

**STUDI BANDING  
SISTEM TELEPON SELULAR DIGITAL  
IS-95 CDMA DENGAN GSM-900**

Oleh  
**RULLY NUGRAHA**  
NIM :94210022



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA  
1999**

**STUDI BANDING  
SISTEM TELEPON SELULAR DIGITAL  
IS-95 CDMA DENGAN GSM-900**

**Tugas Akhir**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Guna memperoleh gelar  
Sarjana Strata Satu**

Oleh  
**RULLY NUGRAHA**  
NIM :94210022



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA**

**1999**

**STUDI BANDING**  
**SISTEM TELEPON SELULAR DIGITAL**  
**IS-95 CDMA DENGAN GSM-900**

Tugas Akhir ini  
Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu  
Jurusan Teknik Elektro Peminatan Telekomunikasi

Oleh:

**Rully Nugraha**  
**NIM : 94210022**

Jakarta, Agustus 1999

Menyetujui,

  
**Ir. Nani Suryani, MT**  
Pembimbing I

  
**Ir. Endro Darwanto**  
Pembimbing II

  
Mengetahui,  


**Drs. Eko Budi W. MT**  
Ketua Jurusan

## LEMBAR KEASLIAN

Skripsi sarjana yang berjudul :

### **STUDI BANDING SISTEM TELEPON SELULAR DIGITAL IS-95 CDMA DENGAN GSM-900**

Merupakan karya ilmiah yang saya susun dibawah bimbingan Ir. Nani Suryani, MT (Pembimbing I) dan Ir. Endro Darwinto (Pembimbing II) tidak merupakan jiplakan Skripsi Sarjana atau karya orang lain, sebagian atau seluruhnya, dan isinya sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya sendiri.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya di Jakarta, pada tanggal 4 Agustus 1999



(Rully Nugraha)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas pimpinan dan hikmatNya , penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Studi Banding Sistem Telepon Selular Digital IS-95 CDMA Dengan GSM-900” ini tepat pada waktunya

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu persyaratan akademis untuk dapat menyelesaikan pendidikan strata satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada.

Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih dan hormat kepada kedua orang tua penulis yang telah memberikan banyak dukungan spiritual dan moril demi selesainya pendidikan yang sedang dijalani oleh penulis.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Bapak Ir. Agus Sun Sugiharto,MT,**selaku Dekan Fakultas Teknik UNSADA
2. **Ibu Ir. Nani Suryani,MT,**selaku Pembimbing I
3. **Bapak Ir.Endro Darminto,**selaku Pembimbing II
4. **Ibu Dra. Nur Hasanah,M Eng,**selaku koordinator Tugas Akhir
5. **Bapak Ir. Andryan Herryanto** di Siemens Telecommunication Project Office yang telah memberikan penjelasan-penjelasan dan informasi kepada penulis.
6. **Bapak Ir. Tugas Utomo,MM,** yang telah bersedia memberikan pinjaman buku serta referensi yang penulis butuhkan.

7. Seluruh staf dosen dan karyawan Fakultas Teknik khususnya, dan Universitas Darma Persada umumnya, yang telah membimbing penulis selama menjalani pendidikan di kampus ini.
8. Meinar dan Selvie terima kasih atas pinjaman printernya.
9. Rekan-rekan angkatan '94, Erman, Jefry, Handi, Iwan, Panjoule, Irfan dan Hengki (Biksu) yang telah meminjamkan banyak buku tentang konsep CDMA.
10. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik lainnya (Rua, Maya, Sinta, dll), termasuk para senior dan junior.
11. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Meski sudah berusaha sebaik mungkin, penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Karena itu penulis menerima setiap kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan lebih lanjut.

Akhirnya, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun semua pihak yang membacanya.

