



**ANALISA *DROP CALL* KOMUNIKASI PADA
JARINGAN CDMA FLEXI MOBILE DI DIVISI FLEXI
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk
AREA NETWORK JEMBER**

SKRIPSI

Oleh:

Haryono Fajar

NIM 071910201033

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**ANALISA *DROP CALL* KOMUNIKASI PADA
JARINGAN CDMA FLEXI MOBILE DI DIVISI FLEXI
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk
AREA NETWORK JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Teknik Elektro (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Haryono Fajar

NIM 071910201033

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang tak pernah berhenti tercurah sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Panglima besar Muhammad SAW sebagai inspirator dan figur dalam menjalani hidup .
3. Ibuku tercinta, Rahwiyani yang telah membesarkan dan mendidik aku selama ini.
4. Adikku yang selalu aku sayangi, Dina Aprilia Utami.
5. Keluarga besarku yang selalu membantu dan mendukungku dan selalu member nasehat dan do'a.
6. Alfredo Bayu S. yang telah banyak membantuku menyelesaikan skripsi ini.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
8. Guru-guruku dari TK hingga SMA
9. Teman-teman Teknik Elektro Unej angkatan 2007 yang telah menjadikan Jember ini lebih berkesan.
10. Teman-teman kontrakan Brantas XV no.120 yang selalu meramaikan suasana.
11. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.
12. Teman-teman JCI-Chapter Jember.
13. My Old Lady, Juventus FC.Spa.

MOTO

Jika kamu tidak segera bangkit setiap kali kamu terjatuh, kamu akan tertinggal.

Kehidupan akan terus berlangsung meskipun tanpamu

(Haryono Fajar)

It is not important to be better than someone else, But to be better than yesterday

(Jigoro Kano)

Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan

ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat

(Winston Churchill)

Mengatasi kesulitan adalah pengalaman paling menyenangkan dalam hidup kita

(Arthur Schopenhauer)

Tidak ada jaminan kesuksesan, tapi tidak mencobanya adalah jaminan kegagalan

(Bill Clinton)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haryono Fajar

NIM : 071910201033

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Analisa Drop Call Komunikasi Pada Jaringan CDMA Flexi Mobile di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Area Network Jember*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Januari 2012

Yang menyatakan,

Haryono Fajar

NIM 071910201033

SKRIPSI

**ANALISA *DROP CALL* KOMUNIKASI PADA
JARINGAN CDMA FLEXI MOBILE DI DIVISI FLEXI
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk
AREA NETWORK JEMBER**

Oleh

Haryono Fajar
NIM 071910201033

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Catur Suko Sarwono, ST.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisa Drop Call Komunikasi Pada Jaringan CDMA Flexi Mobile di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Area Network Jember* telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 31 Januari 2012
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

Pembimbing Anggota (Sekretaris)

H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T.

NIP 19690608 199903 1 002

Catur Suko Sarwono, S.T.

NIP 19680119 199702 1 001

Penguji I

Penguji II

Sumardi, S.T., M.T.

NIP 19670113 199802 1 001

H. Samsul Bachri M., S.T., M.MT.

NIP 19640317 199802 1 001

Mengesahkan
Dekan
Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 19610414 198902 1 001

**ANALISA *DROP CALL* KOMUNIKASI PADA
JARINGAN CDMA FLEXI MOBILE DI DIVISI FLEXI
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk
AREA NETWORK JEMBER**

Haryono Fajar¹

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro. ¹

Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Kehadiran teknologi CDMA 2000-1x dalam teknologi komunikasi bergerak saat ini mulai diperhitungkan oleh masyarakat dan juga para operator GSM yang sebelumnya begitu menguasai pasar telekomunikasi. Sebagai teknologi yang baru, CDMA 2000-1x menawarkan beberapa kelebihan seperti kecepatan yang lebih tinggi, kualitas suara yang bagus, harga yang murah dan sebagainya. Namun pada perkembangannya timbul masalah baru yang dihadapi oleh teknologi CDMA 2000-1x saat melakukan panggilan, salah satu masalah yang ada pada teknologi CDMA 2000-1x adalah kegagalan panggilan atau yang biasa disebut *dropcall* saat pelanggan sedang melakukan komunikasi. Dalam hal ini, PT.Telkom Flexi menetapkan *dropcall rate* maksimal adalah 2% agar kualitas layanan tetap terjaga.

Kata kunci : dropcall, CDMA 2000-1x, dropcall rate

***ANALYSIS DROP CALL COMMUNICATION OF
FLEXI MOBILE CDMA NETWORK IN FLEXI DIVISION OF
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk.
JEMBER AREA NETWORK***

Haryono Fajar¹

*College Student of Department of Electrical Engineering.¹
Engineering Faculty, Jember University*

ABSTRAK

The presence of CDMA 2000-1x technology in mobile communication technologies are now starting to be taken into account by the public and also the GSM operator before have so mastered the telecommunications market. As new technologies, CDMA 2000-1x offers several advantages such as higher speed, good sound quality, cheap price and so on. But in its development of new problems faced by CDMA 2000-1x technology when making a call, one of the problems that exist in the technologies CDMA 2000-1x is a failure of the call or the so-called dropcall when the customer is doing the communication. In this case, PT.Telkom Flexi dropcall set the maximum rate is 2% so that service quality is maintained.

Keyword : dropcall, CDMA 2000-1x, dropcall rate

RINGKASAN

Analisa Drop Call Komunikasi Pada Jaringan CDMA Flexi Mobile di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Area Network Jember ; Haryono Fajar; 071910201033; 2012 ; 71 halaman; Program Studi Strata Satu (S1); Jurusan Teknik Elektro; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Perkembangan teknologi komunikasi bergerak atau selular berkembang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir ini. Dimulai dari generasi pertama atau generasi analog pada tahun 80an yang kemudian berkembang menjadi generasi digital pada tahun 90an, lalu saat ini telah digunakan teknologi generasi ketiga. Untuk saat ini, pengguna teknologi GSM lebih banyak daripada pengguna teknologi CDMA. Hal ini disebabkan karena teknologi GSM lebih dahulu diperkenalkan kepada publik.

Semakin padat pengguna sistem CDMA dalam suatu area, maka akan semakin banyak pula masalah-masalah yang timbul, misalnya seperti sering terjadinya *drop call*. Suatu layanan suara yang baik dipengaruhi oleh kualitas sinyal dari jaringan tersebut. Kualitas sinyal yang buruk biasanya disebabkan oleh beberapa hal, misalnya kegagalan suatu jaringan melakukan *handover*, *congestion*, lemahnya daya pancar sinyal, dll. Dengan berbagai parameter yang dapat mengganggu layanan suara tersebut, maka diperlukan adanya suatu analisis yang tepat untuk mengatasi masalah-masalah *drop call* sehingga akan didapat suatu penanganan yang efektif. Dengan demikian, pelanggan akan terlayani dengan baik.

Drop call merupakan pelepasan kanal trafik oleh MS atau BTS, dengan kata lain *drop call* merupakan terputusnya sambungan saat terjadinya komunikasi yang tidak dikehendaki oleh pengguna. *Drop call* disebabkan oleh berbagai faktor, misalnya padatnya trafik, lemahnya frekuensi, kegagalan handover, dan penyebab lainnya. Di PT. Telkom Flexi memiliki target rasio maksimal terjadinya *drop call* sebesar 2 %. Namun masih banyak di beberapa *BTS* yang rasio *drop call*-nya masih

diatas target. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pada *BTS* yang rasio *drop call*-nya masih belum sesuai target.

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka didapatkan bahwa kualitas layanan *BTS04_014* belum memenuhi standar karena memiliki *drop call ratio* diatas 2%, dilain pihak jumlah *call attempt* dari *BTS* ini tidak terlalu besar yang menunjukkan trafiknya tidak terlalu padat, tetapi *drop call ratio* yang melebihi 2% ini disebabkan oleh cakupan antenna yang kurang baik dan kontrol daya dari pemancar yang buruk. Ratio *drop call* yang paling baik dimiliki oleh *BTS04_009* dengan nilai 0.3% untuk *drop call ratio call attempt* dan 0.36% untuk *drop call ratio call success*.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi berupa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisa Drop Call Komunikasi Pada Jaringan CDMA Flexi Mobile di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Area Network Jember” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena disampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini.
2. Catur Suko Sarwono, ST., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya, sehingga saya bisa seperti sekarang.
4. Keluarga penulis yang selalu memberikan dorongan dan doanya demi terselesainya skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Diharapkan semoga laporan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi semua.

Jember, 22 Januari 2012.

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sejarah Teknologi Sistem Komunikasi Bergerak	4
2.2 Sistem CDMA	8
2.3 Elemen Sistem CDMA	10
2.3.1 Diversivitas	10
2.3.1.1 Diversitas Frekuensi	11
2.3.1.2 Diversitas Waktu	11
2.3.1.3 Diversitas Antena (<i>Space Diversity</i>)	12
2.3.2 Power Kontrol	13
2.3.3 Daya Pancar Rendah	13
2.3.4 Kerahasiaan	14
2.3.5 <i>Soft Hand-off</i>	14
2.3.6 <i>Soft Capacity</i>	14
2.4 Pengkodean Sistem CDMA	15
2.5 Teknologi <i>Spread Spectrum</i> CDMA	15
2.6 Gambaran Umum <i>SCBS-480L</i>	18
2.6.1 Konfigurasi Jaringan	19
2.6.2 Fasilitas <i>SCBS-480L</i>	20
2.6.3 Konfigurasi Sistem	21
2.7 TDMA	22
2.7.1 Pengertian TDMA	22
2.7.2 Evolusi TDMA	23
2.7.3 Cara Kerja	23

2.7.4 Kelebihan TDMA	24
2.7.5 Kekurangan TDMA	25
2.8 FDMA	26
2.8.1 Pengertian FDMA	26
2.8.2 Kelebihan dan Kekurangan FDMA	27
2.9 Perbedaan FDMA, TDMA, CDMA	28
2.10 Traffic	33
2.10.1 Karakteristik Traffic	34
2.10.2 Tujuan Mengetahui Traffic	35
2.11 Propagasi Loss	35
2.12 Drop Call	36
2.12.1 Penyebab Terjadinya Drop Call	36
2.12.2 Drop Call Ratio	37
2.13 Spesifikasi BTS Flexi	38
BAB 3. METODE PENELITIAN	40
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	40
3.2 Tahapan Penelitian	41
3.3 Diagram Alur Penelitian	42
3.4 Metode Pengumpulan Data	43
3.5 Metode Pengolahan Data	44
3.6 Metode Analisis Data	44
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Analisis Voice Call Attempt	46
4.2 Analisis Data Call Attempt	48

4.3 Analisis SMS Call Attempt	50
4.4 Analisis Drop Call	53
4.5 Analisis Penyebab Terjadinya Drop Call	59
4.6 Optimasi Terhadap Interferensi dan Cakupan BTS	60
4.6.1 Tilting Antenna	60
4.6.2 Jarak Aman Interferensi	61
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Perkembangan Sistem Telekomunikasi Bergerak Di Dunia	7
2.2 Diversitas Frekuensi	11
2.3 Diversitas Antena	12
2.4 Perbedaan Teknologi FDMA, TDMA dan CDMA	28
2.5 Cara Kerja Sistem FDMA	29
2.6 Cara Kerja Sistem TDMA	30
2.7 Ilustrasi Cara Kerja Sistem CDMA (a)	31
2.8 Ilustrasi Cara Kerja Sistem CDMA (b)	32
2.9 Pola Radiasi Antena Omnidirectional	38
2.10 Antena Omnidirectional	39
3.1 Diagram Alur Penelitian	42
4.1 Grafik rata-rata <i>Voice Call Attempt</i>	47
4.2 Grafik Rata-Rata <i>Data Call Attempt</i>	49
4.3 Grafik rata-rata <i>SMS Call Attempt</i>	51
4.4 Grafik Total Call Attempt	54
4.5 Grafik Total Drop Call	54
4.6 <i>Software Drop Call Ratio Counter</i>	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Spesifikasi BTS Flexi	39
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	40
4.1 Tabel <i>Voice Call Attempt</i>	46
4.2 Tabel <i>Data Call Attempt</i>	48
4.3 Tabel <i>SMS Call Attempt</i>	50
4.4 Tabel Total Call Attempt	52
4.5 Tabel Perbandingan Jumlah <i>Total Drop Call</i> dan <i>Total Call Attempt</i>	53
4.6 Tabel <i>Drop Call Ratio Call Attempt</i>	56
4.7 Tabel <i>Drop Call Ratio Call Success</i>	57
4.8 Tabel <i>Drop Call Ratio</i>	58
4.9 Tabel Penyebab Terjadinya <i>Drop Call</i>	59
4.10 Tabel Optimasi BTS	61

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabel Voice Call Attempt pada BTS area Jember Kota Selama 1 minggu	65
B. Tabel Data Call Attempt pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu	66
C. Tabel SMS Call Attempt pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu	67
D. Tabel Drop Call Pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu	68
E. Tabel Voice Call Success pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu	69
F. Tabel Data Call Success pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu	70
G. Tabel SMS Call Success pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu	71

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi komunikasi bergerak atau selular berkembang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir ini. Dimulai dari generasi pertama atau generasi analog pada tahun 80an yang kemudian berkembang menjadi generasi digital pada tahun 90an, lalu saat ini telah digunakan teknologi generasi ketiga. Untuk saat ini, pengguna teknologi GSM lebih banyak daripada pengguna teknologi CDMA. Hal ini disebabkan karena teknologi GSM lebih dahulu diperkenalkan kepada publik.

Dalam hal kualitas, sebenarnya teknologi CDMA tidak kalah dengan teknologi GSM dan dengan tarif yang relatif lebih murah. Saat ini teknologi komunikasi bergerak telah banyak diaplikasikan dalam kehidupan, misalnya melakukan panggilan, mengirim pesan singkat (SMS), melakukan akses internet, dll. Dengan semakin banyaknya permintaan pelanggan akan teknologi komunikasi bergerak, maka dibutuhkan juga kualitas layanan yang memuaskan. Oleh karena itu para operator seluler juga berlomba-lomba memberikan pelayanan yang terbaik dan dengan biaya yang relatif murah.

Pada teknologi CDMA, setiap dilakukan panggilan komunikasi akan terdapat kode-kode unik tertentu sehingga dengan sumber frekuensi yang sama tetap dapat dilakukan komunikasi tanpa adanya *cross talk* dan *interferensi*. Hal inilah yang membedakan teknologi CDMA dengan GSM. Pada teknologi CDMA, sinyal akan disebar oleh *spread spectrum* yang disebar dengan *bandwidth* 1,25 MHz, lalu pada repeaternya akan dilakukan *decoding* sehingga akan didapatkan informasi yang disampaikan.

Semakin padat pengguna sistem CDMA dalam suatu area, maka akan semakin banyak pula masalah-masalah yang timbul, misalnya seperti sering

terjadinya *drop call*. Suatu layanan suara yang baik dipengaruhi oleh kualitas sinyal dari jaringan tersebut. Kualitas sinyal yang buruk biasanya disebabkan oleh beberapa hal, misalnya kegagalan suatu jaringan melakukan *handover*, *congestion*, lemahnya daya pancar sinyal, dll. Dengan berbagai parameter yang dapat mengganggu layanan suara tersebut, maka diperlukan adanya suatu analisis yang tepat untuk mengatasi masalah-masalah *drop call* sehingga akan didapat suatu penanganan yang efektif. Dengan demikian, pelanggan akan terlayani dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana grafik perubahan intensitas trafik tiap waktu?
2. Bagaimana pengaruh intensitas trafik terhadap *drop call* komunikasi?
3. Apakah pelayanan CDMA 2000 1x pada Area Network Jember telah memenuhi *drop call ratio* maksimal?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Teknologi yang dibahas adalah teknologi sistem yang berbasis CDMA
2. Hanya pada area wilayah Jember
3. Tidak menganalisa perbedaan antara user yang bergerak dan diam.

1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui intensitas trafik dan tingkat *drop call* pengguna CDMA 2000 1x (Telkom FLEXI) di Kabupaten Jember tiap waktu.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penilitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan di bidang telekomunikasi;
2. Mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem CDMA;
3. Mengetahui area mana yang paling banyak digunakan oleh pelanggan di daerah Jember;
4. Mengetahui estimasi drop call per-sektor di daerah Jember.

