

**PERBANDINGAN METODE STATISTIK RSCP & EC/IO PADA
JARINGAN WCDMA UNTUK *NEIGHBOUR LIST***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro



Oleh:

M. Yusuf Daulay
10855001517

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2013**

COMPARISON OF STATISTICAL METHODS RSCP and EC / IO ON NETWORK FOR WCDMA NEIGHBOUR LIST

M. Yusuf Daulay
NIM : 10855001517

Date of Final Exam : July, 2013

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Sciences and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St No. 155 Pekanbaru-Indonesia*

ABSTRACT

Users of mobile communications is increasing, as the need for greater mobility so that users do not experience a drop call. In this thesis research on the method of comparing and analyzing the Received Signal Code Power (RSCP) and Energy chip / Interference own (E_c / I_o) in determining the neighbor list for each cell coverage. For the comparison was made of statistical methods RSCP and E_c / I_o for neighbor list. Results of calculations of signal quality parameters displayed in RSCP and E_c / I_o are then sorted from the best strongest signal to the weakest signal and sorted according to each pilot to get neighbor list. From the analysis of the calculation results concluded that frequently arise in the sector of home sector is a list of the nearest neighbor to the destination, while the few sectors that appear are the furthest neighbour list.

Keyword : Best Server, Drop Call, E_c/I_o , Missing Neighbour, Neighbour list, Rscp

**PERBANDINGAN METODE STATISTIK RSCP dan EC/IO PADA JARINGAN
WCDMA UNTUK *NEIGHBOUR LIST***

M. Yusuf Daulay
NIM : 10855001517

Tanggal Sidang : Juli 2013
Tanggal Wisuda : November 2013

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pengguna komunikasi seluler saat ini semakin meningkat, seiring dibutuhkannya mobilitas yang tinggi agar pengguna tidak mengalami *drop call*. Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian tentang membandingkan dan menganalisa metode *Received Signal Code Power* (RSCP) dan *Energy chip/Interference output* (Ec/Io) dalam menentukan *neighbour list* untuk masing-masing *coverage cell*. Untuk itu dibuatlah perbandingan metode statistik RSCP dan Ec/Io untuk *neighbour list*. Hasil dari perhitungan kualitas sinyal ditampilkan dalam parameter RSCP dan Ec/Io terbaik yang kemudian diurutkan dari sinyal terkuat ke sinyal terlemah serta diurutkan sesuai pilot masing-masing untuk mendapatkan *neighbour list*. Dari analisa terhadap hasil perhitungan disimpulkan sektor yang sering muncul selain dari sektor asal merupakan *neighbour list* terdekat untuk dituju, sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

Kata Kunci : *Drop Call, Ec/Io, Missing Neighbour, Neighbour list, Rscp*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat beserta salam buat junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Perbandingan Metode Statistik Rscp & Ec/Io Pada Jaringan Wcdma Untuk *Neighbour List*”

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi UIN SUSKA RIAU harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

Oleh sebab itu sudah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda Ramadhan Nur Daulay dan Ibunda Priati tercinta, yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil dan doa kepada penulis serta keluarga besar penulis yang selalu mendoakan penulis.
2. Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
3. Kunaifi, ST., PgDipEnSt., M.Sc. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau yang telah membuat proses administrasi menjadi lebih efektif sehingga penulis lebih mudah dalam melengkapi berkas-berkas untuk Tugas Akhir dan pengalaman-pengalaman luar biasa beliau yang penulis rasakan.
4. Hasdi Radiles, ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan

penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Fitri Amilia, ST., MT, dan Rika Susanti, ST., M.Eng selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Rahman Hidayat, Bambang Nurrahmanto, M. Nursarifuddin, Ilham Wahid serta teman-teman penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dorongan, motivasi dan sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kakanda dan Adinda Teknik Elektro yang telah memberikan dorongan kepada penulis.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian	I-2

1.4.1 Tujuan Umum	I-2
1.4.2 Tujuan Khusus	I-3
1.5 Metode Penelitian	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3

