

SKRIPSI

**ANALISIS PENINGKATAN PELAYANAN PELANGGAN
YANG DIAKIBATKAN KEGAGALAN HANDOVER
JARINGAN GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE
COMMUNICATION**

PT. INDOSAT AREA MAKASSAR



OLEH

SAMSUL RAHIM

105821133 13

ISMAIL

10582116213

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2018

**ANALISIS PENINGKATAN PELAYANAN PELANGGAN
YANG DIAKIBATKAN KEGAGALAN HANDOVER
JARINGAN GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION
PT. INDOSAT AREA MAKASSAR**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

SAMSUL RAHIM

10582 1133 13

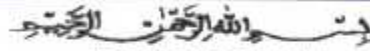
ISMAIL

10582 1162 13

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2018



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Samsul Rahim dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1133 13 dan Ismail dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1162 13 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Senin tanggal 12 Februari 2018.

Makassar, 26 Jumadil Awal 1439 H
12 Februari 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Ir. Abdul Hafid, M.T

b. Sekertaris : Adriani, S.T., M.T.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng. :

2. Andi Faharuddin, S.T., M.T

3. Rossy Timur Wahyuningsih, ST.,MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Pembimbing II

Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500



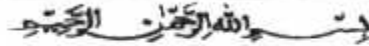
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENINGKATAN PELAYANAN PELANGGAN YANG DIAKIBATKAN KEGAGALAN HANDOVER JARINGAN GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION PT. INDOSAT AREA MAKASSAR**

Nama : 1. Samsul Rahim
2. Ismail
Stambuk : 1. 105 82 1133 13
2. 105 82 1162 13

Makassar, 12 Februari 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Pembimbing II

Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro

Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

NBM : 990 410

Samsul Rahim¹, Ismail²

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : samsulrahim76@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : ismailkmailk973@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak: Samsul Rahim dan Ismail. “Analisis Peningkatan Pelayanan Pelanggan Yang Diakibatkan Kegagalan *Handover* Jaringan *Global System For Mobile Communication* PT. INDOSAT Area Makassar”(2018) dibimbing oleh Dr. Ir. Zahir Zainuddin dan Dr. Umar Katu Adapun tujuan tugas akhir ini adalah Mengetahui perangkat-perangkat pendukung jaringan GSM, mengetahui penggunaan jaringan GSM dan analisis kegagalan handover yang terjadi pada system tersebut dan mempelajari alternative penanggulangan handover. Salah satu yang sangat penting adalah bagaimana kinerjanya mempertahankan proses komunikasi tanpa terputus meskipun pelanggan dinamis bergerak dalam melaksanakan aktifitasnya. Dengan kata lain, PT. INDOSAT harus dapat meminimalisasi tingkat kegagalan pelanggan dalam berkomunikasi ketika pelanggan tersebut bergerak ketempat lain. Untuk itu, perlu dilakukan suatu analisis terhadap kegagalan tersebut yang dikenal dengan kegagalan handover. Oleh karena itu diperlukan data untuk digunakan dalam pelaksanaan analisis tersebut. Data yang diambil adalah data satu tahun terakhir dari bulan November 2016 hingga bulan Oktober 2017. Dari data tersebut diperoleh BTS yang mengalami kegagalan handover yang melebihi tolok ukur 20% adalah BTS Kima, BTS STO Mandai1, BTS Maros2, BTS Sungguminasa, BTS Tamalanrea2 dan 3, BTS Panakkukang, BTS Tanjung Bunga1 dan 2, BTS Bulukumba, BTS Bantaeng, dan BTS Malino1 serta BTS Takalar.

Kata kunci : Komunikasi, handover,kanal dan traffik

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah :
“Analisis Peningkatan Pelayanan Pelanggan Yang Diakibatkan Kegagalan Handover Jaringan Global System For Mobile Communication PT. INDOSAT Area Makassar”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Dr. Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc, Selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Umar Katu, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2013 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara, Amin.

Makassar, Pebruari 2018

Penulis

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Definisi dan Keterangan
GSM	Global System Mobile
MSC	Mobile Switching Centre
MS	Mobile Station
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switching Telephone Network
FDMA	Frequency Division Multiple Access
TDMA	Time Division Multiple Access
AMPS	Advanced Mobile Phones System
NADC	Nort American Digital Celluler
DAMPS	Digital AMPS
JDC	Japan Digital Celluler
MHz	Megahertz
NMT	Norrdic Mobile Telephone
TAGS	Total Access Commnication System
CEPT	Conference Europeanced'Administration de Post et Telecommunication
BSS	Base Station Subsystem
NSS	Network Switching Subsystem

OSS	Operational and Support Subsystem
RR	Radio Resource
RF	Radio Frequency
KHz	Kiloherz
HLR	Home Location Register
VLR	Visitor Location Register
LMSI	Location MS Identity
AuC	Authentication Centre
EIR	Equipment Identity Register
OMC	Operational Maintenance Centre
SIM	Subscriber Identity module
MSISDN	Mobile Subscriber Integrated Service Digital Network Number
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
SACCH	Slow Associated Control Channel
BER	Bit Error Rate
TA	Timing Advance
DTX	Discontinuous Transmission
LAI	Location Area Identity
BSIC	Base Station Identification Code
LAC	Location Area Code

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat.....	3
F. Metode Penelitian.....	3
G. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Konsep Sistem Komunikasi Bergerak	6
B. Pembentukan dan Pembelahan Sel.....	10
C. Konfigurasi Kanal Jaringan GSM.....	12
D. Global System for Mobile Communication	14

1. Latar Belakang GSM.....	15
2. Arsitektur Jaringan GSM	16
a. Base Station Subsystem (ESS)	17
b. Network and Switching Subsystem (NSS)	21
c. Operation and Support Subsystem (OSS).....	26
d. Mobile Station (MS)	26
E. Handover	29
F. Tipe Handover	30
1. Internal Handover (dikontrol oleh BSC)	30
2. External Handover (dikontrol oleh MSC).....	31
G. Penyebab Handover	33
H. Proses Handover.....	35
1. Pengukuran.....	36
2. Proses Data.....	38
3. Book Keeping	38
4. Keputusan Handover	40
5. Pembangkit Sel Target, Seleksi Kanal dan Eksekusi.....	44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat	48
a. Waktu	48
b. Tempat.....	48
B. Tahapan Penelitian	48
C. Flow Chart Penelitian.....	49

D. Teknik Pengambilan Data 50

E. Analisis Pengolahan Data 50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kegagalan Handover 51

B. Analisis Penyebab Kegagalan Handover 62

C. Analisis Penanggulangan Kegagalan Handover Dalam Peningkatan
Pelayanan Pelanggan..... 65

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 68

B. Saran 69

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Model Sistem Komunikasi Seluler.....	8
2.2 Bentuk-bentuk Sel.....	11
2.3 Pembelahan Sel.....	12
2.4 Band Frekuensi GSM.....	13
2.5 Alokasi Frekuensi Corner FDMA pada sistem GSM	14
2.6 Arsitektur Jaringan GSM	17
2.7 Antenna Omni dan Sectorized Directional	20
2.8 Mobile Station.....	29
2.9 Proses Handover antar BTS yang dikontrol BSC	31
2.10 Proses Handover antar BSC dalam Satu MSC.....	31
2.11 Handover antar MSC	32
2.12 Diagram Alir Algoritma Keputusan Handover secara Keseluruhan.....	43
2.13 Handover Signalling.....	45
2.14 Flow Chart Penelitian.....	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbandingan Bentuk Sel	11
2.2 Kriteria Keputusan per- Tipe Handover.....	40
4.1 Data kegagalan Handover bulan November 2016	55
4.2 Data kegagalan Handover bulan Desember 2016	56
4.3 Data kegagalan Handover bulan Januari 2017	57
4.4 Data kegagalan Handover bulan Februari 2017	58
4.5 HO Fail Average dari Tiap-tiap Sektor Bulan November 2016 sampai Oktober 2017	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sesuai dengan perkembangan jaman, masyarakat pengguna jasa telekomunikasi tidak akan merasa puas dengan pelayanan yang diberikan oleh jaringan telekomunikasi non bergerak (fixed telephone network), karena pelayanannya dianggap masih kurang memenuhi akan jasa telekomunikasi terutama pada saat dalam perjalanan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka diperlukan suatu jaringan telekomunikasi bergerak yang dikenal dengan sistem komunikasi seluler.

Dengan adanya sistem komunikasi seluler ini memungkinkan pelanggan yang bergerak dapat dihubungkan dengan pelanggan non bergerak atau pelanggan bergerak lainnya. Lebih dari itu, pelanggan tidak hanya bergerak dalam satu cakupan area komunikasi saja, namun bisa ke area manapun sesuai dengan kebutuhan. Hal ini diwujudkan dengan adanya suatu analisis yaitu mengkaji lebih dalam untuk mengetahui sebab-sebabnya atau duduk perkara, bila satu pelanggan bergerak dari satu layanan cakupan area ke area cakupan lainnya tidak mengalami pemutusan hubungan komunikasi karena adanya sistem pengalihan penanganan area komunikasi yang dikenal dengan sistem handover.

Handover adalah perpindahan kanal radio suatu panggilan ke kanal lain sewaktu pembicaraan berlangsung. Handover diperlukan untuk menjaga kontinuitas hubungan pada sistem komunikasi seluler. Proses handover

dikendalikan oleh MSC (Mobile Switching Centre). Dengan adanya handover setiap saat MS (Mobile Station) dapat berubah posisi selama pembicaraan.

Pada jaringan Global System for Mobile Communication (GSM) pelaksanaan handover dilakukan secara otomatis oleh sistem itu sendiri. MS secara kontinyu memonitor kekuatan sinyal dan kualitas transmisi dari traffic channel dan juga BTS-BTS (Base Transceiver Station) yang berdekatan. Dengan cara yang sama BTS juga memonitor sinyal yang diterima dari MS. Data tersebut kemudian diteruskan ke BSC (Base Station Controller) untuk dianalisis dan diputuskan tentang perlunya handover. Setelah situasinya dievaluasi dengan benar, maka diputuskan untuk mulai handover kemudian BSC menetapkan link untuk BTS yang baru

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah adalah :

1. bagaimana proses handover baik dari tingkat keberhasilannya maupun kegagalannya terjadi
2. Berapakah besar persentase tingkat kegagalan handover yang terjadi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui tingkat keberhasilan handover dan kegagalan handover
2. Mengetahui Besar persentasi dalam tingkat kegagalan handover

D. Batasan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini dititikberatkan pada:

1. Dalam meningkatkan pelayanan kepada pelanggan GSM di Sulawesi Selatan, (PT. INDOSAT) membangun 2 buah BSC yaitu BSC Kima 1 dan BSC Kima 2, namun penulis membatasi pembahasan handover BTS-BTS yang terdapat pada BSC Kima 1.
2. Hanya dapat mengadakan setting dan konfigurasi terhadap parameter-parameter database.
3. Dapat menambah adjacent cell pada sektor-sektor yang memiliki sel tetangga..

E. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui lebih jauh tingkat kegagalan handover mengenai sistem komunikasi seluler GSM pada PT. INDOSAT.
2. Untuk mengetahui perangkat-perangkat kegagalan sebagai pendukung jaringan GSM Pada PT. INDOSAT

F. Metode Penelitian

Untuk penyusunan tugas akhir ini digunakan tiga metode penelitian yaitu:

1. Metode kepustakaan atau Library research

Yaitu mencari literature yang berhubungan dengan tugas akhir ini yang digunakan untuk menambah teori-teori dasar dan sebagai sarana pendukung dalam menganalisis masalah yang terjadi.

2. Metode Observasi

Yaitu Pengambilan data pada PT. INDOSAT area Makassar, serta melakukan analisis terhadap data yang telah diperoleh.

3. Metode Tanya Jawab

Yaitu tanya jawab secara langsung dengan pembimbing di PT. INDOSAT area Makassar yang digunakan untuk mendukung teori dan data yang telah diperoleh.

G. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam hal pemahaman masalah, maka penulis akan menguraikan secara garis besar masalah yang terkait dalam penulisan ini yang dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Yaitu meliputi : Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian , Batasan Masalah, Manfaat, Metode penelitian dan Sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Yaitu meliputi : Konsep komunikasi bergerak, Pembentukan dan pembelahan sel, konfigurasi kanal jaringan GSM dan Global System for Mobile Communication.

BAB III METODE PENELITIAN

Yaitu meliputi : Defenisi, tipe handover, penyebab handover, dan proses handover.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Yaitu meliputi : kegagalan handover, analisis penyebab kegagalan handover dan analisis penanggulangan kegagalan handover.

BAB V PENUTUP

Yaitu meliputi: Kesimpulan dan saran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Sistem Komunikasi Bergerak

Komunikasi bergerak didefinisikan sebagai komunikasi antara dua terminal dimana salah satu atau keduanya berpindah tempat. Dalam hal ini perpindahan yang dimaksudkan terjadi pada sistem komunikasi radio yang tidak menggunakan kabel sebagai media transmisi (wireless). Sifat dari sistem komunikasi bergerak ini adalah kemampuan dari pelanggan untuk dapat bergerak secara bebas di dalam wilayah pelayanan dan dapat terus berkomunikasi tanpa terjadi pemutusan hubungan. Pada sistem ini, setiap pesawat bergerak dianggap sama seperti pesawat telepon biasa yang mempunyai nomor sendiri. Sistem ini tidak hanya melakukan panggilan di dalam suatu wilayah tertentu saja tetapi juga harus dapat berhubungan dengan pesawat lain yang ada di wilayah lain di seluruh dunia. Ditinjau dari segi daerah jangkauan (coverage), maka sistem telekomunikasi bergerak dapat dibedakan, yaitu sistem konvensional dan sistem seluler. Pada sistem konvensional, BSC melayani wilayah yang luas (large zone). Keuntungan dari sistem ini adalah relatif mudah dalam hal switching, charging dan transmisi. Sedangkan kekurangannya yaitu:

Kemampuan pelayanan terbatas, sehingga daya yang dipancarkan harus besar dan antena harus tinggi. Selain itu area pelayanan dibatasi oleh kelengkungan bumi.

Ketika pelanggan sedang melakukan pembicaraan dan keluar dari suatu wilayah pelayanan, maka pembicaraan terputus karena tidak memiliki fasilitas handover dan harus melakukan pemanggilan ulang.

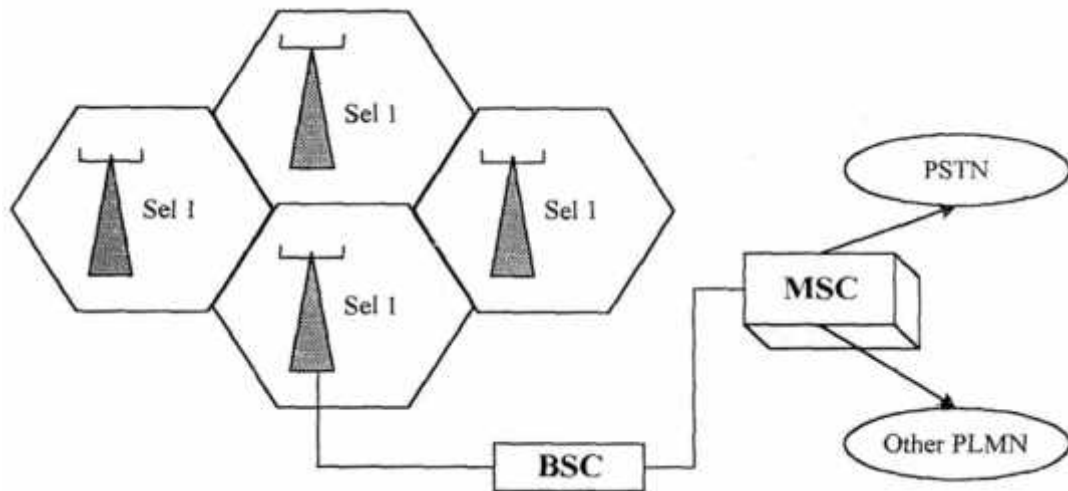
1. Unjuk kerja pelayanan kurang baik karena jumlah kanalnya sedikit sehingga jumlah pelanggan terbatas.
2. Tidak efisien dalam penggunaan frekuensi karena tidak menggunakan pengulangan frekuensi sehingga jumlah kanal yang dialokasikan pada setiap sel akan kecil.

Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan sistem komunikasi bergerak konvensional ini, diciptakan sistem seluler, dimana dalam sistem ini daerah pelayanan dibagi menjadi beberapa wilayah pelayanan (multi zone) yang lebih kecil yang disebut dengan sel. Setiap sel dilayani oleh sebuah BTS, dan satu BTS dengan BTS dari masing-masing sel saling berhubungan dan dikendalikan oleh BSC. Prinsip dasar dari arsitektur sistem seluler adalah :

1. Pemancar mempunyai daya pancar yang rendah dan daerah cakupan yang kecil.
2. Menggunakan prinsip pengulangan frekuensi (frequency reuse).
3. Pemecahan sel (cell spitting) pada sel yang padat dengan pelanggan

Gambar 2.1 menunjukkan model umum dari suatu jaringan seluler. Pada gambar tersebut terlihat bahwa jaringan seluler terdiri dari sel-sel yang dibentuk dari pancaran sinyal BSC dan sel-sel tersebut dihubungkan ke suatu perangkat switching atau biasa disebut MSC yang berfungsi untuk melakukan penyambungan baik ke terminal yang masih dalam satu jaringan atau Public Land Mobile Network

(PLMN) sendiri ataupun ke PLMN yang lain dan Public Switching Telephone Network (PSTN).



