

TUGAS AKHIR

STUDI ANALISIS PENGGUNAAN ANTENA

SEKTOR PADA GSM



**Disusun Oleh :
Arga Saputra B.
01524028**

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2012

ABSTRAKSI

Sekarang ini hampir semua instrumen telekomunikasi bergerak menggunakan teknologi yang berbasis seluler. Sistem Telekomunikasi bergerak berbasis seluler menawarkan kelebihan dibandingkan dengan Sistem Wireline (jaringan kabel), yaitu mobilitas sehingga pengguna dapat bergerak kemanapun selama masih dalam cakupan layanan Operator. Tetapi dalam penerapannya sistem ini juga memiliki keterbatasan – keterbatasan diantaranya terbatasnya kanal pembicaraan seiring dengan banyaknya jumlah pelanggan teknologi komunikasi seluler, sehingga mengakibatkan gangguan (Interferensi). Interferensi dapat dikurangi dengan menggunakan antena sektoral.

Untuk memecahkan masalah ini maka dilakukan pensektoran antena, dimana antena yang tadinya hanya satu diganti menjadi beberapa antena sektor yang biasanya adalah 3 sektor dan 6 sektor, sehingga dengan pensektoran ini interferensi akan berkurang dan kualitas layanan juga menjadi lebih baik.

Dari hasil analisis diketahui semakin jauh jarak *mobile station* dari *base station* maka semakin besar pula kerugian atau pelemahan daya yang akan diterima *mobile* sehingga nilai RSSI yang diterima juga mengalami penurunan sesuai jarak *mobile* dan *base station*, begitu juga pada nilai C/I.

DAFTAR SINGKATAN

AMPS	: <i>Advance Mobile Phone Sytem</i>
AUC	: <i>Authentication Center</i>
BS	: <i>Base Station</i>
BSS	: <i>Base Station System</i>
BCCH	: <i>Broadcast Control Channel</i>
CCCH	: <i>Common Control Channel</i>
DCCH	: <i>Dedicate Control Channel</i>
ECPT	: <i>European Conference of Post and Telecommunication</i>
FACCH	: <i>Fast Associated Control Channel</i>
GSM	: <i>Global System for Mobile Communication</i>
HLR	: <i>Home Location Register</i>
MS	: <i>Mobile Station</i>
ME	: <i>Mobile Equipment</i>
MSC	: <i>Mobile Switching Center</i>
PCH	: <i>Paging Channel</i>
RACH	: <i>Random Acces Channel</i>
SIM	: <i>Subscriber Identity Module</i>
SRB	: <i>Station Radio Basis</i>
SDCCH	: <i>Stand Alone Dedicated Control Channel</i>
SACCH	: <i>Slow Associated Control Channel</i>
SSS	: <i>Switching Sub System</i>
TDMA	: <i>Time Division Multiple Acces</i>
TCH	: <i>Traffic Channel</i>
NMT	: <i>Nordic Mobile Telephone</i>
NCH	: <i>Notification Channel</i>
VLR	: <i>Visitor Location Register</i>



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT,atas rahmat dan hidayah serta pikiran yang diberikanNya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **‘Studi Analisis Penggunaan Antena Sektor Pada GSM’**. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan kita semua hingga akhir zaman.

Adapun maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Univesitas Islam Indonesia. Disamping itu untuk menambah pengetahuan terhadap ilmu yang telah kita dapat selama perkuliahan.

Dalam penyusunan ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Tito yuwono, ST, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, sekaligus Dosen Pembimbing I Tugas Akhir. Yang sangat sabar dalam memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dwi Ana Ratnawati, ST, M.Eng. selaku Pembimbing Tugas Akhir II.
3. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro, terimakasih dan bimbingan nya selama kuliah dijurusan teknik elektro.
4. Bapak dan Ibu yang telah sabar dan selalu memberikan dukungan moril maupun materil, semangat dan doa yang diberikan kepada penulis.
5. Galuh Kiranaratri ,yang telah membukakan mata dan pikiran penulis selama ini.

6. Dan banyak pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan kemampuan dan kurangnya pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dan solutif dari semua pembaca untuk kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb



Yogyakarta, Oktober 2011

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sekarang ini hampir semua instrumen telekomunikasi bergerak menggunakan teknologi yang berbasis seluler. Sistem Telekomunikasi bergerak berbasis seluler menawarkan kelebihan dibandingkan dengan Sistem Wireline (jaringan kabel), yaitu mobilitas sehingga pengguna dapat bergerak kemanapun selama masih dalam cakupan layanan Operator.

Tetapi dalam penerapannya sistem ini juga memiliki keterbatasan – keterbatasan diantaranya terbatasnya kanal pembicaraan seiring dengan banyaknya jumlah pelanggan teknologi komunikasi seluler, sehingga mengakibatkan gangguan (Interferensi). Interferensi dapat dikurangi dengan menggunakan antena sektoral.

Dari permasalahan diatas, penulis berusaha memberikan analisis dengan judul “ **Studi Analisis Penggunaan Antena Sektor Pada GSM** ”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat ditarik permasalahan, yaitu menganalisis antena sektor guna mengurangi interferensi dalam sistem seluler.

1.3. Batasan Masalah

Laporan tugas akhir ini hanya membatasi permasalahan tentang interferensi dalam sistem seluler, dengan melakukan studi literatur dari buku dan internet.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa data interferensi beserta parameternya yang ada didalam sebuah sistem seluler berbasis GSM guna mengetahui permasalahan yang timbul beserta usulan perbaikan kinerja sistem.

1.5. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terbagi menjadi 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Pada bagian ini secara berurutan membahaas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan pustaka

Pada bagian ini berisi tentang dasar teori dari GSM.

3. Bab III Model Interferensi dan Antena Sekor

Pada bagian ini menjelaskan tentang model interferensi dan antena sektor

4. Bab IV Analisa

Pada bagian ini dianalisa hasil penelitian yang dilakukan. Yaitu pada kasus normal, terburuk, khusus.

5. Bab V Kesimpulan

Berisi tentang kesimpulan dan saran tentang tugas akhir yang telah dilakukan.

BAB II

SISTEM TELEKOMUNIKASI BERGERAK

2.1. Sistem Radio Panggil

Sistem radio panggil untuk pertama kali menggunakan peneras radio di dalam bangunan. Saat ini orang yang ingin dipanggil membawa pesawat kecil, biasanya mempunyai layar kecil yang dapat menampilkan pesan yang masuk. Seseorang yang ingin memanggil pengguna pesawat ini kemudian dapat menelpon perusahaan radio panggil dan memasukkan kode keamanannya, nomor telepon yang diminta agar dipanggil oleh pemakai pesawat (pesan pendek lainnya). Kemudian komputer yang menerima permintaan tersebut mentransmisikannya melalui kabel atau mata rantai radio ke antena transmisi, baik dengan menyiarkan panggilan secara langsung (untuk panggilan interlokal). Pada saat pesawat mendeteksi nomor unitnya pada aliran radio masuk, pesawat akan mengeluarkan suara dan menampilkan nomor yang dipanggil. Juga mungkin untuk memanggil sekelompok orang secara bersamaan dengan menggunakan sebuah panggilan telepon.