BAB II Tinjauan Pustaka

2.1 Umum	II-1
2.2 Konsep Seluler	II-2
2.2 Karakteristik Sistem WCDMA	II-4
2.3 Alokasi Frekuensi	II-4
2.4 <i>Channelization Code</i>	II-5
2.5 <i>Pilot Pollution</i>	II-6
2.6 <i>Pilot Set</i>	II-6
2.7 Arsitektur Sistem WCDMA	II-7
2.7.1 <i>User Equipment (UE)</i>	II-7
2.7.2 <i>Core Network (CN)</i>	II-8
2.8 <i>Handover</i> WCDMA	II-8
2.8.1 Jenis Handover Pada Sistem WCDMA	II-10
2.8.2 Penyebab Terjadinya <i>Handover</i>	II-11
2.8.3 Penentuan <i>Handover</i>	II-12
2.8.4 Perbandingan <i>Handover</i>	II-12
2.8.5 Penerapan <i>Handover</i>	II-14
2.8.6 Tujuan <i>Handover</i>	II-15

2.9 WCDMA Link Budget	II-15
2.15 Received Signal Code Power (RSCP).....	II-17
2.16 EC/IO	II-17
2.16 Neighbour List	II-17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Titik Referensi	III-1
3.1.1 Jarak Langsung Referensi – r	III-1
3.1.2 Azimuth Referensi - γ	III-2
3.2 Sistem Node-B	III-4
3.2.1 Daya Pancar Node-B	III-4
3.2.2 Redaman Feeder.....	III-4
3.2.3 Pola Gain Antena.....	III-5
3.2.4 Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)	III-6
3.3 Penerimaan Sinyal	III-5
3.3.1 Model Propagasi.....	III-5
3.3.2 Processing Gain	III-7
3.3.3 Sensitivitas Receiver	III-7
3.4 Resolusi Perhitungan	III-7
3.5 Soft Handover	III-8
3.5.1 Active set	III-8
3.5.2 Candidat Set	III-8
3.5.3 Neighbour Set.....	III-8

3.5.4 <i>Remaining Set</i>	III-8
3.6 Pemodelan <i>Grid</i>	III-9
3.6 Langkah Penelitian.....	III-10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Parameter <i>Site</i>	IV-2
4.2 Analisa Data.....	IV-3
4.3 Hasil Simulasi dan Analisa RSCP	IV-4
4.4 Hasil Simulasi dan Analisa Ec/Io	IV-8
4.5 Hasil Simulasi dan Analisa <i>Neighbour List</i>	IV-12
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Alokasi frekuensi 2 GHz pada beberapa negara..... II-3
2.2	Arsitektur Jaringan 3G WCDMA..... II-5
2.3	Tipe tipe handover II-10
2.4	Soft handover..... II-11
2.5	Perbandingan antara hard handover dan soft handover..... II-12
3.1	Jarak propagasi radio..... III-1
3.2	Azimuth referensi horizontal terhadap radiasi dari sektor 1,2 dan 3..... III-2
3.3	Pola gain antenna horizontal 60° III-5
3.4	Teknik sampling pada analisa area <i>coverage</i> III-8
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian III-9
4.1	Teknik sampling pada analisa area <i>coverage</i> IV-2
4.2	Gambar Hasil simulasi <i>Best_1</i> RSCP..... IV-4
4.3	Gambar Hasil simulasi <i>Best_2</i> RSCP..... IV-5
4.4	Gambar Hasil simulasi <i>Best_3</i> RSCP..... IV-6
4.5	Gambar Hasil simulasi <i>Best_4</i> RSCP..... IV-7
4.6	Gambar Hasil simulasi <i>Best_1</i> Ec/Io..... IV-8
4.7	Gambar Hasil simulasi <i>Best_2</i> Ec/Io..... IV-9
4.8	Gambar Hasil simulasi <i>Best_3</i> Ec/Io..... IV-10
4.9	Gambar Hasil simulasi <i>Best_4</i> Ec/Io..... IV-11
4.10	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 1 nodeB 1..... IV-12

4.11	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 4 nodeB 2.....	IV-13
4.12	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 7 nodeB 3.....	IV-13
4.13	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 10 nodeB 4.....	IV-14
4.14	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 13 nodeB 5.....	IV-15
4.15	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 16 nodeB 6.....	IV-16
4.16	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 19 nodeB 7.....	IV-16
4.17	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 22 nodeB 8.....	IV-17
4.18	Grafik simulasi <i>neighbor</i> sektor 25 nodeB 9.....	IV-18