1.6 Sistematika Pembahasan

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang : Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat serta Sistematika Penulisan dari perancangan dan pembuatan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas mengenai sejarah perkembangan teknologi sistem komunikasi bergerak, gambaran tentang CDMA, elemen dari CDMA, pengkodean sistem CDMA, teknologi *Spread Spectrum* pada CDMA, trafik pada CDMA, dan gambaran umum tentang *drop call* komunikasi.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Membahas mengenai metode dan tahap-tahap yang dilakukan pada penelitian ini,

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan tentang hasil penelitian serta analisisnya secara menyeluruh

BAB 5 PENUTUP

Berisikan kesimpulan, daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Teknologi Sistem Komunikasi Bergerak

Teknologi komunikasi bergerak atau seluler terdapat dua macam sistem, yaitu GSM dan CDMA. Saat ini pelanggan yang menggunakan teknologi GSM lebih banyak jika dibandingkan dengan pengguna CDMA karena GSM diperkenalkan lebih dulu yaitu sekitar awal tahun 1990-an. Pada tahun 1995, teknologi CDMA mulai diperkenalkan ke publik dan perkembangannya semakin pesat setelah teknologinya mengalami peningkatan dari CDMAOne (IS-95) menjadi CDMA 2000-1X dan saat ini bahkan telah mulai diperkenalkan kepada umum teknologi CDMA yang memiliki kecepatan tinggi yaitu teknologi EVDO. Dengan semakin populernya teknologi CDMA ini juga menimbulkan permasalahan bagi operator seluler yang berbasis GSM karena teknologi CDMA disini menjanjikan kualitas yang tidak kalah dengan GSM dengan tarif yang lebih murah.

Dilihat dari sejarahnya, teknologi sistem komunikasi bergerak saat ini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, dimulai dari generasi pertama (1G) yaitu generasi analog, generasi kedua (2G) yaitu generasi digital, generasi ketiga (3G) saat ini bahkan suda mulai kajian dan persiapan standarisasi teknologi dan layanan generasi keempat (4G). perkembangan teknologi seluler tersebut adalah dalam rangka menyediakan kapasitas dan transfer data yang lebih tinggi sehingga mampu mendukung adanya kebutuhan akan layanan yang memerlukan transfer data berkecepatan tinggi, misalnya layanan multimedia.

Teknologi telekomunikasi seluler generasi pertama disebut juga sebagai sistem analog. Pada generasi ini yang terkenal adalah AMPS yang dikembangkan oleh Bell Labs USA pada tahun 1970. Teknologi AMPS menggunakan modulasi frekuensi sebagai mekanisme transmisi dan beroperasi pada pita frekuensi 800 MHz.

AMPS kemudian menjadi standar komunikasi di seluruh dunia. Beberapa sistem analog yang lain adalah ETACS (*Extended Total Access Telecommunication Service*) dan NMT (*Nordic Mobile Telecommunication*) yang keduanya digunakan di Eropa. Teknologi ini masih banyak memiliki kekurangan, antara lain dalam hal mobilitas pengguna yang sangat terbatas karena belum adanya kemampuan *handover* yang menyebabkan pembicaraan dari pengguna akan segera terputus apabila berada di luar jangkauan area, efisiensi juga sangat kecil karena keterbatasan kapasitas spektrum yang menyebabkan hanya sedikit pengguna saja yang dapat berbicara dalam waktu bersamaan dan sistem ini tidak dapat dioptimasi lebih lanjut karena keterbatasan kemampuan kompresi dan pengkodean data. Selain hal tersebut, sistem ini harus mempergunakan perangkat dan peralatan yang berat dan tidak praktis serta masih sangat mahal untuk ukuran saat itu.

Generasi kedua (2G) merupakan sistem telekomunikasi seluler yang menggunakan teknologi digital. Sistem telekomunikasi seluler pada generasi kedua menggunakan basis teknologi TDMA dan CDMA. Sistem yang menggunakan TDMA adalah IS-136 dan GSM. Dalam sistem baru ini harus terdapat kemampuan yang dapat mengantisipasi mobilitas pengguna serta kemampuan melayani lebih banyak pengguna untuk menampung penambahan jumlah pelanggan baru. Karena hal ini tidak dapat dilakukan dengan mempertahankan sistem analog, maka diputuskan untuk merombak sistem dan menggantinya dengan sistem digital. Disini mulai diperkenalkan sistem GSM (*Global Standard for Mobile Communication*). Pada awalnya, GSM merupakan singkatan dari *Groupe Speciale Mobile*, sebuah badan gabungan dari para ahli yang melakukan studi bersama untuk menciptakan standard GSM tersebut. Rancangan utama dari sistem ini adalah untuk mendukung aliran suara berbentuk *circuit-switched*. Pada perkembangannya, sistem ini mampu pula mendukung paket data *circuit-switched* dan layanan pesan dengan menggunakan *Short Message Service* (SMS). Teknologi lainnya pada 2G adalah IS-95 atau *Narrowband CDMA* dan CDMA. Untuk Negara-negara di benua Asia, pertama kali mereka mengadopsi sistem digital dengan menerapkan teknologi jaringan GSM.

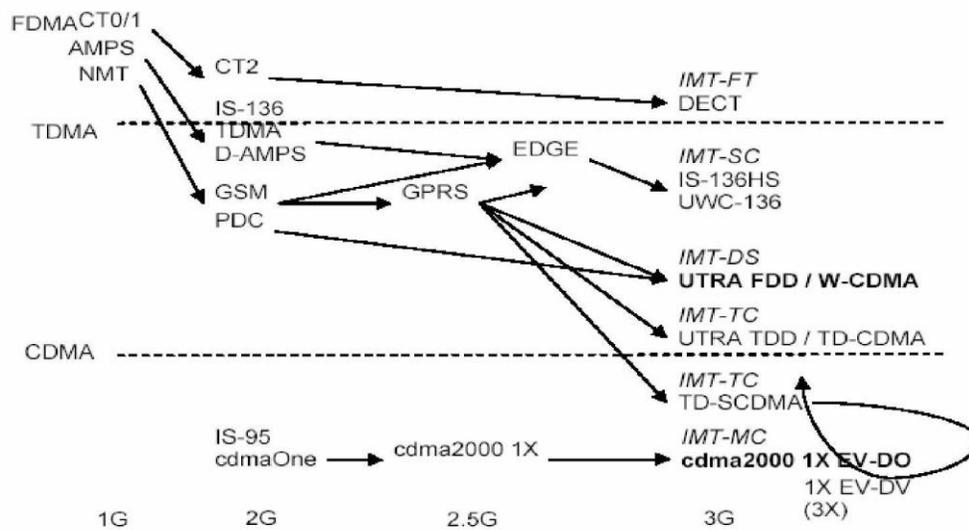
Khusus di Jepang, berkembang sistem *Personal Digital Cellular (PDC)* yang mereka kembangkan sendiri dan hanya berlaku di negeri itu sendiri. Jepang saat ini telah mengembangkan sendiri sistem digital selulernya hingga meninggalkan negara-negara kawasan lainnya yang ditandai dengan kemajuan layanan dan terus bertambahnya pelanggan di jaringan mereka. Namun demikian, sistem yang mereka kembangkan tetaplah sistem yang eksklusif yang hanya berlaku di Jepang saja. Dengan diperkenalkannya sistem digital ini, maka diperoleh kelebihan dari sistem sebelumnya, yaitu antara lain suara yang dihasilkan lebih jernih dari sistem sebelumnya, efisiensi frekuensi meningkat serta kemampuan optimasi sistem yang ditunjukkan dengan kemampuan kompresi dan pengkodean data digital. Perangkat yang digunakan untuk sistem ini juga menjadi lebih simpel, kecil dan ringan karena dalam sistem ini telah digunakan chip digital untuk SIM (*Subscriber Identification Module*). Teknologi chip digital juga memungkinkan penambahan fitur baru sebagai layanan tambahan seperti *voice mail*, *call waiting* dan juga *Short Message Service (SMS)*. SMS sendiri merupakan suatu fitur yang sangat populer hingga saat ini.

Beberapa teknologi data yang berada pada posisi transisi telah dikembangkan dalam rangka mendapatkan kecepatan transfer data yang lebih tinggi sesegera mungkin dengan biaya implementasi yang lebih murah. Hal ini karena implementasi teknologi 3G memerlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang sangat besar. Teknologi-teknologi ini umumnya dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan dari sistem standar pada 2G dimana implementasinya diperlakukan sebagai proses upgrade terhadap jaringan 2G. Hal ini menyebabkan teknologi ini dikelompokkan sebagai teknologi 2.5G. teknologi-teknologi tersebut antara lain yaitu IS-96, *General Pocket Radio Service (GPRS)*, IS-95B dan IS-95C (untuk CDMA).

Pada tahun 1985, *International Telecommunication Union (ITU)* menentukan versi untuk suatu sistem seluler generasi ketiga (3G), awalnya sistem ini disebut *Future Public Land Mobile Telecommunication System (FPLMTS)* dan kemudian dinamai *International Mobile Telecommunication-2000 (IMT-2000)*. ITU menyusun tujuan dari proyek IMT-2000 dan mengalokasikan rentang frekuensi

global. Kesepakatan 3G tertuang dalam *International Mobile Telecommunication 2000* yang memutuskan bahwa standard 3G akan bercabang menjadi tiga standard sistem yang akan diberlakukan di dunia, yaitu *Enhanced Datarates for GSM Evolution (EDGE)*, *Wideband-CDMA (WCDMA)* dan juga CDMA2000. Tujuan dari dikembangkannya teknologi 3G awalnya adalah untuk menambah efisiensi dan kapasitas jaringan, menambah kemampuan jelajah (*roaming*), mencapai kecepatan transfer data yang lebih tinggi, meningkatkan kualitas layanan serta mendukung kebutuhan internet bergerak (*mobile internet*)

Untuk meningkatkan kecepatan akses data yang tinggi dan *full mobile*, maka standar IMT-20000 di tingktakan lagi menjadi 10Mbps, 30Mbps dan 100Mbps yang semula hanya 2Mbps pada layanan 3G. kecepatan akses tersebut didapat dengan menggunakan teknologi OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) dan *Multi Carrier*. Di Jepang, teknologi generasi keempat ini sudah mulai diimplementasikan.



Sumber: Sistem Komunikasi Selular (ET-5005)

Gambar 2.1 Perkembangan Sistem Telekomunikasi Bergerak Di Dunia

Qualcomm memelopori teknologi CDMA yang menyajikan kualitas suara dan data yang sangat baik untuk jaringan telepon tetap maupun telepon seluler. Karena keunggulan tersebut, CDMA merupakan landasan dari pelayanan teknologi 3G. CDMA bekerja dengan mengkonversi suara menjadi informasi digital, yang ditransmisikan sebagai sinyal radio melalui jaringan *wireless*. Dengan menggunakan kode yang unik untuk membedakan tiap-tiap panggilan yang berbeda. CDMA memungkinkan lebih banyak pengguna untuk saling berbagi gelombang udara pada waktu yang bersamaan tanpa adanya *crosstalk* atau interferensi. CDMA diperkenalkan secara komersial pada tahun 1995 yang merupakan teknologi nirkabel yang tumbuh sangat pesat. Pada tahun 1999, *International Telecommunication Union* (ITU) menetapkan CDMA sebagai basis dari sistem 3G. Saat ini pelanggan CDMA di dunia mencapai lebih dari 180 juta orang.

Teknologi CDMA merupakan teknologi yang canggih. Produsen-produsen peralatan telekomunikasi terkemuka telah memutuskan untuk menggunakan teknologi CDMA sebagai teknologi generasi ketiga (3G) yang dapat mentransfer data dengan kecepatan mencapai 2Mbps, bahkan dapat ditingkatkan lagi menjadi 100Mbps. Dalam jangka panjang, CDMA dan teknologi lainnya akan dibandingkan berdasarkan biaya total per pelanggan dari jaringan infrastruktur dan harga perangkatnya. Dengan teknologi 3G, komunikasi murah dan berkualitas dapat diwujudkan.

2.2 Sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*)

Code Division Multiple Access (CDMA) adalah sebuah bentuk pemultipleksan (bukan sebuah skema pemodulasian) dan sebuah metode akses secara bersama yang membagi kanal tidak berdasarkan waktu (seperti pada TDMA) atau frekuensi (seperti pada FDMA), namun dengan cara mengkodekan data dengan sebuah kode khusus yang diasosiasikan dengan tiap kanal yang ada dan menggunakan sifat-sifat interferensi konstruktif dari kode-kode khusus itu untuk melakukan pemultipleksan.

Dalam perkembangan teknologi telekomunikasi telepon selular terutama yang berkaitan dengan generasi ketiga (3G), CDMA menjadi teknologi pilihan masa depan. CDMA juga mengacu pada sistem telepon selular digital yang menggunakan skema akses secara bersama ini, seperti yang diprakarsai oleh Qualcomm.

CDMA adalah sebuah teknologi militer yang digunakan pertama kali pada Perang Dunia II oleh sekutu Inggris untuk menggagalkan usaha Jerman mengganggu transmisi mereka. Sekutu memutuskan untuk mentransmisikan tidak hanya pada satu frekuensi, namun pada beberapa frekuensi, menyulitkan Jerman untuk menangkap sinyal yang lengkap.

Sejak itu CDMA digunakan dalam banyak sistem komunikasi, termasuk pada *Global Positioning System* (GPS) dan pada sistem satelit *OmniTRACS* untuk logistik transportasi. Sistem terakhir didesain dan dibangun oleh Qualcomm, dan menjadi cikal bakal yang membantu insinyur-insinyur Qualcomm untuk menemukan *Soft Handoff* dan kendali tenaga cepat, teknologi yang diperlukan untuk menjadikan CDMA praktis dan efisien untuk komunikasi selular terrestrial.

Dalam sistem CDMA digunakan sistem *Spread Spectrum*, dimana setiap user diberikan kode yang menyebar *bandwidth* sinyalnya dalam suatu cara sehingga hanya kode yang sama saja yang dapat me-recover sinyal pada *receiver*. Metode ini memiliki properti dimana sinyal yang tidak diinginkan dengan kode yang berbeda yang ikut disebar akan terlihat seperti *noise* di *receiver*. Keuntungan CDMA untuk *Personal Communication Service* (PCS) adalah kemampuannya untuk mengakomodasi banyak user pada waktu dan frekuensi yang sama.

Standar IS_95 menggunakan dua jenis operasi yaitu bias maju dan bias mundur. Standar IS_95 menempatkan sinyal spektrum tersebar dengan lebar pita 1,25 Mhz dalam masing-masing arah. Pada sistem CDMA terdapat mekanisme *handoff* dimana terminal membangun hubungan stasiun utama baru sebelum memutuskan hubungan dengan stasiun utama. Saat panggilan terjadi dalam kondisi *soft handoff* terminal mentransmisikan sinyal suara terkodekan kedua stasiun utama secara

serentak, kedua stasiun utama mengirimkan sinyal demodulasinya kedalam saklar yang mengukur kualitas dua sinyal tersebut dan mengirim salah satu dari dua sinyal tersebut (yang terbaik) ke decoder suara. Proses sebaliknya terjadi dalam arah maju, saklar mengirim sinyal suara terkodekan kedua stasiun utama dan proses demodulasi sinyal terjadi pada stasiun utama.

Sistem selular CDMA merupakan sistem akses jamak yang berdasarkan sistem pengkodean. Tiap pengguna memperoleh kode tertentu (unik) yang digunakan untuk mengkodekan sinyal informasinya. Penerima mengetahui deretan kode pengguna, mengkodekan kembali sinyal yang diterimanya setelah memperbaiki data asli. Lebar pita dari sinyal kode jauh lebih besar dari lebar pita sinyal informasinya. Proses modulasi dengan menyebarkan spektrum dari sinyal yang disebut modulasi *spread spectrum*.

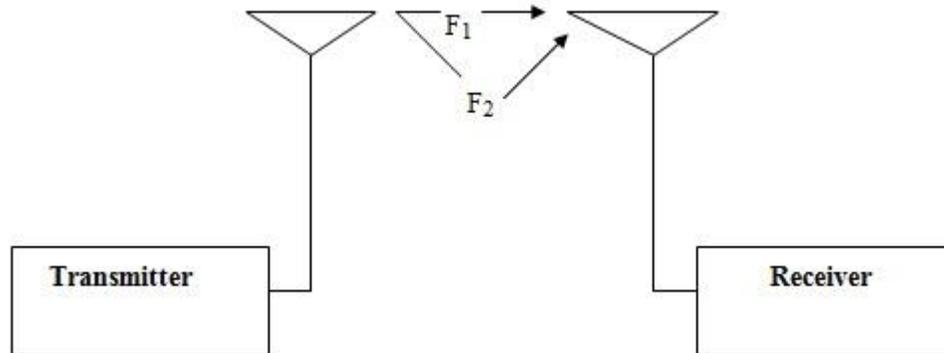
2.3 Elemen Sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*)

2.3.1 *Diversivitas*

Diversitas pada sistem selular CDMA digunakan untuk membandingkan *Rayleigh Fading* yang terjadi pada radio. Ide ini menjelaskan bahwa bila satu antenna menerima sinyal dalam sebuah pantulan, dan antenna yang lain akan menerima sinyal bagus. *Diversitas* merupakan cara terbaik untuk mengurangi *fading*. Semakin besar jumlah *diversitas*, maka semakin baik performansi sistem komunikasi. Pada prinsipnya, sistem CDMA menerapkan 3 macam *diversitas*, yaitu *diversitas frekuensi*, *diversitas waktu* dan *diversitas antenna*.