Gambar 2.1 Model Sistem Komunikasi Bergerak Seluler

Dalam sistem komunikasi bergerak seluler daerah penerimaan atau daerah layanan keseluruhan dibagi menjadi beberapa sel. Sistem ini memiliki banyak keuntungan dibanding dengan system konvensional, yaitu:

1. Kapasitas pelanggan besar karena setiap pembawa tentunya mempunyai lebar band tertentu satu kanal. Dalam sistem GSM kanal pembawa merupakan kombinasi dari Frequency Division Multiple Access (FDMA) dan Time Division Multiple Access (TDMA) sehingga mempunyai kanal yang lebih banyak dibandingkan dengan sistem analog yang hanya menggunakan sistem FDMA, juga dengan diberlakukannya sistem pengulangan frekuensi, maka alokasi frekuensi pembawa dalam sel-sel akan semakin banyak, sehingga akan semakin menambah kemampuan kapasitas pelanggan.
2. Efisien dalam penggunaan pita frekuensi karena memakai prinsip pengulangan frekuensi. Konsep pengulangan frekuensi merupakan pengalokasian ulang

suatu frekuensi pembawa pada sel setelah mencapai jarak pisah tertentu. Dengan efisiensi pita frekuensi kapasitas akan semakin besar.

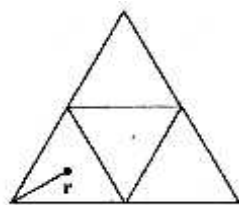
3. Kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kepadatan lalu lintas atau trafik karena sel dapat dipecah. Apabila suatu area dengan luas cakupan tertentu telah mencapai tingkat kepadatan yang tinggi, maka masalah ini dapat diatasi salah satunya dengan pemecahan sel. Pemecahan sel adalah proses menambah ataupun mengganti sel semula dengan sel-sel yang mempunyai luas cakupan lebih kecil. Hal ini berarti beban trafik dapat dibagi dengan sel baru tersebut. Cakupan area yang lebih luas, disebabkan operator GSM hampir di lima benua. Dengan fasilitas roaming akan memungkinkan pelanggan GSM suatu operator tertentu mendapatkan pelayanan atau mengoperasikan MS-nya pada operator GSM dari negara lain dengan syarat telah mendapat perjanjian roaming diantara kedua operator tersebut.
4. Kualitas suara yang baik, karena dengan sistem digital, maka kualitas suara yang dihasilkan akan semakin jernih. Sistem analog menggunakan frekuensi rendah masih rawan dengan gangguan frekuensi dari luar, sedangkan dengan sistem digital yang digunakan pada sistem komunikasi seluler menggunakan frekuensi tinggi yang lebih tahan terhadap gangguan frekuensi dari luar sehingga kualitas suaranya lebih baik.
5. Memiliki berbagai fasilitas, GSM mempunyai berbagai fasilitas kemudahan, diantaranya pengiriman teks, penitipan pesan suara, pengalihan panggilan.

Sampai saat ini banyak standar yang berlaku di dunia seperti AMPS (*Advanced Mobile Phones System*), NADC (*North American Digital Cellular*), DAMPS (*Digital AMPS*), JDC (*Japan Digital Cellular*), IS-95 (metode akses CDMA) dan lain-lain yang beroperasi pada frekuensi yang berbeda-beda di berbagai belahan dunia.

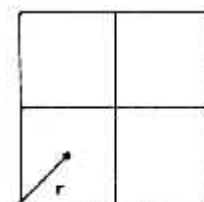
Untuk memenuhi kebutuhan pengguna di masa depan, diperlukan sebuah standar global bagi komunikasi bergerak. Saat ini spesifikasi dan standar bagi generasi ketiga dari teknologi wireless (dikenal sebagai IMT 2000) sedang digarap oleh International Telecommunication Union (ITU).

B. Pembentukan Dan Pembelahan Sel

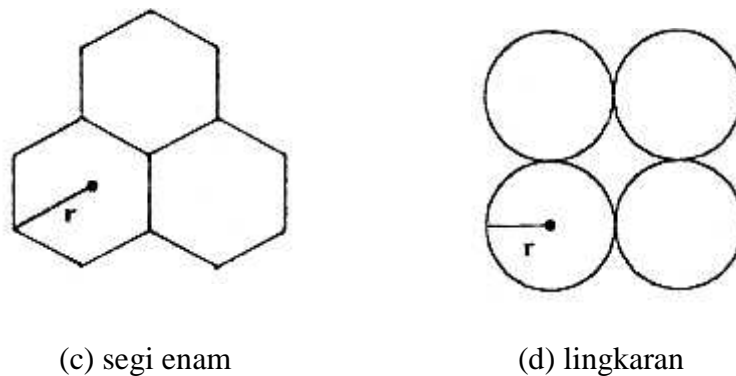
Pada dasarnya pembentukan sel dilakukan untuk membagi suatu daerah yang luas menjadi daerah-daerah menjadi kecil. Pembentukan sel dan penentuan jarak antara BTS sangat ditentukan oleh kemampuan perancang untuk merancang dan mendimensikan jaringan yang dimiliki, dimana bentuk sel dan jarak antar sel tidak harus sama. Untuk memudahkan analisis perencanaan dan pengembangan, dipilihlah bentuk sel yang teratur berdasarkan pola geometri tertentu seperti segitiga sama sisi, bujur sangkar atau segi enam beraturan. Perbandingan bentuk-bentuk sel tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2.



(a) segitiga sama sisi







(b) Bujur sangkar



Gambar 2.2 Bentuk - bentuk sel

Jika antena Omnidirectional (antena yang radiasinya ke segala arah) yang digunakan, bentuk sel yang berupa lingkaran yang paling cocok untuk diterapkan. Namun demikian sel yang berbentuk lingkaran akan menimbulkan adanya daerah tertentu yang tidak tercakup (blank spot) oleh BTS. Bentuk segi enam beraturan adalah bentuk yang paling sering digunakan karena paling mendekati bentuk lingkaran yang overlap tidak terlalu banyak.

Tabel 2.1 Perbandingan Bentuk Sel

Bentuk Sel	Jarak Antara Pusat Sel	Luas Daerah Cakupan	Luas daerah Overlap	Lebar bidang Overlap	Blank Spot
	r	$1,3 r^2$	$3,7 r^2$	r	-
	$r\sqrt{2}$	$2r^2$	$2,3 r^2$	$0,59 r$	-
	$r\sqrt{3}$	$2,6 r^2$	$1,1 r^2$	$0,27 r$	-
	$2r$	$3,14r^2$	0	0	Ada

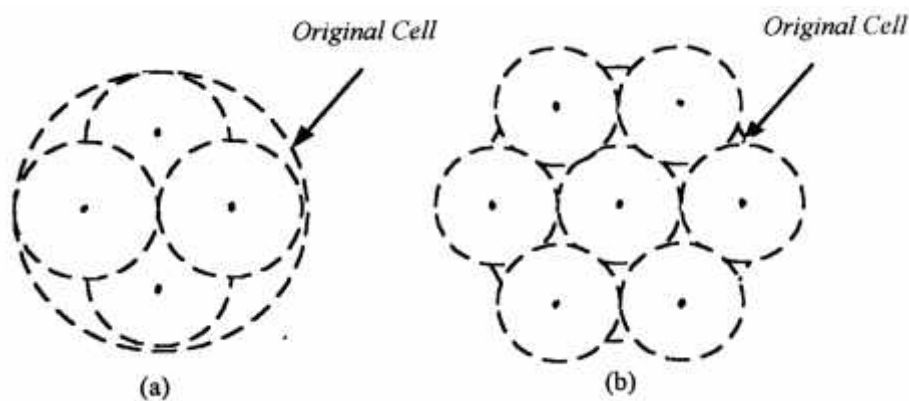
Sumber: PT. Indosat Area Makassar

Berdasarkan tabel 2.1 dapat dilihat bahwa bentuk sel lingkaran memiliki daerah cakupan paling luas dan tidak memiliki daerah overlap namun memiliki daerah blank spot.

Dalam sistem komunikasi seluler, dipilih bentuk sel segi enam beraturan untuk analisisnya karena mempunyai daerah cakupan yang lebih luas dan daerah overlap-nya lebih kecil dibanding segitiga dan bujur sangkar.

Ketika jumlah pelanggan meningkat dan mencapai jumlah maksimum yang dapat dilayani sebuah sel, maka sel harus dipecah menjadi sel-sel yang lebih kecil, masing-masing mempunyai jumlah kanal yang sama seperti sel asalnya. Setiap sel dapat melayani jumlah pelanggan yang sama seperti sel asal yang besar. Dengan proses pembelahan sel, jumlah pelanggan yang dapat dilayani lebih banyak.

Ada dua macam pembelahan sel yang dapat dilihat pada gambar berikut, yaitu gambar 2.3 a pusat sel asal tidak terpakai setelah pembelahan sel dan pada gambar 2.3 b pusat sel masih dipakai setelah pembelahan sel.



Gambar 2.3 Pembelahan Sel

C. Konfigurasi Kanal Jaringan GSM

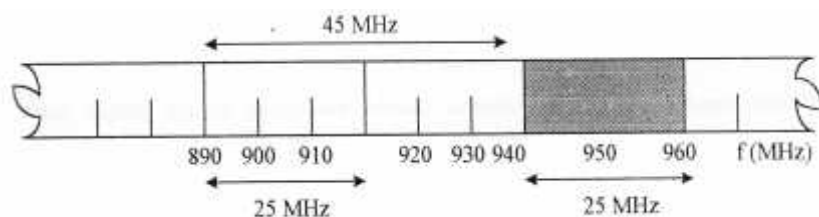
Sebagai interface radio antara Mobile Station (MS) dan Base Transceiver Station (BTS) di dalam jaringan GSM menggunakan band frekuensi 900 MHz

dengan Multiple Access gabungan dari FDMA dan TDMA. Seluruh informasi dalam bentuk sinyal digital, sinyal voice, pada saat dipancarkan melalui interface radio berupa aliran data biner. Dengan demikian jaringan GSM adalah merupakan sistem radio digital.

Di dalam jaringan GSM terdapat dua band frekuensi yang dapat dilihat pada gambar 2.4 yaitu :

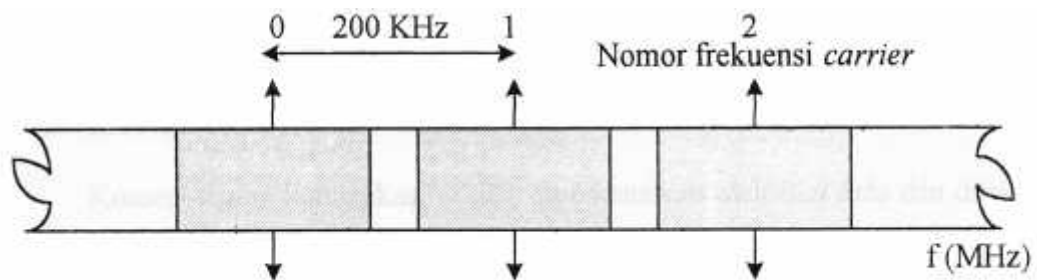
1. Arah up link, yaitu dari Mobile Station menuju Base Station dengan band frekuensi 890 MHz- 915 MHz. Up link merupakan sinyal radio frequency (RF) yang dipancarkan dari stasiun bumi ke satelit.
2. Arah down link, yaitu dari Base Station menuju Mobile Station dengan band frekuensi 935 MHz - 960 MHz. Sementara Down link merupakan sinyal radio frequency (RF) yang dipancarkan dari satelit ke stasiun bumi.

Alokasi frekuensi tersebut dibagi menjadi 124 kanal dan PT. INDOSAT menempati kanal 1 sampai kanal 51. Ini berarti PT. INDOSAT menggunakan frekuensi 890,20 MHz - 900,20 MHz untuk arah up link dan frekuensi 935,20 MHz - 945,20 MHz untuk arah down link.



Gambar 2.4 Band Frekuensi GSM

Berdasarkan gambar 2.4 lebar band frekuensi 25 MHz tersebut dibagi menjadi 124 pasang frekuensi carrier dengan spasi kanal 200 KHz, spasi duplex 45 MHz yang dapat dilihat pada gambar 2.5 .



Gambar 2.5 Alokasi Frekuensi Carrier FDMA pada sistem GSM

Seperti telah dijelaskan bahwa GSM menggunakan dua struktur kombinasi untuk komunikasi radio, yaitu FDMA dan TDMA. Dalam fungsi waktu carrier dibagi oleh 8 MS, Prosedur TDMA memberikan carrier untuk dipakai selama waktu yang singkat (sekitar 0,577 ms) kemudian dilepas ke MS yang lain. Sebuah time slot dinomori dari 0 sampai 7, dikombinasikan untuk tiap TDMA frame.

D. Global System For Mobile Communication

GSM adalah sistem komunikasi bergerak yang berdasarkan pada teknologi selular digital, dengan Subscriber Identity Module (SIM) card sebagai identitas pelanggan, dimana pelanggan dapat bergerak secara bebas di dalam area layanan jaringan tersebut tanpa mengalami pemutusan panggilan dan mampu menyediakan layanan seluas-luasnya baik voice atau non voice, memberikan kesesuaian akses (compatibility) ke semua jaringan GSM disemua negara yang mengoperasikan sistem GSM (dengan menyediakan fasilitas internasional roaming), memberikan fasilitas roaming otomatis, registrasi dan location updating bagi pelanggan yang bergerak, memberikan layanan dengan level kualitas yang lebih baik dan untuk berbagai tipe MS, dan sebagainya.

1. Latar Belakang GSM

Konsep sistem komunikasi seluler diperkenalkan oleh Bell labs dan dilakukan studi di berbagai tempat di dunia selama tahun 70-an. Di Amerika sistem seluler yang pertama yaitu Advance Mobile Phone System (AMPS) yang dioperasikan pada tahun 1979. Di negara-negara Eropa Utara secara bersama-sama oleh beberapa negara manufaktur membuat Norrdic Mobile Telephone (NMT) yang ditujukan untuk daerah cakupan Skandinavia. Sistem tersebut mulai dioperasikan di Swedia pada September 1981, dan selanjutnya di Norwegia, Denmark dan Finlandia. Jaringan-jaringan yang didasarkan pada kedua spesifikasi ini (AMPS dan NMT) digunakan di seluruh dunia pada awal tahun 90-an, dimana salah satu dari sistem ini lebih dominan digunakan. Contohnya sistem Total Access Communication System (TAGS) yang merupakan turunan dari AMPS yang digunakan di Inggris pada tahun 1985. Syarat utama sistem radio umum adalah bandwidth radio. Kondisi ini telah diketahui sebelum tahun 1978, ketika diputuskan untuk menggunakan band frekuensi dua kali 25 MHz di sekitar 900 MHz untuk komunikasi bergerak di Eropa.

Tahun 1982, dengan dipelopori oleh Jerman dan Perancis, maka CEPT (*Conference Europeance d'Administration de Post et Telecommunication*) menetapkan GSM sebagai standar digital selular untuk Eropa. Dan tahun 1985, Jerman, Perancis, Itali dan Inggris bersatu untuk mengembangkan standarisasi GSM. Tahun 1987 di tanda tangani Memorandum of Understanding pemakaian GSM oleh 14 negara Eropa. Walaupun standarisasi GSM baru saja terselesaikan dan pengoperasiannya baru saja dimulai, bahkan belum merata ke seluruh Eropa,

namun dengan mengantisipasi perkembangan GSM yang sangat pesat serta tingkat kepadatan pelayanan per area yang tinggi, maka arah perkembangan teknologi GSM adalah DCS 1800, yakni Digital Cellular System pada alokasi frekuensi 1.800 MHz. Dengan frekuensi tersebut, akan dicapai kapasitas pelanggan yang semakin besar per satuan sel. Akhirnya pada tahun 1991 nama GSM dipakai sebagai trade mark komersial sistem komunikasi bergerak Eropa pada frekuensi 900 MHz yang dikenal dengan Global System for Mobile Communication.

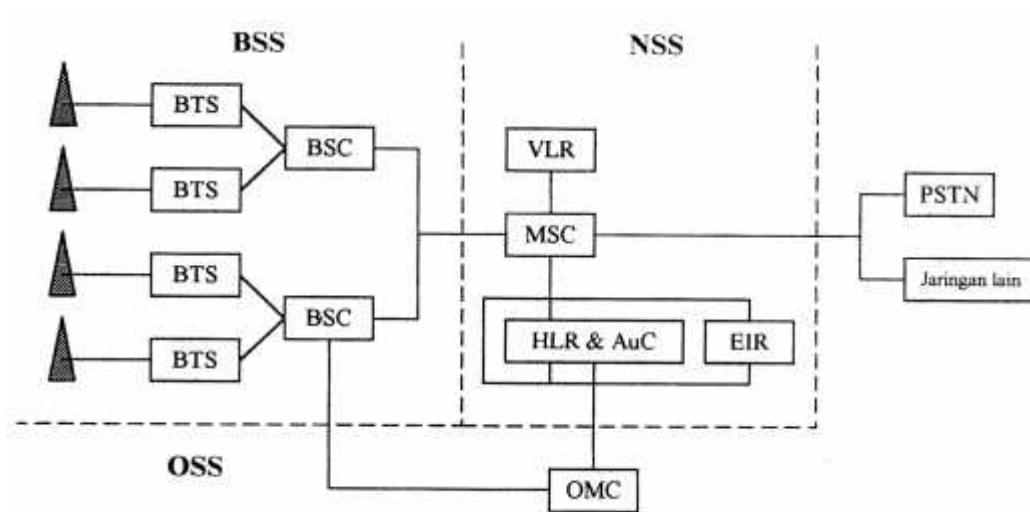
2. Arsitektur Jaringan GSM

Jaringan GSM terdiri dari beberapa kesatuan fungsional yang memiliki fungsi tertentu. Struktur GSM terbagi menjadi tiga sub sistem yaitu :

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

Setiap subsistem memuat sejumlah unit-unit fungsional sehingga fungsi-fungsi sistem secara keseluruhan dapat direalisasikan. Unit-unit fungsional tersebut diimplementasikan di dalam berbagai perangkat hardware. Adapun arsitektur jaringan GSM diperlihatkan pada gambar 2.6 .