Gambar 2.1 Bagan Panggilan sistem radio panggil

Sistem radio panggil yang paling modern dapat menghubungkan langsung ke komputer dan dapat menerima tidak hanya nomor telepon saja, tetapi juga pesan – pesan yang lebih panjang, kemudian komputer

dapat langsung memproses data begitu ada data yang masuk. Sistem radio panggil memiliki sifat bahwa sistem memiliki komunikasi satu arah, dari sebuah komputer ke sejumlah penerima yang banyak. Tidak ada masalah tentang siapa yang akan bicara berikutnya, dan tidak ada persaingan diantara pemakai sistem ini untuk mendapatkan sejumlah kecil saluran, karena ada satu saja dalam sistem keseluruhan.

Sistem radio panggil memerlukan lebar pita yang kecil karena masing – masing pesan membutuhkan sebuah pecahan tunggal yang mungkin hanya 30 *byte*. Pada laju data seperti ini, saluran satelit 1 Mbps dapat menangani 240.000 panggilan per menit. Sistem radio panggil lama beroperasi pada berbagai frekuensi pada pita 150 – 174 MHz. sebagian besar sistem radio panggil modern beroperasi pada pita frekuensi 930 – 932 MHz.

2.2. Telepon Tanpa Kabel

Telepon tanpa kabel memungkinkan orang untuk berjalan – jalan disekitar rumahnya sambil menerima telepon. Sistem ini terdiri dari dua bagian yaitu unit pemancar dan penerima, dan telepon. Unit pemancar dan penerima memiliki sambungan terminal telepon standar di bagian belakangnya. Karena itu unit pemancar dan penerima menggunakan radio berdaya rendah. Umumnya keduanya dapat melakukan komunikasi dalam jarak 100 sampai 300 meter. Karena telepon kabel yang hanya berharap dapat melakukan komunikasi dengan unit pemancar dan perima sendiri, maka tidak diperlukan standarisasi. Sebagai model yang mudah

menggunakan frekuensi yang tetap, yang dipilih oleh pihak pabrik. Jadi dimungkinkan bila suatu saat telepon kita menggunakan frekuensi yang sama dengan penggunaan yang lain, maka kita dapat saling mendengar pembicaraan. Untuk jenis telepon ini sering kali menyebabkan gangguan dengan radio dan televisi.

2.3. Sistem Komunikasi Seluler GSM

Dunia telekomunikasi sekarang ini diramaikan oleh berbagai macam teknologi seluler. Ada yang memanfaatkan basis analog seperti AMPS (*Advance Mobile Phone System*) sampai ke GSM (*Global System for Mobile Communication*) dengan menggunakan frekuensi 900 MHz seperti yang kita gunakan, atau 1800 MHz yang sudah mendunia atau bahkan 1900 MHz khusus di Amerika Utara.

Konsep seluler untuk perencanaan dalam kota mulai diterapkan pertama kali di Amerika Serikat tepatnya di Chicago pada tahun 1979. Sistem yang digunakan saat itu adalah AMPS, sedangkan GSM dengan teknologi TDMA (*Time Division Multiple Acces*) berkembang pesat di Eropa. Sedangkan di Indonesia, sistem telepon bergerak seluler komersial mulai beroperasi sejak bulan April 1986, sistem yang digunakan NMT-450 (*Nordic Mobile Telephone*) dengan wilayah pelayanan Jakarta, Bandung dan rute yang menghubungkan keduanya melalui Puncak. Sesuai dengan namanya sistem ini beroperasi pada frekuensi 450 MHz.

Dengan penggunaan sistem seluler ini diharapkan dapat menambah kapasitas sistem, hal ini dimungkinkan dengan adanya metode

pengulangan frekuensi (*Frequency Reuse*). Yang dimaksud dengan pengulangan frekuensi disini adalah beberapa BS (*Base Station*) yang terpisah pada jarak tertentu (yang memenuhi *signal – to – Interference Ratio* tertentu), dapat menggunakan kanal frekuensi sama.

Sementara ini perkembangan sistem seluler GSM berbasis digital ini dimulai pada tahun 1982, ketika diadakan ECPT (*European Conference of Posts and Telecommunication Administration*). Konferensi tersebut menghasilkan dua putusan penting, yaitu membentuk suatu tim yang bernama *Group System Mobile* untuk merancang suatu standar jaringan seluler yang akan diterapkan dikawasan Eropa dan merekomendasikan alokasi frekuensi 900 MHz untuk sistem seluler.

2.4. Awal Perkembangan GSM di Indonesia

PT.Telekomunikasi Indonesia sebagai penyelenggara telekomunikasi terbesar di Indonesia telah mempersiapkan proyek GSM ini dengan sungguh – sungguh. Sebagai langkah awal pada bulan Agustus 1992, PT. Telkom mengadakan studi komparasi kebeberapa operator dan *manufactures* sistem seluler di Eropa, Amerika dan Hongkong.

Menindak lanjuti langkah sebelumnya, PT. Telkom mengundang para vendor (*Siemens, Alcatel, Ericsson* dan *AT&T*) untuk mempresentasikan teknologinya kepada tim di Indonesia, dari sini selanjutnya dapat ditentukan spesifikasi teknis dan struktur dasar GSM yang akan digunakan. Pemerintah Indonesia menetapkan sistem seluler GSM yang digunakan karena sistem ini sesuai dengan sistem yang telah

ada yaitu EWSD, NEAX dan 5-SS. Oktober 1993 Batam sebagai proyek GSM di Indonesia.

Dirjen Postel mengeluarkan ketetapan nomor 4243/Dirjen/1993 tanggal 14 desember 1993 yang menetapkan sistem telepon bergerak seluler GSM Batam-Bintan dengan memakai *switching* dari *Siemens* dan radio (BSC, SRB) dari *Ericsson*. Sebenarnya di Batam pada waktu itu telah beroperasi sistem telepon kabel bergerak inti *multy zone* memakai sistem AMPS pada frekuensi 800 MHz tetapi kurang diminati (dari 500 *subscriber* hanya 86 yang terpasang) dan sering mengalami interferensi dengan ETACS Singapura.

2.5. Elemen Sistem Seluler GSM

Ada tiga bagian pokok yang ada dalam sistem GSM yaitu : *Mobile Station (MS)*, *Base Station System (BSS)*, dan *Switching Sub System (SSS)*.

2.5.1. Mobile Station (MS)

Untuk *sistem* GSM, MS terdiri dari dua bagian yaitu *Mobile Equipment (ME)* dan *Subscriber Identity Module (SIM)*.

1. Mobile Equipment (ME)

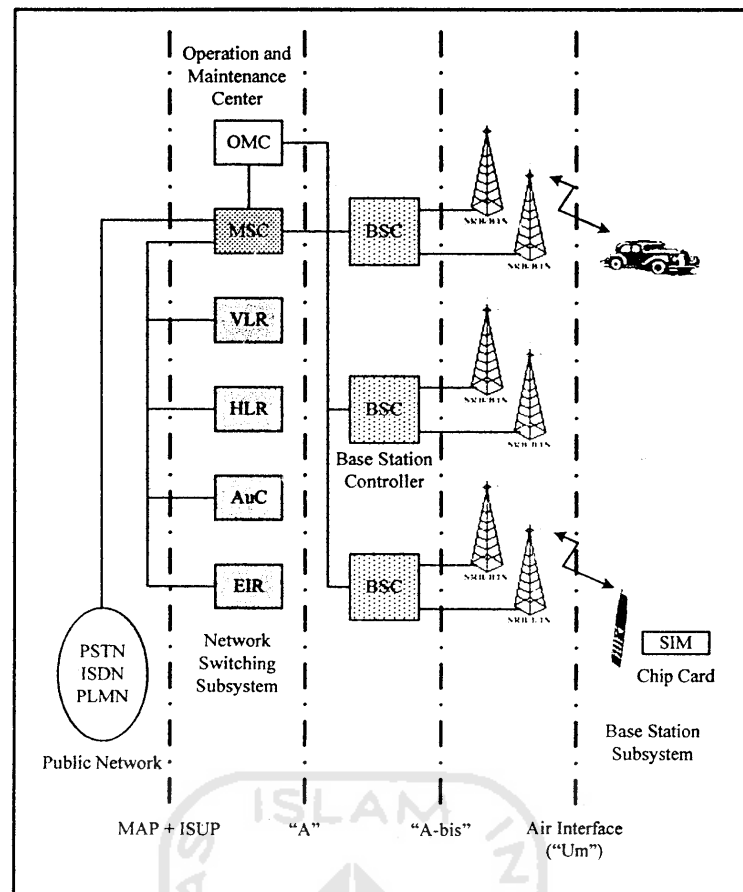
ME merupakan perangkat telpon itu sendiri, yang harus digunakan bersama dengan *SIM-card*. Pelanggan GSM didasarkan pada kepemilikan *SIM-card* ini bukan ME, artinya pemilik *SIM-card* dapat menggunakan ME dimana saja tak terbatas hanya ME yang dimilikinya.