2.3.1.1. Diversitas Frekuensi

Diversitas frekuensi adalah diversitas yang menggunakan dua frekuensi atau lebih yang berbeda pada pemancar dan penerima untuk memancarkan dan menerima sinyal informasi yang sama.



Sumber: wikipedia.com

Gambar 2.2. Diversitas Frekuensi

Bandwidth koheren dapat digunakan untuk menjelaskan derajat korelasi yang ada diantara frekuensi-frekuensi pemancar. Untuk perbedaan frekuensi pemancar sampai beberapa kali *bandwidth* koheren, maka sinyal *fading* yang berbeda dianggap tidak berkorelasi. Diversitas frekuensi merupakan akibat langsung dari sistem *spread spectrum*, sehingga termasuk dalam prinsip sistem CDMA itu sendiri.

2.3.1.2. Diversitas Waktu

Diversitas waktu dilakukan dengan simbol *interleaving* dan *FEC (Forward Error Correction)*. Kinerja koreksi kesalahan sangat efektif jika koreksi kesalahan-kesalahan bit dalam aliran data disebarkan secara lebih merata. Dengan memisahkan bagian-bagian data pada waktu, suatu gangguan yang terjadi secara mendadak pada data CDMA tidak akan menyebabkan suatu rentang yang relatif panjang dari percakapan yang sesungguhnya dan juga tidak akan mengurangi atau menghilangkan pengaruh pada kualitas suara dari percakapan tersebut.

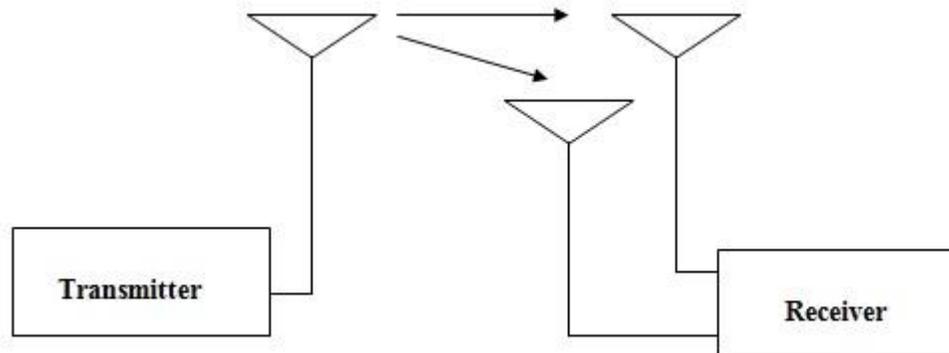
Interleaving digunakan untuk mengacak (*randomize*) pesan-pesan dari sebuah *sequence* (urutan) simbol baik berbentuk *binary* maupun *non binary* sebelum dilakukan pengiriman (*sending*). Kebalikan dari proses ini disebut *deinterleaving*, yang berguna untuk memperbaiki kondisi *sequence* menjadi pesan-pesan seperti semula.

Interleaving merupakan hal umum pada sebagian besar sistem komunikasi digital yang menjamin bahwa bagian-bagian dari data yang berdekatan tidak ditransmisikan secara berurutan. Jika terjadi kehilangan satu bagian kecil dari suatu kata, kemungkinan besar akan lewat dengan jernih.

2.3.1.3. Diversitas Antena (*Space Diversity*)

Diversitas antena atau yang dikenal dengan *space diversity* adalah suatu diversitas dengan menggunakan satu pemancar dan satu frekuensi dengan dua antena penerima atau lebih.

Antara antenna penerima yang satu dengan yang lain mempunyai jarak tertentu sehingga sinyal-sinyal yang diterima masing-masing antenna tidak berkorelasi. Masing-masing dari antenna dalam susunan *array diversity* akan memberikan sebuah sinyal *independent* pada diversitas penggabung (*combining diversity*) antenna cabang yang berperan sebagai penggabung sinyal-sinyal sehingga dihasilkan sinyal terbaik.



Sumber: wikipedia.com

Gambar 2.3. Diversitas Antena

2.3.2 Power Kontrol

Akibat mekanisme propagasi, sinyal yang diterima oleh base station dari sebuah *mobile station* yang dekat dengan base station akan jauh lebih kuat dari pada sinyal yang diterima dari *mobile station* lain yang terletak pada perbatasan sel. Karenanya *mobile station* yang jauh akan didominasi oleh *mobile station* yang dekat dengan *base station* jika ini terjadi, kapasitas sistem akan turun dengan signifikan. Untuk mencapai kapasitas yang optimum, semua sinyal tanpa tergantung pada jaraknya ke *base station*, harus diterima base station dengan mean daya yang sama. Solusi untuk masalah ini adalah dengan *power control*, yang berusaha agar mean daya yang diterima *base station* tetap konstan untuk tiap *mobile station*. Maka dari itu kinerja mekanisme *power control* merupakan salah satu faktor yang penting dalam perencanaan sistem selular CDMA.

2.3.3 Daya Pancar Rendah

Mengurangi Eb/No (perbandingan daya sinyal dengan interferensi) berarti mengurangi daya pancar yang diperlukan untuk mengatasi derau dan interferensi. Dengan pengurangan ini berarti stasiun penerima akan mengurangi daya keluaran yang berarti mengurang biaya dan daya yang rendah bagi sistem CDMA dibandingkan dengan sistem AMPS ataupun TDMA. Pengurangan daya juga dapat meningkatkan jangkauan.

Daya pancar yang rendah ini disebabkan karena adanya pemanfaatan deteksi aktivitas suara, dimana data informasi dipancarkan dengan laju yang tinggi hanya pada saat ada pembicaraan sedangkan pada saat jeda laju data yang dipakai rendah.

2.3.4 Kerahasiaan

Sinyal CDMA yang diacak menghasilkan sistem kerahasiaan yang tinggi dan membuat sistem selular digital ini lebih bertahan terhadap *cross-talk*. Kanal suara digital juga mempunyai sistem enkripsi tertentu. Meskipun sistem *Code Division multiple access* (CDMA) sudah memiliki tingkat privasi yang tinggi, sistem ini masih

tetap mungkin untuk dikembangkan dengan menggunakan teknik pengacakan (*encryption*) yang ada.

2.3.5 Soft Hand-off

Sistem *soft handoff* pada sistem CDMA merupakan suatu kelebihan. Sistem *soft handoff* adalah sebagai berikut: apabila suatu stasiun penerima melakukan pembicaraan maka stasiun penerima tersebut akan terus memantau sel disekitarnya dan membandingkan dengan sinyal dari sel tempatnya berada. Apabila sel pada tempatnya berada melemah sedangkan sinyal pada sel menguat maka proses *handoff* akan dimulai. Pada CDMA hubungan dengan sel lama tidak diputuskan sampai mobile station benar-benar mantap dilayani oleh sel yang baru. Sistem *soft handoff* memiliki keuntungan yaitu mengurangi jumlah panggilan yang tiba-tiba putus yang terjadi karena *handoff* juga proses yang begitu halus sehingga pelanggan tidak akan terganggu karena tidak merasa telah pindah sel.

2.3.6 Soft Capacity

Pada sistem *Code Division multiple access* (CDMA), hubungan antara jumlah pengguna dengan tingkat pelayanan (*grade of service*) tidak begitu tajam, sebagai contoh, operator dari sistem dapat mengizinkan meningkatnya *bit error rate* sampai batas toleransi tertentu, dengan demikian terjadi peningkatan jumlah pelanggan yang dapat dilayani selama jam tersibuk. Kemampuan ini sangat berguna khususnya untuk mencegah terjadinya pemutusan pembicaraan pada proses *handover* karena kekurangan kanal. Pada sistem *Code Division Multiple Access* (CDMA), panggilan tetap dapat dilayani dengan peningkatan *bit error rate* yang masih dapat diterima sampai panggilan lain berakhir.

2.4 Pengkodean Sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*)

Cara kerja CDMA dapat dimisalkan ketika dalam suatu ruangan terdapat beberapa pasangan manusia yang mempunyai bahasa percakapan yang berbeda satu sama lain, sedangkan udara pada ruangan tersebut dianggap sebagai frekuensi pembawa dan bahasa percakapan tersebut sebagai sistem pengkodennya karena percakapan tersebut berlangsung secara bersamaan, maka dalam bahasa tersebut bahasa percakapan dari pasangan lain yang terdengar oleh kita dianggap *noise*. Setiap ada pasangan baru dengan bahasa percakapan yang lain dapat bersamasama berkomunikasi dalam ruangan tersebut sampai suara pasangan yang lain terdengar terlalu keras. CDMA merupakan teknik modulasi dan metode akses yang bekerja berdasarkan komunikasi spektrum tersebar, sistem ini mempunyai kapasitas kanal jauh lebih besar dengan kualitas suara lebih baik dan dengan frekuensi yang sama dapat digunakan kembali dalam tiap sel dan sektornya. Teknologi CDMA memakai teknologi spektrum tersebar, dimana setiap sinyal informasi disebar secara menyeluruh kedalam lebar pita frekuensi yang sangat lebar hal ini menyebabkan sinyal informasi sulit untuk dideteksi atau didefinisikan orang lain sehingga keamanan dari sinyal informasi terjamin tanpa harus dilakukan pelacakan sinyal.

2.5 Teknologi *Spread Spectrum CDMA (Code Divison Multiple Access)*

Dalam komunikasi radio sering terjadi penyadapan pembicaraan oleh pesawat radio lain, tetapi dengan teknologi spektrum tersebar penyadapan dapat diatasi karena data yang dikirim pada spektrum tersebar panyadapan dapat diatasi karena data yang dikirim pada spektrum tersebar adalah data acak yang dikenal dengan *noise*, jadi jika penerima tidak mengetahui kode yang digunakan untuk mengacak data maka penerima hanya menerima sinyal noise saja. Spektrum tersebar digunakan karena sinyal yang ditransmisikan memiliki lebar pita yang lebih lebar dari lebar sinyal informasi. Sistem spektrum tersebar dapat digunakan untuk akses jamak CDMA. Sistem CDMA suatu akses jamak yang dapat dilakukan pada frekuensi dan

waktu yang sama dengan menggunakan kode yang berbeda. Dengan menggunakan sebuah kode yang unik sinyal informasi dipancarkan tersebar di beberapa frekuensi secara bersamaan, karena tersebar maka daya sinyal di tiap-tiap frekuensi tersebut menjadi sangat kecil sehingga hampir tidak bisa dibedakan dengan *noise*. Sinyal informasi seperti ini hanya bisa dideteksi oleh penerima yang memiliki kode penyebar yang sama. Dengan demikian sinyal informasi ini tahan terhadap bermacam gangguan. Radio spektrum tersebar tanpa kabel memiliki kecepatan transmisi yang beragam dari 2 Mbps - 11 Mbps jarak jangkauan antara 2 radio spektrum tersebar ini bisa mencapai 64 Km. Selain menjadi komunikasi dari satu kesatu tempat juga bisa digunakan secara satu ke banyak tempat, hal ini dilakukan dengan menggunakan satu antenna dengan daya yang lebih besar fungsi sebagai stasiun utama.

- a. Kriteria sistem komunikasi sebagai sistem *spread spectrum* adalah:
 1. Lebar pita yang ditransmisikan ditentukan oleh semua fungsi yang tersebar dan sinyal ini harus dikenal oleh penerima;
 2. Lebar pita sinyal yang ditransmisikan harus jauh lebih besar dari sinyal informasi.
- b. Ciri-ciri *spread spectrum* yaitu:
 1. Bersifat akses jamak yaitu pada pita frekuensi yang digunakan dapat dipakai secara bersamaan oleh beberapa pemancar lain. Ciri ini harus dipenuhi karena penggunaan lebar pita yang lebar sehingga tidak terjadi pemborosan kanal frekuensi hal ini dapat digunakan pada CDMA dimana masing-masing pemakai menetapkan suatu kode khusus. Masing-masing pemakai tersebut juga harus memiliki satu kode yang khusus pula agar pesan yang dikirim dapat dipisah-pisahkan satu sama lain pada sisi terima.
 2. Anti pembajakan, yaitu sifat yang relatif tahan terhadap pengaruh sinyal lain, mengingat padatnya kanal frekuensi komunikasi yang ada sehingga kemungkinan terjadi pencampuran sinyal lain sangat besar. Salah satunya pembajakan pulsa yang dapat mengacaukan keseluruhan informasi jika pulsa tersebut lebih panjang dari satu bit pesan, akibatnya akan terjadi

kemungkinan kesalahan, salah satu cara mengatasinya adalah dengan menggunakan kode pembentukan kesalahan.

3. Keserasian informasi, dimanakan hanya penerima yang memiliki kode yang sama yang dapat memahami pesan yang dikirim, sifat ini mengingat perlunya kerahasiaan informasi seperti pada bidang militer dan komersial yang lainnya.

Menurut *Peter Stavroulakis* (2003: 136), selain mempunyai sifat – sifat seperti hal tersebut, sistem *Code Division Multiple Access (CDMA)* juga mempunyai berbagai kelebihan dan kekurangan, antara lain:

Keunggulan Sistem *CDMA (Code Division Multiple Access)*:

1. Pembangkitan sinyal lebih murah
2. Tidak ada sinkronisasi antar pengguna
3. Meningkatkan kualitas suara dan kapasitas sel
4. Tahan terhadap interferensi frekuensi lain
5. Tidak dapat disadap sehingga keamanan berkomunikasi terjaga
6. Lebih tahan terhadap sinyal yang dating

Menurut *Ramjee Prasad* dan *Marina Ruggieri* (2003: 53), keuntungan utama dari sistem *Code Division Multiple Access (CDMA)* berasal dari kemampuan rata-rata interferensinya. Kemampuan terbatas oleh power interferensinya. Jumlah interferensi yang terjadi tidak relevan, seperti halnya pada power tiap-tiap *user*. Interferensi adalah penjumlahan sejumlah besar sinyal bertentangan yang memudar dengan bebas.

Kelemahan sistem *CDMA (Code Division Multiple Access)*

1. Daya yang diterima oleh stasiun utama dari pengguna dekat lebih tinggi dibandingkan dengan daya yang diterima dari pengguna yang lokasinya jauh

2. Untuk penerimaan yang benar, kesalahan sinkronisasi dari urutan kode yang dibangkitkan dan irutan kode yang diterima kecil
3. Pengguna yang dekat dengan stasiun utama akan membangkitkan interferensi yang besar bagi pengguna yang jauh dari stasiun utama sehingga menyulitkan penerimaan sinyal

2.6 Gambaran Umum SCBS-480L

SCBS-408L, *Base Transceiver Station (BTS)* jaringan, berfungsi menghubungkan CDMA 2000 1X dengan *Mobile Station (MS)* dibawah kendali *Base Station Control (BSC)*. *SCBS-408L* menghubungkan *mobile station* melalui udara, dan mendukung IS-2000 dengan *Common Air Interface (CAI)*. Dengan kata lain, *SCBS-408L* menyediakan suatu layanan dengan standar IS-2000.

SCBS-408L menggunakan teknologi *ATM* untuk berkomunikasi dengan *BSC*. Protokol komunikasi *ATM* menambahkan *addressed overhead bit* pada setiap pesan agar penggunaan link terbatas dapat secara efisien. Selain itu, *SCBS-408L* menggunakan *link E1/T1* dengan *BSC*, dengan demikian semua sinyal kendali dan sinyal trafik diproses dengan stabil dan cepat, maka *SCBS-408L* dapat menyediakan jaringan yang lebih dapat diandalkan *SCBS-408L* dipasang di dalam ruangan, yang menggunakan tipe omni maupun sektor tergantung kondisi lokasi instalasi. Ketika menggunakan omni, dapat menyediakan maksimum 7 FA pada rak dasar sendiri. Ketika menggunakan tipe sektor, dapat menyediakan maksimum 7 FA setiap sektor jika rak perluasan dipasang pada *SCBS-408L*.

2.6.1 Konfigurasi Jaringan

SCBS-408L dikendalikan oleh *BSC* via kabel dan terhubung dengan *mobile station* via radio untuk melaksanakan fungsinya menghubungkan panggilan CDMA2000 1X. Jaringan terdiri dari:

2.6.1.1 *Mobile Switching Center (MSC)*

MSC adalah sistem *Switching* jaringan. Sistem ini berfungsi mengadakan panggilan antara *mobile station* sendiri dengan yang lain dan menyediakan jasa tambahan dalam hubungan dengan sistem yang lain.

2.6.1.2 *Home Location Register (HLR)*

HLR adalah suatu data base yang menyimpan dan mengatur informasi langganan CDMA 2000 1X dan mempunyai struktur dan konfigurasi toleransi kesalahan yang menyediakan proses *database real time*. HLR melaksanakan fungsinya berinteraksi dengan MSC, pusat layanan pesan singkat, pusat kendali jaringan, dan pusat pelanggan.