Pada dasarnya BSS merupakan subsistem yang menangani masalah radio baik operasional maupun manajemen. NSS merupakan fungsi utama sebagai penyambung suatu panggilan dan manajemen data pelanggan, sedangkan OSS berfungsi sebagai pengawas atau kontrol dari pengoperasian kedua fungsi tersebut.



Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan GSM

a. Base Station Subsystem(BSS)

BSS merupakan infrastruktur yang spesifik dari sistem komunikasi seluler GSM. BSS berhubungan langsung dengan MS dengan NSS. Jadi BSS merupakan Interface antara MS dan NSS. Disamping itu untuk keperluan operasi dan pemeliharaan. BSS juga dihubungkan dengan OSS. Hubungan kerja elemen dapat dilihat pada gambar 2.6. Dalam satu BSS biasanya terdiri dari satu BSC dan sejumlah BTS. BSS terdiri dari dua subsistem utama yaitu :

1. Base Station Controller (BSC)

Pada umumnya setiap BSS terdiri atas beberapa BTS, dengan masing-masing BTS mempunyai area yang berbeda. Namun demikian selalu ada area yang overlapping, sehingga kontinuitas komunikasi Out Station dengan infrastruktur selular tetap terjaga. BSC merupakan penghubung antara

sejumlah BTS dan MSC. BSC berisi instruksi software khusus, yang mempunyai fungsi-fungsi sebagai berikut:

1. Manajemen Radio Resource untuk BTS yang berada dibawah kontrolnya. Fungsi manajemen RR adalah melakukan kontrol atas call setup, menjaga hubungan pembicaraan yang tengah berlangsung serta proses handover dan power control.
2. Intercell handover. Fungsi BSC dalam intercell handover adalah mengatur perpindahan suatu MS dari satu sel ke sel yang lain dimana sel-sel tersebut masih didalam wilayah kendalinya.
3. Manajemen power untuk BTS. Fungsi BSC dalam manajemen power BTS adalah memberikan perintah ke BTS atas besar daya yang harus dipancarkan oleh BTS berdasar hasil dari proses power control.
4. Sinkronisasi frekuensi dan time sinyal ke BTS. BSC mengirimkan suatu format data yang akan digunakan oleh BTS untuk sinkronisasi frekuensi dan pewaktuan.
5. Mengontrol frekuensi hopping. Fungsi kontrol atas frekuensi hopping yang dilakukan oleh BSC adalah memberikan perintah BTS mana yang harus melakukan frekuensi hopping dan jenis hopping yang harus dilakukan sesuai dengan perintah yang telah diberikan oleh operator pada database yang ada di BSC.
6. Menyediakan interface untuk operation and maintenance (O&M) BSS, dan sebagainya.

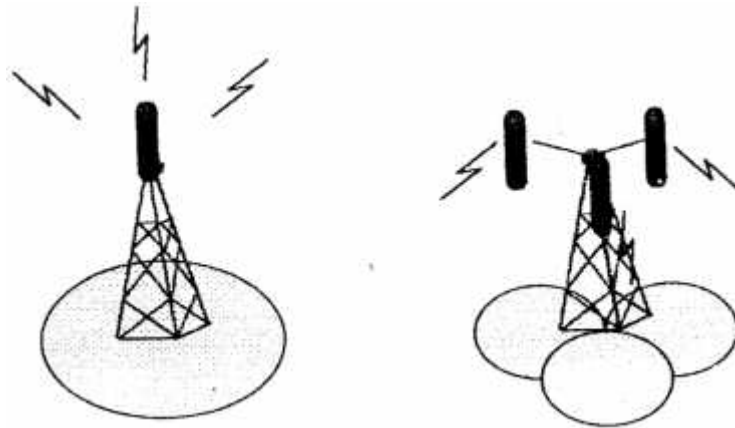
Dari uraian diatas dapat dikatakan bahwa fungsi utama dari BSC melakukan manajemen mobilitas. Pelanggan yang bergerak akan selalu bergerak berpindah-pindah, keluar dari satu sel dan masuk ke sel lain. Dalam proses ini diperlukan waktu peralihan namun pembicaraan tidak boleh terasa adanya perubahan atau terputus.

Setiap BSC akan mengontrol beberapa BTS. BSC mengontrol tiap BTS untuk performansi operasinya dan pelaksanaan handover ke sel lain dalam area BSC itu sendiri. Demikian juga dalam intra-MSR-handover maka BSC meminta MSR-nya untuk melakukan handover.

2. *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS berfungsi sebagai interkoneksi antara infrastruktur sistem selular dengan Out Station. BTS harus selalu memonitor Out Station yang masuk ataupun yang keluar dari sel BTS tersebut. Luas jangkauan dari BTS sangat dipengaruhi oleh lingkungan, antara lain topografi dan gedung tinggi. BTS sangat berperan dalam menjaga kualitas GSM.

Gambar 2.7 menunjukkan antena dengan pengarahannya ke segala penjuru dan antena pengarahannya dengan sektor dalam hal ini dengan 3 sektor yang terdapat pada BTS.



Gambar 2.7 Antenna Omni dan Sectorized Directional

BTS berisi semua peralatan radio yang diperlukan untuk operasi pada sel. BTS sebagian besar terdiri dari hardware, dimana mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Encode, encrypt, multiplexer, modulasi sinyal RF (radio frequency) ke antena. Fungsi ini merupakan proses standar GSM untuk transmisi radio. Yaitu melakukan encode untuk mengubah dari sinyal analog ke digital, encrypt proses pengacakan data agar tidak mudah disadap menggunakan algoritma tertentu. Multiplexer merupakan proses penyusunan format burst yang dikenal dalam istilah GSM sebagai convolution dan block interleaving dengan tujuan melindungi data dari error pada saat ditransmisikan melalui radio.
2. Sinkronisasi frekuensi dan waktu sinyal yang ditransmisikan dari BTS. Fungsi ini dimaksudkan agar MS dapat melakukan sinkronisasi pewaktuan dan frekuensi dengan BTS melalui suatu format data referensi yang dikirimkan oleh BTS.

3. Komunikasi suara dan data melalui kanal trafik. BTS menyediakan suatu kanal yang digunakan untuk membawa informasi pembicaraan dan data. Kanal yang disediakan oleh BTS merupakan kombinasi dari metode FDMA dan TDMA.
4. Mendemodulasikan, Me-decode-kan, me-decrypt-kan, me-equalize-kan sinyal yang diterima dari MS. Fungsi ini merupakan lawan dari fungsi pertama diatas yang bertujuan untuk mendapatkan sinyal informasi yang dikirim oleh MS.
5. Mengontrol frekuensi hopping. BTS mempunyai fasilitas yang memungkinkan suatu sinyal ditransmisikan melalui kanal yang berpindah-pindah antara kanal yang telah dialokasikan untuk BTS tersebut. Fasilitas ini disebut frekuensi hopping yang dilakukan dan dikontrol oleh BTS.
6. Mendeteksi random akses. BTS mempunyai fungsi untuk mendeteksi random akses yang merupakan kanal yang digunakan oleh MS untuk mendapatkan kanal pensinyalan.
7. Measurement uplink kanal radio. BTS mempunyai fungsi untuk melakukan pengukuran atas sinyal yang diterima dari MS yang akan digunakan sebagai bahan dalam proses handover.

b. Network And Switching Subsystem (NSS)

NSS memuat fungsi-fungsi utama switching jaringan GSM serta basis data yang diperlukan untuk data pelanggan dan manajemen mobilitas pelanggan. Peranan utama NSS adalah mengatur komunikasi antara pelanggan GSM dan pelanggan jaringan telekomunikasi lainnya. NSS merupakan pusat pemrosesan terdiri dari lima subsistem utama yang secara bersama-sama mendukung dan melakukan fungsi switching dan jaringan GSM, yaitu

1. *Mobile Switching Centre (MSC)*

MSC merupakan inti dari jaringan selular, dimana MSC berperan untuk inter koneksi hubungan pembicaraan, baik antar pelanggan selular maupun antar selular dengan jaringan telepon kabel PSTN, ataupun dengan jaringan data. Adapun fungsi MSC adalah sebagai berikut:

1. Manajemen seluruh call (panggilan), baik originating maupun terminating
2. Manajemen inter MSC, handover dan supplementary service
3. Bertanggung jawab untuk set up, routing, kontrol dan pemutusan hubungan
4. Mendukung layanan telekomunikasi, dimana MSC mempunyai hubungan atau interkoneksi dengan PLMN lain.

MSC memberikan pelayanan kepada pelanggan meliputi:

- a. Bearer Services : 3,1 KHz telephony, Synchronous data 0,3 Kbit/s - 2,4 Kbit/s,
- b. *Alternated speech / data*
- c. *Teleservices : Telephony., Emergency calls., Telefax., Short message services.*
- d. *Supplementary services : Callforwading, Charging services.*

2. *Home Location Register (HLR)*

HLR merupakan database yang menangani manajemen pelanggan bergerak. Pelanggan yang baru mendaftar pada operator GSM akan didata di dalam HLR ini. HLR berfungsi untuk menyimpan semua data dan informasi mengenai pelanggan yang tersimpan secara permanen, dalam arti tidak tergantung pada posisi pelanggan. HLR bertindak sebagai pusat informasi pelanggan yang setiap waktu akan diperlukan oleh VLR untuk merealisasi

terjadinya komunikasi pembicaraan. VLR selalu berhubungan dengan HLR dan memberikan informasi posisi pelanggan berada.

Data-data permanen yang tersimpan di HLR adalah :

- a. International MS Identity (IMSI) adalah nomor identitas yang unik dari pelanggan pada jaringan GSM. IMSI digunakan oleh VLR untuk pengalamatan di HLR sehubungan dengan proses location update, mengakses database pelanggan di HLR, VLR dan AuC.
- b. Mobile Subscriber Roaming Number (MSRN). Nomor sementara untuk keperluan routing bagi MS yang sedang roaming di MSC/VLR tertentu digunakan untuk membentuk koneksi suara dari MSC asal ke MSC tujuan dan mengamati data pelanggan di VLR.
- c. Batasan Roaming untuk mengetahui jaringan yang telah mempunyai perjanjian roaming.
- d. Supplementary services, seperti call forwarding. Seperti telah disebutkan diatas bahwa sistem selular GSM menyediakan fasilitas tambahan, contohnya pengalihan panggilan.
- e. Authentication key yang digunakan untuk memeriksa sah tidaknya pelanggan untuk melakukan akses dan mendapatkan servis dari jaringan

Data-data sementara yang tersimpan di HLR adalah :

1. LMSI (Local MS Identity). Digunakan untuk mempercepat penemuan data pelanggan di VLR pada saat location update.
2. RAND/SRES dan Kc yang berhubungan dengan authentication dan ciphering.
3. VLR address yang menandakan alamat VLR yang sedang menangani MS.

4. MSC address yang menandakan alamat MSC area dimana MS tersebut terdaftar.
3. *Visitor Location Register(VLR)*

VLR berfungsi untuk menyimpan data dan informasi pelanggan, dimulai pada saat pelanggan memasuki suatu area yang berada dalam wilayah MSC VLR tersebut (melakukan roaming). Adanya informasi mengenai pelanggan dalam VLR memungkinkan MSC untuk melakukan hubungan baik Incoming (panggilan masuk) maupun Outgoing (panggilan keluar).

VLR bertindak sebagai database pelanggan yang bersifat dinamis, karena selalu berubah setiap waktu, menyesuaikan dengan pelanggan yang memasuki atau berpindah MSC. Data yang tersimpan dalam VLR secara otomatis akan selalu berubah mengikuti pergerakan pelanggan. Dengan demikian akan dapat dimonitor secara terus menerus posisi dari pelanggan, dan hal ini akan memungkinkan MSC untuk melakukan interkoneksi pembicaraan dengan pelanggan lain. VLR selalu berhubungan secara intensif dengan HLR yang berfungsi sebagai sumber data pelanggan.

4. *Authentication Centre (AuC)*

AuC menyimpan semua informasi yang diperlukan untuk memeriksa keabsahan pelanggan, sehingga usaha untuk mencoba mengadakan hubungan pembicaraan bagi pelanggan yang tidak sah dapat dihindarkan. Disamping itu AuC berfungsi untuk menghindarkan adanya pihak ketiga yang secara tidak sah mencoba untuk menyadap pembicaraan. Dengan fasilitas ini, maka kerugian yang dialami pelanggan sistem selular analog saat ini akibat

banyaknya usaha memparalel, tidak mungkin terjadi lagi pada GSM. Sebelum proses penyambungan switching dilaksanakan sistem akan memeriksa terlebih dahulu, apakah pelanggan yang akan mengadakan pembicaraan adalah pelanggan yang sah. AuC menyimpan informasi mengenai authentication dan chipering key. Karena fungsinya yang mengharuskan sangat khusus, authentication mempunyai algoritma yang spesifik, disertai prosedur chipering yang berbeda untuk masing-masing pelanggan. Kondisi ini menyebabkan AuC memerlukan kapasitas memory yang sangat besar. Wajar apabila GSM memerlukan kapasitas memory sangat besar pula. Karena fungsinya yang sangat penting, maka operator selular harus dapat menjaga keamanannya agar tidak dapat diakses oleh personil yang tidak berkepentingan. Personil yang mengoperasikan dilengkapi dengan chipcard dan juga password identitas dirinya.

5. *Equipment Identity Register*(EIR)

EIR mengandung data legal, kesalahan, dan jumlah peralatan yang dicuri dan sangat penting didalam mencegah penipuan atau pemakaian ilegal lainnya dari peralatan tersebut. Data tersebut dipergunakan untuk menghalangi/memblokade peralatan MS untuk dapat akses ke jaringan dengan cara melaporkan nomor IMEI dari MS pelanggan yang hilang/dicuri. Dengan diketahuinya nomor IMEI, EIR dapat memblok akses ke MS dengan nomor IMEI tersebut.

Pada EIR, MS diklasifikasikan menjadi 3 kategori, yaitu:

1. *White List* (daftar resmi)

2. *Grey listed* (daftar pengawasan)
3. *black listed* (daftar terlarang)

Keberadaan EIR belum distandardisasi secara penuh, oleh karena itu belum dioperasikan di semua operator Eropa. Masih diperlukan klasifikasi di Eropa dan penyempurnaan yang berkaitan dengan aspek hukum, contohnya di Indonesia belum dipergunakan, sehingga ponsel (MS) curian masih bisa dipergunakan.

c. *Operation And Support System (OSS)*

Fungsi-fungsi operasi dan pemeliharaan pada jaringan GSM dilakukan secara software, yang terletak secara lokal di dalam network nodes. Fungsi-fungsi dasar selalu dapat diakses dari operasi lokal dan maintenance terminal. Tugas-tugas administrasi jaringan tingkat yang lebih tinggi dilaksanakan melalui Operation Maintenance Centre (OMC), Dengan menggunakan OSS ini, petugas operasi dapat pemeliharaan seluruh jaringan dari jarak jauh dan melakukan perubahan atau modifikasi software yang berhubungan dengan perubahan dan penambahan fungsi, OMC menyediakan pemantauan yang dinamis dan pengontrolan dari setiap bagian PLMN, dengan cara mengumpulkan data statistik, laporan status, alarm, dan sebagainya. OMC bertanggung jawab dalam hal pengaturan bermacam-macam obyek (seperti komponen software) dalam kesatuannya di bawah kendalinya.

d. *Mobile Station (MS)*

Sebuah MS terdiri dari peralatan yang dipergunakan oleh pelanggan bergerak dan sebuah modul pengenalan pelanggan bergerak atau SIM. Peralatan

yang dipergunakan oleh pelanggan dalam hal ini, sering disebut telepon selular (ponsel) atau telepon genggam yang memiliki bermacam-macam merek dan tipe dari berbagai perusahaan yang memproduksinya. Setiap tipe belum tentu memiliki fasilitas yang sama dengan tipe lainnya. Dengan demikian semakin banyak fungsi yang ada pada ponsel maka semakin mahal harganya, selain juga dipengaruhi oleh besar kecilnya bentuk dan daya tangkap sinyalnya. MS merupakan peralatan bergerak yang secara dasar berfungsi untuk mengakses layanan telekomunikasi PLMN GSM. Untuk menunjang fungsi dasar tersebut MS mempunyai fungsi sebagai berikut:

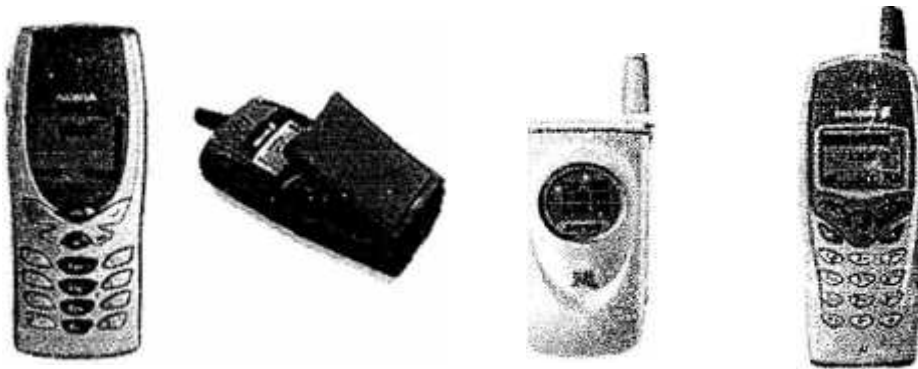
1. Mentransmisikan informasi suara (voice) dan data melalui air interface. MS mempunyai kemampuan untuk menampung informasi suara atau data yang kemudian akan dipancarkan ke BTS melalui hubungan radio atau air interface untuk disalurkan ke tempat tujuan.
2. Sinkronisasi frekuensi dan waktu. MS akan melakukan sinkronisasi frekuensi dan waktu dengan BTS menggunakan suatu format bit tertentu yang dikirim oleh BTS.
3. Monitor power dan kualitas sinyal di sekitar sel untuk handover dan power control yang optimal. MS akan selalu melakukan pengukuran power dan kualitas sinyal yang diterima dari sel servis dan juga 6 sel terbaik yang berada disekitarnya yang akan digunakan sebagai bahan proses handover dan power control.
4. Menyiapkan location update, Fungsi MS dalam menyiapkan location update adalah dengan membaca informasi lokasi area yang sedang diduduki

yang dikirimkan oleh BTS. Apabila terjadi perubahan lokasi area, maka MS akan mulai melakukan proses location update.