2. *Subscriber Identity Module (SIM)*

Sim-card berfungsi untuk menyimpan data informasi pendukung operasi sistem GSM berhubungan dengan autentikasi pelanggan. Meskipun secara fisik kartu ini tidak banyak berbeda dengan kartu magnetik biasa tetapi sebenarnya ada perbedaan yang mendasar di antara keduanya. *Sim-card* termasuk jenis *smart-card* dimana didalamnya terdapat *microprocessor*, *ROM*, *RAM* dan *EEPROM*. Inilah yang menjadikan *Sim-card* tidak saja hanya dapat untuk menyimpan data seperti pada kartu magnetik tetapi lebih dari itu *Sim-card* dapat juga melakukan proses komputasi.

2.5.2. *Base Station System (BSS)*

Base station ini pada konsep sel yang lebih umum biasanya disebut juga *Cell Site*, terdiri dari *antenna*, *controller* dan *tranceiver*. *Antena* yang digunakan dengan ketinggian antara 30 meter – 50 meter. Jenis ini sangat dipengaruhi oleh kondisi alam daerah yang akan dilayani oleh antena tersebut.



Gambar 2.2 Arsitektur Sistem GSM

Controller atau biasa disebut BSC (*Base Station Controller*) digunakan untuk menangani proses panggilan antara MSC dan *Mobile Station*, yang meliputi kontrol pemakaian kanal trafik dan kanal *signaling* yang disediakan oleh satu atau beberapa SRB (*Stasiun Radio Basis*). BSC juga merupakan antar muka MSC dan SRB yang berfungsi antara lain mengatur mekanisme *handover* dan kontrol daya. Satu BSC dapat menangani lebih dari satu SRB.

Transceiver merupakan perangkat yang mencakup suatu daerah dengan pita frekuensi dan kanal tertentu. SRB atau *Transceiver* ini menyediakan antenna pemancar dan penerima yang memancarkan dan menerima gelombang radio yang digunakan untuk berkomunikasi oleh *Mobile Station*.

2.5.3. *Switching Sub System (SSS)*

Ada lima bagian pokok dari SSS yaitu :

1. *Mobile Switching Centre (MSC)*

MSC atau biasa disebut juga MTSO (*Mobile Telephone Switching Office*) merupakan sebuah sentral yang menghubungkan panggilan antar sesama pelanggan telepon bergerak, maupun antara pelanggan telepon bergerak dengan pelanggan telepon tetap (*fixed telephone*) melalui PSTN (*Public Switching Telephone Network*). MSC dapat mengakses informasi dari ketiga basis data yaitu HLR (*Home Location register*) dan AUC (*Authentication Centre*). Setelah menggunakan ketiga basis data tersebut, MSC selalu meng-*up date* ketiga basis data tersebut dengan informasi terbaru dari status panggilan dan posisi MS atau pelanggan.

2. *Home Location Register (HLR)*

Merupakan penyimpanan data yang berhubungan dengan pelanggan yang terdiri dari data dinamis tentang pelanggan yang roaming dan data statis yang berupa kemampuan akses pelanggan (SLJJ, SLI), nomor pelanggan, jenis pelayanan dan pelayanan tambahan. HLR menggunakan data dinamis untuk menentukan route panggilan yang datang ke pelanggan yang dipanggil.

3. *Visitor Location Register (VLR)*

VLR menyimpan informasi tentang pelanggan yang masuk area pelayanannya. VLR berisi basis data pelanggan yang dinamik, secara periodik bertukar data dengan HLR. Hubungan antara kedua

basis data ini memungkinkan MSC untuk men-*set up* panggilan yang masuk maupun keluar dalam area pelayanan MSC tersebut. Jika pelanggan memasuki area pelayanan MSC lain maka data yang disimpan dalam VLR ini akan dihapus.

4. *Authentication Centre (Auc)*

Menyimpan data penting untuk diidentifikasi pelanggan guna keperluan keamanan yang berupa IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*), Algoritma A3 (*Algorithmic Function for Authentication*), Algoritma A8 (*Algorithmic Function for Computing Chipering Keys*) dan Ki (*Identity Key*) yaitu nomor rahasia untuk parameter A3 dan A8.

AuC berfungsi membangkitkan parameter *Authentication* dengan Ki dan A3 / A8 yang dibangkitkan Network. Kc (*Communication Keys*) yaitu nomor rahasia yang digunakan untuk melindungi data yang ditransmisikan di udara selama MS berkomunikasi, merupakan salah satu hasil dari proses Authentikasi ini.

5. *Equipment Identity Register (EIR)*

Merupakan basis data penyimpanan IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) dari MS. Ada tiga kategori dalam basis data tersebut yaitu : daftar putih (*White List*) artinya pesawat tersebut legal, daftar abu-abu (*Grey List*) artinya pesawat tersebut dalam pengamatan karena dicurigai dan daftar hitam (*Black List*) artinya pesawat sudah di

blok dan tidak dapat digunakan lagi karena pesawat tersebut ilegal atau curian.

2.6. Konsep Kanal GSM

Tiap slot waktu pada *frame* TDMA disebut *physical channel*. Karena itu ada 8 kanal fisik tiap frekuensi pembawa dalam GSM. Kanal fisik dapat mengakomodasi pembicaraan, data, atau informasi pensinyalan. Kanal fisik dapat membawa informasi berbeda, tergantung dari informasi yang baru dikirimkan. Informasi tersebut disebut sebagai *logical channel*. Kanal logika terdiri atas 2 kanal utama yaitu *control channel* (*CCH*) dan *traffic channel* (*TCH*).

2.6.1. Control Channel (CCH)

Control Channel (CCH) berfungsi sebagai kanal – kanal yang mengendalikan semua hubungan pensinyalan antara MS dengan BTS. Ketika MS dinyalakan, MS tersebut mencari BTS untuk berkoneksi. Saat MS menemukan frekuensi pembawa yang terkuat maka kanal yang diidentifikasi tersebut adalah *Signaling Channel*.

Signaling Channel terdiri atas 3 jenis, yaitu *Broadcast Control Channel (BCCH)*, *Common Control Channel (CCCH)*, dan *Dedicated Control Channel (DCCH)*.