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 WCDMA Link Budget	II-15
2.2 ranges nilai CPICH RSCP (dBm) [operator X]	II-16
2.3 Ranges nilai CPICH EC/IO (dBm) [operator x]	II-16
3.1 Rekomendasi dari ericsson.....	III-1
4.1 Parameter site, <i>longitude</i> dan <i>latitude</i>	IV-2

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
3.1 Jarak.....	III-1
3.2 <i>Bheta</i>	III-2
3.3 <i>Alpha</i>	III-2
3.4 Kuadran	III-3
3.5 <i>Power CPICH</i>	III-4
3.6 <i>Power Transmitter</i>	III-4
3.7 <i>EIRP</i>	III-6
3.8 <i>Free space loss</i>	III-6
3.9 <i>EIRP Pilot</i>	IV-3
3.10 <i>EIRP Total</i>	IV-4
3.11 <i>RSCP</i>	IV-7
3.12 <i>Ec/Io</i>	IV-9

DAFTAR SINGKATAN

3GPP	= <i>3G-Partnership Project</i>
AGCH	= <i>Acces Grant Channel</i>
AMPS	= <i>Advance Mobile Phone System</i>
BCH	= <i>Broadcast Channel</i>
BS	= <i>Base Station</i>
CN	= <i>Core Network</i>
CPICH	= <i>Common Pilot Channel</i>
DCCH	= <i>Dedicated Control Channel</i>
DS-SS	= <i>direct sequence-spread spectrum</i>
HLR	= <i>Home Location Register</i>
ITU	= <i>Internasional Telecommunications Union</i>
Mcps	= <i>Micro chip per second</i>
MSC	= <i>Mobile Switching Center</i>
MSC	= <i>Mobile Switching Center</i>
NMT	= <i>Nordic Mobile Telephone</i>
OVSF	= <i>Orthogonal Variable Spreading Factor</i>
PCH	= <i>Paging channel</i>
PICH	= <i>Pilot Channel</i>
QoS	= <i>Quality of Service</i>
QPSK	= <i>Quadrature Phase Shift Keying</i>

RAB	= <i>Radio Access Bearer</i>
RACH	= <i>Random Acces Channel</i>
RF	= <i>Radio Frequency</i>
RNC	= <i>Radio Network Controller</i>
RRC	= <i>Radio Resource Control</i>
RRM	= <i>Radio Resouce Management</i>
RSCP	= <i>Received Signal Code Power</i>
SCH	= <i>Synchronization Channel</i>
SGSN	= <i>Serving GPRS Support Node</i>
TACS	= <i>Total Acces Communication service</i>
TCH	= <i>Traffic Channel</i>
UE	= <i>User Equipment</i>
UMTS	= <i>Universal Mobile Telecommunication Service</i>
USIM	= <i>UMTS Subscriber Identity Module</i>
UTRAN	= <i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>
VLR	= <i>Visitor Location Register</i>
WCDMA	= <i>Wide Code Division Multiple Acces</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A.1 Daftar Parameter NodeB	A-1
A.2 Pola Radiasi Antena	A-2
A.3 <i>Neighbour List</i> RSCP dan Ec/Io	A-3
A.4 <i>Script</i> fungsi Pilot <i>Neighbour</i> Ec/Io	A-3
A.5 <i>Script</i> fungsi Pilot <i>Neighbour</i> RSCP	A-3

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Realisasi praktis dari *soft handoff* pada jaringan seluler adalah menambahkan daftar sel target yang potensial, yang dapat digunakan untuk pengalihan panggilan dari sel target. Sel target yang potensial disebut *neighbor* dan daftarnya disebut *neighbor list*. Selama terjadinya panggilan, satu atau lebih parameter sinyal pada kanal sumber dimonitori dan dinilai untuk diputuskan kapan *handoff* dibutuhkan. *Handoff* bisa saja oleh *User Equipment* (UE) atau node-B dari sel sumber tersebut dan pada beberapa sistem node-B terhadap *neighbouring cell*. UE dan node-B dari *neighbouring cell* saling memonitor sinyal satu sama lain dan calon target terbaik dipilih diantara sel dalam *neighbouring cell*. Calon target juga bisa dipilih dari sel yang tidak berada didalam *neighbouring list*.