2.6.1.4 *Inter Working Function (IWF)*

IWF adalah suatu sistem yang diperlukan untuk menyediakan pelanggan mobile dengan rangkaian jasa komunikasi data seperti fax dan modem serta mempunyai suatu modem khusus di dalamnya. Atas permintaan MS atau PSTN untuk data rangkaian, IWF menyediakan jasa menyediakan sumber utama modem.

2.6.1.5 *Base Station Manager (BSM)*

BSM menyediakan fungsi operasi dan pemeliharaan untuk BSC dan BTS, BSM menyediakan suatu *Graphical User Interface (GUI)* yang mudah digunakan oleh operator untuk memeriksa status sistem dan membuat perintah untuk menjalankan proses tertentu.

2.6.1.6 *Base Station Controller (BSC)*

BSC menghubungkan data dan panggilan suara antar BTS dan MSC. Untuk panggilan suara, berfungsi sebagai decoder dan menyediakan pemeliharaan dan operasi ke BSS (*Base station System*) di bawah kendali BSM.

2.6.1.7 Base Station Transceiver System (BTS)

BTS menyediakan pelanggan mobile layanan komunikasi mobile dengan bantuan *mobile station* via radio. Alat penghubung antara *base station* dan *mobile station* mengikuti standar IS-2000.

2.6.2 Fasilitas SCBS-480L

SCBS-408L mendukung berbagai tipe fasilitas jaringan berikut, mencakup proses panggilan dasar :

2.6.2.1. Kapasitas Langganan Besar

SCBS-408L menggunakan suatu kartu saluran sangat terintegrasi untuk mengakomodasi sampai 648 saluran (saluran suara) pada suatu rak dasar tersendiri. Jika dua rak perluasan ditambahkan, kapasitas meningkat tiga kali lipat. Sebagai tambahan, SCBS-408L dapat digunakan sebagai tipe omni atau sektor dengan suber saluran yang sama yang dapat dipilih dan digunakan untuk penyatuan saluran . Seperti halnya mendukung alokasi saluran berbeda, SCBS-408L dapat secara efisien dikendalikan oleh sumber.

2.6.2.2 Struktur Modul Sistem

SCBS-408L terdiri dari modul perangkat keras. Oleh karena itu, relokasi dapat dengan mudah diterapkan pada sistem yang terpasang dengan pemasangan modul yang sesuai tanpa merubah konfigurasi sebelumnya. Perangkat lunak yang bekerja dalam SCBS-408L'S *processor* mudah diprogram ulang. Oleh karena itu, penambahan dan modifikasi fungsi perangkat lunak dapat dilakukan dengan perubahan modul perangkat lunak yang dapat diterapkan, maka perubahan sistem dan gangguan layanan dapat diperkecil secara simultan.

2.6.2.3 Pengoperasian Sistem yang Mudah

Operator dapat mengendalikan SCBS-408L dengan mudah melalui BSM dalam kantor. BSM diterapkan dengan *graphic interface* sedemikian rupa sehingga

operator dapat memonitor status sistem dengan mudah dan mengambil tindakan sesuai.

2.6.2.4 Alat Pelengkap

SCBS-408L terdiri dari alat bantu untuk meningkatkan fungsi fungsi dasar radio pada kebijaksanaan operator. *Hipping Pilot Beacon* mendukung interfrequensi stabil *handoff* yang sulit. *BTS Test Unit* (BTU) memungkinkan operator untuk menguji status dan kemampuan SCBS-408L menggunakan berbagai metode.

2.6.3 Konfigurasi Sistem

SCBS-408L perangkat keras terdiri dari empat blok fungsional.

2.6.3.1 Blok kendali *BTS*

Blok kendali *BTS* beroperasi dan menjaga *BTS*. Ini juga menghubungkan antara *BTS* dan *BSC*, dan menyediakan jalur komunikasi antara masingmasing processor *BTS*. Blok kendali *BTS* menghasilkan dan menyediakan jam untuk *BTS*.

2.6.3.2 Blok Elemen Saluran

Blok elemen saluran memodulasi sinyal *baseband*, yang mana diterima dari blok kendali *BTS*, ke dalam sinyal *IF*, dan memodulasi sinyal *IF*, yang mana diterima dari blok *transceiver*, menjadi sinyal *baseband* dan men-transcodes-nya ke sel *ATM* untuk transmisi kepada blok kendali *BTS*.

2.6.3.3 Blok *Transceiver*

Blok *transceiver* mengkonversi ke atas frekuensi sinyal *IF* yang diterima dari saluran blok proses, dan mengkonversi ke bawah frekuensi sinyal *CDMA20001X* yang diterima dari blok *RF* untuk demodulasi ke dalam sinyal *IF*.

2.6.3.4 Blok Frekuensi Radio

Untuk melaksanakan ini, blok RF menfilter *bandwidth* yang sesuai dari sinyal yang diterima dari blok *transceiver*, dan menyatukan frekuensi untuk dipancarkan antenna. Juga menfilter *bandwidth* yang sesuai dari sinyal yang diterima dari antenna, memperkuat sinyal, dan mendistribusikannya pada blok *transceiver*.

2.7 TDMA

2.7.1 Pengertian TDMA

Time Division Multiple Access (TDMA) diperkenalkan oleh Asosiasi Industri Telekomunikasi (*Telecommunications Industry Association*, TIA) yang terakreditasi oleh *American National Standards Institute* (ANSI), adalah teknologi transmisi digital yang mengalokasikan slot waktu yang unik untuk setiap pengguna pada masing-masing saluran, dan menjadi salah satu metode utama yang digunakan oleh jaringan digital telepon seluler untuk menghubungkan panggilan telepon. Sinyal digital dari jaringan digital dihubungkan ke pengguna tertentu untuk berhubungan dengan sebuah kanal frekuensi digital tersendiri tanpa memutuskannya dengan mengalokasikan waktu. TDMA juga merupakan metode pengembangan dari FDMA yakni setiap kanal frekuensinya dibagi lagi dalam slot waktu sekitar 10 ms. Sistem ini juga didukung oleh berbagai macam pelayanan untuk pengguna terakhir seperti suara, data, faksimili, layanan pesan singkat (sms), dan pesan siaran.

Saat ini secara garis besar terdapat dua persaingan model sistem yang membagi pasar telepon seluler itu sendiri yaitu TDMA dan CDMA. Dan TDMA menjadi teknologi pilihan karena diadopsi oleh Eropa sebagai standar pada (*Global System for Mobile Communications*, GSM) dan Jepang dengan (*Japanese Digital Cellular*, JDC). Namun, pada generasi ke-tiga (3G) jaringan nirkabel, CDMA akan menjadi pilihan dibandingkan dengan TDMA.

2.7.2 Evolusi TDMA

1. Jenis TDMA yang asli adalah IS-54, diperkenalkan pada 1988-1989 oleh TIA/CTIA (*Telecommunications Industry Association*). Merupakan penggabungan satu set fitur meliputi, persetujuan, ID nomor-panggilan, indikator penunggu pesan (MWI) dan privasi suara.
2. IS-54B telah kadaluwarsa pada 1994 dengan memperkenalkan IS-136 yang tidak lama diikuti oleh perubahan A dan B.
3. IS-136 kembali menjadi IS-54B dan bergabung dengan DCCH membuat fitur baru.
4. IS-136A menaikkan IS-136 untuk menggambarkan layanan selular diantara pita frekuensi 800 MHz dan 1900 MHz. Diperkenalkan pengaktifan diluar-udara dan layanan program.
5. IS-136B menyertakan perbandingan baru dari layanan meliputi SMS siaran, paket data, dan lain-lain.

2.7.3 Cara Kerja

Setiap daerah layanan dalam sistem telepon seluler dibagi menjadi beberapa kolom. Setiap kolomnya digunakan kurang lebih satu hingga tujuh kali dari kanal-kanal yang tersedia. Kolom telepon digital merubah panggilan telepon menjadi digital sebelum berhubungan. Kolom ini menyediakan tempat yang besar dan dengan baik menaikkan kapasitas dari setiap kolom. TDMA mengambil setiap kanal dan membelahnya menjadi tiga kali celah. Setiap pembicaraan di telepon mendapat sinyal radio untuk satu hingga tiga kali, dan sistem tersebut secara cepat merubah dari satu telepon ke telepon yang lain. Hal ini diserahkan ke *time-division multiplexing*. Karena sinyal digital sangat ditekan, pergantian diantara tiga pembicaraan yang berbeda di telepon disempurnakan dengan tidak menghilangkan informasi. Hasilnya berupa sistem yang mempunyai tiga kali dari kapasitas sebuah sistem analog dan

menggunakan kanal yang sama tanpa TDMA. Sebuah kolom yang menggunakan TDMA dapat menangani 168 panggilan yang tidak teratur secara menyeluruh. TDMA juga digunakan dalam GSM yang merupakan dasar dari PCS (*Personal Communication Service*). Dengan PCS, kanalnya dibagi menjadi delapan bagian. Pengoperasian TDMA membutuhkan kontrol outlink semua bagian pengatur yang berisi beberapa informasi kontrol. Pembawa outlink ini juga memiliki struktur bingkai yang menyediakan informasi waktu akurat untuk semua bagian pengontrol. Peralatan teleport sentral komputer VSAT mengatakan ke setiap situs slot waktu khusus untuk digunakan dalam struktur TDMA dan rencana informasi ini disiarkan ke semua bagian secara berkala. Rencana waktu ledakan mungkin sudah ditetapkan, sehingga setiap bagian mengalokasikan proporsi tertentu dari keseluruhan struktur waktu TDMA atau mungkin bersifat dinamis, dimana slot waktu yang ditempatkan, disesuaikan sebagai tanggapan terhadap kebutuhan lalu lintas setiap bagian.

2.7.4 Kelebihan TDMA

- a. TDMA didesain untuk digunakan di setiap lingkungan dan situasi, dari penggunaan tanpa kabel di daerah bisnis ke pengguna yang sering bepergian pada kecepatan tinggi di jalan bebas hambatan (TOL).
- b. Keunggulan lain dari TDMA selain meningkatkan efisiensi hubungan, dibandingkan dengan teknologi seluler lain.
 1. Dapat dengan mudah disesuaikan dengan transmisi data serta komunikasi suara. TDMA menawarkan kemampuan untuk membawa kecepatan data dari 64 kbps sampai 120 Mbps (diperluas dalam kelipatan 64 kbps) yang memungkinkan operator untuk menawarkan komunikasi pribadi seperti faks, *voiceband data*, dan layanan pesan singkat (SMS) serta aplikasi yang membutuhkan “pitalebar” secara intensif seperti multimedia dan *videoconference*.

2. Tidak seperti teknik *spread-spectrum* yang dapat mengalami gangguan di antara para pengguna yang semuanya berada pada pita frekuensi yang sama dan berhubungan pada saat yang sama, teknologi TDMA memisahkan pengguna dalam waktu, agar tidak mengalami gangguan dari hubungan simultan lainnya.
3. TDMA menyediakan daya hidup baterai yang lama.
4. TDMA menjalankan pengisian penyimpanan di stasiun dasar-peralatan, ruang dan pemeliharaan, merupakan faktor penting sebagai ukuran pertumbuhan sel yang lebih kecil.
5. Biaya penggunaan TDMA sangat efektif untuk mengubah teknologi arus sistem analog ke digital.
6. TDMA adalah satu-satunya teknologi yang menawarkan pemanfaatan yang efisien struktur sel hirarkis (HCS) menawarkan piko, mikro, dan macrocells. HCS mencakup sistem yang akan disesuaikan untuk mendukung lalu lintas tertentu dan kebutuhan pelayanan, membuat sistem kapasitas lebih dari 40-kali AMPS dapat dicapai dengan biaya yang efisien.
7. Sistem layanan TDMA sesuai dengan penggunaan dual-mode handset, karena adanya kepentingan sesuai dengan sistem analog FDMA.

2.7.5 Kekurangan TDMA

Dua kekurangan utama TDMA:

1. Penggunaan dari celah waktu yang sudah ditetapkan membuat sulit untuk mengendalikan panggilan ke kolom berikutnya, menambah kemungkinan dari sebuah panggilan akan terputus ketika panggilan tersebut bergerak diantara kolom-kolom.
2. TDMA merupakan pokok dari penggabungan bagian-bagian distorsi, yang berdampak ketika potongan dari perbincangan melompat mengelilingi

bangunan dan kesulitan lainnya seperti sikap pada saat perbincangan sampai pada telepon dari urutan.

2.8 FDMA

2.8.1 Pengertian FDMA

FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) melakukan pembagian spektrum gelombang dalam beberapa kanal frekuensi. Setiap panggilan hubungan akan memperoleh kanal tersendiri. Metode FDMA paling tidak efisien dan umumnya digunakan pada jaringan analog seperti AMPS

FDMA merupakan suatu teknik pengaksesan yang menggunakan frekuensi sebagai media perantaranya. System ini digunakan BTS pada saat memancar/transmite dengan menggunakan frekuensi down link dan pada saat BTS menerima/*receive* dengan menggunakan frekuensi uplink. Penggunaan frekuensi downlink dan uplink diatur sedemikian rupa sehingga tidak saling mengganggu frekuensi yang lainnya. Jika frekuensi ini tidak tepat pengaturannya maka antara satu BTS dengan BTS yang lain frekuensinya akan saling mengganggu (*interference*) yang akan berakibat dengan kualitas suara yang kurang baik, drop call (komunikasi tiba-tiba putus), sulit melakukan panggilan atau tidak bias melakukan panggilan sama sekali.

- Base Transceiver Station (BTS)

Mengandung *transceiver radio* yang menangani sebuah sel dan hubungan dengan *mobile station* dan jumlahnya lebih banyak.

Untuk memahami FDMA, bisa dianalogikan tentang station radio mengirimkan sinyalnya pada frekuensi yang berbeda pada kanal yang tersedia kepada tiap-tiap pengguna ponsel. FDMA digunakan sebagian besar untuk transmisi analog. Saat untuk membawa informasi digital, FDMA sudah tidak efisien lagi.

Dalam FDMA frekuensi dibagi menjadi beberapa kanal frekuensi yang lebih sempit. Tiap pengguna akan mendapatkan kanal frekuensi yang berbeda untuk berkomunikasi secara bersamaan. Pengalokasian frekuensi pada FDMA bersifat eksklusif karena kanal frekuensi yang telah digunakan oleh seorang pengguna tidak dapat digunakan oleh pengguna yang lain. Antar kanal dipisahkan dengan bidang frekuensi yang lebih sempit lagi (*guard band*) untuk menghindari interferensi antar kanal yang berdekatan (*adjacent channel*) agar

Dalam sistem kerja FDMA ada beberapa kriteria yang dilakukan :

Menempatkan panggilan pada frekuensi yang berlainan (*multiple carried frequency*) bisa digunakan untuk sistem selular analog (AMPS) FDMA akan membagi spectrum dalam kanal yang berbeda kemudian membagi bagian yang sama dalam sebuah bandwidth.

FDMA membagi bandwidth menjadi 124 buah frekuensi pembawa (*carrier frequency*) yang masing-masing menjadi daerah frekuensi daerah selebar 200 kHz. Satu atau lebih frekuensi pembawa dialokasikan pada masing-masing BTS (*base transceiver Station*) yang tersedia.

Dalam sistem yang menggunakan frekuensi division multiplex access ini frekuensi yang digunakan adalah berbeda-beda dengan sistem *time division multiplex access* pada sistem tersebut frekuensi sinyal yang digunakan adalah sama untuk menghindari adanya interferensi pada saat transmisi sinyal maka sistem ini mentransmisikan sinyal dengan pengaturan waktu yang berbeda-beda namun frekuensi yang digunakan adalah sama.