1. Broadcast Control Channel (BCCH)

BCCH ini digunakan untuk sinkronisasi, mengirimkan *specific* data dari BTS ke MS yang bekerja pada *Down Link* (signaling dari BTS ke MS), dan berfungsi mengendalikan hubungan saat MS *idle*

atau dalam keadaan *standby*. BCCH berisi informasi penting untuk MS termasuk identitas *local area*, informasi sinkronisasi, dan identitas jaringan. BCCH terdiri dari 3 jenis kanal yang memiliki fungsi spesifikasi, yaitu : *Frequency Correction Channel* (FCCH), *Synchronization Channel* (SCH), *Broadcast Control Channel* (BCCH), dan *Cell Broadcast Channel* (CBCH).

a. FCCH (*Frequency Correction Channel*)

Arahnya *downlink, point to multipoin*. Pada BTS memancarkan frekuensi pembawa. Pada MS mengidentifikasi frekuensi pembawa BCCH dengan frekuensi pembawa dan sinkronisasi dengan frekuensi. Bertugas pula untuk mengawasi ketepatan frekuensi agar dapat berkomunikasi dengan MS.

b. SCH (*Synchronization Channel*)

Arahnya *downlink, point to multipoin*. pada BTS memancarkan informasi tentang struktur *frame* TDMA pada sel dan *Base Station Identity Code* (BSIC). Pada MS mensinkronisasi dengan struktur *frame* dan mendekodekan mengenali BSIC.

c. BCCH (*Broadcast Control Channel*)

Arahnya *downlink, poin to multipoin*. pada BTS memancarkan informasi sel umum, seperti : *location area identity* (LAI). Daya keluaran maksimum yang diperbolehkan di sel, dan identitas frekuensi pembawa BCCH pada sel tetangga. Pada MS menerima LAI, Mengeset daya keluarannya, dan menerima data frekuensi pembawa BCCH sel tetangga untuk persiapan *handover*. Berisi

informasi dimana MS membutuhkan referensi untuk *cell* mana akan ditempatkan.

d. CBCH (*Cell Broadcast Channel*)

Memiliki arah *downlink*. Pada *BTS* menggunakan kanal logika untuk mengirim SMS *cell broadcast*. Pada MS menerima pesan *cell broadcast* tersebut.

2. Common Control Channel (CCCH)

CCH ini memiliki fungsi mengendalikan hubungan pada saat MS bersiap melakukan atau menerima panggilan (*frequency up link* dan *down link*). CCCH terdiri dari 4 jenis kanal yang memiliki fungsi spesifikasi, yaitu : *Paging Channel* (PCH), *Notification Channel* (NCH), *Random Acces Channel* (RACH), dan *Access Grant Channel* (AGCH).

a. PCH (*Paging Channel*)

Arahnya *downlink*. Pada *BTS* memancarkan pesan *paging* untuk mengindikasikan adanya panggilan masuk atau SMS. Pesan *paging* ini, berisi nomor pelanggan yang akan dihubungi oleh jaringan. Pada MS mengidentifikasi PCH tiap selang waktu tertentu, dan apabila nomor yang dipanggil adalah nomor MS tersebut, maka MS tersebut akan merespon.

b. NCH (*Notification Channel*)

Arahnya *downlink*. NCH ini mempunyai tugas untuk menotifikasi MS pada *voice group* dan *voice broadcast call*.

c. RACH (*Random Access Channel*)

Arahnya *uplink*. Pada BTS menerima permintaan kanal pensinyalan dari MS yang digunakan untuk *call set up*. Pada MS menjawab pesan *paging* dengan meminta kanal pensinyalan.

d. AGCH (*Access Grant Channel*)

Arahnya *downlink*. Pada BTS menugaskan *Stand Alone Dedicate Control Channel* (SDCCH) untuk MS. Pada MS menerima pesan penugasan SDCCH.

3. *Dedicate Control Channel* (DCCH)

Mempunyai fungsi untuk mengendalikan hubungan pada saat MS melakukan atau mengendalikan hubungan pada saat MS melakukan atau menerima proses panggilan. DCCH terdiri atas 4 jenis kanal yang memiliki fungsi spesifikasi, yaitu : *Stand Alone Dedicated Control Channel* (SDCCH), *Slow Associated Control Channel* (SACCH), dan *Fast Associated Control Channel* (FACCH).

a. SDCCH (*Stand Alone Dedicated Control Channel*)

Memiliki arah *uplink* dan *downlink*. Pada BTS berpindah ke SDCCH dan menugaskan *trafficchannel* (TCH) untuk memulai pembicaraan. SDCCH juga digunakan untuk mengirimkan SMS. Pada saat MS berpindah ke SDCCH, terjadi proses *call set-up*. MS menerima informasi TCH yang berupa *time slot* dan *carrier*. *Authentication* dan fungsi *signaling* juga dilakukan oleh *channel* ini.

b. SACCH (*Slow Associated Control Channel*)

memiliki arah *uplink* dan *downlink*. Pada BTS menugaskan MS daya pemancar yang digunakan dan memberikan instruksi tentang *timing advance*. Pada MS melakukan pengukuran daya BTS, dan BTS sekitarnya tentang kualitas sinyal, fungsi ini dilakukan terus menerus selama pembicaraan. Pada BTS, informasi spesifik *network* ditransmisikan menggunakan SACCH, menjaga MS agar selalu *up to date* pada tiap perubahan parameter *cell*.

c. FACCH (*Fast Associated Control Channel*)

Memiliki arah *uplink* dan *down link*. FACCH ini akan diaktifkan pada saat memerlukan penambahan *signaling* pada situasi mendesak, seperti pada saat *handover*. Pada BTS memancarkan informasi *handover*. Pada MS memancarkan informasi *handover* yang penting.

2.6.2. Traffic Channel (TCH)

Setelah prosedur *call set up* selesai pada kanal fisik kontrol, maka MS akan berpindah ke kanal fisik trafik. MS akan menggunakan kanal logika TCH. Ada dua tipe TCH :

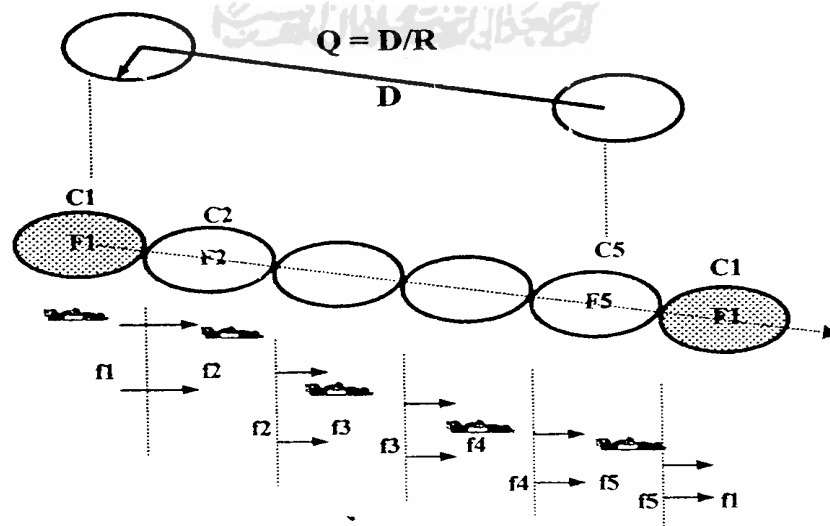
1. TCH kecepatan penuh (*full rate*) yang memancarkan kecepatan 13 kbps. TCH kecepatan penuh menempati satu kanal fisik.

2. TCH kecepatan menengah (*full rate*) yang memancarkan kecepatan 6,5 kbps. TCH kecepatan menengah, dapat berbagi satu buah kanal fisik dengan menggandakan kapasitas sel.