Jakarta, Juli 1999

Rully Nugraha

# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR SINGKATAN .....	x
ABSTRAK .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Ruang Lingkup Pembahasan .....	4
1.3 Tujuan Penulisan .....	5
1.4 Sistematika Pembahasan .....	5
<b>BAB II TEORI PENUNJANG KOMUNIKASI BERGERAK SELULAR DIGITAL 7</b>	
2.1 Latar Belakang .....	7
2.2 Konsep Selular .....	8
2.2.1. Konfigurasi Dasar Sistem Selular .....	9
2.2.2. Ukuran Sel .....	9
2.2.3. Pengulangan Kanal Frekuensi .....	11
2.2.4. Pembidahan Sel .....	12
2.3 Dasar Sistem Selular Bergerak .....	13
2.4 Kriteria Kerja Sistem Selular Digital .....	14
2.4.1. Kualitas Pelayanan .....	15

	<b>Halaman</b>
2.4.2. Kualitas Layanan Khusus .....	16
2.4.3. Konsep Kanal Frekuensi Reuse .....	16
2.4.4. Interferensi .....	17
2.4.4.1. Interferensi Kanal Sama .....	18
2.4.4.2. Interferensi Kanal Bersebelahan .....	19
2.4.4.3. Interferensi Near-End-Far End .....	20
2.4.4.4. Interferensi TV UHF .....	21
2.4.5. Penggunaan Dan Manajemen Frekuensi .....	22
2.4.5.1. Penggunaan Frekuensi .....	22
2.4.5.2. Manajemen Frekuensi .....	23
2.4.6. Efisiensi Spektrum .....	23
2.4.7. <i>Kapasitas Radto.</i> .....	24
2.5. Handoff dan Roaming .....	24
2.5.1. Handoff .....	24
2.5.2. Intersystem Handoff .....	27
2.5.3. Roaming .....	28
2.6. Teknologi <i>Multiple Akses (Metoda Akses)</i> .....	31
2.6.1. Teknologi FDMA .....	31
2.6.2. Teknologi TDMA .....	32
2.6.3. Teknologi CDMA .....	32
<b>BAB III TEKNOLOGI GSM 900 DAN IS-95 CDMA .....</b>	<b>34</b>
3.1. GSM-900 .....	34
3.1.1. Latar Belakang .....	34
3.1.2. Arsitektur Sistem .....	36



	<b>Halaman</b>
3.1.3. Alokasi Frekuensi .....	38
3.1.4. Karakteristik .....	40
3.1.5. Jenis-jenis Kanal .....	41
3.1.6. Handover .....	43
3.1.7. Frekuensi Hopping .....	44
3.2. IS-95 CDMA .....	45
3.2.1 Konsep Spektral Tersebar .....	45
3.2.1.1. latar Belakang .....	45
3.2.1.2. Konsep Umum .....	46
3.2.1.3. Kinerja Spektral tersebar .....	51
3.2.2. Sistem Selular IS-95 CDMA .....	53
3.2.3. Enhancment CDMA .....	57
3.2.4. Pengkanaan Pada Sistem Selular IS-95 .....	60
3.2.4.1. Kanal Logic Pada IS-95 .....	63
3.2.5. Arsitektur .....	66
BAB IV. ANALISIS SISTEM. ....	68
4.1. Keunggulan Teknologi Sistem IS-95 .....	68
4.1.1. Daerah jangkauan yang luas .....	68
4.1.2. Kapasitas yang besar .....	68
4.1.3. Daya pancaryangrendah .....	70
4.1.4. Soft capacity .....	70
4.1.5. Metoda akses .....	71
4.1.6. Aplikasi spread spektrum .....	72
4.2. Kapasitas Sistem .....	73