5. Menampilkan short message. Sistem GSM mempunyai fasilitas pengiriman dan penerimaan informasi dalam bentuk teks yang disebut Short Message Service. Dalam kaitannya dengan fasilitas GSM ini, maka MS mempunyai kemampuan untuk menampilkan teks tersebut.

Untuk bisa melaksanakan fungsinya, MS ini harus mempunyai dua komponen yaitu kartu Subscriber Identity Module (SIM) dan Mobile Equipment (ME). Setiap ponsel yang diproduksi memiliki semacam nomor mesin sendiri dan tidak mungkin sama dengan ponsel yang lain, nomor ini dinamakan IMEI (International Mobile Equipment Identity) yang panjangnya 15 digit. Di samping IMEI, masih ada nomor tertentu yang dimiliki oleh setiap pelanggan untuk bisa dihubungi. Nomor ini disimpan di dalam SIM dan disebut Mobile Subscriber Integrated Service Digital Network number (MSISDN). MSISDN adalah nomor yang harus diputar atau ditekan pada saat akan melaksanakan hubungan telekomunikasi. Di samping MSISDN masih ada International Mobile Subscriber Identity (IMSI) yaitu nomor unit yang diberikan pada setiap pelanggan dan tidak ada duanya dalam suatu wilayah GSM. IMSI ini tidak diberitahukan dan tidak diketahui oleh pelanggan. Satu nomor IMSI bisa memiliki lebih dari satu nomor MSISDN yang mempunyai fungsi yang berbeda, misal sebagai telephone number, fax number dan data number. Jadi dalam satu IMSI maksimal bisa memiliki tiga nomor MSISDN,

Dengan adanya SIM, berarti pelanggan bergerak tidak harus memiliki peralatan pesawat telepon sendiri untuk akses ke jaringan GSM, dapat menggunakan peralatan/ponsel pelanggan yang lain. Gambar 2.8 berikut menampilkan contoh bentuk fisik dari Mobile Station.



Gambar 2.8 Mobile Station

E. Sistem handover

Pengertian handover secara umum adalah perpindahan kanal radio suatu panggilan ke kanal lainnya sewaktu pembicaraan berlangsung. Handover diperlukan untuk menjaga kontinuitas hubungan pada sistem bergerak seluler yang dikendalikan oleh MSC. Dengan adanya handover, setiap saat MS dapat berubah posisi selama pembicaraan, juga untuk pergantian kanal saat mendapatkan gangguan serta desain dari batasan sel, struktur jaringan radio.

Kegagalan handover merupakan perbandingan antara jumlah keseluruhan handover baik uplink/downlink quality, uplink/downlink level, distance dan better cell yang gagal (didapatkan dari hasil pengurangan jumlah attempts dengan

success) dengan jumlah keseluruhan yang mencoba melakukan handover dan dinyatakan dalam persen yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{HO Failed} = \frac{T}{t} \frac{At}{at} - \frac{T}{t} \frac{S}{at} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

Pada jaringan GSM, pelaksanaan handover dilakukan secara otomatis oleh sistem itu sendiri. MS secara kontinyu memonitor kekuatan sinyal dan kualitas transmisi dari kanal trafik yang digunakan dan juga memonitor kekuatan maupun kualitas dari kanal trafik lainnya. Demikian juga halnya BTS memonitor penerimaan sinyal dari MS, dan data-data ini akan disampaikan ke BSC sebagai pengontrol untuk menganalisa dan memutuskan pelaksanaan handover.

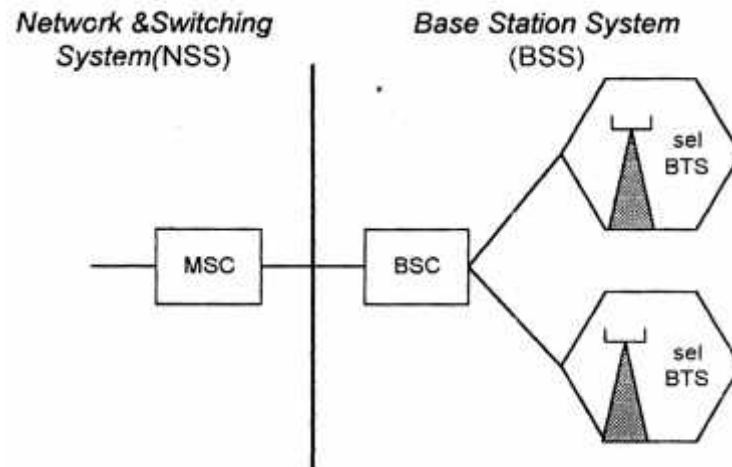
F. Tipe Handover

Berdasarkan lokasi keputusan dan perintah handover, handover dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Internal Handover (dikontrol oleh BSC)

- a. Intra-cell handover adalah suatu handover di dalam sel itu sendiri yang merupakan perpindahan antar sektor-sektor kanal di dalam satu sel yang dikontrol oleh satu BSC.
- b. Inter-cell handover adalah suatu handover antara sel di suatu BTS dengan sel di BTS lain dalam BSC yang sama. Handover ini terjadi karena MS meninggalkan sel pertama dan memasuki wilayah sel kedua.

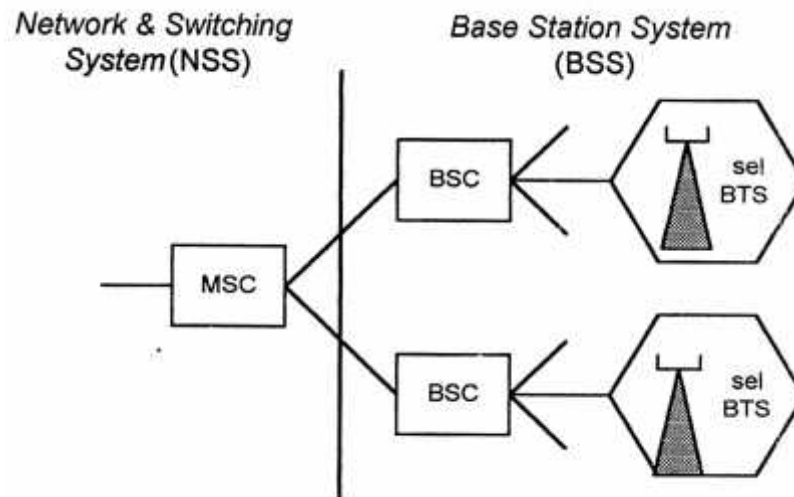
Proses handover ini ditunjukkan pada gambar 2.9. Adapun keputusan yang diambil oleh BSC didasarkan pada kanal radio yang ada.



Gambar 2.9 Proses Handover antar BTS yang dikontrol BSC

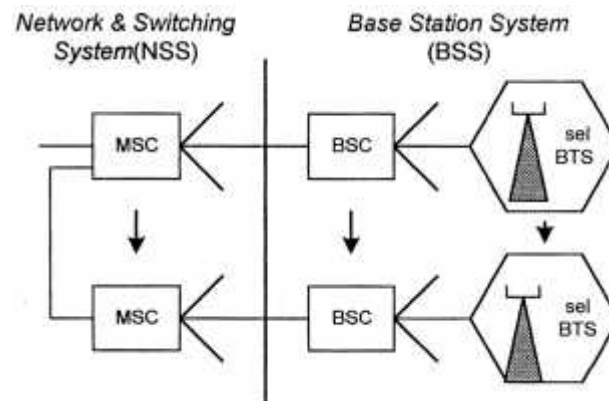
2. Eksternal Handover (dikontrol oleh MSC)

- a. Intra MSC handover adalah suatu handover antara sel disuatu BTS dengan sel di BTS yang lain dalam BSC yang berbeda namun dalam MSC yang sama. Proses ini ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Proses Handover antar BSC dalam Satu MSC

- b. Inter MSC handover (roaming) adalah suatu handover antara sel disuatu BTS dengan sel di BTS yang lain dalam BSC dan MSC yang berbeda. Proses ini ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Handover antar MSC

Menurut kegunaannya, handover dapat dibagi menjadi tiga :

1. Handover Trafik (Traffic Handover)

Dilakukan karena adanya kemacetan (congestion) pada sel yang diduduki sekarang sementara sel tetangganya memiliki kekosongan kanal yang dapat digunakan.

2. Handover Pengurungan (Confinement Handover)

Dilakukan untuk mengalokasikan kanal yang digunakan MS ke sel terbaik dari sudut pandang interferensi, bukan ke sel-sel lainnya, walaupun secara kualitas memadai untuk itu. Pengalihan sel ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan tingkat interferensi keseluruhan sistem.

3. Handover Penyelamatan (Rescue Handover)

Yaitu pengalihan hubungan MS ke sel lain yang bertujuan untuk mencegah kehilangan pembicaraan, juga sebagai pemantapan kembali pembicaraan

setelah adanya gangguan dalam hubungan antara MS dengan sel yang sedang diduduki sekarang.

G. Penyebab Handover

Handover merupakan fungsi penting dari sistem GSM dalam menjaga hubungan radio antara MS dan BS sepanjang pergerakannya dalam jaringan tanpa mengalami gangguan. Dalam pergerakannya melewati sel-sel dalam jaringan, MS akan mengalami berbagai efek propagasi yang mempengaruhi kualitas hubungan dengan sel servis dan juga sel-sel tetangga yang berada disekitarnya untuk dilaporkan ke BS. Data hasil pelaporan dari MS ini secara terus menerus akan dievaluasi untuk mengetahui kondisi hubungan radio dari MS. Pada kondisi tertentu, apabila diperlukan maka BS akan memerintahkan MS untuk melakukan handover guna mendapatkan kualitas hubungan radio yang lebih baik.

Terdapat empat penyebab handover yang didefinisikan, yaitu

1. Kualitas

Apabila tingkat bit error rate hasil pengukuran link telah melewati ambang batasan bit error rate yang telah ditentukan oleh operator. Bit error rate yang diukur adalah untuk arah downlink dan uplink.

2. Level

Apabila tingkat penerimaan sinyal telah mencapai nilai di bawah ambang batasan level yang diijinkan oleh operator melalui setting parameter batasan level. Level yang digunakan adalah level downlink dan uplink,

3. Jarak

Apabila jarak antara MS dan BS telah melewati jarak maksimal yang telah

ditentukan.

4. Power Budget

Apabila kondisi sel tetangga lebih baik dari sel servis.

Ketiga penyebab pertama di atas dikenal penyebab yang tidak diinginkan atau emergency causes. Jika satu dari sebab-sebab tersebut muncul, suatu handover diperlukan untuk menjaga kualitas hubungan radio saat suatu komunikasi berlangsung. Ini bisa terjadi karena MS meninggalkan area cakupan dari sel yang melayani (intercell handover) atau karena adanya interferensi kuat yang menduduki kanal yang sama dalam suatu sel yang lain sehingga MS berpindah ke kanal lainnya dalam satu sel (Intracell Handover). Penyebab yang keempat merupakan penyebab yang direkomendasikan. Secara ideal dan semua jaringan seharusnya mengkondisikan agar semua handover yang terjadi disebabkan oleh sebab yang keempat tersebut. Sebagai contoh, kualitas link dalam sel yang melayani bagus, tetapi terdapat sel tetangga yang mempunyai level yang lebih bagus, walaupun tidak diperlukan handover secara kualitas link dari suatu panggilan tersebut, tetapi adalah suatu keuntungan untuk performansi jaringan secara keseluruhan untuk melakukan handover ke sel yang lebih baik. Suatu panggilan dalam sel yang lebih baik menyebabkan tingkat interferensinya lebih rendah. Khususnya jika power control diterapkan. Karena dengan level penerimaan yang lebih baik, maka power yang dipancarkan oleh MS dalam sel ini akan lebih kecil.

Dalam jaringan radio yang direncanakan dengan baik power budget handover seharusnya merupakan penyebab utama dari semua handover yang

terjadi. Selain itu, lokasi Manpower budget handover menunjukkan batasan dari suatu sel.

H. Proses Handover

Proses dari suatu handover dilakukan di MS, BSS dan MSC. Pengukuran performansi downlink dari RSS dan kuat sinyal yang diterima dari sel-sel yang dikelilinginya dilakukan oleh MS. Pengukuran-pengukuran ini hasilnya akan dikirimkan ke BSS. Sedangkan BSS akan melakukan pengukuran performansi uplink dari MS yang sedang dilayani dan juga kuat sinyal interferensi pada kanal trafik yang pada kondisi idle. Hasil-hasil dari pengukuran tersebut akan digunakan sebagai bahan dalam proses analisa Radio Link Control dengan membandingkan terhadap batasan-batasan yang sesuai dengan kriteria sebab-sebab handover seperti telah dijelaskan, yang telah ditentukan. Proses ini dilakukan pada sisi BSS ataupun MSC.

Secara umum proses handover dapat dibedakan menjadi beberapa sub proses, yaitu:

1. Pengukuran
2. Proses data
3. Book keeping
4. Keputusan handover
5. Pembangkitan sel tetangga
6. Evaluasi sel target
7. Seleksi kanal
8. Eksekusi

Sub proses di atas dilakukan di MS, BSS, ataupun MSC secara terus menerus untuk memantau kualitas hubungan radio. Penjelasan yang lebih rinci mengenai sub proses dari handover tersebut akan diterangkan sebagai berikut :

1. Pengukuran

Proses pengukuran radio link digunakan dalam proses handover dan power control. Secara khusus, handover didefinisikan sebagai perpindahan kanal saat melakukan suatu panggilan yang disebabkan oleh degradasi kualitas dari sel yang sedang melayani, atau karena keberadaan kanal lain yang dapat menyediakan suatu komunikasi dengan level power transmit yang lebih rendah, atau untuk mencegah MS mencapai batasan pinggir sel yang telah direncanakan. Secara khusus untuk keperluan proses handover, data yang diambil dari pengukuran adalah level, kualitas, level tetangga dan jarak antara BS dan MS. Level penerunaan, kualitas, level tetangga dan jarak BS MS diukur melalui kanal SACCH (Slow Associated Control Channel) baik uplink maupun downlink. Nilai dari level, kualitas, level tetangga dan jarak BS MS akan dirata-rata pada saat dilakukan pemrosesan data. Berikut data-data yang diambil oleh MS dalam proses pengukuran :

a. Level

RXLEVEL yang dilaporkan haruslah nilai rata-rata dari sampel-sampel pengukuran level sinyal dalam dBm yang diambil dalam periode pelaporan satu SACCH. Data lain yang diambil oleh MS adalah Power Level, yaitu besar power yang ditransmisikan oleh MS pada kanal yang diduduki.

b. Kualitas

Ditentukan sebagai fungsi dari bit error rate (BER). Nilai RX_QUAL merupakan hasil proses rata-rata dari nilai-nilai pengukuran. Hasil nilai RX_QUAL digunakan dalam algoritma handover.

c. Level Tetangga

MS mengukur level penerimaan pada frekuensi BCCH dari setiap tetangganya. Proses yang dilakukan sama seperti pada proses pengukuran level di atas.

d. Jarak BSMS

Jarak dari MS dan BS dihitung dari nilai timing advance (TA) diukur oleh BS.

e. DTX Used

Mengindikasikan penggunaan DTX (Discontinuous Transmission) yang merupakan fasilitas pilihan sepanjang periode pengukuran yang dilakukan.

f. Broadcast Control Channel Frequency Neighbour Cell

Angka BCCH dari sel-sel tetangga yang merupakan kanal control yang membawa beberapa informasi umum sebuah sel, Location Area Identity (LAI) dan power output maksimum yang diijinkan.

g. BSIC Neighbour Cell

Base Station Identification Code merupakan identitas sel dari sel-sel tetangga.

