	Quantity	Percentage
Handover	37		19	
Range (dBm)	RxLevel			
$-109 \leq x < -98$	3	0.1	0	0

$-98 \leq x < -87$	276	12.5	17	1
$-87 \leq x < -76$	1059	48	481	28.3
$-76 \leq x < -65$	713	32.3	872	51.2
$-65 \leq x < -54$	142	6.4	303	17.8
$-54 \leq x$	15	0.7	29	1.7
Range	RxQual			
$0 \leq x < 1$	2009	93.9	1640	96.8
$1 \leq x < 2$	22	1	3	0.2
$2 \leq x < 3$	20	0.9	10	0.6
$3 \leq x < 4$	29	1.4	14	0.8
$4 \leq x < 7$	60	2.8	28	1.6

4.5 Optimasi Cell BD066GA dan BD066GB

Cell BD066G memiliki dua buah antenna (A dan B) yang sama-sama memiliki rasio drop call yang cukup tinggi. BD066GA memiliki rasio drop call sebesar 10.96 % atau sebanyak 904 kali, sedangkan BD066GB memiliki rasio drop call sebesar 9.67 % atau sebanyak 726 kali dari total panggilan.

Plot hasil *drive test* sebelum optimasi pada area ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.14 Data hasil drive test site BD066G sebelum proses optimasi

Pada gambar 4.14 a terlihat bahwa level sinyal sangat buruk walaupun lokasi sangat dekat dengan BTS. Hal ini disebabkan BTS yang letaknya dekat tidak melayani MS.



Gambar 4.15 Serving BTS yang terlalu jauh.

Pada gambar 4.15 dapat dilihat bahwa BTS yang melayani area tersebut merupakan BTS yang letaknya jauh. Hal ini juga dapat dilihat dari parameter TA (Timing Advance) yang mencapai nilai 12. MS memilih menggunakan sinyal dari BD073GA karena memiliki nilai RxLevel yang lebih bagus daripada antenna BD066GA maupun BD066GB. Hal ini disebabkan oleh terhalangnya antenna BD066GA dan BD066GB oleh perbukitan.

Proses optimasi

Langkah optimasi yang terbaik pada daerah ini adalah dengan cara merelokasi site BD066G atau memasang repeater. Kedua proses optimasi tersebut tidak dapat dilakukan dalam kurun waktu yang sebentar. Oleh karena itu tindakan sementara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja daerah tersebut adalah mengurangi coverage area BTS BD073GA.

Data antenna BD073GA sebelum optimasi:

- Altitude : 905 m
- Tinggi antenna : 40 m ($Hb = 945$ m)
- Altitude daerah yang bermasalah : 905 m (Hr)
- Jarak antenna ke daerah yang bermasalah : 6.82 Km
- Mechanical Tilt : 2° , Electrical Tilt : 1 ($A = 3$)
- Vertical Beamwidth : 6.8°

Jangkauan antenna BD012GC (sebelum optimasi) :

$$\begin{aligned}\text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(40) / \tan 3}{1000} \right) \\ &= 0.76 \text{ Km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{40}{\tan 6.4} \right) = 356.6 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A - \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{40}{\tan(-0.4)} \right) = \infty \text{ m (over horizon)}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa outer radius coverage dari antenna BD073GA dapat menjangkau daerah yang bermasalah. Hal ini menyebabkan terganggunya sinyal dari BTS BD066G.

Untuk mengatasi masalah ini maka coverage antenna BD073GA diperkecil menjadi 4 Km yang merupakan garis tengah antara antenna BD066G dan BD073G.

