

Analisa Soft Handover CDMA 2000-1x Area Manado

Alicia A.E. Sinsuw¹, Arie S.M. Lumenta², Lily S. Patras³,
¹Fakultas Teknik Unsrat, ²Fakultas Teknik Unsrat,
³Fakultas Teknik Unsrat
 aliciasinsuw@yahoo.com, arie.lumenta@gmail.com,
 lilys_patras@yahoo.com

Abstrak — Teknologi CDMA merupakan teknologi digital selular yang tidak dibedakan oleh pembagian frekuensi ataupun waktu, tetapi dengan menggunakan kode-kode digital yang unik sehingga mempunyai tingkat keamanan yang lebih tinggi dan dapat melayani beban trafik yang lebih banyak. Dalam sistem komunikasi CDMA pelanggan dimungkinkan untuk memiliki tingkat mobilitas yang tinggi sehingga dapat bergerak dari sel yang satu ke sel yang lain ketika sedang terjadi percakapan. Untuk menjamin percakapan dapat terus berlangsung dengan baik saat pelanggan bergerak dari sel satu ke sel yang lain menggunakan teknik soft handover, sehingga percakapan dapat terus tersambung tanpa perlu melakukan pemanggilan ulang. Sampel data trafik diambil berdasarkan lokasi BTS yang memiliki trafik tertinggi dan terendah.

I. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi merupakan salah satu teknologi yang mengalami perkembangan yang sangat pesat.

Dalam sistem komunikasi nirkabel, efisiensi pemakaian lebar bidang frekuensi diusahakan diantaranya melalui teknik akses jamak, agar dalam alokasi frekuensi yang sama, semakin banyak pengguna yang bisa terlayani. Tiga teknik akses jamak yang sering digunakan yaitu teknik akses jamak pembagian frekuensi (*Frequency Division Multiple Access*, FDMA), teknik akses jamak pembagian waktu (*Time Division Multiple Access*, TDMA), dan teknik akses jamak pembagian sandi (*Code Division Multiple Access*, CDMA).

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 ke-tiga (3G), CDMA menjadi teknologi pilihan masa depan.

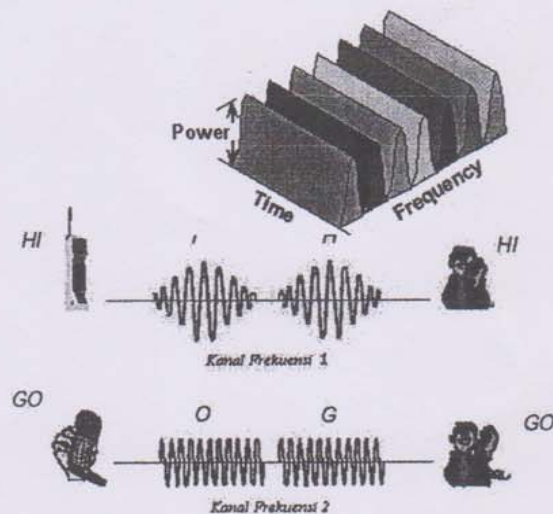
CDMA One (*Code Division Multiple Access*) merupakan standar yang dikeluarkan oleh *Telecommunication Industry Association* (TIA) yang menggunakan teknologi *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). Dalam CDMA, seluruh user menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu yang

sama. Oleh sebab itu CDMA lebih efisien dibandingkan dengan FDMA dan TDMA.

II. TEKNIK MULTIPLE AKSES

A. Frequency Division Multiple Access (FDMA)

Dalam teknik FDMA frekuensi dibagi menjadi beberapa kanal frekuensi yang lebih sempit. Setiap pengguna akan mendapat kanal frekuensi berbeda untuk berkomunikasi secara bersamaan. Pengalokasian frekuensi pada FDMA bersifat eksklusif karena frekuensi yang sudah digunakan oleh seorang pengguna tidak dapat digunakan lagi oleh orang lain dalam waktu yang bersamaan. Antar kanal dipisahkan oleh bidang frekuensi yang lebih sempit lagi (*guard band*) untuk menghindari interferensi antara kanal yang berdekatan (*Adjacent Channel*). Informasi yang dikirim ditumpangkan pada isyarat pembawa (*carrier signal*) agar menempati alokasi frekuensi yang diberikan. Cara kerja FDMA dapat diilustrasikan seperti gambar dibawah ini.