2.8.2 Kelebihan dan Kekurangan FDMA

Beberapa kelemahan dari sistem frekuensi multiplex access adalah :

Pada saat transmisi sinyal jika antara BTS terdapat kanal yang sama maka akan terjadi interferensi yang menyebabkan kerusakan sinyal, sulitnya

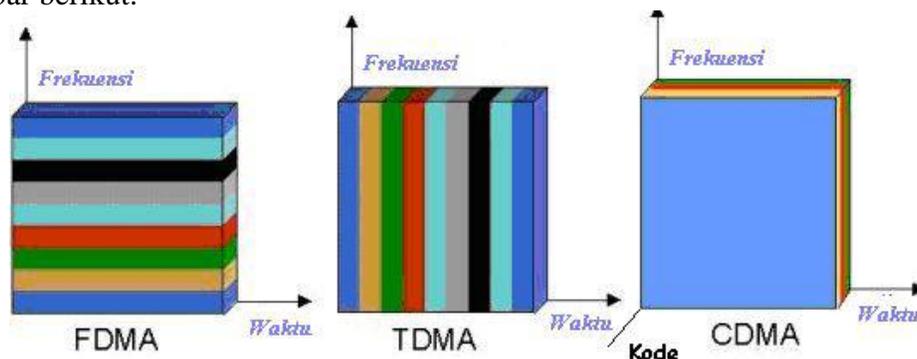
melakukan panggilan. Dengan kata lain sistem ini dapat terjadi interferensi dari sesama BTS yang berdekatan. Daya tahan terhadap gangguan baik noise maupun jarak tempuh lebih lemah dari pada komunikasi yang telah menggunakan sistem digital. Dalam komunikasi ini juga harus memperhatikan beberapa hal seperti: line of side dan topologi bumi sehingga sinyal dapat berjalan baik ke receiver. Fleksibilitas rendah: kalau ada rekonfigurasi kapasitas (lebarpita) modifikasi diperlukan diTXR dan RXR (untuk saluran tersebut, untuk saluran bertetangga, filter dan peralatan lain mungkin perlu diubah). Kapasitas berkurang drastic sejalan dengan penambahan jumlah carrier akibat noise intermodulasi dan back-off. Perlunya pemerataan daya tiap saluran di TXR untuk menghindari capture effect (harus real time mengantisipasi pelemahan akibat hujan, awan tebal, dsb)

Keuntungan:

1. Sistem keseluruhan Sederhana: pengoperasian mudah, peralatan murah dan terbukti handal
2. Dimensioning stasiun bumi kecil

2.9 Perbedaan FDMA, TDMA, CDMA

Perbedaan utama dari ketiga sistem tersebut dapat diilustrasikan seperti gambar berikut:

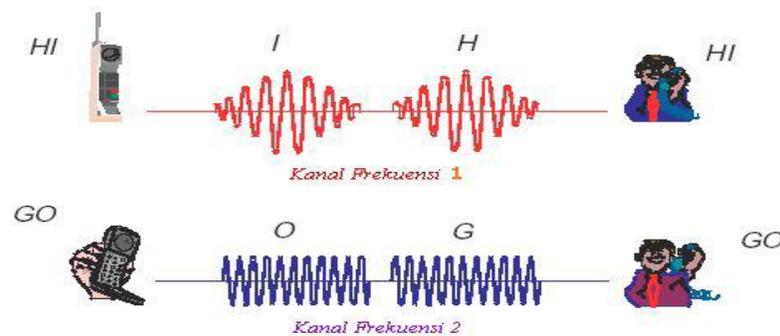


Sumber: Sistem Komunikasi CDMA – Purwakarta.org

Gambar 2.4 Perbedaan Teknologi FDMA, TDMA dan CDMA

FDMA

FDMA adalah sistem multiple access yang menempatkan seorang pelanggan pada sebuah kanal berbentuk pita frekuensi (*frequency band*) komunikasi. Jika satu pita frekuensi dianggap sebagai satu jalan, maka FDMA merupakan teknik "satu pelanggan, satu jalan". Pada saat pelanggan A sedang menggunakan jalan itu, maka pelanggan lain tidak dapat menggunakan sebelum pelanggan A selesai. Cara kerja sistem FDMA dapat diilustrasikan seperti gambar berikut:



Sumber: Sistem Komunikasi CDMA – Purwakarta.org

Gambar 2.5 Cara Kerja Sistem FDMA

Misalnya, kalau dalam waktu yang bersamaan ada 100 pelanggan yang ingin berkomunikasi dengan rekannya, maka sudah tentu diperlukan 100 pita frekuensi. Kalau setiap pita memerlukan lebar 30 Kilo Hertz (kHz) dan frekuensi yang digunakan berawal dari 890 Mega Hertz (MHz), maka:

- Pita frekuensi kanal 1 mulai dari 890 MHz hingga 890,030 Mhz
- Pita frekuensi kanal 2 mulai dari 890,030 MHz hingga 890,060 MHz
- Pita frekuensi kanal 3 mulai dari 890,060 MHz hingga 890,090 MHz
- dan seterusnya.

Sedangkan lebar total seluruh pita yang digunakan adalah:

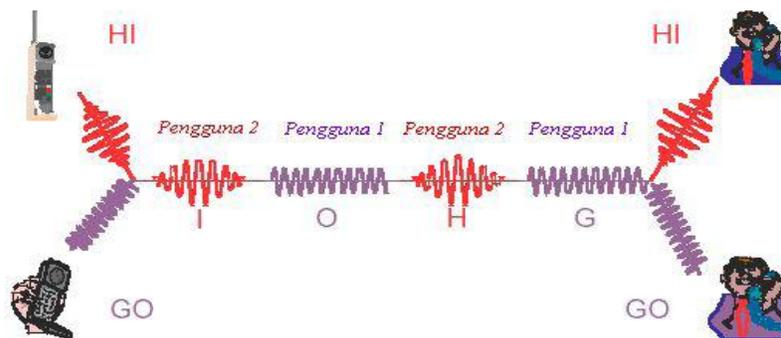
$$100 \times 30.000 \text{ Hz} = 3.000.000 \text{ Hz} = 3 \text{ MHz.}$$

Artinya, jika frekuensi yang digunakan mempunyai batas bawah 890 MHz, maka batas atasnya adalah 893 MHz.

Akan tetapi, frekuensi yang tersedia untuk komunikasi bergerak dibatasi oleh peraturan yang ada karena frekuensi-frekuensi lain pasti digunakan untuk jatah keperluan yang lain pula. Sementara jatah frekuensi yang ada pun harus dibagi antarpengelola telepon seluler. Karena itu, untuk memperbanyak kapasitas dengan jumlah kanal yang terbatas, digunakan trik-trik tertentu sesuai dengan strategi si penyelenggara.

TDMA

Berbeda dengan FDMA yang memberikan satu pita frekuensi untuk dipakai satu pelanggan, TDMA memberikan satu pita frekuensi untuk dipakai beberapa pelanggan. Jadi kanal-kanal komunikasi dirupakan dalam bentuk slot-slot waktu. Slot waktu adalah berapa lama seorang pelanggan mendapat giliran untuk memakai pita frekuensi. Satu slot waktu digunakan oleh satu pelanggan. Slot-slot waktu ini dibingkai dalam satu periode yang disebut satu frame. Cara kerja sistem TDMA dapat diilustrasikan seperti gambar dibawah ini:



Sumber: Sistem Komunikasi CDMA – Purwakarta.org

Gambar 2.6 Cara Kerja Sistem TDMA

Jadi misalkan ada 10 pelanggan yang masing-masing adalah A, B, C, D, E, F, G, H, I, dan J, maka dalam satu frame terdapat 10 slot waktu yang merupakan giliran tiap pelanggan untuk menggunakan pita frekuensi yang sama.

Proses komunikasi multi-access dilakukan dengan menjalankan frame ini berulang-ulang sehingga akan muncul urutan giliran pemakaian saluran seperti: A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-A-B-C-D- E-F-G-H-I-J-A-B-C-dan seterusnya. Tentu saja harus ada pembatasan jumlah pelanggan yang menggunakan satu pita frekuensi ini. Jika tidak dibatasi, periode frame akan terlalu panjang dan akibatnya timbul komunikasi terputus-putus yang mengganggu pembicaraan.

Karena sifatnya yang tidak kontinyu (tidak terjadi pemakaian pita frekuensi terus menerus oleh satu pelanggan dalam satu periode pembicaraan), maka teknik TDMA hanya dapat mengakomodasi data digital atau modulasi digital. Sehingga sinyal-sinyal analog yang akan dikirim, harus diubah menjadi format digital dahulu.

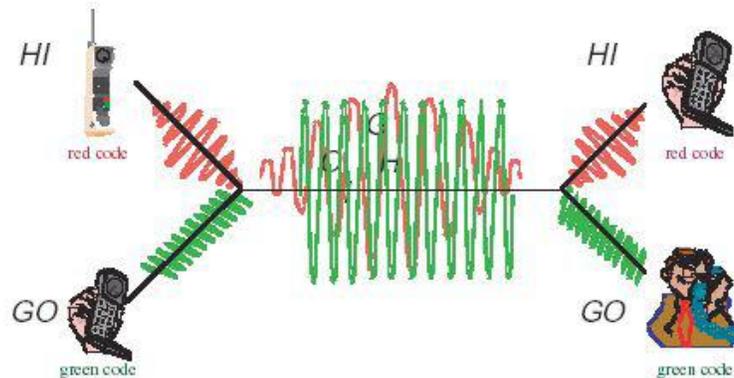
CDMA

Teknik CDMA adalah temuan yang lebih baru dibandingkan dengan FDMA dan TDMA. Teknik CDMA berawal pada tahun 1949 ketika Claude Shannon dan Robert Pierce (yang banyak jasanya untuk kemajuan teknologi telekomunikasi saat ini) menyampaikan ide dasar CDMA. Teknik ini merupakan temuan yang brilian karena kanal yang satu dengan lainnya tidak dibedakan dari frekuensi/FDMA atau waktu/TDMA yang secara awam lebih mudah dipahami, melainkan dengan perbedaan kode. Jadi pada CDMA, seluruh pelanggan menggunakan frekuensi yang sama pada waktu yang sama. Cara kerja sistem CDMA dapat diilustrasikan pada gambar berikut:



Sumber: Sistem Komunikasi CDMA – Purwakarta.org

Gambar 2.7 Ilustrasi Cara Kerja Sistem CDMA (a)



Sumber: Sistem Komunikasi CDMA – Purwakarta.org

Gambar 2.8 Ilustrasi Cara Kerja Sistem CDMA (b)

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan arti yang sama tapi bahasa yang berbeda, setiap orang tidak akan terganggu dengan orang di sekitarnya karena hanya orang yang kita inginkan yang mengerti bahasa kita.

CDMA (juga disebut DSSS/ *Direct Sequence Spread Spectrum*) merupakan salah satu dari dua jenis teknik murni *Spread Spectrum Multiple Access* (SSMA). Jenis lainnya dikenal sebagai FHMA (*Frequency Hopping Spread Spectrum*). Kedua jenis ini tergolong SSMA karena sinyalnya tersebar (spread) pada spektrum pita frekuensi yang lebar. Pada CDMA, penyebaran sinyal diperoleh akibat proses perkalian data input (yang mempunyai waktu perubahan lambat) dengan kode PN (yang mempunyai waktu perubahan cepat).

Walaupun pita frekuensinya lebar, tegangan sinyal yang dihasilkan sangat kecil, menyerupai *noise* (bising) yang selalu menyertai gelombang radio. Sehingga apabila dimonitor oleh penerima lain, sinyal yang dipancarkan oleh pengirim berbasis CDMA hanya berupa *noise* (seolah-olah menunjukkan ketiadaan sinyal pancar) yang tidak mengganggu sinyal lain. Sifat CDMA yang lain adalah kemampuannya untuk tahan terhadap jamming (penutupan oleh sinyal yang lebih kuat) pada pita frekuensi sempit. Hal ini terjadi karena jamming pada pita frekuensi sempit itu tidak akan mengganggu sinyal-sinyal CDMA yang tersebar di pita frekuensi lain.

Walaupun begitu jika diterapkan pada telepon seluler, CDMA mempunyai masalah yang disebut *near-far problem*. Masalah ini terjadi akibat pemakaian pita frekuensi yang sama pada waktu yang sama. Akibatnya, pelanggan yang paling dekat dengan base station (BTS) akan mendominasi BTS karena sinyalnya diterima (oleh BTS) paling besar dibandingkan dengan pelanggan lain yang jaraknya lebih jauh. Bagi pelayanan yang baik, hal itu tidak diharapkan. Untuk mengatasinya dipakailah teknik *power control*. Teknik ini menyebabkan BTS memerintahkan ponsel pelanggan untuk mengurangi daya pancar (secara otomatis) ketika sinyalnya diterima paling besar. Sehingga seluruh pelanggan di areal cakupan BTS akan diterima dengan besar sinyal yang sama.

CDMA dapat dikombinasikan dengan teknik lain untuk menjadi teknik hibrid semacam: FCDMA yang merupakan kombinasi dari FDMA dan CDMA, TCDMA yang merupakan kombinasi dari TDMA dan CDMA. Juga ada DS-FHMA yang merupakan kombinasi dari CDMA/DSSS dengan FHMA.

2.10 Traffic

Secara sederhana *traffic* dapat diartikan sebagai pemakaian. Pemakaian yang diukur dengan waktu (berapa lama, kapan), yang tentunya dikaitkan dengan apa yang dipakai dan dari mana, ke mana. Dalam sistem telepon, permintaan/panggilan yang datang biasanya tak dapat ditentukan terlebih dahulu tentang kapan dan berapa lama suatu pembicaraan telepon berlangsung atau berapa lama suatu perlengkapan/saluran diduduki. Nilai *traffic* dari suatu berkas saluran adalah banyaknya (lamanya) waktu pendudukan yang diolah oleh berkas saluran tersebut. Mengenai *traffic* ini dikenal:

volume *traffic* : Jumlah waktu pendudukan

intensitas *traffic* : Jumlah waktu pendudukan per satuan waktu

Pada perencanaan suatu sistem selular kita perlu mengetahui besarnya intensitas *traffic* yang dapat ditawarkan pelanggan. *Intensitas traffic* (E) dapat dihitung sebagai berikut :

$$E = \lambda \cdot t_h \text{ Erlang (Danish Mathematician)}$$

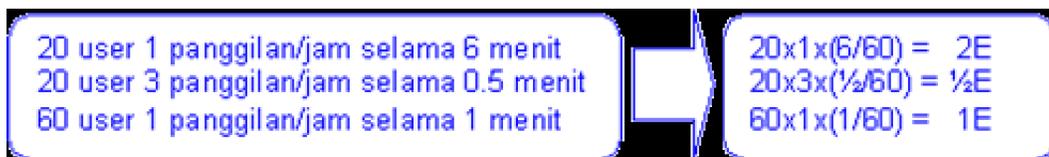
Dimana :

λ = jumlah panggilan yang datang (panggilan/jam)

t_h = waktu pendudukan rata-rata (jam/panggilan)

1 Erlang = 1 kanal digunakan secara kontinyu

contoh: asumsikan terdapat 100 user yang mempunyai traffic penggunaan telepon berikut:



sehingga total trafik 3.5 Erlang. Jika 100 user menggunakan 3.5 Erlang = 35 mE per user

2.10.1 Karakteristik Traffic

1. Pada telepon seluler, jumlah *traffic* rata-rata setiap user adalah 25 – 35 mE. Pengukuran *traffic* ini dilakukan pada jam sibuk.
2. Secara umum jam sibuk berlaku dari jam 10.00 sampai 12.00 dan 13.00 sampai 15.00. Dalam konteks ini, jam tidak berarti 60 menit, tetapi berarti periode.
3. Kenaikan *traffic* tiap user lambat.
4. User lebih lama menggunakan telepon dalam keadaan diam daripada bergerak.

2.10.2 Tujuan Mengetahui *Traffic*

1. Dengan mengetahui *traffic* puncak pada jam sibuk, kita dapat mengukur dimensi sistem *wireless* yang akan dibangun, terutama *Grade of Service* (GOS) sistem. Jika dimensi sistem tidak mendukung *traffic*, maka user akan mengalami bloking pada saat pemanggilan.
2. *Grade of Service* (GOS) adalah probabilitas panggilan yang diblok selama jam sibuk. Pada sistem *wireless*, target desain biasanya 2% (0.02) atau kurang. Jika ingin bersaing dengan bisnis *wireline* (misalnya *lo-e-tier* PCS), maka GOS yang ditawarkan harus 1% atau kurang.
3. Dari tabel *traffic*, kita dapat menentukan jumlah kanal minimum yang diperlukan untuk GOS yang telah ditentukan.

2.11 Propagasi Loss

Propagasi loss mencakup semua kelemahan yang diperkirakan akan dialami sinyal ketika berjalan dari *Base Station* ke *Mobile Station*. Adanya pemantulan dari beberapa obyek dan pergerakan *mobile station* menyebabkan kuat sinyal yang diterima oleh *mobile station* bervariasi dan sinyal yang diterima tersebut mengalami *path loss*. *Path loss* akan membatasi kinerja dari sistem komunikasi bergerak sehingga memprediksikan *Path loss* merupakan bagian yang penting dalam perencanaan system komunikasi bergerak. *Path loss* yang terjadi pada sinyal yang diterima dapat ditentukan melalui model propagasi tertentu. Model propagasi biasanya memprediksikan rata-rata kuat sinyal yang diterima oleh *mobile station* pada jarak tertentu dari *base station* ke *mobile station*. Disamping itu model propagasi juga berguna untuk memperkirakan daerah cakupan sebuah *base station* sehingga ukuran sel dari *base station* dapat ditentukan. Model propagasi juga dapat menentukan daya maksimum yang dapat dipancarkan untuk menghasilkan kualitas pelayanan yang sama pada frekuensi yang berbeda. Perkiraan rugi lintasan propagasi yang dilalui oleh gelombang yang terpancar dapat dihitung.