Tidak tercantumnya node-B tujuan pada *neighbour list* node-B semula, maka kedua node-B tidak saling mengenal, akibatnya *handover* tidak dapat dilaksanakan dan terjadi kegagalan *handover*. Kegagalan *handover* sebagai akibat dari tidak terdapatnya trafik kanal pada *neighbour cell*. Pada saat akan dilaksanakan *handover*, sel tujuan sudah penuh kapasitas kanalnya (*traffic overload*). Sehingga panggilan dipertahankan oleh node-B sampai daya sinyal mencapai level minimum dan terjadi pemutusan panggilan.

Neighbour list memiliki pengaruh yang penting pada kinerja mobilitas, dan harus mempunyai beberapa jumlah *neighbor cell* yang potensial untuk memastikan bahwa setiap ponsel dalam sel yang melayani dapat menemukan setidaknya satu target saat *handover* yang sinyalnya sendiri memburuk. Namun, karena pengukuran kapasitas *mobile* terbatas, *neighbor list* yang jauh dapat mengakibatkan keterlambatan dalam mencari target *handover* yang tepat. Sehingga menimbulkan penundaan yang dapat menyebabkan *drop call* apabila pengguna bergerak dengan kecepatan tinggi.

Neighbour cell list pada jaringan seluler memiliki pengaruh yang sangat besar dalam menyebabkan terjadinya *drop call*, secara sederhana optimasi yang sering dilakukan secara manual menggunakan *planning tools*. Unsur terpenting dari *neighbour cell list* adalah data real yang terpercaya mengenai *cell coverage*. Dalam jaringan yang nyata, cara terbaik untuk mendapatkan informasi *coverage* yang akurat adalah dengan cara melakukan pengukuran sinyal radio secara kontinyu. (Van Minh Nguyen dan Holger Claussen, 2010).

Alasan penulis melakukan penelitian ini meskipun mungkin tampak mudah untuk mengkonfigurasi suatu *neighbor list* hanya dengan melihat topologi sel dan memilih semua sel yang *overlapping* dengan sel awal yang melakukan *handover*, tetapi dalam kenyataan tidak terjadi seperti itu. Hal ini disebabkan karena dalam kenyataan bahwa *coverage* yang sebenarnya tidak diketahui, karena sebagian besar bergantung pada lingkungan yang hanya dapat dimodelkan untuk beberapa derajat dalam simulasi. Misalnya bangunan yang baru didirikan, pepohonan yang tumbuh makin tinggi perpindahan pengguna akan memiliki efek pada *coverage* dan dapat menyebabkan adanya kekosongan pada *coverage* yang tidak bisa diprediksi pada model perancangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan judul dan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu bagaimana efek metode *Received Signal Code Power* (RSCP) dan *Energy chip/Interference own* (E_c/I_o) dalam menentukan *neighbour list* untuk masing-masing *coverage cell*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian tugas akhir ini hanya dibatasi sebagai berikut :

- a. Model daya pancar dengan *half beamwidth* 60 derajat untuk horizontal dengan simetris pada 180 derajat.
- b. Jumlah sektor adalah 3 per *site* dengan konfigurasi *azimuth* 0, 120 dan 240 derajat.
- c. Pilot CPICH dipancarkan dengan daya 2 watt (33 dBm) pada total pancar 20 watt (10%)
- d. Model propagasi *loss* yang digunakan adalah *free space loss* dengan asumsi tanah yang datar.
- e. Analisa hanya pada proses pengukuran sinyal oleh UE (*downlink*)

1.3.1 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mencari *Received Signal Code Power* (RSCP) dan *Energy chip/Interference output* (E_c/I_o) terbaik dan terburuk.