2. Proses Data

Data yang diukur dan dilaporkan oleh setiap SACCH akan diproses oleh BSS (BTS dan BSC) menggunakan sistem Gliding Average Window. Ukuran dari window dapat diukur secara terpisah untuk RXQUAL, RXLEV, DISTANCE dan PBGT. Nilai RXLEV dan RXQUAL yang diukur diletakkan ke dalam Gliding Window dengan faktor pengali tertentu yang diberikan oleh parameter W_LEV_HO ataupun W_QUAL_HO sesuai dengan proses yang akan dilakukan.

Faktor pengalih ini berguna apabila sistem DTX diaktifkan. Dimana nilai pengukuran baik untuk level maupun kualitas terdapat dua nilai yang berbeda, yaitu nilai Full untuk hasil pengukuran pada seluruh 104 time slot dari SACCH sedangkan nilai Sub untuk hasil pengukuran pada 8 time slot dari 104 SACCH yang disebabkan oleh penerapan sistem DTX. Faktor pengalih yang diberikan oleh parameter W_LEV_HO atau W_QUAL_HO hanya akan dikenakan pada nilai Full, sedangkan untuk nilai Sub faktor pengalihnya selalu 1.

Pada BSS yang tidak menerapkan sistem DTX maka nilai Sub akan selalu sama dengan nilai Full karena semua pengukuran dilakukan pada semua time slot dari SACCH. Maka dalam proses averaging, nilai yang diperhitungkan hanyalah nilai Full, sedangkan nilai Sub diabaikan.

3. Book Keeping

Proses book keeping merupakan proses yang dilakukan oleh BS dalam memperlakukan data yang dikirimkan oleh MS mengenai hasil pengukuran level dari sel tetangga. Data ini akan disusun oleh BS secara analogi dalam suatu label tertentu. penyusunan ini berkaitan erat dalam menentukan target sel. Proses book

keeping tersebut dikerjakan menggunakan beberapa pertimbangan dan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Defenisi dari sel-sel tetangga dengan jumlah maksimum 32 menggunakan $CI_NCELL(n)$, dimana:
 $CI_CELL(n) : \text{Location Area Code (LAC)} + \text{Cell Identifier (CI)}$
 Penyeleksian sel tetangga mempengaruhi aliran lain lintas handover, sehingga dalam menetapkan sel tetangga harus dengan banyak pertimbangan. Jumlah dari target sel harus dibuat sesedikit mungkin. Pertimbangan ini untuk mempercepat proses handover dan menghindari handover yang tidak perlu. Defenisi sel tetangga juga bisa ditentukan berdasar posisi geografis jika terdapat aliran lalu lintas panggilan dari sel yang melayani ke sel-sel tersebut.
2. MS memerlukan frekuensi BCCH untuk setiap sel tetangga atau Absolute Radio Frequency Channel Number dari BCCH : $ARFCN_NCELL(n)$.
3. MS melaporkan ke BTS level yang diukur pada $ARFCN(n)$ tertentu
4. BSIC yang dikodekan dari sel tetangga. Sel tetangga yang menggunakan BCCH frekuensi yang sama memerlukan BSIC yang berbeda.

Laporan hasil pengukuran oleh MS melaporkan tentang sel-sel terkuat dengan BSIC yang dikenal dan diijinkan dengan jumlah maksimum 6 sel. Apabila sel-sel tetangga yang telah didefenisikan tetapi tidak dilaporkan oleh MS, maka dalam proses book keeping, level sinyal dari sel tersebut (RX_LEV_NCELL) oleh BS akan dianggap nol.

4. Keputusan Handover

Setiap hasil dari proses pengukuran adalah rata-rata, maka BSS harus membandingkan nilai dari proses tersebut dengan batasan-batasan masing-masing. Sebagai contoh, nilai hasil proses rata-rata dari level akan dibandingkan dengan nilai batasan level, yaitu L_RXLEV_HO yang menyatakan level terendah untuk menentukan handover antar sel dan juga L_RXLEV_IH yang menyatakan daerah level yang sangat baik, sehingga apabila kualitas menjadi jelek, maka hanya akan dilakukan handover antar kanal saja.

BSS atau MSC harus memilih ke sel atau kanal mana MS akan dipindahkan dengan menggunakan beberapa kriteria. Standar algoritma handover menggunakan kriteria keputusan seperti terdapat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Keputusan per Tipe Handover

No	Tipe Handover	Istilah	Kriteria keputusan
1	HO antar sel karena Sel	IRQUAL	1. $RXQUAL_{JOC} > L_RXQUAL_XX_H$ 2. $RXLEV_XX < L_RXLEV_XX_IH$ 3. $MS_TXPWR = MS_TXPWR_MAX$
2	HO antar sel karena Level	LEV	4. $RX_LEV_XX < L_RXLEV_XX_H$ 5. $MS_TXPWR = MS_TXPWR_MAX$
3	HO antar sel karena Jarak (distance)	DIST	6. $MS_BS_DISTANCE > MS_RANGE_MAX$
4	HO antar sel karena Power Budget	PBGT	7. $RXLEV_NCELL(n) > RXLEV_MIN(n)$ 8. $PBGT(n) > HO_MARGIN(n)$
5	HO dalam satu sel karena kualitas		9. $RXQUAL_XX > L_RXQUAL_XX_H$ 10. $RXLEV_XX > L_RXLEV_XX_IH$

Sumber: PT. Indosat Area Makassar

Tabel 2.2 menyatakan syarat yang harus dipenuhi untuk melakukan handover sesuai dengan kriteria masing-masing. Untuk memudahkan pemahaman, maka akan dibahas setiap kriteria pada tabel 2.2.

a. HO antar sel karena kualitas

Terdapat tiga syarat untuk melakukan handover dengan kriteria ini. Ketiga syarat ini harus terpenuhi apabila handover dengan kriteria ini akan dilakukan. Ketiga syarat tersebut adalah:

1. $RXQUAL_XX > L_RXQUAL_XX_H$

Artinya adalah, apabila nilai kualitas dari server (RXQUAL) baik downlink ataupun uplink (XX) telah mencapai diatas nilai minimum kualitas yang diijinkan baik uplink maupun downlink (L_RXQUAL_XX_H). Apabila nilai ini telah dipenuhi, maka syarat berikutnya baru akan diperiksa.

2. $RXLEV_XX < L_RXLEV_XX_IH$

Artinya adalah, apabila level penerimaan MS dari server (RXLEV) baik downlink ataupun uplink (XX) masih di bawah nilai minimum untuk level dengan kategori sangat baik sesuai dengan yang telah ditetapkan, baik uplink maupun downlink (L_RXQUAL_XX_H).

3. $MS_TXPWR = MS_TXPWR_MAX$

Artinya adalah, apabila MS telah memancarkan power (MS_TXPWR) hingga mencapai nilai power maksimal yang diperbolehkan untuk suatu sel (MS_TXPWR_MAX).

b. HO antar Sel karena Level

Dua syarat untuk handover dengan kriteria ini adalah :

1. $RX_LEV_XX < L_RXLEV_XX_H$

Artinya adalah, apabila level penerimaan MS dari server (RXLEV) baik downlink ataupun uplink (XX) telah mencapai di bawah nilai minimum

batasan level yang diijinkan sesuai dengan yang telah ditetapkan, baik uplink maupun downlink (L_RXQUAL_XX_H).

2. $MS_TXPWR = MS_TXPWR_MAX$

Apakah MS telah memancarkan power (MS_TXPWR) hingga mencapai nilai power maksimal yang diperbolehkan untuk suatu sel (MS_TXPWR_MAX).

c. HO antar Sel karena jarak antara MS dan BS

Syarat untuk HO ini hanya ada satu, yaitu :

1. $MSJBS_DISTANCE > MS_RANGE_MAX$

Artinya adalah, apakah jarak antara MS dan BS (MS_BS_DISTANCE) telah mencapai jarak maksimal yang telah ditetapkan menggunakan parameter MS_RANGE_MAX.

d. HO antar Sel karena power budget

Terdapat dua syarat handover dengan kriteria ini, yaitu :

1. $RXLEV_NCELL(n) > RXLEV_MIN(n)$

Artinya adalah, apakah level dari sel tetangga (RXLEV_NCELL(n)) telah mencapai di atas level minimal yang diijinkan untuk akses jaringan pada sel tersebut (RXLEV_MIN(n)).

2. $PBGT(n) > HO_MARGIN(n)$

Artinya, apakah hasil perhitungan power budget yang dilakukan antara sel servis dengan sel tetangga (PBGT(n)) telah mencapai di atas nilai batasannya (HO_MARGIN(n)).

e. HO dalam satu Sel karena kualitas (interferensi)

HO dengan kriteria ini disebut handover untuk mengatasi masalah interferensi. Ini disebabkan karena dalam level yang sangat baik, maka kualitas yang jelek kemungkinan besar disebabkan oleh interferensi.

Syarat handover dengan kriteria ini adalah.

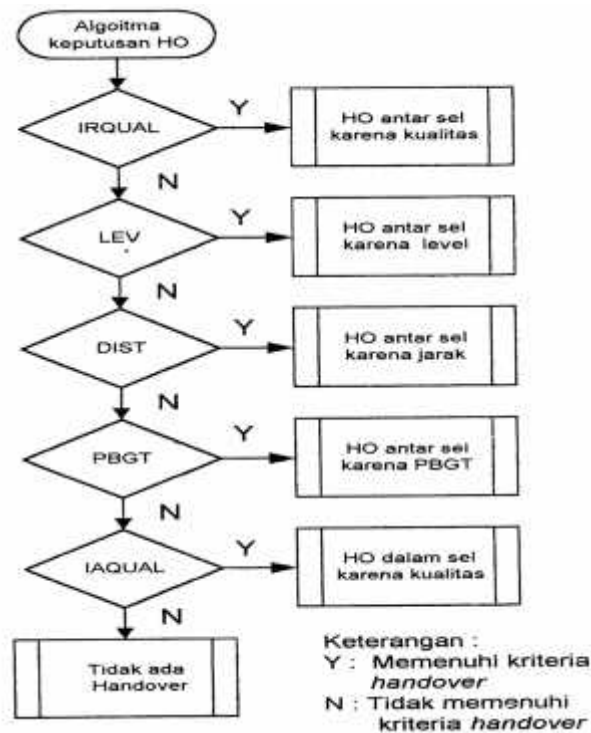
$$1. \text{RXQUAL_XX} > \text{L_RXQUAL_XX_H}$$

Artinya, adalah apabila nilai kualitas dari server (RXQUAL) baik downlink ataupun uplink (XX) telah mencapai di atas nilai minimum kualitas yang diijinkan (L_RXQUAL_XX_H).

$$2. \text{RXLEVJCX} > \text{L_RXLEV_XX_IH}$$

Artinya, adalah apabila level penerimaan MS dari server (RXLEV) baik downlink ataupun uplink (XX) telah mencapai di atas minimum untuk level dengan kategori sangat baik sesuai dengan yang telah ditetapkan (L_RXQUAL_XX_H).

Gambar 2.12 merupakan diagram alir dari algoritma handover secara keseluruhan menggunakan istilah dari tabel 2.2 dengan menganggap semua tipe dan penyebab handover diaktifkan.



Gambar 2.12 Diagram Alir Algoritma keputusan Handover secara keseluruhan

5. Pembangkitan Sel target, seleksi kanal dan Eksekusi

Daftar sel target dibangkitkan saat satu penyebab handover terdeteksi. Jumlah maksimum sel yang diikutkan dalam suatu daftar sel target ditentukan oleh parameter N_CELL . Kriteria permintaan untuk sel kandidat handover dalam target list adalah : $PRJOR_NCELL(n) = PBGT(n) - HO_MARGIN(n)$

Sedangkan syarat untuk sel-sel tetangga agar disertakan dalam daftar target sel adalah:

1. Untuk handover antar sel karena kualitas, level dan jarak (Distance):

$$RXLEV_NCELL(n) > RXLEV_MIN$$

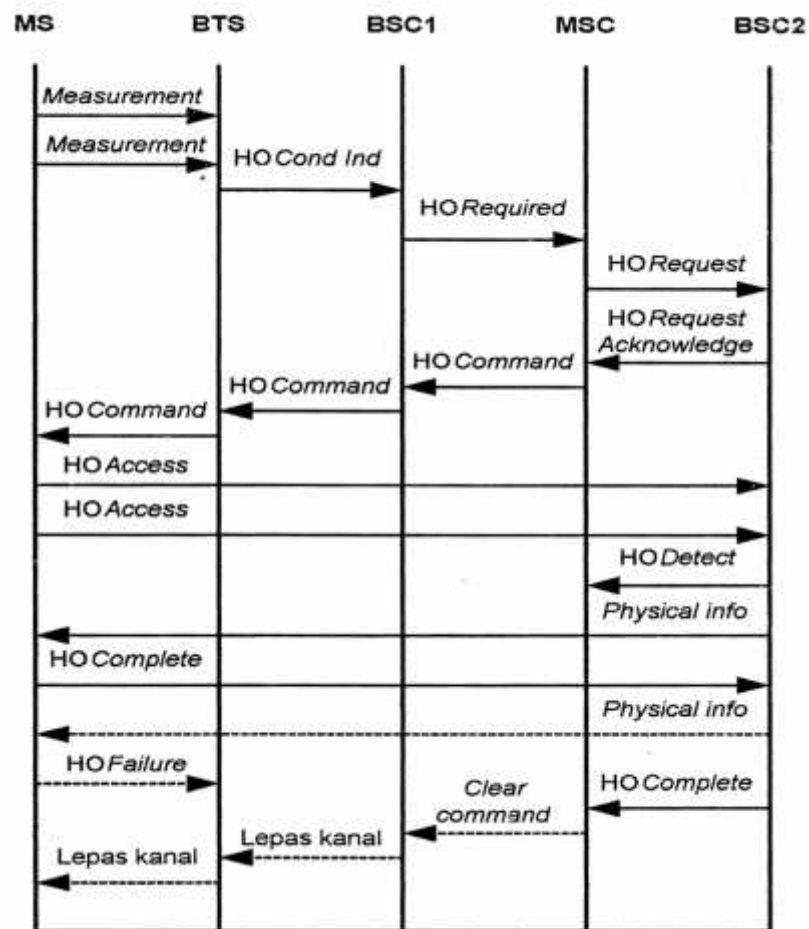
2. Untuk *handover* karena *power budget*:

$$PBG(n) > HO_MARGIN(n)$$

Evaluasi yang dilakukan untuk sel target adalah :

1. Handover dalam satu sel (Intracell HO) : "HO Condition Indication Message"dengan penyebab HO dalam satu sel tanpa daftar target sel dikirimkan dari BTS ke BSC. Kemudian BSC akan memilih kembali kanal baru untuk pembicaraan dalam sel yang sama.
2. Handover antar sel (Intercell HO) : "HO Condition Indication Message" dengan penyebab dan daftar sel target dikirimkan dari BTS ke BSC. Jika sel pertama dalam daftar sel target terdapat dalam area BSS yang sama maka BSC akan memilih kanal baru dalam BTS yang sama. Jika tidak ada kanal yang bebas, maka sel berikutnya dalam daftar sel target akan dicoba. Jika sel target pertama dan sel berikutnya dalam daftar yang masih dalam satu area BSS tidak mempunyai kanal yang bebas, maka "Handover Required Message" dikirimkan ke MSC. Pesan ini berisi daftar sel target sel yang telah direduksi dari daftar sel yang telah dicoba sebelumnya (yang mempunyai wilayah BSS yang sama).

Pada gambar 2.13 akan menjelaskan mengenai signalling yang terjadi pada proses handover secara umum.



Gambar 2.13 Handover Signalling

Pada gambar 2.13 menjelaskan proses pensinyalan handover. Proses yang terjadi bisa diurutkan sebagai berikut:

- Measurement*, dimana MS mengirimkan hasil pengukuran sinyal sel servis dan sel tetangga ke BTS sebagai bahan proses handover selanjutnya.
- HO Condition Indication, setelah dilakukan proses rata-rata dan membandingkan dengan parameter batasan-batasan, apabila telah memenuhi syarat handover maka BTS akan mengirimkan pesan HO Condition Indication ke BSC sebagai pemberitahuan adanya handover yang harus dilakukan.

- c. *HO Required*, pesan ini dikirimkan jika sel target berasal dari wilayah BSS yang berbeda, atau apabila flag intra-BSS HO tidak diaktifkan. Maka sinyal ini sebagai informasi ke MSC mengenai sel target.
- d. *HO Request*, MSC akan memberitahukan BSC dimana sel target berada dalam wilayahnya mengenai permintaan handover ini.
- e. *HO Request Acknowledge*. Setelah BSC mengevaluasi keberadaan sel target yang diberitahukan oleh MSC, maka BSC akan menyetujui dilakukan handover dengan mengirimkan pesan ini.
- f. *HO Command*, saat menerima *HO Request Ack*, maka segera MSC mengirimkan pesan *HO Command* ke MS agar segera melakukan handover.
- g. *HO Access*, MS akan mencoba melakukan akses secara berulang-ulang.
- h. *HO Detect*, akses dari MS akan diterima oleh BSC target dan kemudian memberitahu ke MSC bahwa MS telah melakukan akses.
- i. *Physical Info*, selain mengirim *HO Detect*, BSC target juga mengirimkan *physical info* mengenai sel target yaitu kanal bebas yang akan diduduki MS setelah dilakukan handover.
- j. *HO Complete*, setelah MS menerima *physical info* maka MS akan melakukan HO ke sel target dan menduduki kanal yang telah dialokasikan. Setelah proses handover sukses, maka MS akan mengirim pesan *HO Complete* sebagai pemberitahuan bahwa HO telah dilakukan dengan sukses.