(b) Cara kerja FDMA

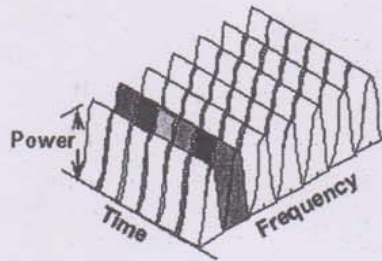
Gambar 2.1 Ilustrasi FDMA

B. Time Division Multiple Access (TDMA)

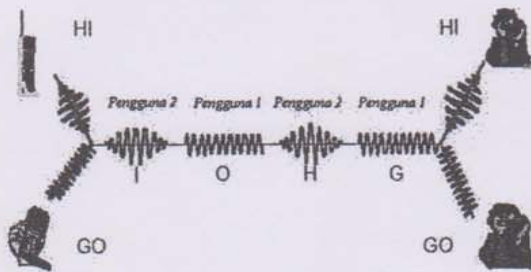
Pada teknik TDMA setiap user akan menggunakan seluruh spektrum frekuensi tertentu yang disediakan

dalam waktu yang singkat yang disebut slot waktu (*time slot*). Tiap pengguna mendapatkan sebuah slot waktu yang berulang secara periodik dan hanya diijinkan mengirimkan informasi pada slot waktu tersebut. Antara slot waktu diberi jeda waktu (*guard time*) untuk menghindari interferensi antara pengguna.

Cara kerja teknik TDMA dapat diilustrasikan pada gambar dibawah ini.



(a) Analogi TDMA



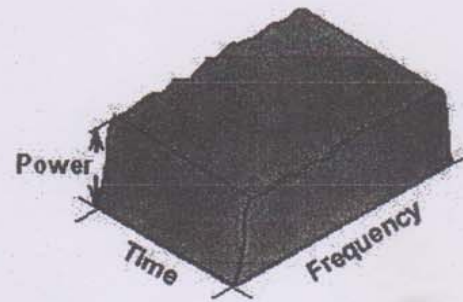
(b) Cara kerja TDMA

Gambar 2.2 Ilustrasi TDMA

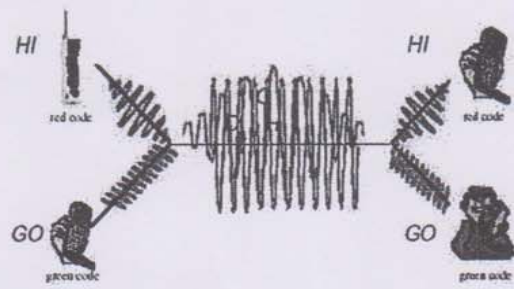
C. Code Division Multiple Access (CDMA)

Code Division Multiple Access (CDMA) merupakan salah satu teknik *multiple access* yang banyak diaplikasikan untuk selular maupun *fixed wireless*. Konsep dasar dari teknik *multiple access* yaitu memungkinkan suatu titik dapat diakses oleh beberapa titik yang saling berjauhan dengan tidak saling mengganggu. Teknik *multiple access* mempunyai arti bagaimana suatu *spectrum* radio dibagi menjadi kanal-kanal dan bagaimana kanal-kanal tersebut dialokasikan untuk pelanggan sebanyak-banyaknya dalam satu sistem.

CDMA merupakan teknologi *multiple access* yang membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya menggunakan kode-kode khusus dalam lebar pita frekuensi yang ditentukan. Sistem CDMA merupakan pengembangan dari dua sistem *multiple access* sebelumnya. CDMA memiliki konsep *multiple access* yang berbeda dengan *Time Division Multiple Access* (TDMA) dan *Frequency Division Multiple Access* (FDMA) karena sistem ini memanfaatkan kode-kode digital yang spesifik untuk membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya. Cara kerja teknik CDMA dapat diilustrasikan pada gambar dibawah ini.



(a) Analogi CDMA



(b) Cara kerja CDMA

Gambar 2.3 Ilustrasi CDMA

Pada dasarnya sistem selular *CDMA* memiliki berbagai sifat, antara lain:

1. Multi divertasi
Usaha untuk mengurangi *fading*.
2. Daya pancar kecil
Disamping peningkatan kapasitas secara langsung, hal lain yang penting adalah menurunnya E_b/E_0 yang dibutuhkan untuk mengatasi derau dan interfensi. Ini berarti penurunan level daya pancar yang dibutuhkan. Daya pancar yang rendah disebabkan pula karena adanya pemanfaatan deteksi aktivitas suara, dimana data informasi dipancarkan dengan laju yang tinggi hanya pada saat pembicaraan, sedangkan pada saat jeda, laju data yang dipakai rendah.
3. Keamanan (*Privacy*)
Bentuk pengacakan sinyal pada sistem CDMA memungkinkan tingkat keamanan yang tinggi sehingga sistem digital ini kebal terhadap *cross-talk*.
4. Kapasitas
Pada sistem CDMA kapasitas yang besar dapat diperoleh terutama karena frekuensi yang sama dapat dipakai oleh semua sel.
5. Deteksi aktivasi suara.
Pada komunikasi full duplex dua arah, aktivitas percakapan (*duty cycle*) biasanya hanya sekitar 40% sisa waktunya digunakan untuk mendengar. Karena pada CDMA, semua *user* memakai kanal yang sama, maka bila ada *user* yang sedang tidak berbicara akan menyebabkan berkurangnya intervensi total kira-kira 60%. Penurunan interfensi itu terjadi karena dimungkinkannya pengurangan laju transmisi ketika tidak ada percakapan sehingga mengurangi interferensi yang secara langsung meningkatkan kapasitas. Hal ini

juga mengakibatkan berkurangnya daya rata-rata yang dipancarkan oleh *mobile station*.