Rekomendasi optimasi antenna BD073GC (untuk jarak jangkauan 4 Km)

$$\begin{aligned} \text{Tilt} &= \tan^{-1} \left(\frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak}(m)} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{(945 - 905)}{4000} \right) \\ &= 3.9 \approx 4 \end{aligned}$$

Jangkauan antenna BD012GC (setelah optimasi) :

$$\begin{aligned} \text{Jarak main beam} &= \left(\frac{(Hb - Hr) / \tan A}{1000} \right) \\ &= \left(\frac{(40) / \tan 4}{1000} \right) \\ &= 0.57 \text{ Km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb - Hr)}{\tan \left(A + \frac{BW}{2} \right)} \\ &= \left(\frac{40}{\tan 7.4} \right) = 307.98 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Outer radius coverage} = \frac{(H_b - H_r)}{\tan\left(A - \frac{BW}{2}\right)}$$

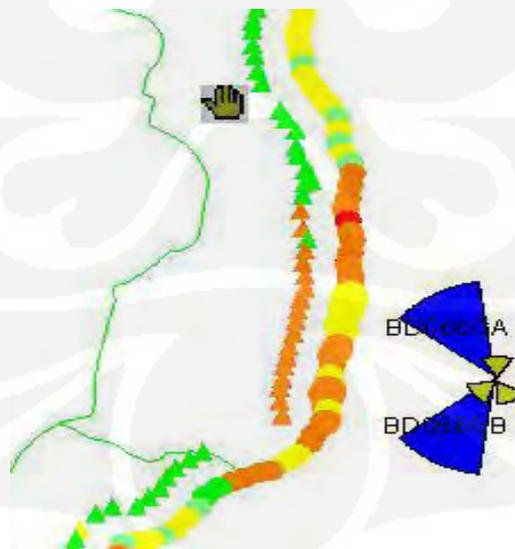
$$= \left(\frac{40}{\tan 0.6}\right) = 3819.58 \text{ m}$$

Konfigurasi antenna BD073GA sebelum dan sesudah proses optimasi adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Data antenna sebelum dan sesudah proses optimasi

	Site Name	Sector		Tilt	
				Mechanical	Electrical
Sebelum	BD073G	A	40	2	1
Sesudah		A	40	2	2

Untuk mengurangi efek coverage dari antenna BD073GA maka electrical tilt diubah menjadi 2. Setelah melakukan perubahan tilt pada antenna dilakukan *drive test* ulang untuk mengetahui kondisi sinyal setelah proses optimasi.



Gambar 4.16 Plot drive test setelah melakukan optimasi.

Permasalahan yang terjadi pada daerah ini sebetulnya disebabkan oleh coverage antenna BD073GA yang terlalu besar, sehingga setelah melakukan proses optimasi, permasalahan pada kasus gambar 4.b juga ikut teratasi.

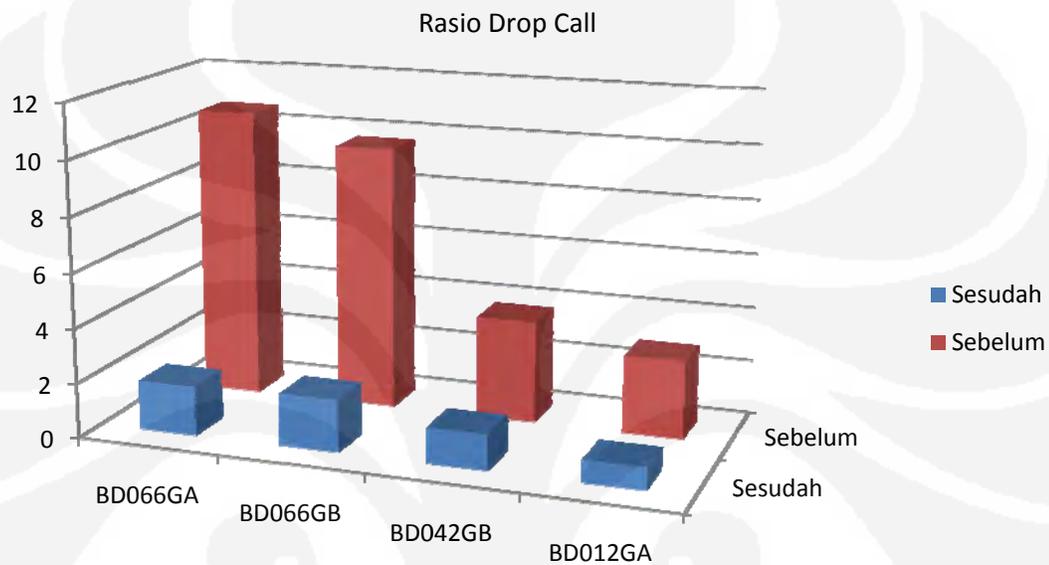
Statistik performansi jaringan pada lokasi ini sebelum dan sesudah proses optimasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Data statistik setelah proses optimasi.