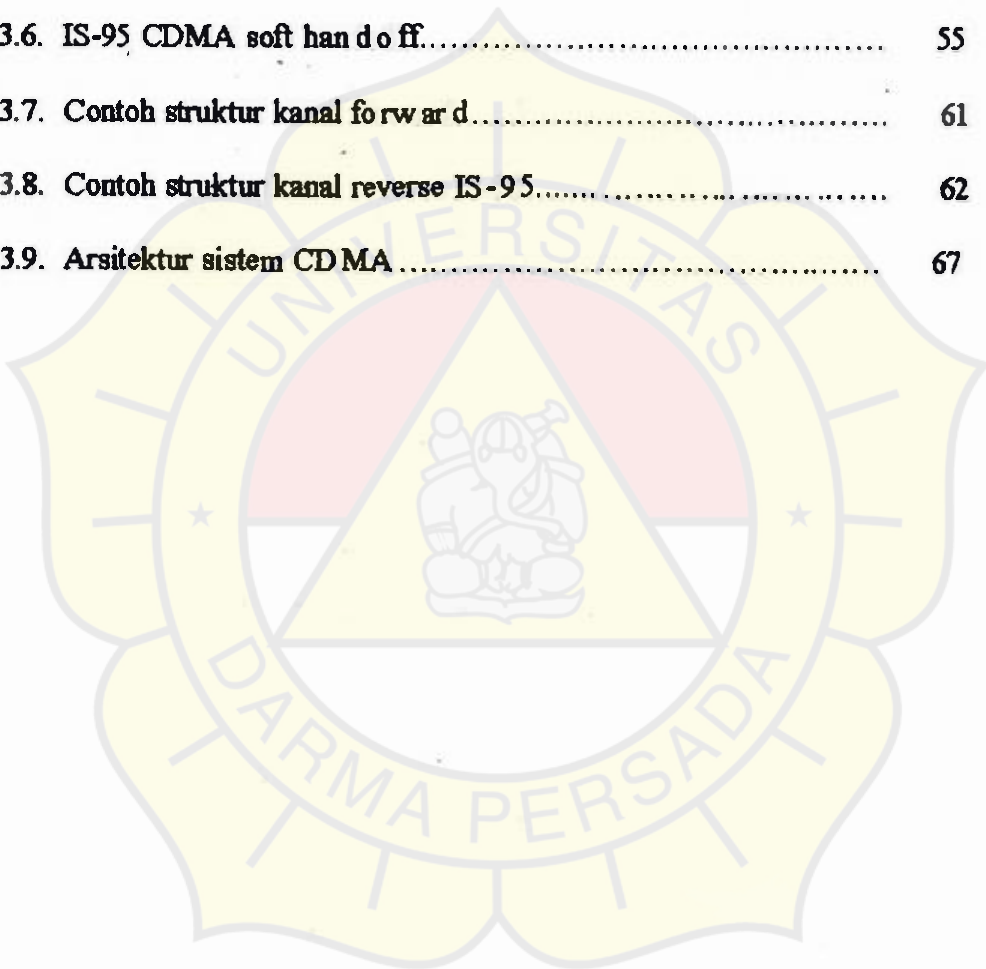
4.3. Peluang IS-95 CDMA sebagai basis FWPC .....	Halaman 77
BAB V. KESIMPULAN .....	85
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