Sistem yang paling baik kapasitas ke suaranya, diantara kedua sistem di atas yaitu TCH dengan kecepatan penuh.

2.7. Handover

Bagian ini adalah suatu proses untuk memindahkan kanal MS dari kanal suara yang satu ke yang lainnya. Proses ini perlu dilakukan agar hubungan pembicaraan yang sedang berlangsung tidak terputus walaupun MS bergerak keluar dari cakupan sel yang semula masuk ke sel yang lain. *Handover* dapat terjadi dari suatu kanal ke kanal yang lain dalam satu sel atau dari suatu kanal pada sel yang satu ke kanal pada sel yang lainnya.



Gambar 2.3. Mekanisme Handover

Hanya sebuah MSC yang akan mengontrol kegiatan *handover* pada suatu sistem seluler. *Handover* dapat digolongkan menjadi beberapa tipe menurut posisi awal dan akhir dari MS dalam jaringan GSM yaitu :

2.7.1. MSC – Controller handover

1. Inter-MSC handover

Selama proses *handover* ini ditangani oleh beberapa MSC yang bersangkutan. SRB baru berbeda MSC-nya dari SRB yang lama.

2. Intra-MSC handover

Proses *handover* ini hanya dilakukan oleh satu MSC yang bersangkutan. SRB baru dan SRB lama masih dalam satu MSC tetapi berbeda BSC.

2.7.2. BSC-controller handover

1. Internal intra-cell handover

Proses *handover* dilakukan oleh BSS. *Hand-off* terjadi pada sel yang sama tetapi dengan frekuensi yang berbeda.

2. Internal inter-cell handover

Terjadi masih dalam *Base Station* yang sama tetapi dalam sel yang berbeda.

2.7.3. Handover dalam satu sel

Pada proses *handover* dalam satu sel jika terjadi perpindahan ke kanal yang baru tidak perlu mengubah informasi ke VLR dapat dilakukan dengan menggunakan data dari SRB/BSC dan tidak perlu

sumber dari MSC, BSC akan memonitor *uplink* dan MS akan memonitor *downlink* ketika MS sedang digunakan. Jika kedua link tersebut tidak sesuai dengan standar yang ditentukan maka perlu dilakukan penggantian kanal. BSC segera mencari kanal yang memenuhi syarat dan memberitahu kepada MS. MS segera menerima informasi kanal yang baru dan berpindah kekanal yang baru tersebut dan memberitahu BSC tentang perpindahan tersebut. BSC segera memeriksa kanal yang baru, jika normal tanpa gangguan maka BSC segera melepaskan kanal pembicaraan yang lama.

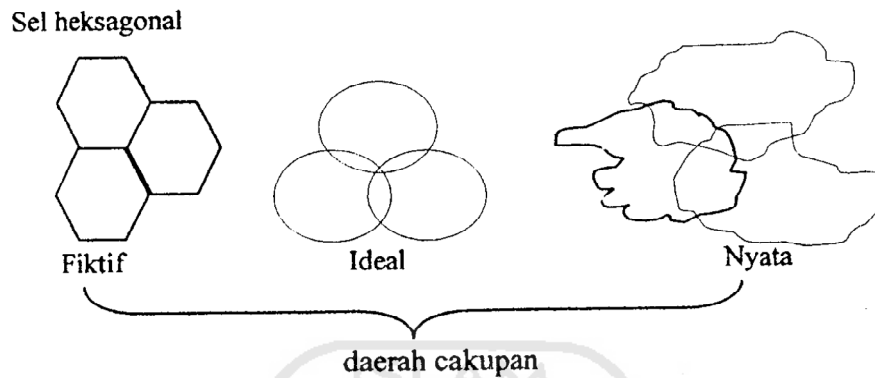
2.8. Perencanaan Sel Pada Sistem Seluler

Dalam sistem telepon bergerak tingkat lanjut, suatu wilayah geografis dibagi menjadi sel-sel, jangkauannya antara 10 sampai 20 Km. Setiap sel menggunakan frekuensi – frekuensi tertentu. Sistem telepon bergerak tingkat lanjut mempunyai kapasitas yang jauh lebih besar dibandingkan dengan sistem – sistem sebelumnya karena sistem telepon bergerak tingkat lanjut memakai sel – sel yang berdekatan (tapi tidak berdampingan).

2.8.1 Bentuk Sel Terbaik

Dalam sistem radio seluler terdapat empat bentuk sel yaitu lingkaran, segitiga sama sisi, bujur sangkar dan segi enam beraturan (heksagonal). Bentuk sel yang paling cocok untuk sistem radio seluler adalah berbentuk heksagonal karena dengan radius sel yang sedikit untuk mencakup wilayah pelayanan dibandingkan dengan bentuk sel

segitiga atau bujur sangkar. Bentuk sel yang sesungguhnya tidak beraturan dan bergantung pada kontur permukaan daerah seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kondisi sel heksagonal dan bentuk cakupannya

Beberapa faktor yang paling mempengaruhi ukuran sel didalam suatu daerah layanan yaitu : kepadatan trafik telepon, kekuatan pemancar, sensitivitas penerima dari BTS maupun dari MS, tinggi antena (BTS maupun MS) dan keadaan topografinya.

Bentuk sel heksagonal sering digunakan dalam perencanaan karena dapat mempermudah dalam menganalisa. Luas daerah yang diliputi oleh sebuah sel heksagonal adalah sebesar :

$$L_2 = \frac{3}{2} \times \sqrt{3} \times R^2 \quad (2.1)$$

dimana :

L_2 = luas daerah sebuah sel heksagonal (Km^2)

R = jari - jari sebuah sel (Km)

Dengan mengetahui luas daerah yang diliputi oleh tiap sel (L_s), maka kita dapat mengetahui luas daerah cakupan pelayanannya (L), yaitu :

$$L = n_s \times L_s \quad (2.2)$$

dimana :

$$L = \text{luas daerah pelayanannya (Km}^2\text{)}$$

$$n_s = \text{jumlah SRB (BTS)}$$

Bentuk sel yang terbaik adalah yang mempunyai luas cakupan yang besar dan luas *overlap* yang kecil.

2.8.1. Pemakaian Ulang Frekuensi (*Frequency Reuse*)

BTS yang terletak pada jarak tertentu yang memenuhi *Signal to Interference ratio (S/I)* tertentu, dapat menggunakan frekuensi pembawa (*carrier Frequency*) yang sama. *Frequency reuse* ini memungkinkan satu kanal frekuensi dapat digunakan untuk beberapa percakapan secara bersama-sama pada sel yang berbeda.

Ini menyebabkan MSC dapat melayani secara serentak untuk hubungan telepon lebih banyak dari jumlah seluruh kanal radio yang tersedia, semakin banyak sel maka semakin banyak pula jumlah yang dapat dilayani oleh MSC.

BAB III

MODEL INTERFRENSI DAN ANTENA SEKTOR

3.1. Model interfrensi

Interferensi atau gangguan sinyal adalah gangguan pada komunikasi yang disebabkan oleh ikut diterimanya sinyal frekuensi yang lain dari yang dikehendaki, macam – macam gangguan sinyal yaitu :

1. Interferensi Kanal Sama (*Co-Channel Interference*)

Penggunaan ulang frekuensi dapat mengakibatkan adanya interferensi, dimana kanal frekuensi yang digunakan dalam satu sel pada grup sel, digunakan kembali pada grup sel lain. Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi interferensi kanal sama adalah dengan memperhatikan faktor pengulangan kanal sama. Faktor ini ditentukan pada kondisi buruk. Asumsi bahwa semua sel sama besar dan kondisi propagasi di seluruh wilayah seragan diperlukan untuk menentukan faktor pengulangan yang dibutuhkan.