6. Peningkatan kapasitas dengan sektorisasi.

Pada CDMA sektorisasi digunakan untuk meningkatkan kapasitas. Dengan membagi sel menjadi tiga sektor maka diperoleh kapasitas hampir tiga kalinya.

7. *Soft Capacity*

Pada sistem CDMA, hubungan antara jumlah pengguna dengan tingkat layanan (*grade of service*) tidak begitu tajam. Kemampuan ini sangat berguna khususnya untuk mencegah terjadinya pemutusan pembicaraan pada proses *handover* karena kekurangan kanal. Pada sistem CDMA, panggilan tetap dapat dilayani dengan peningkatan bit error rate yang masih dapat diterima sampai panggilan lain berakhir.

8. *Soft Handover*

Merupakan *handoff* yang terjadi antarsel dengan frekuensi pembawa yang sama, dimana *mobile station* memulai komunikasi dan membentuk hubungan dengan BTS yang baru terlebih dahulu sebelum memutuskan hubungan dengan BTS asal. Hubungan akan diputuskan jika proses penyambungan dengan BTS yang baru telah mantap untuk menghindari *drop call*. Metode pembentukan hubungan (kanal) yang baru terlebih dahulu sebelum memutus hubungan (kanal) lama ini dikenal dengan istilah *make before brake*.

III. *HANDOVER*

Handover adalah suatu peristiwa perpindahan kanal dari suatu *Mobile Station (MS)* tanpa terjadinya pemutusan hubungan dan tanpa melalui campur tangan dari pemakai. Peristiwa *handover* terjadi karena pergerakan *MS* keluar dari cakupan sel asal dan masuk cakupan sel baru.

A. *Konsep Hard Handover*

Proses *Hard Handover* terjadi ketika *MS* melakukan panggilan dalam Cell 1 yang mempunyai frekuensi f_1 kemudian bergerak memasuki Cell 2 yang mempunyai frekuensi f_2 . Di sini terdapat proses otomatis yang melakukan pemindahan frekuensi yang dipakai dari f_1 ke f_2 tanpa campur tangan pemakai agar panggilan dapat terus berlangsung. Hal ini berlangsung seterusnya setiap kali *Mobile Station* bergerak ke sel yang berbeda.



Gambar 3.1. Proses terjadinya *hard handover*

Hard handover adalah tipe *handover* dimana hubungan terputus sebelum hubungan ke radio yang baru berhasil dibangun antara pelanggan dengan *radio access network (RAN)* atau dikenal dengan metode *break before make*. Tipe *handover* ini digunakan dalam sistem selular

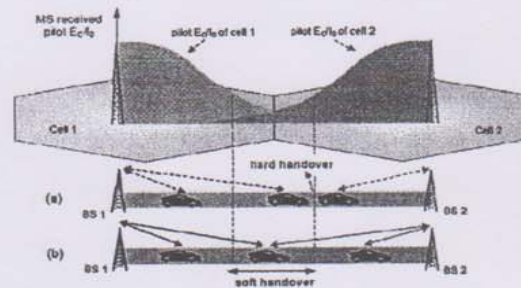
GSM dimana tiap sel menggunakan frekuensi yang berbeda.

B. *Konsep Soft Handover*

Soft handover memungkinkan kedua sel baik sel asal maupun sel baru untuk melayani user (*mobile station*) secara bersama-sama selama transisi *handover*. Transisi terjadi ketika *MS* bergerak dari sel asal ke sel baru dan akhirnya berada di sel baru. Hal ini dimungkinkan karena semua sel memakai frekuensi kerja yang sama. *Soft handover* selain mengurangi kemungkinan putusnya pembicaraan juga menyebabkan proses *handover* berjalan dengan halus sehingga tidak mengganggu pengguna.

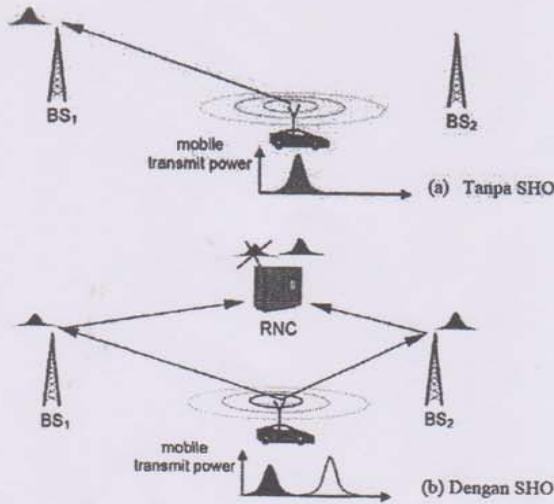
Dalam sistem analog dan digital TDMA dilakukan pemutusan panggilan sebelum fungsi switching berhasil dilakukan (*break before make*), sementara pada CDMA hubungan dengan sel lama tidak diputuskan sampai *MS* benar-benar mantap dilayani oleh sel baru (*make before break*).