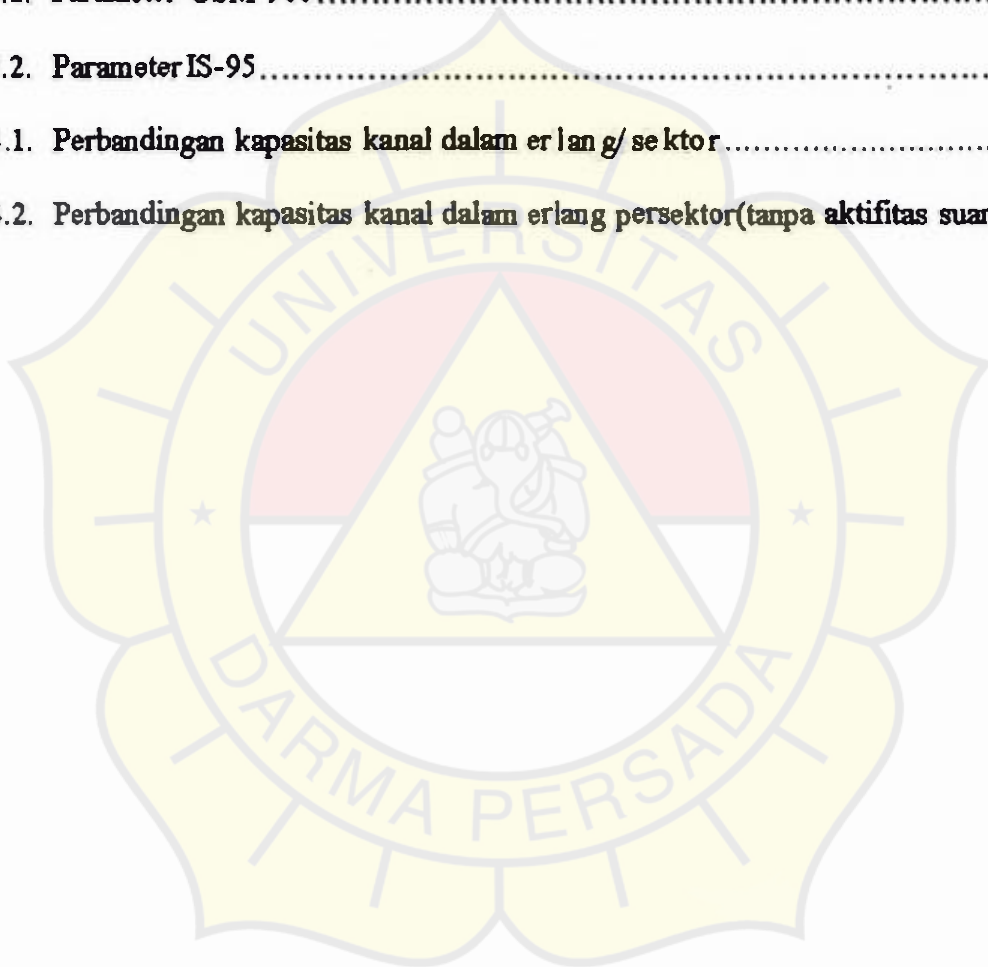
	Halaman
Gambar 2.1. Perbandingan sistem konvensional dan selular.....	8
Gambar 2.2. Susunan sel dengan ukuran sel berbeda.....	10
Gambar 2.3. Konsep pengulangan kanal frekuensi.....	11
Gambar 2.4. Pola pengulangan kanal frekuensi K sel.....	12
Gambar 2.5. Sistem komunikasi selular ber gerak.....	14
Gambar 2.6. Frekuensi reuse $K=7$ pada sistem selular.....	17
Gambar 2.7. Interferensi sel berkanal sama.....	19
Gambar 2.8. Interferensi near end-far end, (a) dalam satu sel, (b) dalam 2 sel yang berbeda sistem.....	21
Gambar 2.9. Interferensi antara sistem selular dengan TV UHF.....	22
Gambar 2.10. Proses terjadinya handoff pada level sinyal.....	25
Gambar 2.11. Proses handoff.....	26
Gambar 2.12. Intersystem handoff.....	27
Gambar 2.13. Prinsip dasar FDMA.....	31
Gambar 2.14. Prinsip dasar akses TDMA.....	32
Gambar 2.15. Prinsip dasar teknologi CDMA.....	33
Gambar 3.1. Arsitektur jaringan GSM.....	38

Gambar 3.2. Pembagian kanal frekuensi pada GSM-900.....	39
Gambar 3.3. GSM menggunakan sistem TDM 8 time slot.....	39
Gambar 3.4. Spektrum sinyal sebelum dan sesudah penyebaran.....	49
Gambar 3.5. Teknik dasar spread spektrum direct sequence.....	51
Gambar 3.6. IS-95 CDMA soft handoff.....	55
Gambar 3.7. Contoh struktur kanal forward.....	61
Gambar 3.8. Contoh struktur kanal reverse IS-95.....	62
Gambar 3.9. Arsitektur sistem CDMA.....	67