2.12 Drop Call

Drop call merupakan pelepasan kanal trafik oleh MS atau BTS, dengan kata lain *drop call* merupakan terputusnya sambungan saat terjadinya komunikasi yang tidak dikehendaki oleh pengguna. *Drop call* disebabkan oleh berbagai faktor, misalnya padatnya trafik, lemahnya frekuensi, kegagalan handover, dan penyebab lainnya. Di PT. Telkom Flexi memiliki target rasio maksimal terjadinya *drop call* sebesar 2 %. Namun masih banyak di beberapa *BTS* yang rasio *drop call*-nya masih diatas target. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pada *BTS* yang rasio *drop call*-nya masih belum sesuai target.

2.12.1 Penyebab Terjadinya Drop Call

1. Missing Neighbor Drops

Missing neighbor drops merupakan *drop call* yang terjadi karena suatu *user equipment* hanya ditangani oleh sebuah active set dan tidak memiliki sel tetangga ketika sambungan dalam keadaan buruk dan harus ditangani oleh sel yang lain agar sambungan tetap berlangsung.

2. Soft Handover Drops

Merupakan *drop call* yang terjadi karena kegagalan dalam melakukan soft handover. Hal ini merupakan hal yang sering terjadi pada jaringan yang disebabkan oleh *missing neighbor*, kesalahan konfigurasi dan juga trafik yang terlalu padat.

3. Congestion

Merupakan kondisi dimana sebuah sel terjadi kelebihan beban atau overload pada sel tetangganya. Dalam keadaan ini memungkinkan sebuah sel mengalami *drop call*.

4. *Out of Synchronization*

Merupakan sambungan yang dianggap hilang oleh fungsi *Radio Connection Supervision* dalam SRNC pada saat *Radio Link Set* yang terakhir untuk sambungan telah kehilangan sinkronisasi selama beberapa waktu yang telah ditentukan pada suatu parameter. Hal ini biasanya terjadi pada sambungan uplink.

5. *Drop Call akibat Faktor Lain*

Selain beberapa penyebab diatas, drop call dapat pula disebabkan oleh faktor hardware, adanya interferensi yang bersumber dari luar serta kegagalan pada *transport network*. Untuk mengatasi *drop call*, dapat dilakukan perbaikan langsung pada site yang mengalami gangguan dan melakukan optimasi berdasarkan kerusakan yang terjadi.

2.12.2 *Drop Call Ratio*

Drop Call Ratio adalah suatu angka yang menunjukkan tingkat terjadinya *drop call*, *Drop Call Ratio* bisa didapatkan tiap jam, tiap hari atau tiap bulan untuk tiap BTS. Ada dua metode dalam menghitung *drop call ratio*, *drop call ratio* dapat dihitung dengan perbandingan jumlah *call attempt* terhadap jumlah *drop call* atau jumlah *call success* terhadap Jumlah *drop call*. Berikut rumus drop call ratio:

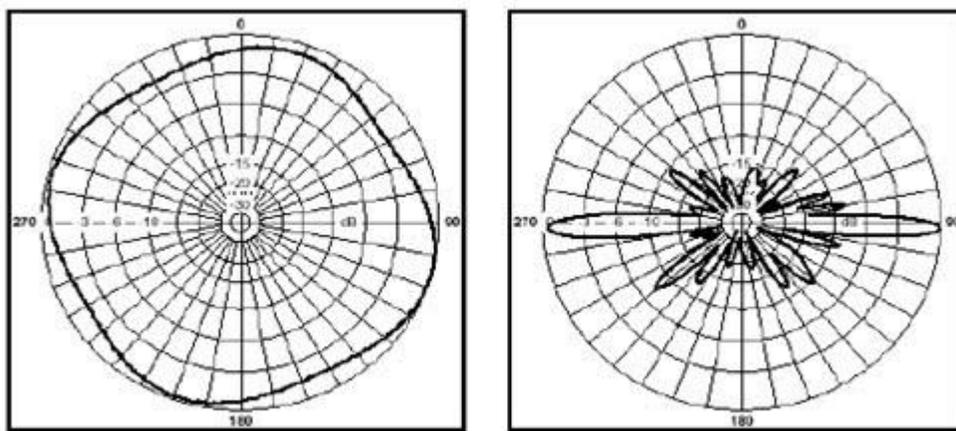
$$\text{Drop Call Ratio} = \frac{\text{Jumlah Call Attempt}}{\text{Jumlah Drop Call}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Atau

$$\text{Drop Call Ratio} = \frac{\text{Jumlah Call Success}}{\text{Jumlah Drop Call}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

2.13 Spesifikasi BTS Flexi

Antena yang digunakan pada BTS merupakan antenna tipe *Omnidirectional*. Omnidirectional memiliki pemancaran sinyal ke segala arah oleh sebuah BTS pada suatu sel. Omnidirectional memiliki kelebihan dalam kemudahan untuk dipasangkan. Antena ini akan melayani atau hanya memberi pancaran sinyal pada sekelilingnya atau 360 derajat, sedangkan pada bagian atas antena tidak memiliki sinyal radiasi. Tidak seperti antena Yagi yang hanya fokus untuk satu arah saja. Antena omni mempunyai sifat umum radiasi atau pancaran sinyal 360-derajat yang tegak lurus ke atas. Omnidirectional antena secara normal mempunyai gain sekitar 3-12 dBi. Yang digunakan untuk hubungan Point-To-Multi-Point (P2Mp) atau satu titik ke banyak titik di sekitar daerah pancaran. Yang baik bekerja dari jarak 1-5 km, akan menguntungkan jika client atau penerima menggunakan directional antenna atau antenna yang terarah. Yang ditunjukkan di bawah adalah pola pancaran khas RFDG 140 omnidirectional antena. Radiasi yang horisontal dengan pancaran 360-derajat. Radiasi yang horisontal pada dasarnya E-Field. yang berbeda dengan, polarisasi yang vertikal adalah sangat membatasi potongan sinyal yang di pancarkan. Antena ini akan melayani atau hanya memberi pancaran sinyal pada sekelilingnya atau 360 derajat, sedangkan pada bagian atas antena tidak memiliki sinyal radiasi.



Sumber: Buku Konsep Teknologi Seluler

Gambar 2.9 Pola Radiasi Antena Omnidirectional



Sumber: Buku Konsep Teknologi Seluler

Gambar 2.10 Antena Omnidirectional

Spesifikasi perangkat yang mencakup EIRP, suhu sistem, gain antenna pemancar, frekuensi carrier dan ketinggian antenna pada BTS Flexi diperlihatkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi BTS Flexi

Spesifikasi BTS Flexi		Keterangan
EIRP	40 dBm	Daya Pancar Maksimal BTS
T_{sis}	$29^{\circ}C - 54^{\circ}C$	Suhu Operasional yang diterapkan
G_{TX}	18 dB	Gain Antenna
-	Directional tiga sektor	Antenna
-	Huawei 3606	Type of BTS
F_c	873,57 MHz	Frekuensi Carrier
h_b	40 m	Tinggi Antenna

Sumber: PT. Telkom Flexi Jember

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang ”Analisis *Drop Call* Komunikasi Pada Jaringan CDMA Flexi *Mobile* di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia *Area Network* Jember” ini dilaksanakan di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia *Area Network* Jember. Penelitian ini dimulai pada bulan November 2011.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

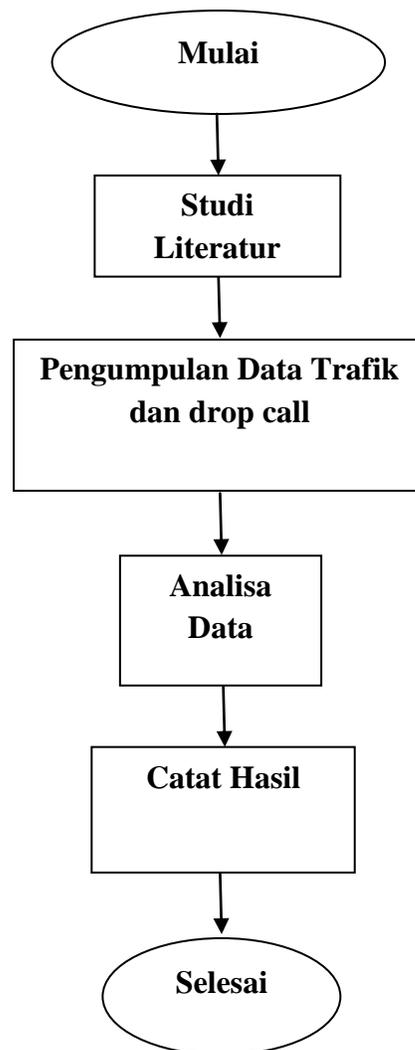
No	Kegiatan	Bulan				
		I	II	III	IV	V
1	Studi Literatur	■	■	■		
2	Pengumpulan Data		■	■	■	
3	Klasifikasi Data				■	
4	Analisis Data				■	
5	Pembahasan				■	
6	Laporan		■	■	■	■

3.2 Tahapan Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan penelitian secara langsung di Divisi Flexi PT. Telekomunikasi Indonesia Area Network Jember. Dalam penelitian ini juga digunakan kajian pustaka berupa studi literatur serta informasi dari hasil browsing di internet guna mendapatkan data-data tambahan untuk mendukung kegiatan penelitian. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan kajian pustaka tentang penyebab terjadinya *drop call* pada sistem CDMA
2. Mengumpulkan data kepadatan trafik di tiap BTS pada *area network* Jember.
3. Melakukan analisa terhadap parameter yang menyebabkan terjadinya *drop call* pada CDMA dan bagaimana cara mengatasinya sehingga didapat pelayanan yang optimal bagi pelanggan.
4. Melakukan perhitungan untuk mengetahui rasio *drop call* yang terjadi di *Area Network* Jember

3.3 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah cara-cara yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Keberhasilan pengumpulan data sangat dipengaruhi metode pengumpulan data yang digunakan. Data yang terkumpul akan digunakan sebagai bahan Analisis yang ditetapkan.

Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode :

1) Metode Pengamatan atau Observasi

Metode observasi menurut Sutrisno Hadi (1986) adalah suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Disini penulis langsung mengadakan observasi atau penelitian pada salah satu operator CDMA yaitu PT. TELKOM FLEXI Jember. Dalam observasi ini peneliti memperoleh data tentang unjuk kerja dari *drop call* yang dapat dilihat dari segi :

Nilai *Call attempt*, *Call Success* dan *Drop Call*.

2) Interview atau Wawancara

Menurut Sugiyono (2004 : 130) metode *interview*/wawancara yaitu suatu cara untuk mengumpulkan data dengan mengatakan secara langsung kepada informan atau responden dengan mendasarkan diri pada laporan tentang diri sendiri *self report*, atau setidaknya-tidaknya pada pengetahuan dan atau keyakinan pribadi. Dalam hal ini penulis mengadakan wawancara dengan pegawai PT. TELKOM FLEXI Jember, sehingga lebih leluasa menanyakan sesuatu yang berkaitan dengan objek yang diteliti.

3.5 Metode Pengolahan Data

$$\text{Drop Call Ratio} = \frac{\text{Jumlah Call Attempt}}{\text{Jumlah Drop Call}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Atau

$$\text{Drop Call Ratio} = \frac{\text{Jumlah Call Success}}{\text{Jumlah Drop Call}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

3.6 Metode Analisis Data

Jika drop call ratio memiliki nilai dibawah 2%, maka layanan CDMA 2000 1x pada BTS Telkom Flexi Kabupaten Jember dianggap telah memenuhi standart, jika lebih dari 2% maka pelayanan perlu ditingkatkan. Angka 2% ditetapkan sendiri oleh PT.Telkom Flexi.

Untuk optimasi yang perlu dilakukan terhadap BTS yang drop call rate-nya diatas 2%, maka dapat dilakukan pengaturan kemiringan antenna (tilting) dan juga perhitungan ulang jarak aman interferensi frekuensi re-use. Persamaan dari kedua optimasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{H}{D}\right) + \theta/2 \dots\dots\dots (3.3)$$

α = Besar Sudut Tilting Antenna ($^{\circ}$)

H = Tinggi Antenna (m)

D = Diameter Sel (m)

θ = Vertical Beam Width ($^{\circ}$)

Sehingga dapat diketahui juga cakupan antenna yang baru dan juga jarak aman interferensi re-use dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = H \times \tan(90-\alpha) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\text{Jarak aman} = \sqrt{3K} \times R \dots\dots\dots (3.5)$$

R = Radius Sel (m)

H = Tinggi Antenna (m)

α = Besar Sudut Tilting Antenna ($^{\circ}$)

K = Jumlah Frekuensi Re-use

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis *Voice Call Attempt*

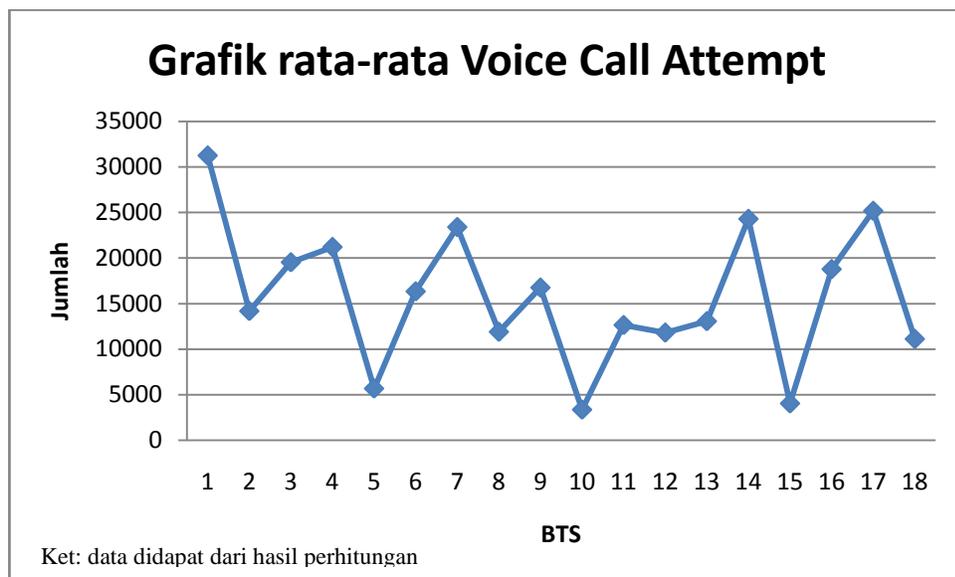
Berikut adalah tabel rata-rata *Voice Call Attempt* selama tujuh hari di BTS yang terdapat di area Jember kota:

Tabel 4.1 Tabel *Voice Call Attempt*

No.	Nama BTS	Total <i>Voice Call Attempt</i> selama tujuh hari	Rata-Rata
1	BTS04_000	218714	31245
2	BTS04_001	99186	14169
3	BTS04_002	136687	19527
4	BTS04_003	148418	21203
5	BTS04_004	39686	5669
6	BTS04_005	114317	16331
7	BTS04_006	163732	23390
8	BTS04_007	83240	11891
9	BTS04_008	117229	16747
10	BTS04_009	23436	3348
11	BTS04_010	88449	12635
12	BTS04_011	82675	11811
13	BTS04_012	91387	13055
14	BTS04_013	170025	24289
15	BTS04_014	28209	4030
16	BTS04_015	131412	18773
17	BTS04_016	176211	25173
18	BTS04_017	77755	11108

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa pada BTS04_000 merupakan BTS yang trafiknya paling padat, hal ini ditunjukkan pada jumlah total dan rata-rata *Voice Call Attempt* yang paling tinggi diantara BTS yang lain. Pada BTS04_009 merupakan BTS dengan tingkat trafik yang paling rendah dengan rata-rata *Voice Call Attempt* yang hanya 3348 per hari, terendah diantara rata-rata *Voice Call Attempt* di BTS yang lain.