Pada panah yang, putus-putus diatas menunjukkan proses yang gagal. Kegagalan tersebut biasanya dikarenakan timer expired karena setiap langkah diatas dibatasi oleh waktu tertentu, sehingga apabila tidak bisa melakukan setiap step hingga batasan waktu tersebut, maka proses dianggap gagal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan September 2017 sampai dengan Pebruari 2018.

b. Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT. INDOSAT area Makassar
Data diperoleh dari berbagai literature yang ada, seperti jurnal penelitian, internet, dan buku.

B. Tahapan penelitian

Untuk penyusunan tugas akhir ini digunakan tiga metode penelitian yaitu:

1. Metode kepustakaan atau Library research

Yaitu mencari literatur yang berhubungan dengan tugas akhir ini yang digunakan untuk menambah teori-teori dasar dan sebagai sarana pendukung dalam menganalisis masalah yang terjadi.

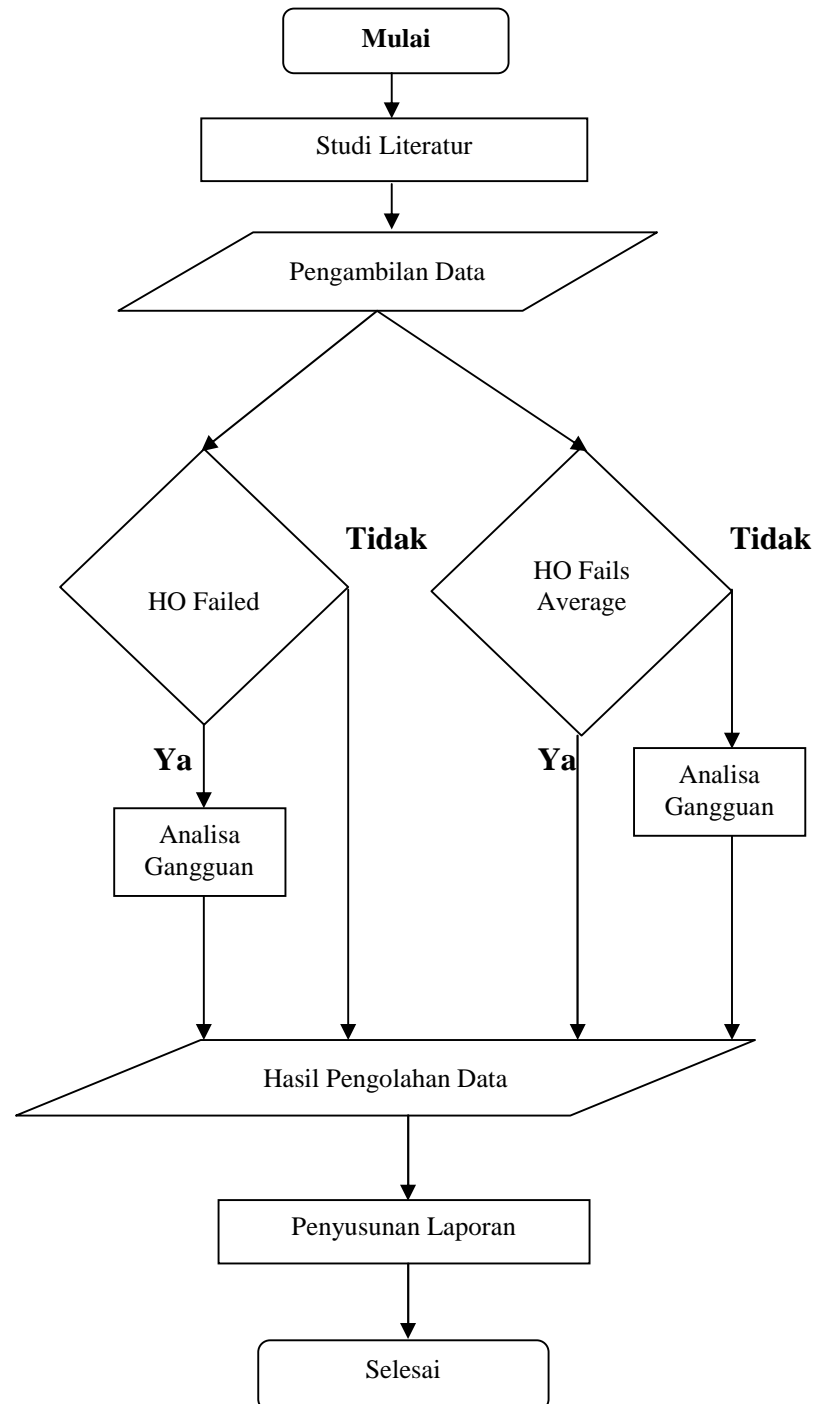
2. Metode Observasi

Yaitu Pengambilan data pada PT. INDOSAT area Makassar, serta melakukan analisis terhadap data yang telah diperoleh.

3. Metode Tanya Jawab

Yaitu tanya jawab secara langsung dengan pembimbing di PT. INDOSAT area Makassar yang digunakan untuk mendukung teori dan data yang telah diperoleh.

C. Flow Chart Penelitian



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian

D. Teknik Pengambilan Data

a. Data Sampel

Data sampel diperoleh dari berbagai literature untuk mendukung penelitian ini, agar data sampel dan data hasil penelitian yang akan diperoleh dapat sinkron satu sama lain.

b. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik data yang dipergunakan dalam penelitian ini, yaitu : pengumpulan data dilakukan dengan membaca literatur, baik dari buku maupun dari internet yang ada relevansinya dengan objek yang diteliti.

E. Analisis Pengolahan Data

Data yang berhasil dikumpulkan, baik data primer (data kasus) maupun data sekunder (teori), akan dianalisa secara kualitatif dan kuantitatif, kemudian disajikan dalam bentuk deskriptif. Analisa kualitatif yaitu, analisa yang bersifat mendeskripsikan data yang diperoleh dalam bentuk kalimat logis, selanjutnya diberi penafsiran dan kesimpulan.

Adapun Beberapa Rumus yang kami gunakan yaitu :

$$1. \text{ HO Failed} = \frac{T}{t} \frac{At}{at} - \frac{T}{t} \frac{S}{at} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

$$2. \text{ HO Fails Average} = \frac{Ju}{b} \frac{hT}{s} \frac{H}{H} \frac{F}{Fai} \dots\dots\dots(2.2)$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Kegagalan Handover

Pada jaringan GSM, handover merupakan faktor yang sangat penting untuk menunjang kelangsungan percakapan. Kegagalan handover harus dapat ditekan oleh operator GSM agar kepuasan pelanggan dapat tercapai. Untuk meminimalkan kegagalan handover, maka harus dapat mengoptimalkan handover.

Untuk melihat kegagalan handover dapat dilihat pada data handover yang didapatkan dari server statistik OMC melalui Metrica Web yaitu software yang digunakan untuk pengukuran trafik diantaranya adalah data handover. Jumlah attempts dan success setiap sebab-sebab handover terinput secara otomatis oleh software tersebut. Server ini menyimpan seluruh data dari seluruh BSC yang ada pada jaringan. Data tersebut digabungkan dan diolah oleh operator untuk dianalisa keandalan jaringannya.

Data yang penulis ambil adalah data handover selama empat bulan, yaitu bulan Nopember 2016 hingga Februari 2017, pada hari Senin karena hari tersebut adalah hari sibuk yaitu kondisi dimana intensitas trafik paling tinggi.

Untuk meningkatkan pelayanan yang diberikan kepada pelanggan GSM, maka pihak PT.INDOSAT khususnya kawasan Indonesia Timur membangun lima buah BSC yaitu : Makassar 1, Makassar 2, Palu 1, Kendari 1 dan Jayapura 1. Sesuai dengan judul, maka penulis hanya membatasi pembahasan handover untuk area

Makassar saja yaitu khususnya BTS-BTS yang berada di bawah penanganan BSC Kima 1 Makassar .

Parameter-parameter yang dimuat pada data handover adalah

1. BSS Name yaitu nama BSC, BTS Name yaitu nama BTS
2. CI (Cell Identification), yaitu nomor kode identitas untuk setiap sel dalam BTS.
Contoh CI 53401 artinya 53 untuk kode area Makassar, 40 untuk kode BTS dan 1 untuk kode sektor dalam BTS tersebut
3. BTS No. yaitu nomor BTS
4. Nbr of HO failure intra, yaitu jumlah handover antar sektor dalam satu BSC yang gagal.
5. Attempt U/L Quality / D/L Quality yaitu jumlah panggilan yang mencoba melakukan handover karena kualitas baik arah up link maupun down link
6. Attempt U/L Level / D/L Level, yaitu jumlah panggilan yang mencoba melakukan handover karena level baik arah up link maupun down link
7. Attempt Distance / Better cell yaitu jumlah panggilan yang mencoba melakukan handover karena jarak dan sel yang lebih baik
8. Attempt HO Intercell, yaitu jumlah total panggilan yang mencoba melakukan handover antar sel.
9. Succ U/L Quality I D/L Quality yaitu jumlah panggilan yang berhasil melakukan handover karena kualitas baik arah up link maupun down link Succ U/L Level / D/L Level, yaitu jumlah panggilan yang berhasil melakukan handover karena level baik arah up link maupun down link

10. Succ Distance I Better cell yaitu jumlah panggilan yang berhasil melakukan handover karena jarak dan sel terbaik
11. Succ HO Intercell, yaitu jumlah total panggilan yang berhasil melakukan handover antar sel.
12. Attempt dan Succ Outgoing intercell HO, yaitu jumlah panggilan keluar yang mencoba dan yang berhasil melakukan handover antar sel pada BTS lain
13. Attempt dan Succ Incoming intercell HO, yaitu jumlah panggilan masuk yang mencoba dan yang berhasil melakukan handover antar sel pada BTS lain
14. Attempt dan Succ Outgoing inter BSC HO, yaitu jumlah panggilan keluar yang mencoba dan yang berhasil melakukan handover antar sel pada BSC lain

Data-data handover pada BSC Kima Makassar 1 yang diperoleh dari OMC selama empat bulan, mulai bulan November 2016 hingga bulan Pebruari 2017.

Kegagalan handover merupakan perbandingan antara jumlah keseluruhan handover baik uplink/downlink quality, uplink/downlink level, distance dan better cell yang gagal (didapatkan dari hasil pengurangan jumlah attempts dengan success) dengan jumlah keseluruhan yang mencoba melakukan handover dan dinyatakan dalam persen yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{HO Failed} = \frac{T - S}{t} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.1)$$

Berdasarkan data dari lampiran, total attempts dan success dapat diketahui, sehingga dengan menggunakan rumus di atas diperoleh data kegagalan handover setiap bulannya.

Analisa perhitungan:

KIMA 1

$$\begin{aligned} \text{U/L Quality} &= \frac{(9+7+8+8)-(8+6+7+7)}{(9+7+8+8)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{1} \frac{-1}{1} \times 100\% = \frac{2}{1} \times 100\% = 11,8\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D/L Quality} &= \frac{(1+6+7+7)-(9+6+6+6)}{(1+6+7+7)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{1} \frac{-1}{1} \times 100\% = \frac{1}{1} \times 100\% = 11,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{U/L Level} &= \frac{(1+4+5+8)-(1+4+5+8)}{(1+4+5+8)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{1} \frac{-1}{1} \times 100\% = \frac{6}{1} \times 100\% = 0,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D/L Level} &= \frac{(7+2+2+1)-(6+1+2+1)}{(7+2+2+1)} \times 100\% \\ &= \frac{6}{6} \frac{-6}{6} \times 100\% = \frac{6}{6} \times 100\% = 9,2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{letter Cell} &= \frac{(5+1+1+1)-(4+1+1+1)}{(5+1+1+1)} \times 100\% \\ &= \frac{5}{5} \frac{-4}{5} \times 100\% = \frac{3}{5} \times 100\% = 7,4\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O/G Intercell HO} &= \frac{(8+3+4+2)-(5+2+3+1)}{(8+3+4+2)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{1} \frac{-7}{1} \times 100\% = \frac{3}{1} \times 100\% = 29,6\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I/C Intercell HO} &= \frac{(6+4+4+2)-(5+3+3+1)}{(6+4+4+2)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{1} \frac{-9}{1} \times 100\% = \frac{2}{1} \times 100\% = 21,2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O/G InterBSC HO} &= \frac{(1+6+3+0)-(1+3+0+0)}{(1+6+3+0)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{1} \frac{-1}{1} \times 100\% = \frac{4}{1} \times 100\% = 27,8\% \end{aligned}$$

Data kegagalan handover setiap bulannya diperlihatkan pada tabel-tabel

berikut:

Tabel 4.1 Data kegagalan Handover bulan November 2016

No	BTS_Name	U/L Quality	D/L Quality	U/L Level	D/L Level	Better Cell	O/G Intercell HO	I/C Intercell HO	O/G Inter BSC HO
1	KIMA1	11,8%	11,3%	0,3%	9,2%	7,4%	29,6%	21,2%	27,8%
2	KIMA2	25,3%	4,4%	1,0%	3,8%	15,5%	20,9%	26,4%	13,5%
3	KIMA3	23,2%	21,6%	0,1%	2,9%	12,0%	29,7%	7,6%	20,6%
4	PELINDO1	9,5%	13,1%	0,0%	4,2%	13,3%	21,8%	8,1%	0,0%
5	PELINDO2	15,7%	9,8%	18,3%	5,6%	10,6%	12,4%	18,8%	23,3%
6	MARANNU1	15,0%	4,7%	0,3%	6,8%	13,3%	11,5%	4,8%	
7	MARANNU2	15,5%	12,0%	0,0%	5,2%	7,3%	14,1%	4,9%	17,7%
8	MARANNU3	14,0%	8,9%	0,0%	4,1%	13,1%	14,8%	8,4%	12,0%
9	STO MANDAI1	28,9%	20,7%	0,3%	7,5%	19,2%	25,0%	27,6%	
10	STO MANDAI2	15,1%	11,1%	0,2%	5,5%	18,1%	24,0%	9,4%	
11	MAROS1	8,1%	20,8%	1,2%	5,7%	24,1%	25,7%	22,9%	
12	MAROS2	21,9%	13,3%	11,8%	24,0%	29,0%	22,5%	32,3%	
13	SUNGGUMINASA1	19,6%	14,7%	10,6%	7,1%	18,0%	23,4%	24,1%	23,3%
14	SUNGGUMINASA2	5,0%	23,6%	20,1%	7,8%	13,5%	29,1%	27,3%	
15	TVRI MAKASSAR 1	12,0%	7,5%	2,2%	6,9%	13,5%	16,2%	9,0%	9,1%
16	TVRI MAKASSAR2	4,9%	8,5%	4,1%	7,7%	14,8%	18,5%	15,2%	16,7%
17	TVRI MAKASSAR3	17,5%	9,1%	0,0%	3,6%	19,7%	19,3%	10,6%	10,6%
18	UNIVERSITAS1	17,6%	16,9%	4,5%	3,3%	17,6%	10,0%	12,4%	
19	UNIVERSITAS2	14,3%	5,1%	3,6%	5,6%	11,4%	18,5%	12,6%	4,5%
20	UNIVERSITAS3	17,1%	19,1%	4,6%	4,6%	24,6%	22,5%	19,2%	21,7%
21	TAMALANREA1	18,5%	18,6%	3,0%	14,2%	25,7%	26,9%	12,8%	29,9%
22	TAMALANREA2	21,5%	12,1%	0,7%	3,9%	21,9%	26,7%	25,6%	
23	TAMALANREA3	18,0%	7,7%	10,6%	2,2%	11,5%	23,3%	24,5%	18,5%
24	PANAKUKANG1	19,2%	14,8%	20,4%	4,7%	10,9%	28,8%	26,1%	
25	PANAKUKANG2	10,5%	22,1%	8,1%	5,0%	15,4%	24,3%	22,6%	
26	PANAKUKANG3	23,8%	6,1%	7,0%	2,5%	10,7%	12,8%	25,3%	
27	TALL01	0,6%	21,7%	5,6%	1,3%	7,0%	14,9%	28,7%	22,6%
28	TALL02	20,0%	21,1%	6,2%	5,8%	6,9%	18,9%	15,4%	19,7%
29	MONGINSIDI 2	3,1%	4,6%	9,5%	4,9%	7,8%	15,5%	16,0%	
30	MONGINSIDI2	4,6%	19,2%	4,7%	3,1%	8,4%	9,6%	17,5%	
31	MONGINSIDI3	6,2%	7,3%	3,0%	3,7%	9,9%	15,0%	14,1%	2,9%
32	KERUNG KERUNG1	4,1%	17,5%	6,3%	2,9%	19,2%	14,3%	28,2%	
33	KERUNG KERUNG2	20,5%	8,4%	0,1%	2,9%	17,6%	16,4%	13,5%	7,5%
34	KERUNG_KERUNG3	6,9%	18,8%	9,6%	5,6%	19,0%	21,9%	16,9%	22,2%
35	KUMALAI1	5,1%	11,6%	5,2%	4,8%	13,0%	14,4%	14,9%	
36	KUMALA2	3,5%	19,1%	15,3%	10,1%	12,0%	18,3%	12,7%	
37	KUMALA3	4,2%	8,4%	9,0%	5,3%	13,2%	14,2%	14,0%	
	Average of the network	13,6%	13,4%	5,6%	5,8%	14,8%	19,6%	17,4%	16,2%