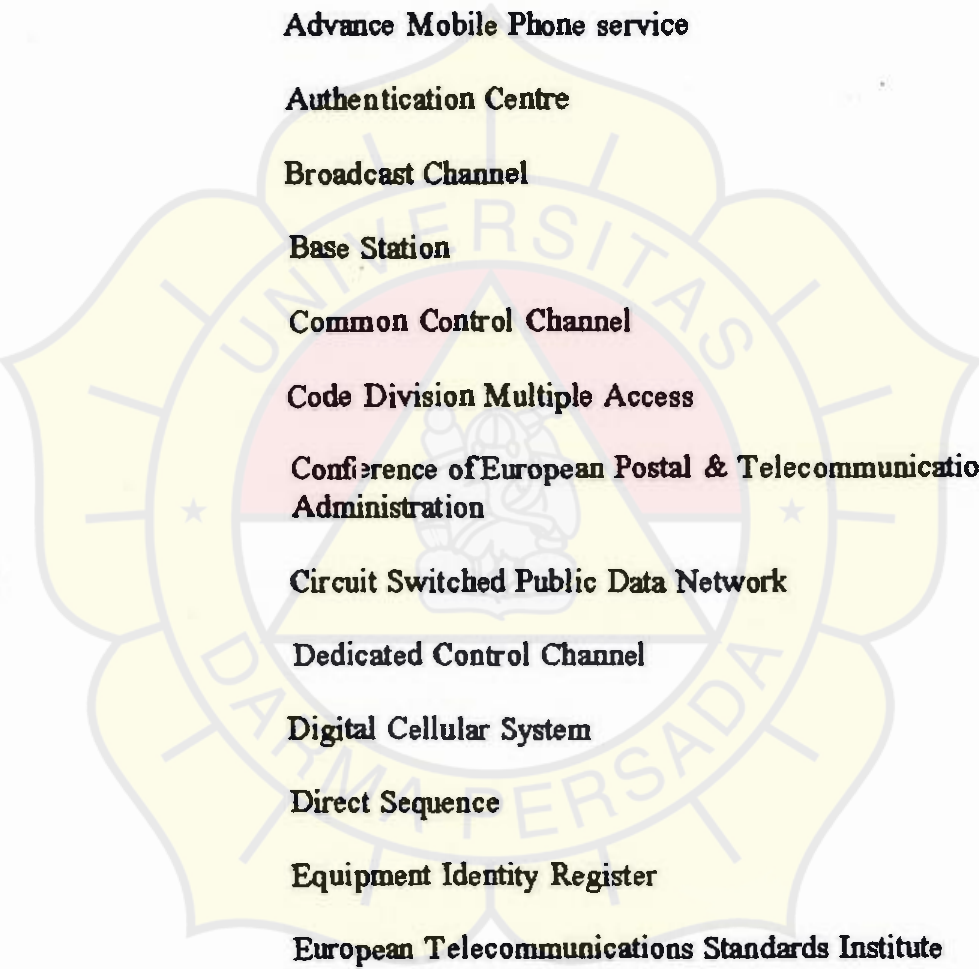


## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Parameter GSM-900.....	41
Tabel 3.2. Parameter IS-95.....	66
Tabel 4.1. Perbandingan kapasitas kanal dalam erlang/ sektor.....	77
Tabel 4.2. Perbandingan kapasitas kanal dalam erlang persektor(tanpa aktifitas suara)	77



## DAFTAR SINGKATAN



<b>AMPS</b>	Advance Mobile Phone service
<b>AUC</b>	Authentication Centre
<b>BCCH</b>	Broadcast Channel
<b>BS</b>	Base Station
<b>CCCH</b>	Common Control Channel
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CEPT</b>	Conferece of European Postal & Telecommunications Administration
<b>CSPDN</b>	Circuit Switched Public Data Network
<b>DCCH</b>	Dedicated Control Channel
<b>DCS</b>	Digital Cellular System
<b>DS</b>	Direct Sequence
<b>EIR</b>	Equipment Identity Register
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>FCC</b>	Federal Communications Commision
<b>FWPC</b>	Future Wireless Personal Communications
<b>GOS</b>	Grade Of Service
<b>GSM-900</b>	GlobalSystemfor MobileCommunication-900 (Berbasis teknologi TDMA dengan band frekuensi 900 MHz)
<b>HLR</b>	Home Location Register