2. Interferensi Kanal Bersebelahan (*Adjacent Channel Interference*)

Jika sinyal dari kanal satu lebih kuat dari sinyal kanal yang lain maka akan mengakibatkan interferensi pada kanal frekuensi disebelahnya. Untuk mengatasi hal ini maka digunakan filter yang tajam untuk meredam sinyal dengan frekuensi seperti yang digunakan pada kanal sebelahnya. Cara lain yang sering digunakan adalah dengan mengatur penempatan kanal frekuensi pada masing-masing sel, dengan

menempatkan kanal frekuensi yang bersebelahan pada sel yang berbeda.

3. Interferensi Pembawa Asing (*Foreign Carrier Interference*)

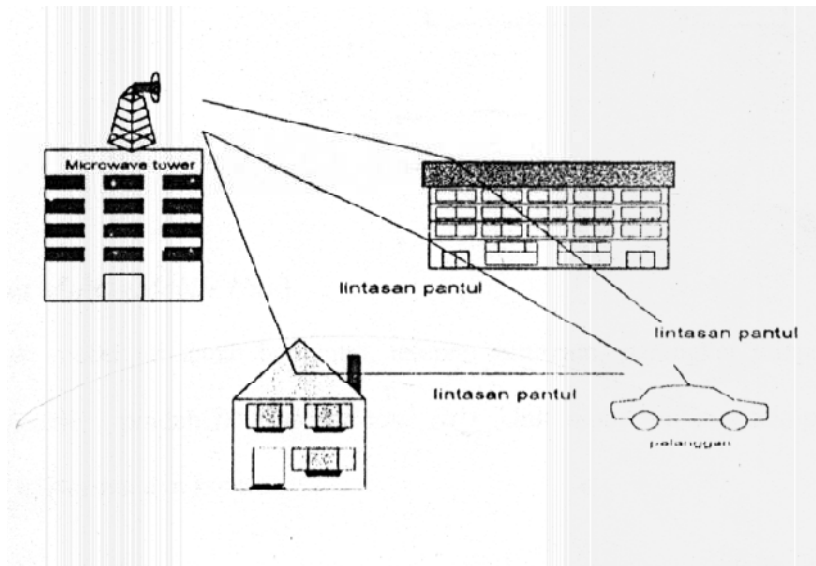
Interferensi yang terjadi akibat sinyal RF radio lain diluar sistem masuk kedalam suatu luasan sel sistem seluler (istilah ini biasa disebut dengan *splatter*). Untuk mengatasi digunakan kanal frekuensi, redaman sinyal yang berbeda pada masing-masing sel dan dapat dilakukan penambahan daya pancar pada BS sehingga sinyal RF radio lain tidak masuk kedalam luasan sistem seluler.

3.2. Fading

Fading adalah salah satu gangguan yang terjadi pada sistem komunikasi selular. Dari segi kualitas, keberadaan fading dapat dirasakan sebagai timbul tenggelamnya suara yang terdengar oleh penerima. Fading yang disebabkan oleh efek yang dirimbulkan oleh perubahan konfigurasi alam antara BTS dan MS sehingga menimbulkan redaman lintasan. Terdapat dua jenis fading yang terjadi, yaitu :

A. Fading lambat (*long-term Fading*)

Fading yang disebabkan oleh lintasan yang menyebabkan sinyal menempuh lebih dari satu lintasan dari BTS ke MS akibat pantulan oleh bangunan, pohon, kendaraan serta lainnya yang mengakibatkan efek multipath seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1. Multipath Fading

B. Fading Cepat (*Short-term/Rayleigh Fading*)

Fading yang disebabkan oleh efek yang ditimbulkan oleh perubahan konfigurasi alam antara BTS dan MS sehingga menimbulkan fluktuasi rendaman akibat efek bayangan dari penghalang alam (*Shadowing*).

3.3. HCS (**Hierarchical Cell Structures**)

Struktur HCS berkemampuan menyediakan *possibility* dan *flexibility* untuk memprioritaskan sel mana yang tidak kuat tapi mampu menyediakan kuat sinyal yang cukup. HCS juga berperan untuk menekan *co-channel interference* dan *adjacent channel interference*. Sel-sel tersebut dibagi dalam layer-layer. Layer yang paling rendah adalah prioritas yang paling tinggi. Pembagian layer dan band berdasarkan beberapa faktor berikut : *traffic distribution strategy*

diantara cell yang berbeda,, *maximum traffic capacity* untuk cell, pengaruh dari interferensi pada cell. Lebih dari 8 layer (dan 8 band) yang mungkin ditentukan dalam HCS. Satu atau beberapa layer dapat ditentukan dalam band HCS yang sama. Pada umumnya sel pada beda band seharusnya tidak terinterferensi satu sama lain. Oleh karena itu layer sel yang paling rendah diprioritaskan pada area yang luas, dan hanya dicover oleh sel pada band lain. Melalui HCS network capacity dapat ditingkatkan, dengan menyesuaikan coverage area yang efektif pada sel. Dengan menggabungkan sel yang sempit dan luas, coverage yang bagus dan kapasitas yang tinggi keduanya dapat dicapai. Alasan dibangunnya microcell dan indoorcell dan diprioritaskan adalah sebagai berikut :

- Penempatan site lebih mudah jika *base station* kecil dan posisi antenanya rendah.
- Interferensi dapat dihindarkan, oleh karenanya sel yang kecil mampu menyediakan kualitas yang lebih baik walaupun *servicing* selnya bukan sel yang terbaik.
- Mengurangi *blankspot (Fill radio coverage holes)*

3.4. Jenis Antena Untuk *Base Station*

Ada tiga konfigurasi antena yang digunakan dalam *Base Station* yaitu :

1. Konfigurasi *Omni Transmit / Omni Receive (O/O)*

Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling dasar. Konfigurasi ini digunakan dalam area jangkauan radio frekuensi dengan densitas pelanggan yang rendah, daerah rural, satu sel pusat atau sel-sel dalam market kecil. Konfigurasi ini menggunakan dua antenna penerima 360° dan satu antenna pengirim.

2. Konfigurasi *Omni Transmit / Sector Receive (O/S)*

Konfigurasi ini digunakan pada daerah dengan densitas pelanggan yang besar, menggunakan enam antenna penerima directional 60° atau 120°. Pengiriman sinyal dilakukan oleh satu antenna *omni directional* yang mencakup area 360°. Dengan konfigurasi omni/sektor 60°, area sel dibagi dalam enam bagian yang sama. Masing-masing antenna penerima bertanggung jawab pada sektornya. Konfigurasi 120° membagi sel menjadi tiga bagian. Masing-masing sektor berisi dua antenna penerima.

3. Konfigurasi *Sector Transmit / Sector Receive (S/S)*

Konfigurasi ini digunakan untuk area dengan kepadatan besar dan membutuhkan kanal lebih besar dalam satu area jangkauannya. Menggunakan konfigurasi 60° dan 120°. Walaupun lokasi ideal bagi *cell site* adalah ditengah-tengah sel, tetapi untuk kondisi tertentu ini bukanlah hal yang mutlak (misalnya ada halangan bukit, gedung dan sebagainya).