Sumber: PT. Indosat Area Makassar

Tabel 4.2 Data kegagalan Handover bulan Desember 2016

No	BTS_Name	U/L Quality	D/L Quality	U/L Level	D/L Level	Better Cell	O/G Intercell HO	//C Intercell HO	O/G Inter BSCHO
1	KIMA1	13,7%	15,5%	0,7%	9,0%	1,1%	24,5%	27,4%	22,9%
2	KIMA2	25,6%	4,9%	1,2%	3,0%	15,2%	21,0%	26,2%	12,6%
3	KIMA3	29,2%	31,3%	0,0%	2,9%	16,6%	27,4%	11,1%	23,9%
4	PELIND01	8,8%	11,9%	0,0%	4,3%	15,0%	22,6%	9,5%	
5	PELIND02	16,6%	9,7%	17,3%	5,9%	5,0%	12,4%	18,7%	0,0%
6	MARANNU1	17,5%	9,7%	0,1%	5,8%	5,0%	14,3%	5,8%	
7	MARANNU2	11,9%	8,9%	0,0%	6,1%	3,3%	11,1%	5,5%	15,0%
8	MARANNU3	12,9%	6,8%	0,0%	3,5%	6,8%	13,7%	11,0%	24,7%
9	STO MANDAH	21,7%	21,0%	0,0%	6,1%	18,1%	21,8%	25,6%	
10	STO MANDAI2	15,3%	16,4%	0,0%	6,7%	21,7%	26,7%	11,7%	
11	MAROS1	11,7%	25,6%	0,6%	2,6%	29,5%	20,6%	19,1%	
12	MAROS2	16,0%	16,6%	15,2%	19,2%	33,0%	29,6%	29,4%	
13	SUNGGUMINASA1	18,3%	14,8%	12,0%	5,8%	19,0%	25,9%	25,6%	29,2%
14	SUNGGUMINASA2	4,1%	44,4%	26,9%	8,9%	15,6%	29,2%	24,9%	
15	TVRI MAKASSAR 1	13,7%	15,1%	2,1%	5,8%	2,6%	18,3%	11,1%	9,3%
16	TVRI MAKASSAR2	7,0%	13,5%	4,7%	7,1%	7,7%	18,9%	16,9%	25,6%
17	TVRI MAKASSAR3	18,6%	10,5%	0,0%	3,1%	7,5%	19,2%	11,4%	12,8%
18	UNIVERSITAS1	17,3%	19,7%	3,5%	4,2%	15,3%	17,9%	19,0%	27,8%
19	UNIVERSITAS2	19,5%	11,2%	3,6%	3,8%	9,9%	12,3%	14,6%	14,8%
20	UNIVERSITAS3	18,9%	17,9%	5,0%	4,8%	3,5%	12,2%	18,6%	19,0%
21	TAMALANREA1	17,6	17,6%	2,8%	13,9%	8,1%	20,7%	14,5%	25,9%
22	TAMALANREA2	22,1%	12,2%	0,7%	5,8%	9,1%	22,9%	20,7%	
23	TAMALANREA3	25,3%	8,7%	2,6%	3,0%	3,0%	29,2%	23,3%	26,9%
24	PANAKUKANG1	22,2%	15,1%	21,0%	5,2%	6,4%	20,1%	25,0%	
25	PANAKUKANG2	12,6%	25,6%	6,8%	4,6%	10,4%	23,3%	26,2%	
26	PANAKUKANG3	28,0%	11,8%	7,4%	2,3%	10,5%	16,5%	27,2%	
27	TALLO1	11,7%	15,6%	0,6%	2,6%	19,0%	10,6%	19,1%	
28	TALLO2	16,0%	16,6%	15,2%	19,2%	3,0%	16,9%	14,9%	
29	MONGINSIDI1	2,9%	8,2%	9,0%	5,4%	4,5%	14,5%	17,1%	
30	MONGINSIDI2	4,0%	17,5%	4,4%	3,3%	8,0%	9,2%	12,7%	
31	MONGINSIDI3	6,3%	7,9%	2,4%	3,2%	10,0%	12,4%	11,5%	3,5%
32	KERUNG_KERUNG1	6,3%	29,9%	4,3%	2,7%	16,7%	14,6%	16,3%	0,0%
33	KERUNG_KERUNG2	25,3%	14,0%	0,0%	2,9%	16,8%	17,7%	16,9%	6,3%
34	KERUNG_KERUNG3	6,4%	38,9%	8,6%	5,7%	4,0%	11,6%	15,6%	11,1%
35	KUMALA1	7,0%	13,9%	6,6%	7,3%	15,2%	10,4%	13,0%	
36	KUMALA2	2,7%	14,0%	18,3%	9,0%	12,0%	12,1%	11,7%	
37	KUMALA3	4,4%	6,7%	6,4%	5,6%	16,9%	10,6%	21,7%	
38	ANTANG1	7,3%	14,9%	2,4%	7,8%	7,0%	19,5%	18,3%	
39	ANTANG2	7,9%	9,4%	10,4%	2,6%	4,3%	17,1%	12,5%	
40	ANTANG3	13,3%	21,8%	15,0%	4,4%	5,5%	17,4%	18,1%	
	Average of the network	14,2%	16,1%	5,9%	5,9%	11,0%	18,2%	17,5%	16,4%

Sumber: PT. Indosat Area Makassar

Tabel 4.3 Data kegagalan Handover bulan Januari 2017

No	BTS_Name	U/L Quality	D/L Quality	U/L Level	D/L Level	Better Cell	O/G Intercell HO	I/C Intercell HO	O/G Inter 8SC HO
1	KIMA	12,0%	13,8%	0,2%	4,8%	9,2%	27,9%	17,3%	19,0%
2	KIMA2	27,8%	3,8%	1,1%	2,6%	14,8%	18,7%	22,9%	15,1%
3	KIMA3	28,3%	25,9%	0,1%	2,3%	13,3%	28,1%	9,1%	22,8%
4	PELINDO1	9,8%	12,1%	0,0%	3,7%	4,4%	19,0%	9,0%	
5	PELINDO2	13,7%	9,7%	15,0%	5,9%	5,6%	13,4%	14,8%	0,0%
6	MARANNU1	17,8%	13,4%	0,1%	4,4%	4,1%	12,7%	6,3%	
7	MARANNU2	10,1%	8,3%	0,0%	4,5%	7,1%	8,2%	4,9%	13,2%
8	MARANNU3	11,4%	6,1%	0,1%	3,5%	8,7%	12,2%	9,9%	19,6%
9	STO_MANDA11	26,1%	16,3%	0,0%	7,6%	9,8%	28,7%	26,5%	
10	STO_MANDAI2	24,3%	16,3%	0,3%	3,4%	15,6%	20,9%	11,9%	
11	MAROS1	7,4%	23,4%	0,0%	4,9%	4,3%	25,5%	16,9%	
12	MAROS2	25,0%	16,3%	14,5%	24,5%	19,7%	29,0%	25,9%	
13	SUNGGUMINASA1	19,9%	15,3%	11,3%	5,8%	17,7%	23,6%	26,5%	28,0%
14	SUNGGUMINASA2	2,7%	26,4%	25,4%	10,1%	15,3%	29,3%	27,2%	
15	TVRI MAKASSAR1	12,8%	16,2%	2,8%	5,0%	13,0%	15,0%	10,9%	11,9%
16	TVRI MAKASSAR2	6,8%	18,4%	4,3%	7,2%	14,3%	21,1%	13,8%	23,3%
17	TVRI MAKASSAR3	16,6%	11,3%	0,0%	2,3%	9,7%	16,5%	12,2%	22,6%
18	UNIVERSITAS1	18,6%	20,1%	2,8%	3,7%	4,8%	16,0%	16,7%	18,7%
19	UNIVERSITAS2	21,8%	11,3%	3,7%	4,6%	18,3%	14,1%	23,1%	20,5%
20	UNIVERSITAS3	20,0%	18,5%	3,4%	3,2%	4,9%	20,0%	19,2%	23,5%
21	TAMALANREA1	19,3%	19,0%	2,5%	12,9%	6,4%	26,7%	11,1%	27,7%
22	TAMALANREA2	23,3%	13,5%	0,6%	5,7%	17,9%	21,9%	29,1%	
23	TAMALANREA3	29,5%	9,0%	1,7%	3,5%	16,4%	29,0%	21,7%	22,4%
24	TANAKUKANG1	25,4%	15,4%	15,2%	4,6%	9,4%	27,4%	27,1%	
25	PANAKUKANG2	11,3%	28,9%	6,7%	3,5%	19,5%	23,1%	27,1%	
26	PANAKUKANG3	28,0%	16,9%	6,9%	2,1%	6,7%	16,5%	25,7%	
27	TALLO.01	1,3%	13,0%	6,2%	2,5%	7,0%	12,6%	12,0%	18,6%
28	TALLO2	15,0%	17,5%	4,3%	6,4%	11,2%	19,1%	22,0%	16,3%
29	MONGINSIDI1	3,4%	11,7%	8,7%	3,6%	12,0%	14,5%	18,5%	
30	MONGINSIDI2	4,3%	19,2%	4,0%	2,4%	7,9%	7,1%	15,0%	
31	MONGINSIDI3	5,8%	7,0%	3,0%	3,4%	7,9%	12,6%	8,0%	4,1%
32	KERUNG KERUNG1	7,7%	31,3%	3,7%	2,8%	14,5%	14,6%	18,0%	
33	KERUNG KERUNG2	22,3%	16,0%	0,1%	3,6%	4,8%	19,3%	13,5%	9,2%
34	KERUNG_KERUNG3	7,6%	38,2%	9,3%	5,3%	19,6%	19,0%	19,2%	21,7%
35	KUMALA1	6,4%	15,3%	4,8%	5,9%	7,5%	17,8%	24,2%	
36	KUMALA2	3,6%	10,3%	20,4%	6,9%	18,9%	14,4%	15,2%	
37	KUMALA3	6,4%	6,6%	6,6%	5,4%	14,7%	11,0%	17,0%	
38	ANTANG1	14,4%	9,7%	32,6%	8,1%	5,2%	14,6%	15,5%	
39	ANTANG2	24,2%	14,5%	11,0%	2,3%	8,3%	19,1%	17,6%	
40	ANTANG3	18,7%	22,1%	15,3%	3,1%	10,9%	11,8%	11,3%	
	Average of the network	15,3%	16,0%	6,2%	5,2%	11,2%	18,8%	17,4%	17,9%

Sumber: PT. Indosat Area Makassar

Tabel 4.4 Data kegagalan Handover bulan Pebruari 2017

No	STS_Name	U/L Quality	D/L Quality	U/L Level	D/L Level	Better Cell	O/G Intercell HO	I/C Intercell HO	O/G Inter BSCHO
1	SUNGGUMINASA1	18,9%	11,6%	14,7%	6,6%	18,1%	26,2%	27,5%	
2	SUNGGUMINASA2	3,2%	21,8%	30,1%	8,6%	16,3%	23,2%	23,3%	
3	TVRI MAKASSAR1	10,8%	12,3%	1,8%	7,4%	17,6%	16,9%	10,1%	9,9%
4	TVRI_MKASSAR2	4,4%	10,3%	4,5%	7,9%	13,0%	20,0%	19,2%	18,8%
5	TVRI MAKASSAR3	17,4%	11,1%	0,0%	3,6%	17,8%	10,8%	8,4%	14,5%
6	UNIVERSITAS1	20,0%	21,1%	5,5%	4,4%	9,0%	15,0%	19,4%	
7	UNIVERSITAS2	15,1%	5,9%	6,7%	6,6%	15,6%	25,0%	18,5%	4,0%
8	UNIVERSITAS3	17,5%	18,3%	5,8%	5,3%	3,0%	13,9%	17,9%	11,6%
9	TAMALANREA1	21,5%	15,1%	3,4%	15,3%	4,7%	24,8%	13,1%	32,8%
10	TAMALANREA2	33,7%	16,3%	1,3%	5,2%	3,5%	25,1%	24,1%	
11	TAMALANREA3	44,8%	10,2%	3,2%	4,5%	7,3%	25,2%	21,0%	21,4%
12	PANAKUKANG1	24,7%	12,6%	18,7%	5,1%	8,8%	24,4%	18,4%	
13	PANAKUKANG2	13,2%	22,8%	7,3%	5,0%	1,6%	26,9%	25,7%	
14	PANAKUKANG3	22,6%	8,2%	6,9%	2,7%	9,5%	14,5%	27,4%	
15	MONGINSIDI1	3,2%	6,3%	9,8%	4,7%	25,9%	15,9%	17,9%	
16	MONGINSIDI2	4,8%	17,1%	4,0%	3,1%	21,0%	8,1%	14,8%	
17	MONGINSIDI3	6,2%	8,4%	3,1%	4,8%	17,5%	13,4%	10,8%	3,4%
18	KERUNG KERUNG1	5,5%	28,6%	7,2%	3,7%	4,9%	20,3%	19,8%	
19	KERUNG KERUNG2	23,2%	12,2%	0,0%	4,4%	9,4%	16,7%	17,4%	10,9%
20	KERUNG KERUNG3	5,4%	8,8%	10,3%	5,8%	9,2%	18,8%	20,4%	22,3%
21	KUMALA1	7,0%	11,5%	6,0%	5,7%	19,9%	18,9%	26,3%	
22	KUMALA2	5,5%	13,0%	22,8%	8,0%	0,7%	19,0%	14,1%	
23	KUMALA3	4,6%	7,6%	6,4%	6,3%	25,1%	8,3%	22,5%	
24	ANTANG1	11,6%	12,8%	36,1%	6,5%	3,0%	18,1%	18,3%	
25	ANTANG2	5,3%	26,7%	15,7%	2,8%	9,5%	15,0%	19,1%	
26	ANTANG3	14,9%	16,0%	18,3%	5,4%	5,4%	15,0%	10,7%	
	Average of the network	14,0%	14,1%	9,6%	5,8%	11,4%	18,4%	18,7%	15,0%

Sumber: PT. Indosat Area Makassar.

data-data pada tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.4 dapat dihitung nilai rata-rata kegagalan handover (HO Fail) dari tiap-tiap BTS dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{HO Fails Average} = \frac{\sum_{b} \text{RT HF}}{S \text{ HF}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Analisa perhitungan :

KIMA1

$$U/L \text{ Quality} = \frac{(1,8+1,7+1,6)\%}{3} = \frac{3,5\%}{3} = 12,5 \%$$

$$D/L \text{ Quality} = \frac{(1,3+1,5+1,8)\%}{3} = \frac{4,6\%}{3} = 13,5\%$$

$$U/L \text{ Level} = \frac{(0,3+0,7+0,2)\%}{3} = \frac{1,3\%}{3} = 0,4 \%$$

$$D/L \text{ Level} = \frac{(9,2+9,6+4,8)\%}{3} = \frac{2,1\%}{3} = 7,7 \%$$

$$\text{Better Cell} = \frac{(7,4+1,1+9,2)\%}{3} = \frac{1,7\%}{3} = 5,9 \%$$

Untuk nilai U/L Quality, D/L Quality, U/L level, D/L level dan Better Cell diatas masih dianggap berhasil dalam melakukan handover karena nilainya masih dibawah tolak ukur kegagalan handover yaitu sebesar 20 %

$$O/G \text{ InterCell HO} = \frac{(2,6+2,5+2,9)\%}{3} = \frac{8\%}{3} = 27,3 \%$$

$$I/C \text{ InterCell HO} = \frac{(2,2+2,4+1,3)\%}{3} = \frac{6,9\%}{3} = 22,0 \%$$

$$O/G \text{ InterBSC HO} = \frac{(2,8+2,9+1,3)\%}{3} = \frac{6,7\%}{3} = 23,2 \%$$

Nilai O/G InterCell HO, I/C InterCell HO dan O/G InterBSC HO di atas dianggap gagal karena nilainya melebihi tolak ukur kegagalan handover sebesar 20%.