Gambar 4.1. Grafik rata-rata *Voice Call Attempt*

4.2. Analisis *Data Call Attempt*

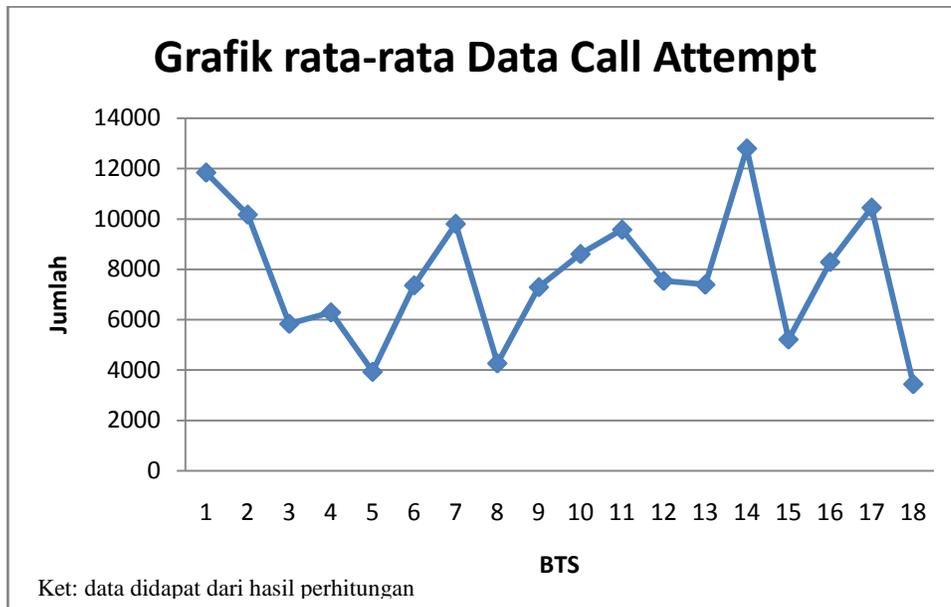
Berikut adalah tabel rata-rata *Data Call Attempt* selama tujuh hari di BTS yang terdapat di area Jember Kota:

Tabel 4.2. Tabel *Data Call Attempt*

No.	Nama BTS	Total Data Call Attempt selama tujuh hari	Rata-Rata
1	BTS04_000	82854	11836
2	BTS04_001	71170	10167
3	BTS04_002	40843	5835
4	BTS04_003	44014	6288
5	BTS04_004	27505	3929
6	BTS04_005	51523	7360
7	BTS04_006	68604	9801
8	BTS04_007	29867	4267
9	BTS04_008	51025	7289
10	BTS04_009	60228	8604
11	BTS04_010	66983	9569
12	BTS04_011	52771	7539
13	BTS04_012	51734	7391
14	BTS04_013	89533	12790
15	BTS04_014	36498	5214
16	BTS04_015	58001	8286
17	BTS04_016	73100	10443
18	BTS04_017	24094	3442

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa pada BTS04_013 merupakan BTS yang trafiknya paling padat dalam menggunakan layanan data dengan nilai rata-rata 12790 per hari merupakan yang tertinggi diantara BTS yang lain. Sedangkan BTS04_017 paling rendah tingkat penggunaan layanan datanya dengan nilai rata-rata yang hanya 3442 per hari.



Gambar 4.2. Grafik Rata-Rata *Data Call Attempt*

4.3 Analisis SMS Call Attempt

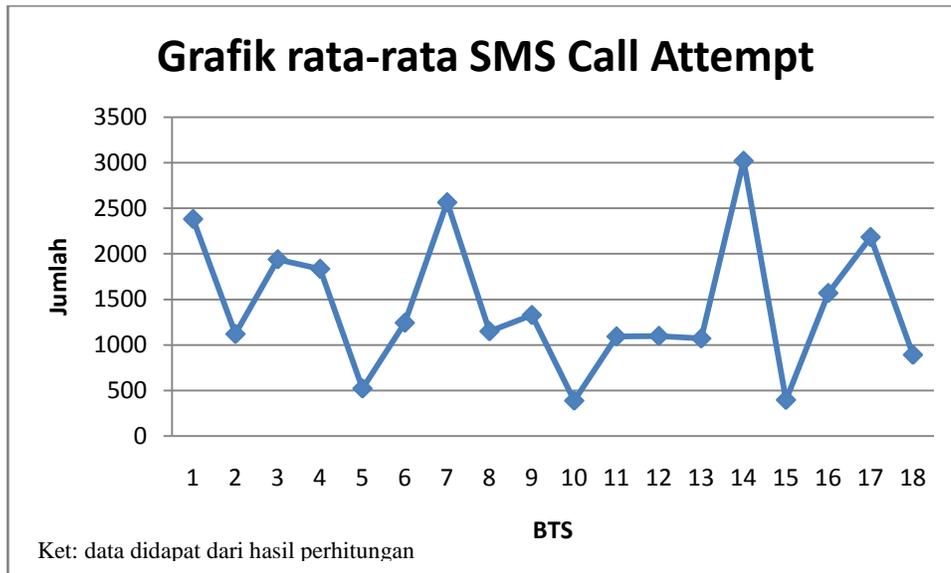
Berikut adalah tabel rata-rata *SMS Call Attempt* selama tujuh hari di BTS yang terdapat di area Jember Kota:

Tabel 4.3. Tabel *SMS Call Attempt*

No.	Nama BTS	Total SMS Call Attempt selama tujuh hari	Rata-Rata
1	BTS04_000	16666	2381
2	BTS04_001	7828	1118
3	BTS04_002	13567	1938
4	BTS04_003	12836	1834
5	BTS04_004	3638	520
6	BTS04_005	8691	1242
7	BTS04_006	17949	2564
8	BTS04_007	8036	1148
9	BTS04_008	9285	1326
10	BTS04_009	2704	386
11	BTS04_010	7640	1091
12	BTS04_011	7678	1097
13	BTS04_012	7485	1069
14	BTS04_013	21139	3020
15	BTS04_014	2764	395
16	BTS04_015	10973	1568
17	BTS04_016	15278	2183
18	BTS04_017	6226	889

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

Dari tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada BTS04_013 merupakan BTS dengan tingkat trafik SMS tertinggi dengan nilai rata-rata 3020 SMS per hari, sedangkan pada BTS04_009 merupakan BTS dengan tingkat trafik SMS yang paling rendah dengan nilai rata-rata 386 SMS per hari.



Gambar 4.3. Grafik rata-rata *SMS Call Attempt*

Dari data *Voice Call Attempt*, *SMS Call Attempt* dan *Data Call Attempt* selama seminggu, maka didapatkan jumlah *total call attempt* tiap BTS yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.4. Tabel Total Call Attempt

No.	Nama BTS	<i>Voice Call Attempt</i>	<i>Data Call Attempt</i>	<i>SMS Call Attempt</i>	<i>Total Call Attempt</i>
1	BTS04_000	218714	82854	16666	318234
2	BTS04_001	99186	71170	7828	178184
3	BTS04_002	136687	40843	13567	191097
4	BTS04_003	148418	44014	12836	205268
5	BTS04_004	39686	27505	3638	70829
6	BTS04_005	114317	51523	8691	174531
7	BTS04_006	163732	68604	17949	250285
8	BTS04_007	83240	29867	8036	121143
9	BTS04_008	117229	51025	9285	177539
10	BTS04_009	23436	60228	2704	86368
11	BTS04_010	88449	66983	7640	163072
12	BTS04_011	82675	52771	7678	143124
13	BTS04_012	91387	51734	7485	150606
14	BTS04_013	170025	89533	21139	280697
15	BTS04_014	28209	36498	2764	67471
16	BTS04_015	131412	58001	10973	200386
17	BTS04_016	176211	73100	15278	264589
18	BTS04_017	77755	24094	6226	108075

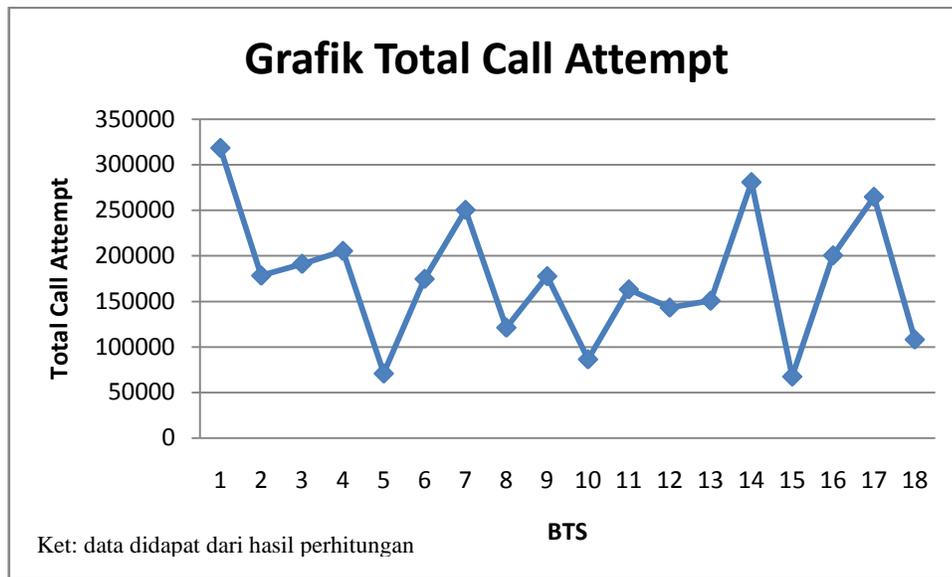
Ket: data didapat dari hasil perhitungan

4.4. Analisis Drop Call

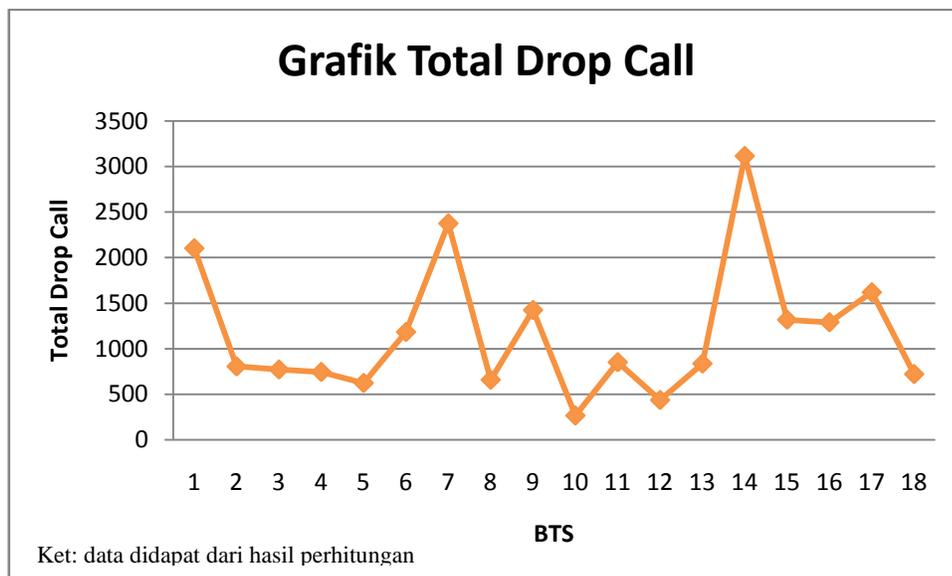
Tabel 4.5. Tabel Perbandingan Jumlah *Total Drop Call* dan *Total Call Attempt*

No.	Nama BTS	Total Drop Call	Total Call Attempt
1	BTS04_000	2101	318234
2	BTS04_001	803	178184
3	BTS04_002	769	191097
4	BTS04_003	742	205268
5	BTS04_004	621	70829
6	BTS04_005	1181	174531
7	BTS04_006	2374	250285
8	BTS04_007	656	121143
9	BTS04_008	1422	177539
10	BTS04_009	263	86368
11	BTS04_010	849	163072
12	BTS04_011	434	143124
13	BTS04_012	834	150606
14	BTS04_013	3114	280697
15	BTS04_014	1316	67471
16	BTS04_015	1288	200386
17	BTS04_016	1617	264589
18	BTS04_017	718	108075

Ket: data didapat dari hasil perhitungan



Gambar 4.4. Grafik Total Call Attempt



Gambar 4.5. Grafik Total Drop Call

Dari tabel perbandingan *total drop call* dan *total call attempt* serta grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah call attempt atau semakin

padatnya trafik maka semakin besar pula jumlah *drop call* atau kemungkinan terjadinya *drop call*.

Untuk menghitung *drop call ratio* digunakan *software* berikut:

Category	Value
No Frame	0
Bad Frame	286
BSC error	0
SCCP Error	0
Voice succes	13580
Data Succes	19053
SMS Succes	2210
Voice Attempt	30271
Data Attempt	19298
SMS Attempt	2247
Drop Call Ratio	0.820824842866573
Ratio to Succes	0.551953064690443
Ratio to Attempt	0.551953064690443
Keterangan	BTS tidak perlu optimasi

Gambar 4.6. *Software Drop Call Ratio Counter*

Software tersebut menggunakan dua metode untuk mendapatkan *drop call ratio*, yaitu membandingkan jumlah *drop call* dengan *call success* dan membandingkan jumlah *drop call* dengan *call attempt*. Jika kedua ratio lebih kecil dari 2 %, maka trafik BTS dinyatakan memenuhi standar layanan atau tidak perlu optimasi.

Dari software tersebut maka didapatkan hasil berikut:

Tabel 4.6. Tabel *Drop Call Ratio Call Attempt*

No.	Nama BTS	Total Drop Call	Jumlah Call Attempt	Drop Call Ratio Call Attempt
1	BTS04_000	2101	318234	0.66
2	BTS04_001	803	178184	0.45
3	BTS04_002	769	191097	0.40
4	BTS04_003	742	205268	0.36
5	BTS04_004	621	70829	0.88
6	BTS04_005	1181	174531	0.68
7	BTS04_006	2374	250285	0.95
8	BTS04_007	656	121143	0.54
9	BTS04_008	1422	177539	0.80
10	BTS04_009	263	86368	0.30
11	BTS04_010	849	163072	0.52
12	BTS04_011	434	143124	0.30
13	BTS04_012	834	150606	0.55
14	BTS04_013	3114	280697	1.11
15	BTS04_014	1316	67471	1.95
16	BTS04_015	1288	200386	0.64
17	BTS04_016	1617	264589	0.61
18	BTS04_017	718	108075	0.66

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

Tabel 4.7. Tabel *Drop Call Ratio Call Success*

No.	Nama BTS	Total Drop Call	Jumlah Call Success	Drop Call Ratio Call Success
1	BTS04_000	2101	193301	1.09
2	BTS04_001	803	123727	0.65
3	BTS04_002	769	116640	0.66
4	BTS04_003	742	127453	0.58
5	BTS04_004	621	42411	1.46
6	BTS04_005	1181	105779	1.12
7	BTS04_006	2374	158479	1.50
8	BTS04_007	656	74494	0.88
9	BTS04_008	1422	108504	1.31
10	BTS04_009	263	72814	0.36
11	BTS04_010	849	112751	0.75
12	BTS04_011	434	93061	0.47
13	BTS04_012	834	96014	0.87
14	BTS04_013	3114	184425	1.69
15	BTS04_014	1316	49917	2.64
16	BTS04_015	1288	121838	1.06
17	BTS04_016	1617	164381	0.98
18	BTS04_017	718	63629	1.13

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

Tabel 4.8. Tabel *Drop Call Ratio*

No.	Nama BTS	Drop Call Ratio Call Attempt	Drop Call Ratio Call Success	Keterangan
1	BTS04_000	0.66	1.09	√
2	BTS04_001	0.45	0.65	√
3	BTS04_002	0.40	0.66	√
4	BTS04_003	0.36	0.58	√
5	BTS04_004	0.88	1.46	√
6	BTS04_005	0.68	1.12	√
7	BTS04_006	0.95	1.50	√
8	BTS04_007	0.54	0.88	√
9	BTS04_008	0.80	1.31	√
10	BTS04_009	0.30	0.36	√
11	BTS04_010	0.52	0.75	√
12	BTS04_011	0.30	0.47	√
13	BTS04_012	0.55	0.87	√
14	BTS04_013	1.11	1.69	√
15	BTS04_014	1.95	2.64	x
16	BTS04_015	0.64	1.06	√
17	BTS04_016	0.61	0.98	√
18	BTS04_017	0.66	1.13	√

√= Memenuhi standart

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

X= perlu optimasi

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka didapatkan bahwa kualitas layanan BTS04_014 belum memenuhi standar karena memiliki *drop call ratio* diatas 2%, dilain pihak jumlah *call attempt* dari BTS ini tidak terlalu besar yang menunjukkan trafiknya tidak terlalu padat, tetapi *drop call ratio* yang melebihi 2% ini

disebabkan oleh cakupan antenna yang kurang baik dan kontrol daya dari pemancar yang buruk. Ratio *drop call* yang paling baik dimiliki oleh BTS04_009 dengan nilai 0.3% untuk *drop call ratio call attempt* dan 0.36% untuk *drop call ratio call success*.

4.5. Analisis Penyebab Terjadinya Drop Call

Setelah analisa *drop call* yang telah dilakukan, maka perlu diamati juga beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *drop call*.