	Sebelum		Sesudah	
	Quantity	Percentage	Quantity	Percentage
Range (dBm)	RxLevel			
$-120 \leq x < -110$	33	2.8	0	0
$-110 \leq x < -100$	71	6	11	1.1
$-100 \leq x < -90$	270	22.6	250	26
$-90 \leq x < -80$	627	52.6	401	41.8
$-80 \leq x < -70$	178	14.9	233	24.3
$-70 \leq x$	14	1.2	65	6.8
Range	RxQual			
$0 \leq x < 1$	926	85.5	955	94
$1 \leq x < 2$	29	2.7	42	4.1
$2 \leq x < 3$	34	3.1	12	1.2
$3 \leq x < 4$	25	2.3	7	0.7
$4 \leq x < 7$	69	6.4	0	0

4.6 Statistik Setelah Proses Optimasi

Perbandingan antara data awal dan setelah proses optimasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.17 Grafik statistik rasio drop call sebelum dan sesudah proses optimasi

Dari gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa secara keseluruhan tingkat drop call sudah mengalami penurunan yang menandakan jaringan sudah mengalami peningkatan kualitas.

BAB 5

Kesimpulan

Dari penulisan skripsi berjudul Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan Drive Test ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Optimasi jaringan dilakukan karena beberapa faktor seperti adanya perubahan lingkungan operasi jaringan, perubahan struktur jaringan, peningkatan user dan adanya keluhan dari pelanggan
2. Drive test dapat digunakan sebagai langkah awal dalam mengoptimalkan kinerja suatu jaringan.
3. Langkah awal yang digunakan untuk melakukan optimasi jaringan dengan menggunakan drive test adalah dengan mengubah parameter azimuth dan tilt pada antenna.
4. Optimasi yang paling baik untuk daerah yang tertutup perbukitan atau yang terlalu jauh dengan BTS adalah dengan cara penggunaan repeater atau dengan penambahan site baru.
5. Optimasi dengan metode drive test diharapkan dapat menekan jumlah terjadinya sinyal dengan nilai RxLevel dibawah -100 dBm.
6. Hasil drive test dapat digunakan sebagai acuan untuk pihak operator dalam melakukan peningkatan kinerja jaringan selulernya.
7. Optimasi jaringan dengan metode drive test pada beberapa lokasi di kota Bandung terbukti dapat meningkatkan kinerja jaringan seluler di daerah tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Bernhard H. Walke. 2002. Mobile Radio Networks: Networking, protocols and traffic performance. John Wiley and Sons, LTD West Sussex England, 2002.
- [2] Introduction To Digital Cellular (Issue 5 Revision 5). (1999). Motorola
- [3] Goksel, S. 2003. Optimization and Logfile Analysis in TEMS. Ericsson TEMS Handbook.
- [4] Gultom D.S.M, & Widjaja .D. Sistem Pemantauan Identitas Jaringan GSM. Yogyakarta : SNATI 2009.
- [5] Forkel I., Kemper A., Pabst R., & Hermans R. The Effect of Electrical and Mechanical Antenna Down-Tilting in Umts Networks. Maastricht : Libertel-Vodafone.
- [6] Kathrein. 2001. 790–2200 MHz Base Station Antennas for Mobile Communications. Catalogue.
- [7] “Cellular Network.”, Wikipedia. 2007.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_network>
- [8] “Handover.”
<<http://www.budysucks.co.cc/2008/03/handover.html>>
- [9] “GSM System.”
<<http://mochamadridwan.files.wordpress.com/2007/09/gsm-system.pdf>>
- [10] Mayhoneys. Arsitektur Jaringan GSM. 2008.
<http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=17%3Asistem-komunikasi-bergerak&id=58%3Aarsitektur-jaringan-gsm&option=com_content&Itemid=15>
- [11] “Arsitektur Jaringan GSM dan Penjelasannya.” 2008.
<<http://sautdedi.wordpress.com/2008/09/30/arsitektur-jaringan-gsm-dan-penjelasannya/>>