<b>IMEI</b>	<b>International Mobile Equipment Identities</b>
<b>ISDN</b>	<b>Integrated Service Digital Network</b>
<b>IS-95</b>	<b>Interim Standard 95 (merupakan standar telepon mobil yang berbasis teknologi CDMA)</b>
<b>ITU</b>	<b>International Telecommunication Union</b>
<b>IWF</b>	<b>Internetworking Function</b>
<b>MS</b>	<b>Mobile Station</b>
<b>MTSO</b>	<b>Mobile Telephone Switching Office</b>
<b>NMT</b>	<b>Nordic Mobile Telephone</b>
<b>OMC</b>	<b>Operations and Maintenance Centre</b>
<b>PCS</b>	<b>Personal Communications System</b>
<b>PCN</b>	<b>Personal Communications Network</b>
<b>PSTN</b>	<b>Public Switched Telephone Network</b>
<b>PSPDN</b>	<b>Packet Switched Public Data Network</b>
<b>RBS</b>	<b>Radio Base Station</b>
<b>RF</b>	<b>Radio Frequency</b>
<b>SC</b>	<b>Service Center</b>
<b>TDMA</b>	<b>Time Division Multiple Access</b>
<b>VAD</b>	<b>Voice activity Detection</b>
<b>VLR</b>	<b>Visitor Location Register</b>

## ABSTRAK

Sistem komunikasi bergerak digital mulai menggantikan keberadaan sistem analog, karena sistem digital memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sistem analog, yaitu dapat meningkatkan kapasitas kanal, penggunaan spektrum efisiensi yang lebih efisien, kualitas suara yang lebih baik, ketelitian yang tinggi dalam pengiriman data, serta peningkatan jenis pelayanan bagi para pengguna.

Teknologi CDMA merupakan teknologi digital selular terbaru yang sekarang sedang dipasarkan secara komersial. Penerapan pada sistem selular dirumuskan dalam standar dual mode IS-95 yang merupakan migrasi yang sesuai dari sistem AMPS ke CDMA. Pada tugas akhir ini penulis membahas keunggulan teknologi IS-95 CDMA dibandingkan dengan penerapan teknologi GSM-900 pada sistem selular digital, dengan analisis perhitungan kapasitas sistem, serta membahas peluang CDMA sebagai basis teknologi personal komunikasi wireless masa depan / future wireless personal communication (FWPC).

Teknologi sistem IS-95 CDMA memiliki kapasitas yang relatif lebih besar dibandingkan dengan GSM-900 yaitu 1,8 kali jika tidak menggunakan factor aktifitas suara dan 4,5 kali jika menggunakan factor aktifitas suara, serta akan memiliki peluang yang cerah untuk menjadi basis teknologi personal komunikasi wireless masa depan.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Sejalan dengan era globalisasi dan era informasi dewasa ini, arus informasi yang cepat, tepat, handal dan praktis sangat dibutuhkan setiap orang, terutama para pelaku bisnis. Jaringan telekomunikasi tetap (fixed network) dianggap masih kurang memenuhi kebutuhan jasa telekomunikasi terutama pada saat sedang di dalam perjalanan. Untuk mengatasi hal ini dibutuhkan suatu sistem komunikasi yang mampu menjangkau seluruh wilayah sesuai dengan kebutuhan dari pengguna jasanya dan dapat menjamin kontinuitas hubungan komunikasi, tidak terbatas pada waktu pengguna jasa sedang dalam keadaan diam di tempat, akan tetapi juga waktu sedang dalam perjalanan.

Sistem komunikasi bergerak mampu memenuhi tuntutan tersebut, karena sistem komunikasi bergerak dapat mengakses seluruh daerah layanannya. Sejak pertama kali digunakan hingga saat ini sistem komunikasi bergerak masih memiliki beberapa kekurangan. Disisi lain, jumlah pengguna jasa komunikasi ini kian hari kian bertambah. Hal inilah yang mendorong para ilmuwan dan teknisi terus mengadakan penelitian dan pengembangan teknologi sistem komunikasi bergerak.