Setelah sebuah panggilan selesai dilakukan, *MS* selalu mengecek sel-sel tetangga untuk menentukan apakah sinyal dari sel yang lain cukup besar jika dibandingkan dengan sinyal dari sel asal. Jika hal ini terjadi, ini adalah indikasi bahwa *MS* telah memasuki daerah cakupan sel baru dan *handover* dapat mulai dilakukan. *MS* mengirim pesan kendali (*Control message*) ke *MTSO* yang menunjukkan sinyal dari sel baru semakin menguat. *MTSO* melakukan *handover* dengan menyediakan sebuah link kepada *MS* melalui link baru tetapi link lama masih tetap dipertahankan. Sementara *MS* berada pada daerah pembatasan antara kedua sel, panggilan dilayani oleh dua sel site, hal ini menyebabkan berkurangnya efek ping-pong atau mengulang permohonan untuk melayani kembali panggilan diantara kedua sel site. Sel asal akan memutuskan hubungan jika *MS* sudah sungguh-sungguh mantap dilayani oleh sel yang baru. Gambar dibawah ini memperlihatkan perbandingan proses dasar dari *hard* dan *soft handover*.



Gambar 3.2. (a) *Hard handover* (b) *Soft Handover*

Pertimbangan lain mengapa *soft handover* diimplementasikan pada CDMA, adalah karena *Soft handover* bersama kendali daya juga menggunakan mekanisme pengurangan interferensi. Gambar dibawah ini menunjukkan dua skenario. Pada bagian (a) hanya power control yang diaplikasikan. Pada bagian (b) power control dan *soft handover* diaplikasikan. Misalkan *MS* bergerak dari *BS1* ke *BS2* pada posisinya seperti pada gambar, sinyal pilot pada *BS2* sudah lebih kuat dari *BS1*.



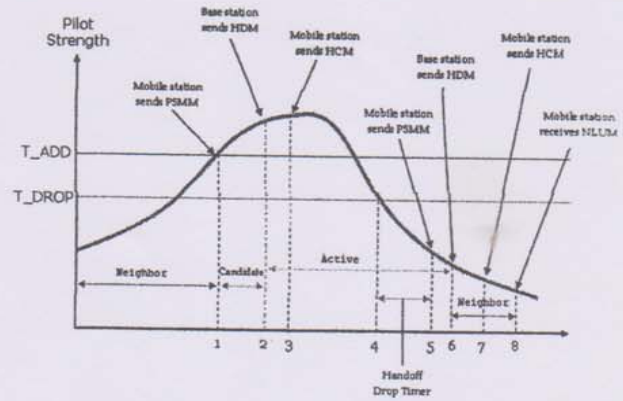
Gambar 3.3. Pengurangan interferensi dengan *soft handover* pada *uplink*

Pada bagian (a), power control menguatkan kuat sinyal kirim MS untuk menjamin QoS pada uplink ketika MS menjauhi base station (BS) yang melayaninya yaitu BS1. Pada bagian (b) MS ada dalam status *handover*, yaitu BS1 dan BS2 terhubung secara simultan. Sinyal yang diterima dikirimkan ke RNC. Pada arah uplink, pemilihan dilakukan pada *soft handover*. Yang paling kuat akan dipilih dan yang paling lemah akan diputuskan. Karena BS2 lebih baik dari BS1 dan untuk mencapai QoS yang diharapkan maka kuat sinyal kirim lebih rendah dibandingkan dengan scenario (a). melalui hal diatas diperoleh bahwa interferensi yang dihasilkan oleh MS pada arah uplink lebih rendah pada *soft handover* karena *soft handover* selalu menjaga agar MS terhubung dengan BS yang terbaik.

IV. PARAMETER SOFT HANDOVER CDMA

Beberapa parameter yang menentukan proses pelaksanaan *handover* pada CDMA, antara lain :

- T_ADD (*Pilot Detection Threshold*), Yaitu nilai ambang untuk menambah BTS dari *active set*.
- T_DROP (*Pilot Drop Threshold*), Yaitu nilai ambang untuk menghapus BTS dari *active set*
- T_COMP (*Comparison Threshold*), Yaitu nilai ambang untuk mengontrol jalannya sinyal pilot dari *candidate set* menuju *active set*.
- T_TDROP (*Pilot Drop Timer Threshold*), Yaitu *timer* (jangka waktu) BTS akan dihapus dari *active set* setelah sinyal suatu BTS dideteksi berada dibawah nilai T_DROP . Atau dengan kata lain suatu jangka waktu dimana suatu BTS aktif akan dilepaskan dan berpindah ke BTS yang baru akibat pergerakan dari MS. Hasil pengukuran kekuatan sinyal pilot terhadap nilai ambang dalam parameter diatas terhadap pengelompokan atau kedudukan kanal pilot sebagai akibat pergerakan MS dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2. Proses komunikasi pesan *handover* pada CDMA

Dari gambar diatas terlihat proses selama *handover* MS dan BTS saling berkomunikasi dengan pengiriman message berdasarkan parameter dari kekuatan sinyal pilot yang terus dideteksi kekuatannya. Berikut ini urutan pilot yang berada pada kondisi *threshold* yaitu:

1. Pilot yang sebelumnya merupakan *neighbor set*, bila kekuatan pilot dideteksi melebihi T_ADD , maka MS akan mengirimkan sinyal ke BTS dengan mengirimkan *Pilot Strength Measurement Message* (PSMM) dan pilot tersebut dipindahkan sebagai *candidate set*
2. BTS mengirimkan arah *handover* dengan mengirimkan *Handover Direction Message* (HDM) ke MS dengan menambahkan pilot dalam *active set*.
3. Mobile station menerima HDM dan mendapatkan kanal trafik yang baru. MS memindahkan pilot ke *active set* dan mengirim dan mengirimkan *Handover Completion Message* (HCM) ke BTS.
4. Saat pilot kurang dari nilai T_DROP , maka MS akan mengaktifkan *timer* (T_TDROP) sebagai persiapan untuk melepaskan pilot dari *active set*.
5. Bila *timer* berakhir mobile station melaporkan ke BTS dengan mengirimkan PSSM
6. BTS mengirimkan HDM tanpa menghubungkan pilot ke MS
7. MS memindahkan pilot tadi dari *active set* ke *neighbor set*. MS menerima HDM dan mengirimkan HCM ke BTS.
8. MS menerima *Neighbor list update message* (NLUM) dan memindahkan pilot ke *remaining set*

Tabel 1. Parameter handover

Parameter	Range	Recommended Value
T_ADD	-31,5 - 0 dB	-13 dB
T_COMP	0 - 7,5 dB	2,5 dB
T_DROP	-31,5 - 0 dB	-15 dB
T_TDROP	0 - 15 Second	2 second

V. REGRESI DAN KORELASI

Analisa mengenai hubungan antara dua variabel membutuhkan data yang terdiri dari dua kelompok hasil

observasi atau pengukuran. Data sedemikian itu dapat diperoleh dari hasil observasi atau pengukuran diberbagai bidang sehingga menghasilkan pasangan observasi atau pengukuran sebanyak n yang dinyatakan sebagai (X_i, Y_i) dimana i=1,2,...,n.

Apabila dua variabel X dan Y mempunyai hubungan, maka variabel X yang sudah diketahui dapat digunakan untuk memperkirakan atau menaksir variabel Y. Variabel yang nilainya akan diramalkan disebut variabel tidak bebas (dependent variabel) atau variabel Y, sedangkan variabel X yang digunakan untuk meramalkan variabel Y disebut variabel bebas (independent variabel).

5.1 Koefisien Determinasi (R²)

Koefisien determinasi adalah salah satu nilai statistik yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara dua variabel. Nilai koefisien determinasi menunjukkan persentasi variasi nilai variabel dependen yang dapat dijelaskan dengan persamaan regresi yang dihasilkan. Misalkan R² pada suatu persamaan regresi menunjukkan hubungan variabel Y (sebagai variabel dependen) dan variabel X (sebagai variabel independen) dari perhitungan adalah 0,85. Ini artinya variasi nilai Y yang dapat dijelaskan dengan oleh persamaan regresi yang diperoleh adalah 85%. Sisanya 15%, variasi variabel Y dipengaruhi variabel lain yang berada diluar persamaan.

5.2 Koefisien Korelasi (r)

Koefisien korelasi merupakan ukuran lain yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana keeratan hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain. Jika koefisien korelasi berhubungan dengan sampel yang digunakan maka koefisien korelasi besarnya adalah akar dari koefisien determinasi.

Nilai koefisien korelasi ini paling sedikit -1 dan paling besar 1. Jadi kalau r adalah koefisien korelasi dapat dinyatakan sebagai -1 ≤ r ≤ 1. Apabila r = -1 artinya korelasi negatif sempurna, r = 0 artinya tidak ada korelasi dan r = 1 berarti korelasi sempurna positif atau sangat kuat.

Tabel 2.2 Interpretasi koefisien korelasi nilai r

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Cukup
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,00	Sangat kuat

a. Korelasi Regresi Linear

Regresi linear adalah jika hubungan persamaan tersebut searah dan antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) membentuk sebuah pola garis lurus dan dalam aplikasinya jika nilai X meningkat maka nilai Y juga meningkat dan jika nilai X mengalami penurunan maka nilai Y juga mengalami penurunan. Bentuk umum dari koefisien korelasi linear adalah:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (5.1)$$

Dimana : r = koefisien korelasi

X = nilai responden pada variabel X

Y = nilai responden pada variabel Y

Setelah mendapatkan nilai dari koefisien korelasi regresi linear maka persamaan garis regresi linernya adalah:

$$Y' = a + bX \quad (5.2)$$

Dimana :