3.4.1. Pengalokasian Frekuensi

Frekuensi yang digunakan untuk GSM adalah :

1. *Up link* : yaitu *mobile transmit* ke *base receive*
890-915 MHz Primary band (P-GSM 900)
2. *Down link* : yaitu *base transmit* ke *mobile receive*
935-960 MHz Primary band (P-GSM 900)

Band frekuensi 25 MHz dibagi menjadi 124 kanal radio. Masing-masing kanal punya interval 200 KHz untuk *up link* maupun *down link* yang saling berpasangan dan 200 KHz untuk *guard band*.

3.5. Perambatan Sinyal Pada Komunikasi Bergerak

Guna kepentingan perencanaan secara umum maka lingkungan perambatan sinyal diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Daerah Rural, yaitu daerah dengan jumlah penduduk masih sedikit dan perambatan sinyal tidak banyak terhambat atau terpantul.
2. Daerah Sub Urban, yaitu pinggiran kota dengan beberapa penghalang.
3. Daerah Urban, yaitu daerah kota padat dengan bangunan-bangunan tinggi.

Daerah ini masih dapat dipisahkan lagi menjadi :

1. Non-metropolitan (*medium, small city*)
2. Metropolitan (*large city*)

3.6. Redaman Ruang Bebas

Redaman ruang bebas terjadi antara pemancar BTS (*Base Transceiver Station*) dan penerima MS (*Mobile Station*) yang dipisahkan oleh suatu jarak dan melewati suatu media transmisi isotropik.

3.6.1. *Multipath Fading dan Shadowing*

Pada sistem radio bergerak, kuat sinyal yang diterima merupakan gabungan dari beberapa sinyal yang diterima secara langsung atau datang akibat dari pantulan. Pola lintasan ganda atau *multipath*.

Sinyal dari BS (*base station*) ke MS (*Mobile station*) akan mengalami variasi pantulan setiap waktu dan jarak dari gedung, pohon atau pemantulan lain yang berbeda sehingga menyebabkan sinyal akan melalui banyak lintasan yang diterima berubah-ubah. Fenomena ini disebut *fading*. Dua jenis *fading* yang terjadi di penerima adalah fading cepat (*multipath fading*) dan fading lambat (*shadowing*). Daya terima rata-rata adalah rata-rata *fading* cepat pada interval waktu tertentu. Terjadi fading pada sinyal selama mobil bergerak disebabkan oleh :

1. Fluktuasi *path loss*

Merupakan variasi rata-rata daya lokal yang diterima selama MS berubah posisi. Fluktuasi ini disebabkan perbedaan lintasan propagasi antara BS dan MS. Jenis fading ini disebut sebagai fading lambat (*shadowing*).

2. Fenomena *multipath*

Disebabkan karena antena MS yang lebih rendah dari bangunan sekitarnya. Sinyal dari BS dipantulkan oleh gedung-gedung dan

menghasilkan gelombang-gelombang pantul. Seluruh gelombang pantul berakumulasi menghasilkan variasi yang cepat pada sinyal yang diterima oleh MS, yang disebut *mutipath fading*.

3. Fading Cepat

Faktor utama yang menyebabkan terjadinya fading cepat adalah karena adanya berbagai macam lintasan gelombang yang dihasilkan oleh pantul sinyal lokal tetapi bukan disebabkan oleh penghalang alamiah seperti bukit dan gunung.

3.7. Antena Sektoral

Antena sektor hampir mirip dengan antena *omnidirectional*. Yang juga digunakan untuk *Access Point to serve a Point-to-Multi-Point (P2MP) links*. Beberapa antena sektoral dibuat tegak lurus, dan ada juga yang horizontal.



Gambar 3.2. antena sektor

Antena sektoral mempunyai gain jauh lebih tinggi dibanding *omnidirectional* antenna di sekitar 10-19 dBi. Yang bekerja pada jarak atau area 6-8 km. Sudut pancaran antenna ini adalah 45-180 derajat dan tingkat ketinggian pemasangannya harus diperhatikan agar tidak terdapat kerugian dalam penangkapan sinyal. Pola pancaran yang horisontal kebanyakan memancar ke arah mana antenna ini di arahkan sesuai dengan jangkauan dari derajat pancarannya, sedangkan pada bagian belakang antenna tidak memiliki sinyal pancaran. Antena sektoral ini jika di pasang lebih tinggi akan menguntungkan penerimaan yang baik pada suatu sector atau wilayah pancaran yang telah di tentukan.



BAB IV

ANALISA

4.1. Mengurangi Interferensi Dengan Antena Sektor

Sektorisasi sel merupakan upaya untuk mengurangi kontribusi interferensi agar diperoleh C / I minimum sehingga didapat faktor pengulangan frekuensi (K) yang minimum. Dengan demikian pemanfaatan pita frekuensi semakin efisien dan kapasitas tiap sel menjadi lebih besar.

Faktor pengurangan interferensi *co-channel* (q) ditentukan oleh batasan C / I minimum yang dapat diterima untuk menghasilkan pembicaraan yang terdengar baik, jelas dan mempunyai keandalan tinggi. Nilai tipikal C / I untuk sistem digital TDMA adalah 12 dB pada posisi terburuk dan ditambah 6 dB untuk mengantisipasi trafik yang tinggi, ketidaksesuaian kontur dan lokasi RBS yang kurang menguntungkan.

Hubungan antara C / I dan q merupakan fungsi susunan sel (K) dan sektorisasi antena, dihitung pada posisi terburuk (sinyal pembawa terkecil dan sinyal interferensi terbesar berdasarkan jarak perambatan gelombang) oleh interferensi lapis pertama selsel dengan kanal frekuensi sama.

Dengan teknik ini setiap sel dibagi dalam tiga atau enam sektor dengan menggunakan tiga atau enam antena berarah pada base station. Pada masing-masing sektor dipakai satu set frekuensi yang berbeda.

4.1.1 Kasus tiga sektor (120°)

Sistem ini ditunjukkan dalam gambar 4.1. Pada sistem ini sel *co-channel* yang merupakan sumber interferensi tadinya enam buah tinggal hanya dua buah. Situasi terburuk terjadi ketika mobile station berada pada posisi A, dimana jarak antara mobile station dengan antenna sumber interferensi secara kasar adalah D dan $D+0,7R$, sehingga C / I adalah sebagai berikut:

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-4}}{(D + 0,7R)^{-4} + D^{-4}} \quad (4.1)$$

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{(q + 0,7)^{-4} + q^{-4}}$$

Dengan memasukkan harga $q = 3,46$ maka diperoleh:

$$C / I \text{ untuk kasus terburuk} = 96,9 = 19,9 \text{ dB.}$$

Terlihat hasilnya dalam kasus terburuk lebih besar dari 12 dB, yang merupakan syarat dalam sistem disain. Dalam kenyataannya C / I yang diperoleh mungkin 6 dB dibawah perhitungan itu. Walaupun demikian 13,9 dB merupakan hasil yang cukup.