Sistem komunikasi bergerak konvensional yang memiliki beberapa kekurangan, seperti: terbatasnya daerah layanan, tidak adanya fasilitas handoff, dan penggunaan spektrum frekuensi yang tidak efisien, telah digantikan oleh

sistem komunikasi bergerak selular. Pada sistem komunikasi bergerak selular, daerah layanan dibagi menjadi daerah-daerah yang lebih kecil yang disebut *sel* (*cell*). Setiap sel dilayani oleh satu *base station*, dan pelanggan yang berpindah sel tidak akan mengalami pemutusan hubungan komunikasi. Ini merupakan *fasilitas handoff*, yang menjadi kelebihan sistem komunikasi bergerak selular.

Pemakai yang terus meningkat sementara kanal frekuensi yang dialokasikan untuk sistem komunikasi bergerak terbatas, menggugah para peneliti untuk menemukan cara mengatasi masalah ini. Pembelahan sel (*cell splitting*) untuk mengatasi trafik yang meningkat pada wilayah berkepadatan tinggi dapat membuat masalah yang baru, seperti terjadinya proses *handoff* yang lebih sering. Peningkatan efisiensi spektrum dengan meningkatkan pemakaian frekuensi yang sama pada sel yang berbeda (*frequency reuse*) dan pembelahan sel, membuat interferensi kanal bersebelahan lebih buruk lagi.

Meskipun redaman lintasan, halangan dan *multipath* dapat dikurangi dalam sistem analog dengan meningkatkan daya pancar dan diversitas ruang, polarisasi dan frekuensi, namun penggunaan spektrum frekuensi akan semakin bertambah dan kompleks. Dengan adanya kelemahan-kelemahan pada sistem analog tersebut, maka revolusi sistem komunikasi bergerak mulai beralih ke era digital. Sistem komunikasi bergerak selular digital memiliki beberapa kelebihan dibanding sistem analog, antara lain: peningkatan kapasitas kanal, penggunaan spektrum frekuensi yang lebih efisien, kualitas suara yang lebih baik, ketelitian yang tinggi dalam transmisi data, dan peningkatan pelayanan bagi para pelanggan.

Sistem Telepon Bergerak Selular (STBS) merupakan salah satu sistem alternatif yang dapat memberikan suatu solusi dalam mengatasi permasalahan-

permasalahan komunikasi yang telah diuraikan diatas. Generasi pertama untuk telepon selular adalah analog (NMT-AMPS) sedangkan generasi keduanya digital seperti D-AMPS(Digital - Advance Mobile Phone System), Personal Digital Cellular, GSM-900 (Global System for Mobile Communications-900) maupun IS-95 CDMA (Code Division Multiple Access). GSM dikembangkan oleh European Technical standards Institute (ETSI) berdasarkan teknologi TDMA yang dioperasikan di Eropa, sebagai generasi kedua GSM berkembang sangat pesat dan mempunyai keistimewaan dibanding generasi sebelumnya antara lain bisa menjelajah (*roaming* ). GSM dioperasikan dalam tiga frekuensi yaitu 900 MHz seperti yang ada di Indonesia dengan nama D900 ataupun GSM-900 dan frekuensi 1800 (*DCS 1800*) serta frekuensi 1900 yang lebih umum disebut sebagai PCN atau PCS (Personal Communications Network /System).

Kemudian dimotori oleh *Qualcomm* , diperkenalkan sistem CDMA yang tampaknya akan memiliki posisi penting dalam generasi selular yang akan datang. Untuk mendukung kompatibilitas dengan sistem analog yang telah ada dalam masa transisi, maka dikembangkan sistem mode ganda CDMA-AMPS yang kemudian diwujudkan dalam bentuk *Interim Standar, IS-95*. Dengan sistem mode ganda (CDMA-AMPS) ,maka pelanggan akan dapat menggunakan handset yang sama untuk mengakses salah satu sistem. Dengan mode ganda ini, didapatkan keuntungan yang sangat besar dari segi kapasitas dan performansi selain keuntungan ekonomis pemanfaatan peralatan yang telah tersedia. Sistem CDMA yang baru ini memanfaatkan sistem AMPS untuk mendukung kapasitas sistem.