Y' = nilai prediksi dari variabel Y berdasarkan nilai variabel X

a = Titik potong Y. Merupakan nilai perkiraan Y

b = kemiringan garis atau perubahan rata-rata pada Y' untuk setiap perubahan pada variabel X

x = sembarang nilai variabel bebas yang dipilih

Nilai a dan b dapat diperoleh dengan rumus:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5.3)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (5.4)$$

b. Korelasi Regresi Non Linear

Regresi non linear adalah regresi yang variabel-variabelnya ada yang berpangkat. Bentuk grafik regresi non linear adalah berupa lengkungan. Ada beberapa model dalam regresi non linear diantaranya metode eksponensial dan logaritma. Jika dihadapkan pada beberapa pilihan model regresi non linear yang akan digunakan, maka dapat mengambil model yang terbaik dengan pertimbangan mempunyai nilai koefisien korelasi (R) dan koefisien determinasi (R²) yang besar serta standar error yang kecil. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebutlah maka dalam skripsi ini menggunakan metode regresi non linear dengan model logaritma. Bentuk umum dari korelasi logaritma adalah:

$$r = \frac{n \sum y \ln x - \sum \ln x \sum y}{\sqrt{[n \sum \ln x^2 - (\sum \ln x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (5.5)$$

Dimana : r = koefisien korelasi

X = nilai responden pada variabel X

Y = nilai responden pada variabel Y

Setelah mendapatkan nilai dari koefisien korelasi regresi linear maka persamaan garis regresi linernya adalah:

$$Y' = a + b \ln x \quad (5.6)$$

Dimana :

Y' = nilai prediksi dari variabel Y berdasarkan nilai variabel X

a = Titik potong Y. Merupakan nilai perkiraan Y

b = kemiringan garis atau perubahan rata-rata pada Y' untuk setiap perubahan pada variabel X

x = sembarang nilai variabel bebas yang dipilih

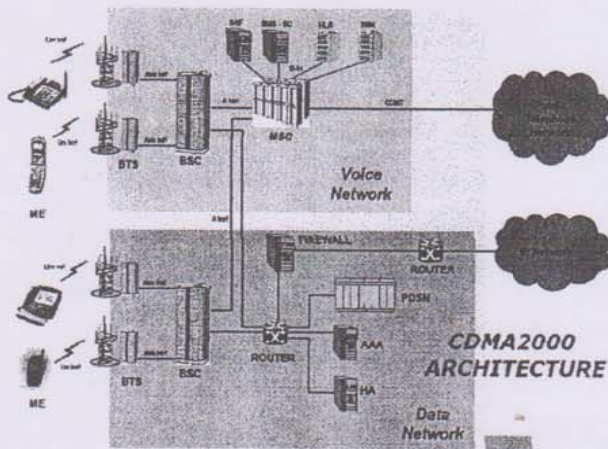
Nilai a dan b dapat diperoleh dengan rumus:

$$b = \frac{n \sum y \ln x - (\sum \ln x) (\sum y)}{n \sum (\ln x^2) - (\sum \ln x)^2} \quad (5.7)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum \ln x}{n} \quad (5.8)$$

VI. SISTEM CDMA 2000-1X DI MANADO AREA

Skema struktur jaringan CDMA 2000-1X secara umum dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.1 Arsitektur Jaringan CDMA 2000-1X

6.1. Software Monitoring

Untuk memonitor setiap aktivitas yang terjadi dari setiap *Base Transceiver Station* (BTS) yang berada di area jangkauan OMC (*Operation Maintenance Control*) TELKOMFlexi Manado maka Telkom Manado menggunakan software monitoring yang bernama CNO2 Mobile Communication Network Integrated Expert Office II. Software ini terintegrasi langsung dengan peralatan ZTE yang berada di OMC (*Operation Maintenance Control*) TELKOMFlexi Manado. Dengan software ini maka dapat diketahui data-data yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini seperti jumlah panggilan, jumlah kegagalan dan keberhasilan *soft handover* bahkan profil dari BTS yang diteliti.

Data-data yang ditampilkan dari software ini dapat langsung disalin kedalam format microsoft excel sehingga memudahkan dalam proses analisa. Software ini juga dapat memberitahu jika terjadi masalah disetiap BTS sehingga dapat memudahkan untuk proses perawatan maupun perbaikan. Berikut ini adalah tampilan dari program CNO2 Mobile Communication Network Integrated Expert Office II untuk memonitor *soft handover* yang terjadi perhari ataupun perjam.

6.2. Profil BTS

1. BTS Swiss Bell

BTS Swiss Bell adalah BTS yang mempunyai trafik paling padat dari semua BTS yang diteliti. BTS ini terletak diatas hotel Swiss Bell dan berada pada 124,8466 bujur timur dan 1,4885 lintang utara. BTS ini mempunyai ketinggian 142,47 meter diatas tanah.

2. BTS IT Center

BTS IT Center adalah BTS yang bersebelahan dengan BTS Swiss Bell. BTS ini mempunyai kepadatan trafik kedua terbanyak yang diteliti. BTS ini terletak

didas kompleks pertokoan IT Center dan berada pada 124,837 bujur timur dan 1,487 lintang utara. BTS ini mempunyai ketinggian 105,91 meter diatas tanah.

3. BTS Jalan Sea

BTS ini adalah BTS yang mempunyai kepadatan trafik paling rendah diantara keempat BTS yang diteliti. BTS ini terletak di desa sea dan berada pada 124,8032 bujur timur dan 1,4265 lintang utara. BTS ini mempunyai ketinggian 303,26 meter diatas tanah.