Tabel 4.9 Tabel Penyebab Terjadinya Drop Call

No.	Nama BTS	Penyebab Drop Call				Total
		No Frame	Bad Frame	BS Release	ABSCCP	
1	BTS04_000	9	2092	0	0	2101
2	BTS04_001	1	802	0	0	803
3	BTS04_002	35	734	0	0	769
4	BTS04_003	52	690	0	0	742
5	BTS04_004	0	621	0	0	621
6	BTS04_005	4	1177	0	0	1181
7	BTS04_006	0	2374	0	0	2374
8	BTS04_007	0	656	0	0	656
9	BTS04_008	0	1422	0	0	1422
10	BTS04_009	0	263	0	0	263
11	BTS04_010	6	843	0	0	849
12	BTS04_011	14	420	0	0	434
13	BTS04_012	25	809	0	0	834
14	BTS04_013	3	3111	0	0	3114
15	BTS04_014	0	1316	0	0	1316
16	BTS04_015	2	1286	0	0	1288
17	BTS04_016	3	1614	0	0	1617
18	BTS04_017	9	709	0	0	718

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Dari analisis data di atas, dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab terjadinya drop call adalah disebabkan karena frame yang buruk. Faktor-faktor lain tidak begitu berpengaruh terhadap terjadinya drop call. Dilihat dari jumlah penyebab terjadinya drop call, yaitu karena Bad Frame maka bisa disimpulkan drop call yang terjadi pada BTS di PT.Telkom Flexi Jember disebabkan karena adanya interferensi dan cakupan BTS yang kurang baik.

4.6 Optimasi Terhadap Interferensi dan Cakupan BTS

Pada BTS04_014 angka dropcall rate melebihi 2%, untuk itu diperlukan adanya suatu optimasi. Optimasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dropcall rate adalah melakukan analisa interferensi dan cakupan.

4.6.1 Tilting Antenna

Berdasarkan data, maka didapatkan sudut tilting antenna pada BTS04_014 sebagai berikut:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{H}{D}\right) + \theta/2$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{40}{825}\right) + 13/2$$

$$\alpha = 7.547^\circ$$

dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa BTS04_014 memerlukan Tilting Antenna sebesar 7.547° . Setelah mendapatkan sudut tilting antenna, maka perlu mencari cakupan antenna yang baru.

$$R = H \times \tan (90-\alpha)$$

$$R = 40 \times \tan (90-7.547)$$

$$R = 301.916 \text{ m}$$

4.6.2 Jarak Aman Interferensi

Agar terhindar dari interferensi frekuensi re-use, maka dicari jarak aman interferensi sehingga dropcall rate bisa diminimalisir.

$$\text{Jarak aman} = \sqrt{3K} \times R$$

$$\text{Jarak aman} = \sqrt{3.1} \times 301.916$$

$$\text{Jarak aman} = 522.93 \text{ m}$$

Sehingga jarak aman BTS adalah 522.93 m.

Tabel 4.10 Tabel Optimasi BTS

No	BTS	H	D	θ	K	α	R	Jarak Aman
1	BTS04_014	40 m	825 m	13°	1	7.547°	301.916 m	522.93 m

Ket: data didapat dari hasil perhitungan

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah Call Attempt yang diterima oleh setiap BTS di area jember kota berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa tiap BTS perlu dialokasikan traffic yang berbeda-beda pula sesuai dengan rata-rata jumlah call attempt yang diterima.
2. BTS04_000 merupakan BTS yang trafiknya paling padat, hal ini ditunjukkan pada jumlah total dan rata-rata Voice Call Attempt yang paling tinggi diantara BTS yang lain. Pada BTS04_009 merupakan BTS dengan tingkat trafik yang paling rendah dengan rata-rata Voice Call Attempt yang hanya 3348 per hari, terendah diantara rata-rata Voice Call Attempt di BTS yang lain.
3. BTS04_013 merupakan BTS yang trafiknya paling padat dalam menggunakan layanan data dengan nilai rata-rata 12790 per hari merupakan yang tertinggi diantara BTS yang lain. Sedangkan BTS04_017 paling rendah tingkat penggunaan layanan datanya dengan nilai rata-rata yang hanya 3442 per hari.
4. BTS04_013 merupakan BTS dengan tingkat trafik SMS tertinggi dengan nilai rata-rata 3020 SMS per hari, sedangkan pada BTS04_009 merupakan BTS dengan tingkat trafik SMS yang paling rendah dengan nilai rata-rata 386 SMS per hari.
5. Semakin besar jumlah call attempt atau semakin padatnya trafik maka semakin besar pula jumlah drop call atau kemungkinan terjadinya drop call.
6. Kualitas layanan BTS04_014 belum memenuhi standar karena memiliki drop call ratio diatas 2%.
7. Ratio drop call yang paling baik dimiliki oleh BTS04_009 dengan nilai 0.3 % untuk drop call ratio call attempt dan 0.36% untuk drop call ratio call success.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan optimasi pada BTS04_014, yaitu dengan tilting antenna sebesar 7.547° dan jarak aman sebesar 522.93 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra Dewana, Andhika.2010.”*Analisis Kualitas Panggilan Layanan Suara (Voice) Sistem WCDMA Saat Terjadi Drop Call Berdasarkan Data Statistik Dan Drive Test*”: Semarang.
- Sugiyono.2004. “*Metode Penelitian Bisnis Bandung*”: CV Alfabeta.
- Stavroulakis, Peter.2003.”*Interference Analysis and Reduction for Wireless*”.
- wordpress. *Perkembangan Teknologi Seluler*. <http://hendriadi.wordpress.com/2007/07/21/perkembangan-teknologi-seluler/> [1 November 2011].
- Wikipedia. Sejarah CDMA. http://www.wikipedia.com/sejarah_CDMA [3 November 2011].
- Qualcom. 2004. “CDMA One Concepts and Terminology Digital”
- Samsung. 2003 “Performance Parameter for CDMA 2000 1X”, PT. Telekomunikasi Indonesia.
- Gunawan Wibisono, Uke Kurniawan Usman, Gunadi Dwi Hantoro.2008.”*Konsep Teknologi Seluler*”.Bandung.
- Vijay K.Grag.2002.”*Wireless Network Evolution 2G to 3G*”, Prentice Hall, USA.
- Santoso, Gatot. 2004. “*Sistem Seluler CDMA*”, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Lampiran A

Tabel Voice Call Attempt pada BTS area Jember Kota Selama 1 minggu.

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata- rata
1	BTS04_000	33620	30873	30689	31559	29575	32127	30271	218714	31245
2	BTS04_001	14571	14257	13208	13768	13511	14445	15426	99186	14169
3	BTS04_002	20448	20027	19176	20115	18576	19950	18395	136687	19527
4	BTS04_003	21294	21749	20969	20383	21100	21128	21795	148418	21203
5	BTS04_004	6184	5850	5758	5285	5061	5453	6095	39686	5669
6	BTS04_005	17338	16212	15736	16117	15756	15954	17204	114317	16331
7	BTS04_006	25046	23739	23057	24001	22138	22994	22757	163732	23390
8	BTS04_007	12650	11929	12010	11914	11625	11929	11183	83240	11891
9	BTS04_008	18193	16552	16277	17130	15996	16866	16215	117229	16747
10	BTS04_009	3700	3495	3336	3310	3043	3243	3309	23436	3348
11	BTS04_010	13788	12712	12452	12487	11834	12936	12240	88449	12635
12	BTS04_011	12213	12141	12044	11800	12013	12198	10266	82675	11811
13	BTS04_012	13512	12700	12823	13403	12821	14043	12085	91387	13055
14	BTS04_013	24939	25551	23817	24527	22102	25248	23841	170025	24289
15	BTS04_014	3703	3813	3489	3723	3401	3774	6306	28209	4030
16	BTS04_015	19648	18577	18161	18798	18912	18475	18841	131412	18773
17	BTS04_016	25507	25096	25572	25907	24769	24816	24544	176211	25173
18	BTS04_017	11580	11039	10895	11063	11186	10964	11028	77755	11108

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Lampiran B

Tabel Data Call Attempt pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata- rata
1	BTS04_000	13130	5204	7382	8273	13662	15905	19298	82854	11836
2	BTS04_001	10704	7564	10136	10090	10414	8749	13513	71170	10167
3	BTS04_002	3414	7083	5213	5723	4882	5378	9150	40843	5835
4	BTS04_003	4602	4704	5710	4956	5997	8366	9679	44014	6288
5	BTS04_004	4070	3596	4475	6562	2344	3807	2651	27505	3929
6	BTS04_005	5227	10866	6921	7649	7729	7181	5950	51523	7360
7	BTS04_006	9758	7704	8318	10508	10157	11545	10614	68604	9801
8	BTS04_007	5679	3996	5288	3652	3464	3974	3814	29867	4267
9	BTS04_008	7484	11468	8586	5341	6206	5729	6211	51025	7289
10	BTS04_009	8818	11172	8450	9145	9231	6092	7320	60228	8604
11	BTS04_010	7772	12448	8136	12445	9554	9599	7029	66983	9569
12	BTS04_011	6355	6301	8869	8646	9064	4944	8592	52771	7539
13	BTS04_012	8305	8794	14846	5655	5028	6209	2897	51734	7391
14	BTS04_013	11372	13821	13641	11674	15259	12079	11687	89533	12790
15	BTS04_014	5401	4221	2174	2793	3359	8313	10237	36498	5214
16	BTS04_015	5655	9220	6934	7148	11173	7077	10794	58001	8286
17	BTS04_016	9021	10147	9947	7846	9792	13727	12620	73100	10443
18	BTS04_017	2875	3114	3003	3859	3919	3125	4199	24094	3442

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Lampiran C

Tabel SMS Call Attempt pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata-Rata
1	BTS04_000	2506	2358	2363	2447	2395	2350	2247	16666	2381
2	BTS04_001	1057	1085	1169	1065	1167	1039	1246	7828	1118
3	BTS04_002	1908	1944	1937	1981	1945	2011	1841	13567	1938
4	BTS04_003	1850	1907	1936	1746	1629	1800	1968	12836	1834
5	BTS04_004	573	525	519	432	435	512	642	3638	520
6	BTS04_005	1190	1271	1282	1277	1150	1230	1291	8691	1242
7	BTS04_006	2657	2865	2663	2502	2405	2452	2405	17949	2564
8	BTS04_007	1142	1062	1192	1175	1283	1022	1160	8036	1148
9	BTS04_008	1446	1340	1429	1342	1274	1200	1254	9285	1326
10	BTS04_009	351	372	376	401	382	448	374	2704	386
11	BTS04_010	1226	1083	1129	1036	1047	1061	1058	7640	1091
12	BTS04_011	1070	1038	1222	1215	1037	1184	912	7678	1097
13	BTS04_012	986	1202	1036	1099	960	1146	1056	7485	1069
14	BTS04_013	3099	2934	3116	3303	2725	3112	2850	21139	3020
15	BTS04_014	293	338	347	315	637	386	448	2764	395
16	BTS04_015	1619	1458	1729	1667	1450	1493	1557	10973	1568
17	BTS04_016	2187	2128	2309	2252	2100	2217	2085	15278	2183
18	BTS04_017	828	843	995	802	908	948	902	6226	889

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Lampiran D

Tabel Drop Call Pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata- Rata
1	BTS04_000	297	285	362	271	256	344	286	2101	300
2	BTS04_001	91	103	100	97	123	90	199	803	115
3	BTS04_002	104	117	93	123	104	124	104	769	110
4	BTS04_003	106	83	107	120	151	85	90	742	106
5	BTS04_004	89	106	96	72	71	75	112	621	89
6	BTS04_005	166	167	152	177	140	149	230	1181	169
7	BTS04_006	346	366	410	327	312	339	274	2374	339
8	BTS04_007	91	96	97	74	81	108	109	656	94
9	BTS04_008	230	196	174	195	188	218	221	1422	203
10	BTS04_009	37	38	35	38	27	52	36	263	38
11	BTS04_010	173	94	101	147	95	143	96	849	121
12	BTS04_011	60	55	43	54	73	59	90	434	62
13	BTS04_012	136	101	176	96	117	120	88	834	119
14	BTS04_013	477	443	396	478	388	485	447	3114	445
15	BTS04_014	146	169	211	133	133	176	348	1316	188
16	BTS04_015	194	185	173	191	174	186	185	1288	184
17	BTS04_016	233	210	264	237	234	219	220	1617	231
18	BTS04_017	87	110	128	101	116	87	89	718	103

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Lampiran E

Tabel Voice Call Success pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata-Rata
1	BTS04_000	14460	13316	2319	13849	12547	14598	13580	84669	12096
2	BTS04_001	6884	6615	1152	6312	6203	6917	7107	41190	5884
3	BTS04_002	9679	9188	1899	9174	8450	9485	8552	56427	8061
4	BTS04_003	10288	10492	1899	9986	10402	10076	10500	63643	9092
5	BTS04_004	2475	2286	510	2191	2004	2224	2492	14182	2026
6	BTS04_005	7017	6814	1240	6770	6532	6597	7098	42068	6010
7	BTS04_006	11561	10886	2591	10987	9684	10942	10480	67131	9590
8	BTS04_007	5685	5427	1142	5333	5101	5468	5200	33356	4765
9	BTS04_008	7564	7219	1372	7289	6769	7335	6965	44513	6359
10	BTS04_009	1605	1617	371	1408	1300	1510	1577	9388	1341
11	BTS04_010	6104	5550	1056	5547	5152	6019	5575	35003	5000
12	BTS04_011	5224	4929	1197	4981	5075	5058	4234	30698	4385
13	BTS04_012	5539	5150	1010	5698	5216	5818	5094	33525	4789
14	BTS04_013	11646	11523	3005	10971	9749	11747	11260	69901	9986
15	BTS04_014	1549	1780	325	1770	1370	1646	2557	10997	1571
16	BTS04_015	8211	7730	1677	7977	7839	7840	7744	49018	7003
17	BTS04_016	11322	10785	2273	11596	10728	11126	10711	68541	9792
18	BTS04_017	5123	4738	954	4748	4838	4939	4872	30212	4316

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Lampiran F

Tabel Data Call Success pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata-Rata
1	BTS04_000	12954	5003	13321	8042	13401	15627	19053	87401	12486
2	BTS04_001	10533	7376	6120	9892	10297	8627	13332	66177	9454
3	BTS04_002	3279	6933	8964	5599	4770	5245	8977	43767	6252
4	BTS04_003	4478	4589	9951	4834	5844	8206	9583	47485	6784
5	BTS04_004	3955	3478	2270	2661	2241	3636	2552	20793	2970
6	BTS04_005	5054	10644	6443	7443	7560	6950	5722	49816	7117
7	BTS04_006	9325	7526	10325	9999	9896	11248	10253	68572	9796
8	BTS04_007	5581	3918	5287	3553	3383	3863	3720	29305	4186
9	BTS04_008	7269	11241	6896	5129	6022	5518	5987	48062	6866
10	BTS04_009	8725	11104	1502	9069	9162	6000	7193	52755	7536
11	BTS04_010	7639	12332	5305	12293	9448	9447	6920	63384	9055
12	BTS04_011	6014	6098	4821	8506	8785	4827	8293	47344	6763
13	BTS04_012	8132	8702	5219	5575	4896	6126	2822	41472	5925
14	BTS04_013	10851	13503	10682	11242	14764	11710	11339	84091	12013
15	BTS04_014	5226	4089	1545	2681	3245	8176	10032	34994	4999
16	BTS04_015	5444	8977	7372	6926	10948	6865	10599	57131	8162
17	BTS04_016	8778	9955	11239	7698	9627	13573	12460	73330	10476
18	BTS04_017	2795	3040	4809	3772	3849	3029	4118	25412	3630

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember

Lampiran G

Tabel SMS Call Success pada BTS Area Jember Kota Selama 1 Minggu

No.	Nama BTS	Rabu 9/11/11	Kamis 10/11/11	Jum'at 11/11/11	Sabtu 12/11/11	Minggu 13/11/11	Senin 14/11/11	Selasa 15/11/11	Total	Rata-Rata
1	BTS04_000	2449	2331	7172	2397	2358	2314	2210	21231	3033
2	BTS04_001	1044	1071	9993	1044	953	1025	1230	16360	2337
3	BTS04_002	1878	1919	5089	1932	1829	1982	1817	16446	2349
4	BTS04_003	1831	1886	5555	1732	1599	1779	1943	16325	2332
5	BTS04_004	565	507	4391	422	422	500	629	7436	1062
6	BTS04_005	1156	1224	6749	1243	1105	1175	1243	13895	1985
7	BTS04_006	2585	2780	7974	2403	2313	2389	2332	22776	3254
8	BTS04_007	1115	1025	5190	1128	1261	1002	1112	11833	1690
9	BTS04_008	1391	1306	8359	1277	1231	1155	1210	15929	2276
10	BTS04_009	346	369	8358	401	379	446	372	10671	1524
11	BTS04_010	1192	1053	8035	991	1017	1043	1033	14364	2052
12	BTS04_011	1047	1026	8703	1187	1016	1145	895	15019	2146
13	BTS04_012	955	1183	14734	1065	931	1114	1035	21017	3002
14	BTS04_013	2965	2811	13209	3165	2589	2945	2749	30433	4348
15	BTS04_014	279	278	2026	292	272	359	420	3926	561
16	BTS04_015	1571	1406	6726	1629	1403	1446	1508	15689	2241
17	BTS04_016	2158	2085	9821	2205	2025	2178	2038	22510	3216
18	BTS04_017	798	826	2909	782	882	920	888	8005	1144

Ket: data didapat dari PT. Telkom Flexi Area Network Jember