Dalam implementasinya, sistem CDMA terutama adalah untuk menggantikan sistem selular analog AMPS yang telah jenuh kapasitas sistemnya. Dalam

masa transisi sistem selular analog ke CDMA , maka alokasi frekuensi CDMA menempati alokasi frekuensi dari AMPS . Hal ini dimungkinkan karena satu sistem CDMA menempati pita frekuensi selebar hanya 1,25 MHz dan bisa dilakukan pengulangan frekuensi yang sama untuk tiap sel. Hal ini memang merupakan kelebihan sistem CDMA sekalipun tidak menutup kemungkinan digunakan frekuensi yang berlainan.

## 1.2. RUANG LINGKUP PEMBAHASAN

Secara garis besar Pembahasan pada tugas akhir ini akan dibagi menjadi dua bagian, Pada bagian pertama akan dibahas mengenai teori penunjang komunikasi bergerak selular digital yang berhubungan dengan teknologi IS-95 CDMA maupun GSM-900, yang meliputi : konsep selular (konfigurasi dasar sistem selular, Pengulangan kanal frekuensi, pembelahan sel), Dasar sistem selular bergerak, kriteria kerja sistem selular digital (kualitas pelayanan, kualitas layanan khusus, konsep kanal frekuensi reuse, interferensi, penggunaan dan manajemen frekuensi), handoff dan roaming, serta teknologi multiple akses.

Sedangkan pada bagian kedua akan dibahas tentang teknologi GSM-900 dan IS-95 CDMA , yang meliputi : pembahasan tentang teknologi sistem GSM-900 yang meliputi : latar belakang, arsitektur sistem, alokasi frekuensi, karakteristik, jenis-jenis kanal, handover serta frekuensi hopping. Sedangkan pada pembahasan teknologi sistem IS-95 meliputi konsep spektral tersebar (spread spektrum), enhancement, sistem pengkalan dan arsitektur sistem.

Kajian pada tugas akhir ini merupakan hasil analisis penulis yang bersumber pada referensi-referensi berupa text book, majalah-majalah, laporan

seminar, serta hasil diskusi dengan para dosen, peneliti dibidang telekomunikasi, dan rekan kuliah.

### **1.3. TUJUAN PENULISAN**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memberikan perbandingan sistem yang ada pada teknologi IS-95 CDMA dan GSM-900, dengan membahas keunggulan teknologi IS-95 CDMA dibandingkan dengan penerapan teknologi GSM-900 pada sistem selular digital, dengan analisis perhitungan kapasitas sistem, serta membahas peluang CDMA sebagai basis teknologi personal komunikasi wireless masa depan / future wireless personal communication (FWPC).

### **1.4. SISTEMATIKA PEMBAHASAN**

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam 5 (lima) bab, dimana secara umum dapat diuraikan sebagai berikut :

#### **BAB I : Pendahuluan**

Dimulai dengan bab pendahuluan yang berisi tentang latar belakang, ruang lingkup pembahasan, tujuan penulisan, dan sistematika pembahasan tugas akhir

#### **BAB II : Teori Penunjang Komunikasi Bergerak Selular Digital**

Membahas tentang teori dasar konsep sistem selular bergerak, kriteria kerja, sistem digital selular, konsep kanal frekuensi reuse, proses handoff dan roaming , konsep tentang multiple akses serta kriteria kinerja sistem selular digital.

### **BAB III : Teknologi Sistem GSM 900 dan IS-95 CDMA**

Berisi tentang teknologi sistem GSM-900 diantaranya : latar belakang, arsitektur sistem, alokasi frekuensi, karakteristik, jenis-jenis kanal, handover serta frekuensi Hopping. Dan untuk teknologi sistem IS-95 CDMA terdiri atas konsep spektral tersebar, enhancement CDMA, pengkalan pada sistem selular IS-95 serta arsitekturnya.

### **BAB IV : Analisis Sistem**

Membahas tentang keunggulan teknologi sistem IS-95 dibandingkan dengan sistem GSM-900, analisis perhitungan dengan data yang terdiri atas perhitungan kapasitas sistem serta peluang IS-95 CDMA sebagai basis Future Wireless Personal Communications (FWPC).

### **BAB V : Kesimpulan**

Berisi kesimpulan sebagai hasil dari pembahasan Tugas Akhir ini.