4. BTS Harmoni Malalayang

BTS Harmoni Malalayang adalah BTS yang bersebelahan dengan BTS Jln.Sea. BTS ini terletak diatas toko Harmoni yang berada di ruas jalan Wolter Monginsidi dan berada pada 124,8076 bujur timur dan 1,4566 lintang utara. BTS ini mempunyai ketinggian 108,84 meter diatas tanah.

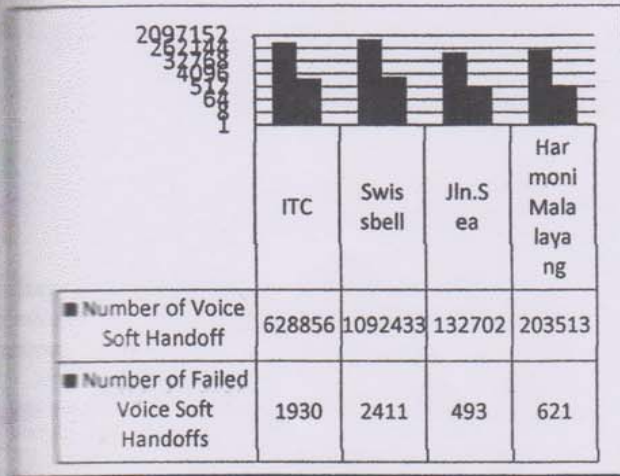
6.3. Pengaruh Pemilihan BTS

Data untuk penelitian ini diambil dari beberapa BTS yang ada di kota Manado. Pemilihan BTS ini berdasarkan kepadatan trafik. BTS Swissbel dan ITC merupakan BTS yang berdampingan yang memiliki trafik padat sedangkan BTS Jln.Sea dan harmoni malalayang adalah BTS berdampingan yang memiliki trafik yang tidak padat. Pemilihan BTS berdasarkan kepadatan trafik adalah untuk mencari tahu apakah kepadatan trafik pada masing-masing BTS berpengaruh terhadap terjadinya *soft handover*. Berikut ini adalah table dan grafik kepadatan trafik pada masing-masing BTS sesuai data bulan Januari 2012.

Nama BTS	Number of Voice Soft Handoff	Number of Successful Voice Soft Handoff	Number of Failed Voice Soft Handoff	$\frac{HS}{HO} \times \%$
ITC	628856	627327	1930	99.76
swissbel	1092433	1090412	2411	99.81
Jln.sea	132702	132209	493	99.63
Harmoni malalayang	203513	202898	621	99.70

Tabel 2. Pengaruh Pemilihan BTS

Dari tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara jumlah panggilan untuk melakukan *handover* dengan kegagalan *handover* pada masing-masing BTS selama bulan Januari 2012.



Gambar 5.1. Grafik hubungan antara *Number of Voice Soft Handoff* dengan *Number of Failed Voice Soft Handoff* berdasarkan pemilihan BTS

Dari tabel 2 dan gambar 5.2 dapat dilihat bahwa BTS yang memiliki kepadatan trafik paling banyak yaitu BTS yang berada di Swissbel sedangkan BTS yang berada di jalan Sea memiliki trafik yang paling sedikit. Dari data-data yang diambil dapat juga dilihat bahwa semakin bertambahnya jumlah panggilan untuk melakukan handover maka tingkat kegagalan terjadinya handover semakin besar.

Untuk menganalisa hubungan antara banyaknya panggilan untuk melakukan handover dengan banyaknya kegagalan saat terjadi handover maka dapat menggunakan metode statistik regresi. Metode regresi yang dapat dipakai yaitu metode regresi linier dan metode regresi logaritma. Untuk mendapatkan metode regresi mana yang paling tepat digunakan maka dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

a. Analisa regresi linear

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (5.1)$$

Syarat : $-1 \leq r \leq 1$

Dimana: X adalah *Number of Voice Soft Handoff*
Y adalah *Number of Failed Voice Soft Handoff*

$$r = \frac{(4 \times 4039351702) - (2057504 \times 5455)}{\sqrt{[4 \times 1,6479 \cdot 10^{12} - (2057504)^2] \times [4 \times 10166511 - (5455)^2]}}$$

$$r = \frac{1,6157 \cdot 10^{10} - 1,12236 \cdot 10^{10}}{\sqrt{[6,5916 \cdot 10^{12} - 4,2333 \cdot 10^{12}] \times [40666044 - 29757025]}}$$

$$r = \frac{4933400000}{\sqrt{2,3583 \cdot 10^{12} \times 10909019}}$$

$$r = 0,9727$$

maka nilai r^2 adalah 0.9461
Dari nilai hasil r^2 dapat disalin kedalam persen menjadi 94.61%

b. Analisa regresi logaritma

$$r = \frac{n \sum y \ln x - \sum \ln x \sum y}{\sqrt{[n \sum \ln x^2 - (\sum \ln x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (4.2)$$