Secara lengkap HO Fail rata-rata setiap BTS mulai bulan November 2016 sampai Pebruari 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.5 HO Fail Average dari Tiap-tiap Sektor Bulan November 2016 sampai
Pebruari 2017

No	BTS_Name	U/L Quality	D/L Quality	U/L Level	D/L Level	Better Cell	O/G Intercell HO	I/C Intercell HO	O/G Inter BSCHO
1	KIMA1	12,5%	13,5%	0,4%	7,7%	5,9%	27,3%	22,0%	23,2%
2	KIMA2	26,2%	4,4	1,1%	3,1%	15,2%	20,2%	25,2%	13,7%
3	KIMA3	26,9%	26,2%	0,0%	2,7%	14,0%	28,4%	9,3%	22,4%
4	PELINDO1	9,4%	12,4%	0,0%	4,1%	10,9%	21,1%	8,9%	0,0%
5	PELINDO2	15,3%	9,7%	16,9%	5,8%	7,1%	12,7%	17,4%	7,8%
6	MARANNU1	16,7%	9,3%	0,1%	5,7%	7,5%	12,8%	5,6%	
7	MARANNU2	12,5%	9,7%	0,0%	5,3%	5,9%	11,1%	5,1%	15,3%
8	MARANNU3	12,8%	7,3%	0,0%	3,7%	9,5%	13,6%	9,8%	18,8%
9	STO_MANDAI 1	25,6%	19,4%	0,1%	7,1%	15,7%	25,7%	26,6%	
10	STO_MANDAI2	18,2%	14,6%	0,2%	5,2%	18,5%	23,9%	11,0%	
11	MAROS1	9,1%	23,3%	0,6%	4,4%	19,3%	23,9%	19,6%	
12	MAROS2	21,0%	15,4%	13,8%	22,6%	27,2%	27,0%	29,2%	
13	RAPPOCINI1	7,1%	7,6%	1,6%	3,9%	7,8%	18,2%	10,7%	
14	RAPPOCINI2	15,2%	17,9%	1,4%	1,6%	7,3%	16,8%	17,9%	
15	RAPPOCINI3	13,7%	10,0%	1,0%	2,9%	11,1%	10,8%	13,4%	
16	SUNGGUMINASA1	18,9%	13,9%	13,0%	6,1%	12,2%	25,6%	25,7%	26,9%
17	SUNGGUMINASA2	4,0%	23,3%	26,9%	9,3%	11,9%	26,8%	26,3%	
18	TVRI_MAKASSAR1	11,0%	11,8%	2,0%	6,2%	14,6%	15,0%	9,5%	12,9%
19	TVRI_MAKASSAR2	5,5%	12,0%	4,2%	7,1%	15,2%	19,0%	16,4%	19,3%
20	TVRI_MAKASSAR3	17,7%	10,3%	0,0%	2,8%	15,9%	17,1%	10,0%	17,1%
21	UNIVERSITAS1	17,1%	20,4%	4,5%	3,7%	10,2%	18,4%	8,5%	15,6%
22	UNIVERSITAS2	16,9%	6,9%	4,2%	5,0%	14,5%	17,4%	17,4%	13,4%
23	UNIVERSITAS3	17,9%	17,8%	5,2%	4,0%	9,1%	16,2%	18,1%	18,6%
24	SUNGGUMINASA3	4,6%	19,6%	1,7%	9,4%	14,8%	34,5%	28,5%	35,5%
25	TAMALANREA1	16,3%	17,5%	2,5%	13,4%	10,3%	27,8%	12,5%	24,2%
26	TAMALANREA2	21,4%	11,3%	0,8%	3,9%	14,5%	28,0%	23,4%	26,7%
27	TAMALANREA3	22,5%	5,2%	15,4%	1,9%	7,6%	20,3%	26,4%	16,7%
28	PANAKUKANG1	22,1%	14,5%	17,7%	4,7%	9,2%	28,2%	28,3%	33,5%
29	PANAKUKANG2	11,4%	24,5%	7,1%	4,5%	9,3%	24,2%	24,8%	
30	PANAKUKANG3	25,2%	9,1%	7,2%	2,3%	10,7%	15,3%	26,7%	7,8%
31	TALLO1	4,6%	16,8%	4,1%	2,1%	11,0%	12,7%	19,9%	20,6%
32	TALLO2	17,0%	18,4%	8,6%	10,5%	7,0%	18,3%	17,4%	18,0%
33	MONGINSIDI1	3,4%	7,7%	8,2%	4,4%	15,4%	14,2%	17,1%	
34	MONGINSIDI2	4,1%	18,2%	4,0%	3,0%	16,8%	8,2%	13,1%	11,9%
35	MONGINSIDI3	6,1%	8,1%	2,7%	3,4%	20,0%	12,0%	11,4%	5,1%
36	KERUNG_KERUNG1	6,1%	17,3%	4,6%	2,9%	12,4%	16,0%	19,2%	
37	KERUNG_KERUNG2	20,7%	13,8%	0,6%	3,7%	12,7%	18,4%	14,7%	11,4%
38	KERUNG_KERUNG3	6,2%	16,2%	10,5%	5,1%	11,8%	16,2%	18,3%	20,5%
39	KUMALA1	6,9%	12,3%	6,1%	5,9%	13,0%	16,9%	18,2%	
40	KUMALA2	3,6%	13,6%	16,7%	8,9%	9,8%	15,8%	15,3%	
41	KUMALA3	4,8%	6,7%	6,7%	5,5%	16,2%	10,2%	17,7%	
42	ANTANG1	9,5%	10,5%	21,3%	7,5%	5,7%	17,6%	16,8%	
43	ANTANG2	16,6%	19,0%	13,0%	2,3%	4,5%	17,4%	15,9%	
44	ANTANG3	13,4%	19,5%	13,9%	3,8%	6,7%	16,3%	14,9%	
45	BULUKUMBA1	4,1%	2,4%	25,7%	7,2%	15,9%	30,8%	31,4%	

46	BULUKUMBA2	8,4%	1,7%	32,0%	5,4%	12,7%	34,2%	32,1%	
47	BULUKUMBA3	13,9%	2,1%	26,6%	4,3%	19,8%	31,5%	31,4%	
48	BANTAENG1	5,1%	5,3%	36,8%	4,3%	30,5%	27,4%	30,4%	
49	BANTAENG2	4,6%	6,7%	26,6%	16,5%	19,6%	32,2%	32,9%	
50	BANTAENG3	3,0%	14,3%	18,2%	13,8%	28,2%	30,1%	19,1%	
51	TANJUNG BUNGA1	3,3%	25,4%	16,9%	8,7%	15,7%	25,0%	27,4%	
52	TANJUNG_BUNGA2	3,2%	29,2%	29,4%	13,2%	11,3%	32,2%	29,4%	
53	TANJUNG_BUNGA3	4,4%	29,7%	5,2%	1,3%	19,1%	14,3%	14,3%	23,4%
54	MALINO1	0,0%	11,5%	29,0%	0,0%	25,1%	11,1%	31,6%	
55	MALINO2	6,2%	18,4%	22,2%	7,8%	23,1%	34,9%	16,4%	
56	TAKALAR1	20,9%	6,4%	28,4%	4,5%	14,8%	33,4%	31,0%	
57	TAKALAR2	18,2%	0,9%	30,7%	3,4%	24,1%	32,3%	33,2%	
58	TAKALAR3	14,7%	7,5%	26,5%	7,1%	26,9%	32,9%	33,0%	
	Average of the network	8,2%	12,2%	21,6%	6,6%	17,1%	24,8%	24,6%	23,4%

Sumber: PT. Indosat Area Makassar.

Keterangan: berdasarkan ketetapan dari PT. INDOSAT tolak ukur untuk kegagalan handover > 20 % (lebih besar dari 20 persen).

Berdasarkan tabel 4.5 terlihat bahwa kegagalan handover yang melebihi tolok ukur 20 % adalah 11 BTS dari 58 BTS yaitu antara lain:

1. BTS Kima
2. BTS STO Mandai 1
3. BTS Maros 2
4. BTS Sungguminasa
5. BTS Tamalanrea 2 dan 3
6. BTS Panakkukang
7. BTS Tanjung Bunga 1 dan 2
8. BTS Bantaeng 1 dan 2
9. BTS Bulukumba
10. BTS Takalar
11. BTS Malino 1

B. Analisis Penyebab Kegagalan Handover

Secara umum terdapat beberapa hal yang menyebabkan terjadinya kegagalan handover yaitu:

- a. Kesalahan Setting parameter database

Ada beberapa parameter yang menentukan apakah akan dilaksanakan proses handover atau tidak pada suatu sel atau sektor. Parameter-parameter tersebut adalah uplink quality, downlink quality, uplink level, downlink level, distance dan better cell. Berdasarkan parameter-parameter inilah handover dilakukan. Jadi setiap parameter tersebut mempunyai nilai tersendiri untuk terlaksananya proses handover. Sehingga apabila terjadi kesalahan setting pada

database yang ada sehingga nilai tersebut tidak sesuai lagi dengan nilai yang ditentukan untuk parameter-parameter tersebut, maka hal ini dapat menyebabkan gagalnya proses handover.

b. Terjadinya relation connection fault dengan sel tetangganya

Pada proses handover MS yang sedang melakukan pembicaraan akan berpindah sel tetangganya atau sel yang terdekat dengannya, berarti MS juga akan berpindah kanal pembicaraan yang sedang berlangsung selama MS bergerak dari sel asal ke sel tetangganya. Keadaan ini hanya dapat berlangsung dengan baik apabila kedua sel tersebut dapat berhubungan dengan baik (tidak ada kerusakan pada salah satu sel). Tetapi apabila terjadi connection fault maka tentu saja hal ini dapat mengganggu pembicaraan MS atau bahkan dapat terjadi putusya hubungan pembicaraan MS tersebut sehingga mengakibatkan gagalnya handover.

c. Area overlap yang sangat luas

Area overlap yang sangat luas disebabkan karena antena diarahkan dengan jangkauan tak terhingga. Ini sering dilakukan pada sektor-sektor yang berada paling luar. Dari peta alokasi BTS terlihat bahwa BTS Kima, BTS Maros, BTS Tanjung Bunga dan BTS Sungguminasa yang berada didaerah pinggiran kota yang memiliki tingkat kegagalan handover yang tinggi. Pengarahan antena tersebut dilakukan untuk memperluas daerah cakupan ke arah luar pada sektor tersebut, namun hal ini menyebabkan daerah overlap sektor tersebut sangat luas.

d. Daya pancar yang rendah

PT. INDOSAT area Makassar menggunakan antena dengan penguatan rata-rata 18 dB dengan setting powerful/ (33 dB). Berdasarkan data handover, penyebab terbesar dalam pelaksanaan HO adalah better cell yaitu sel yang lebih baik power budget-nya. Ini berarti masih banyak sel yang kekurangan terutama power-nya.

e. Kurangnya adjacent cell (sel tetangga)

Kurangnya sel tetangga sangat berpengaruh terhadap tingkat kegagalan handover. BTS-BTS yang memiliki adjacent cell sedikit, tingkat kegagalan handovernya tinggi. Ini berarti meskipun kanal trafiknya tidak begitu padat namun akan menimbulkan kegagalan handover yang tinggi.

f. Jarak antar BTS terlalu jauh

Khususnya BTS Bantaeng, BTS Bulukumba dan BTS Malino serta BTS Takalar mengalami tingkat kegagalan HO yang tinggi, ini disebabkan karena BTS-BTS tersebut terdapat di daerah-daerah luar kota Makassar dan tak mempunyai alternatif BTS, sehingga apabila MS yang akan melakukan HO akan tidak mempunyai alternatif HO (tidak ada sel).

C. Analisis Penanggulangan Kegagalan Handover Dalam Peningkatan Pelayanan Pelanggan

Setelah kita mengetahui penyebab-penyebab kegagalan handover pada sistem GSM yang dikelola oleh PT. INDOSAT, maka kita dapat menganalisis bagaimana penanggulangan kegagalan handover tersebut. Hal ini dilakukan agar pelayanan yang disediakan maksimal terutama pada trafik jam sibuk.

Analisis yang dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa upaya-upaya yang dilakukan haruslah seefisien mungkin, ekonomis bagi penyelenggara (dalam hal ini PT. INDOSAT) dan juga dapat dipakai untuk jangka waktu yang semaksimal mungkin. Adapun upaya-upaya penanggulangannya antara lain:

1. Mengadakan setting dan konfigurasi kembali terhadap parameter-parameter database. Hal ini berkaitan dengan software dan database tiap-tiap BTS yang ada pada BSS. Dimana pada BSS ini sudah diatur semua kriteria yang menyangkut parameter-parameter yang dimiliki oleh setiap BTS.
2. Memperbaiki jalur komunikasi antar adjacent cell. Hal ini bertujuan agar connection fault dapat dihindari sehingga MS tidak lagi mengalami pemutusan hubungan saat sedang melakukan HO.
3. Menambah daya pancar pada BTS. Dengan pertimbangan daerah jangkauan BTS terhadap MS akan lebih baik. Penambahan ini dapat dilakukan dengan cara mengganti power amplifier dan menaikkan gain antenna. Namun pihak PT. INDOSAT tidak dapat melakukan penambahan daya pancar sebab daya yang ada pada setiap BTS sudah dalam keadaan powerfull (33 dB).
4. Penambahan kanal trafik pada BTS-BTS yang memiliki daerah yang padat seperti BTS Panakkukang dan BTS Tamalanrea yang memiliki HO yang cukup tinggi dengan pertimbangan BTS-BTS ini memiliki pendudukan kanal trafik MS yang padat pada jam sibuk.
5. Penambahan adjacent cell pada sektor-sektor yang memiliki sel tetangga yang lebih sedikit.

6. Pengarahan downtiling antenna (arah pancar antena) untuk BTS-BTS yang memiliki daerah cakupan yang luas (arah pancar yang tak terhingga). BTS-BTS tersebut adalah BTS Kima, BTS Maros, BTS Tanjung Bunga, BTS Sungguminasa yang memiliki tingkat kegagalan HO yang tinggi. Tujuan downtilt antena adalah untuk meminimalisasikan jarak jangkauan antena sehingga daerah overlap akan lebih kecil. Namun hal ini tidak dapat dilakukan oleh PT. INDOSAT karena pada saat pembangunan BTS baru, ini sudah memiliki arah pancar yang terbaik dan jika diarahkan ke arah lain, ini akan menyebabkan area overlap dengan sel lainnya. Jadi usaha yang dapat dilakukan hanya dengan memperlambat timer HO agar tidak mengalami kegagalan ataupun pemutusan hubungan.
7. Pembangunan BTS yang baru. Hal ini berguna pada sekitar daerah BTS Bantaeng, BTS Bulukumba dan BTS Malino serta BTS Takalar. Agar MS yang akan melakukan HO mempunyai alternatif HO.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Handover secara umum adalah perpindahan kanal radio suatu panggilan ke kanal lainnya sewaktu pembicaraan berlangsung. Handover diperlukan untuk menjaga kontinuitas hubungan pada sistem bergerak seluler yang dikendalikan oleh MSC. Dengan adanya handover, setiap saat MS dapat berubah posisi selama pembicaraan, juga untuk pergantian kanal saat mendapatkan gangguan serta desain dari batasan sel, struktur jaringan radio.

Kegagalan handover merupakan perbandingan antara jumlah keseluruhan handover baik uplink/downlink quality, uplink/downlink level, distance dan better cell yang gagal (didapatkan dari hasil pengurangan jumlah attempts dengan success) dengan jumlah keseluruhan yang mencoba melakukan handover dan dinyatakan dalam persen.

Kegagalan handover yang melebihi tolok ukur 20% adalah 11 BTS dari 58 BTS yaitu, BTS Kima, BTS STO Mandai 1, BTS Maros 2, BTS Sungguminasa, BTS Tamalanrea 2, BTS Panakukang, BTS Tanjung Bunga 1 dan 2, BTS Bantaeng 1 dan 2, BTS Takalar, BTS Bulukumba dan BTS Malino 1.

B. Saran

Dalam tugas akhir ini hanya dibahas kasus kegagalan handover pada BSC Kima 1 untuk sistem GSM di PT. INDOSAT area Makassar, maka untuk menekan tingginya tingkat kegagalan handover dengan pertimbangan faktor efisiensi dan ekonomis, maka perlu diprioritaskan upaya-upaya penanggulangannya yaitu antara lain:

1. Mengadakan setting dan konfigurasi kembali terhadap parameter database
2. Memperbaiki jalur komunikasi antar sesama sel yang bertetangga
3. Menambah daya pancar yang rendah dan adjacent cell yang sedikit.
4. Menambah kanal trafik pada daerah yang kepadatan trafiknya sangat tinggi
5. Downtilt antena untuk BTS-BTS yang memiliki area cakupan yang luas
6. Menambah tinggi antenna Pembangunan BTS yang baru

Kegagalan handover yang melebihi tolok ukur 20 % dalam area cakupan BSC Kima 1 adalah BTS Kima, BTS STO Mandai, BTS Maros, BTS Sungguminasa, BTS Tamalanrea, BTS Panakkukang, BTS Tanjung Bunga, BTS Bantaeng, BTS Bulukumba, dan BTS Takalar serta BTS Malino.

Dengan usaha-usaha ini, diharapkan PT. INDOSAT dapat lebih meningkatkan lagi mutu pelayanannya kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayub, Ismawan dan Iskandar.2016. Analisis Penanggulangan Kegagalan Handover pada Sistem GSM di PT. Telkomsel Area Makassar Khususnya BSC Telkomas.Teknik Elektro.UGM. Makassar
- European Telecommunication Standart Institue. 2015. Digital Celluler Telecommunication System (Phase 2+) Mobile - service Switching Centre – Base Station System (MSC - BSS) Interface ; Layer 3 Specification (GSM 08.08). GSM Technical Specification. France.
- Made, Kontan dan Teguh Yulianto. 2016. Analisa Proses Handover Downlink pada Jaringan Seluler GSM PT. Satelindo.Teknik Elektro Ugm. Yoyakarta
- Mustafa, Tatu Anshar. 2015. Pengenalan Jaringan GSM. Training dan latihan. PT. Satelindo. Makassar
- _____.2016. Aplikasi Short Message Service pada Jaringan PT. Satelindo cabang Makassar.Teknik Elektro. UNHAS.Makassar.
- Siemens. Information Call Handling Intra-MSC/Inter-MSC Handover A30808-X3237-D14-1-7629
- Yuliarso,Eddy.2015. Sistem Telepon Seluler Digital GSM. ELEKTRO INDONESIA Nomor 5, Tahun I, 2016