Gambar 4.1. sistem antena berarah Kasus terburuk pada sistem 120° ($K=4$)

4.1.2 Kasus Enam Sektor (60)

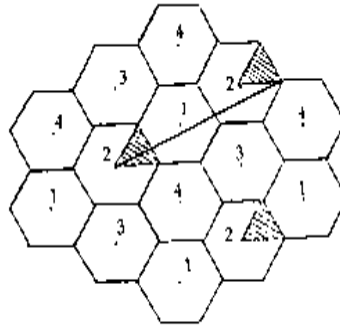
Pada kasus ini sel dibagi menjadi enam sektor, dengan menggunakan antenna berarah yang mempunyai lebar berkas pancar 60° . Dengan teknik ini maka sel *co-channel* yang menjadi sumber interferensi hanya satu buah dengan jarak dari sumber sel sebesar $D + R$, sehingga C / I untuk kondisi terburuk adalah sbb:

$$\frac{C}{I} = \frac{P}{6 \times \frac{P}{6} \times \left(\frac{D}{D+R}\right)^4} = \frac{D+R}{D}^4 \quad (4.2)$$

Dengan memasukkan harga $q = 3,46$, maka diperoleh:

$$C / I \text{ kasus terburuk} = 395,6 = 25,9 \text{ dB} = 26 \text{ dB}$$

Jika 6 dB dikurangi dari 26 dB, maka 20 dB akan sangat cukup untuk memenuhi unjuk kerja sistem.



Gambar 4.2 Kasus terburuk pada sistem 120° ($K=4$)

4.2. C/I Dari Kasus Normal Pada Sistem Antena Omnidirectional

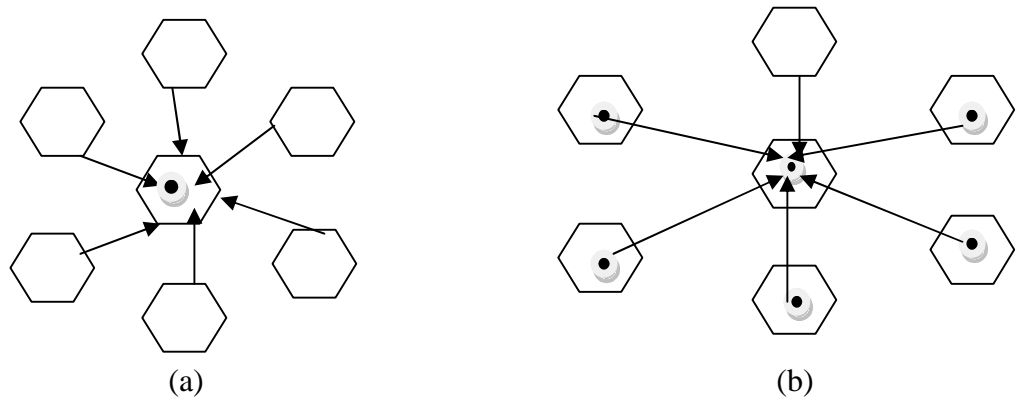
Jika antena isotropis adalah antena yang memancar kesegala arah maka antena Omnidirectional adalah antena yang memancarkan kesegala arah bidang horizontal saja atau vertical saja. Jika C/I penerimaan *cell site* dan *mobile unit* sama maka disebut sistem seimbang. Seperti disebutkan diatas, perhitungan yang dilakukan adalah menghitung jarak dari setiap sel *co-channel* pada *first tier* ke *cell site* dan akan diperoleh jarak yang sama dari setiap sel yaitu D sehingga C/I menjadi :

$$\frac{C}{I} = \frac{P}{N} \quad (4.3)$$

Untuk memperoleh C/I 18 dB, dengan perhitungan sederhana dapat diperoleh

$$q = \sqrt{\frac{C}{I}} = 4,41 \quad (4.4)$$

$$N = 7$$

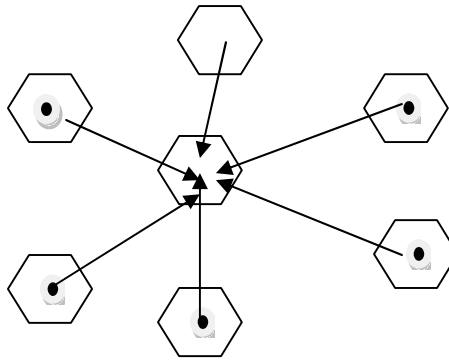


Gambar 4.2 (a) interferensi pada BS dan (b) Inteferensi pada MS

Tabel 4.1 C/I untuk antenna omni directional pada kasus normal

N	$q = D/R$	γ	C/I (normal omni)	C/I (dB)
4	3.46	4	$3.646 / 6 = 23.88$	13.78
7	4.6	4	$4.64 / 6 = 74.62$	18.72
9	5.2	4	$5.24 / 6 = 121.86$	20.86
12	6	4	$64 / 6 = 216$	23.34
19	7.55	4	$7.554 / 6 = 541.55$	27.33

Untuk kasus terburuk terjadi ketika mobile unit menerima sinyal yang paling lemah dari *cell site*-nya sendiri tapi mendapat interferensi yang kuat dari semua sel – sel *co-channel*.



Gambar 4.3 ilustrasi kasus terburuk

C/I sebagai berikut :

(4.5)

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-\gamma}}{2(D - R)^{-\gamma} + 2(D)^{-\gamma} + 2(D + R)^{-\gamma}}$$

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-\gamma}}{2(q - 1)^{-\gamma} + 2(q)^{-\gamma} + 2(q + 1)^{-\gamma}}$$

Table 4.2 Untuk Antena Omni directional Kasus Terburuk

N	q = D/R	γ	C/I terburuk (dB)
4	3.4	4	7.856
7	4.6	4	14.47
9	5.2	4	17.15
12	6	4	20.17
19	7.55	4	24.87



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari serangkaian pembahasan yang telah disajikan pada bab – bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa, salah satu keuntungan dari sistem dengan enam sektor (60°) akan diperoleh unjuk kerja yang baik terutama dalam kualitas tetapi mempunyai kekurangan sbb :

1. Mempunyai lebih banyak antena yang dipasang di tiang antena (tidak ekonomis).
2. Akan lebih sering terjadi *handoff* karena meningkatnya kemungkinan *mobile station* bergerak melintas antar sektor.
3. Mengurangi efisiensi *trunking*.

5.2. Saran

1. Gunakan antena sektoral atau antena pengarah atau *narrow beam* dengan penguatan tinggi, dengan demikian sangat efektif untuk mengurangi interferensi terutama didaerah yang spektrumnya sangat padat sekali.
2. Gunakan jalur – jalur yang pendek.
3. Pilih frekuensi yang tidak banyak digunakan oleh stasiun lain.
4. Ubah atau ganti polarisasi antena.



DAFTAR PUSTAKA

1. Santoso, Gatot, 2004. *Sistem Seluler CDMA*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
2. Setiawan, Deris, "Teknologi Seluler CDMA dan GSM", in press
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Omnidirectional_antenna
4. <http://nulislagi.wordpress.com/2010/03/14/sedikit-tentang-antenna/>,
5. <http://wikipedia.org/wiki/GSM>



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 C/I untuk antena omni directional pada kasus normal

N	q = D/R	γ	C/I (normal omni)	C/I (dB)
4	3.46	4	$3.646 / 6 = 23.88$	13.78
7	4.6	4	$4.64 / 6 = 74.62$	18.72
9	5.2	4	$5.24 / 6 = 121.86$	20.86
12	6	4	$64 / 6 = 216$	23.34
19	7.55	4	$7.554 / 6 = 541.55$	27.33

Table 4.2 Untuk Antena Omni directional Kasus Terburuk

N	q = D/R	γ	C/I terburuk (dB)
4	3.4	4	7.856
7	4.6	4	14.47
9	5.2	4	17.15
12	6	4	20.17
19	7.55	4	24.87

Table 4.2 Untuk Antena Omni directional Kasus Terburuk

N	$q = D/R$	γ	C/I terburuk (dB)
4	3.4	4	7.856
7	4.6	4	14.47
9	5.2	4	17.15
12	6	4	20.17
19	7.55	4	24.87