Syarat : $-1 \leq r \leq 1$

Dimana: X adalah *Number of Voice Soft Handoff*
Y adalah *Number of Failed Voice Soft Handoff*

$$r = \frac{(4 \times 72698,2684) - (51,2738 \times 5455)}{\sqrt{[4 \times 660,12073 - (51,27386)^2] \times [4 \times 10166511 - (5455)^2]}}$$

$$r = \frac{290793,0736 - 279698,579}{\sqrt{[2640,48292 - 2629,0087] \times [40666044 - 29757025]}}$$

$$r = \frac{11094,4946}{11188,05095}$$

$$r = 0,9917$$

maka nilai r^2 adalah 0.9835

Dari nilai hasil r^2 dapat disalin kedalam prosentase menjadi 98,35 %.

Setelah dianalisa menggunakan metode regresi linear dan regresi logaritma maka dapat dilihat bahwa metode regresi yang paling besar adalah regresi logaritma dengan nilai sebesar 98,35%. Setelah mendapatkan metode regresi yang akan digunakan maka dapat ditentukan persamaan regresi logaritma untuk grafik dengan menggunakan rumus.

$$Y' = A + B \ln X \quad (4.3)$$

Dimana: Y adalah Pendekatan regresi logaritma untuk kegagalan soft handover

X adalah jumlah panggilan soft handover

A dan B adalah koefisien regresi.

Untuk mendapatkan nilai dari koefisien regresi maka terlebih dahulu harus mendapatkan nilai dari koefisien regresinya.

$$b = \frac{n \sum y \ln x - (\sum \ln x) (\sum y)}{n \sum (\ln x^2) - (\sum \ln x)^2} \quad (4.4)$$

Dimana: B adalah koefisien regresi

X adalah jumlah panggilan soft handover

Y adalah kegagalan soft handover

$$b = \frac{(4 \times 72697,189) - 51,27492 \times 5455}{(4 \times 660,141625) - (51,274921)^2}$$

$$b = \frac{290788,756 - 279704,6886}{2640,5665 - 2629,117524}$$

$$b = \frac{11084,0674}{11,44897}$$

$$b = 968,13$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum \ln x}{n} \quad (4.5)$$

Dimana: A dan B adalah koefisien regresi
X adalah jumlah panggilan *soft handover*
Y adalah kegagalan *soft handover*

$$a = \frac{5455 - (968,13 \times 51,2749)}{4}$$

$$a = \frac{5455 - 49640,7689}{4}$$

$$a = \frac{-44185,7689}{4}$$

$$a = -11046,442$$

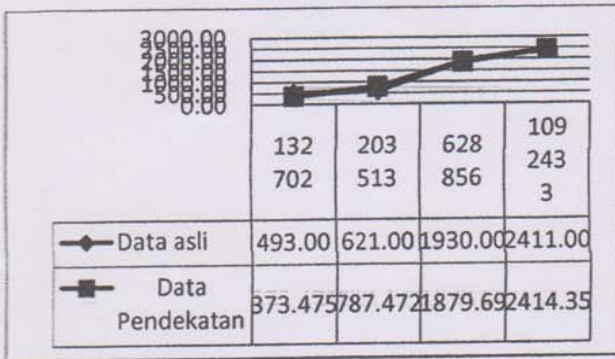
maka didapat persamaan nilai

$$Y' = -11046.442 + 968,13 \ln X.$$

Dari persamaan diatas maka terbentuklah grafik hubungan antara jumlah panggilan *soft handover* dengan kegagalan *soft handover* seperti gambar dibawah ini:

tingkat keberhasilan terjadinya *soft handover* yang masih sangat tinggi yaitu diatas 99%.

2. Ditinjau dari BTS yang diteliti dapat dilihat hubungan antara kepadatan trafik BTS dengan tingkat kegagalan *soft handover* memiliki korelasi secara logaritma dengan nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0.9835 atau dapat disalin dalam persen dengan nilai 98,35%, dengan persamaan logaritma $Y = -11046.442 + 968,13 \ln X$. Semakin padat trafik pada masing-masing BTS maka tingkat kegagalan *soft handover* juga mengalami peningkatan.



Gambar 5.2 Grafik logaritma untuk hubungan antara Number of Voice Soft Handoff dengan Number of Failed Voice Soft Handoff berdasarkan pemilihan BTS

VII. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT. Telekomunikasi Indonesia Datel Manado selama bulan Januari 2012 maka dapat disimpulkan:

1. Pada dasarnya sistem telekomunikasi CDMA dari PT. Telekomunikasi Indonesia Datel Manado masih dalam keadaan baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dajan, Anton. 1974. Pengantar Metode Statistik. Jakarta. LP3S
- [2] John Neter, William Wasserman and Michael Kutner. 1989. Applied Linear Regression Models. USA: Library Of congress
- [3] Leon Alberto dan Garcia. 2000. Communication Networks Fundamental Concepts and key Architecture. Singapore: MC Gaw Hill
- [4] Rappaport, Theodore. 1996. Wireless Communications Principles & Practice. USA: Prentice Hall