2. Menghitung sektor yang sering muncul pada tiap *Node-B* selain sektor asal untuk menentukan *neighbour list*.

1.4 Manfaat penelitian

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk memberikan gambaran kepada pekerja RF optimasi.
2. Memberikan gambaran permasalahan perancangan *neighbor* yang tidak optimal dalam jaringan WCDMA.
3. Memberikan strategi dalam *setting azimuth*.
4. Memberikan landasan penelitian dalam optimasi WCDMA.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara umum dan singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang konsep dasar WCDMA, antenna, *Linkbudget*, *Free space Loss*

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode penelitian, pemodelan grid, titik referensi, sistem node-b, penerimaan sinyal, resolusi penghitungan, *soft handover*.

BAB IV HASIL PENGHITUNGAN

Bab ini berisi hasil analisa dan hasil perhitungan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pada bab-bab sebelumnya dan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dunia telekomunikasi sekarang ini dibangun berdasarkan standard teknis dan definisi dari dunia telekomunikasi yang dikembangkan dan ditetapkan menjadi pedoman agar tiap bagian peralatan tersambung dengan baik antara satu dengan yang lainnya. Dengan kata lain, agar tiap peralatan dan subsistem dapat bekerja sama timbal balik dengan baik, yang disebut sebagai *interoperability*.

Pada awal tahun 2006 merupakan sebuah babak baru dalam dunia telekomunikasi Indonesia dimulai dengan adanya layanan telepon bergerak seluler generasi ketiga (3G) secara komersial. Teknologi komunikasi itu sendiri memiliki perkembangan yang signifikan. Pada awal generasi pertama (1G) ditandai dengan penggunaan *nirkabel*. Aplikasi yang digunakan pada *platform* 1G adalah baru berupa suara sebagaimana telepon umumnya. Pada awal tahun 1980-an 1G merupakan layanan *mobile phone* komersial pertama didunia, yang memakai teknologi seperti *Advance Mobile Phone System* (AMPS) di Amerika Serikat, *Total Acces Communication service* (TACS) di Inggris atau *Nordic Mobile Telephone* (NMT) di negara Skandinavia.

Generasi kedua (2G) hadir untuk mengatasi berbagai kelemahan mendasar pada teknologi generasi pertama (1G). Dimana pada generasi pertama memiliki kapasitas *user* yang terbatas, tidak memiliki perlindungan terhadap penyadapan sinyal percakapan sehingga memungkinkan pihak lain dapat mendengarkan percakapan, dan memiliki keterbatasan dalam layanan-layanan yang beragam. Teknologi generasi kedua (2G) dirancang untuk memperbaiki berbagai semua masalah diatas, dan ternyata sangat sukses dalam aplikasinya.

Generasi ketiga (3G) menawarkan peningkatan aplikasi yang ada sekarang ini. Transfer data yang dapat dilayani pada jaringan 3G mencapai kecepatan 2 Mbps sehingga jaringan dapat digunakan untuk *streaming* secara *realtime* nyaris tanpa jeda. Aplikasi dengan kecepatan demikian mampu memberikan layanan *streaming* TV, layanan internet secara *wireless*, video interaktif dengan kualitas suara sangat baik, hingga teknologi kamera video yang diintegrasikan dalam telepon seluler.

ITU sebagai lembaga standardisasi bidang telekomunikasi didunia, menetapkan sebuah sistem IMT-2000 dalam mengelola layanan komunikasi generasi

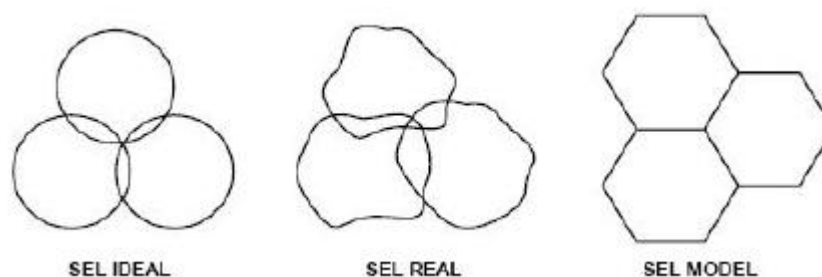
ketiga (3G). IMT-2000 mngembangkan layanan – layanan yang dapat diakses melalui sistem 3G, yaitu :

1. Suara, merupakan layanan standard dengan kualitas yang lebih baik dari jaringan telepon biasa.
2. Pesan, tidak seperti pada sistem 2G dimana layanan pesan hanya berupa teks, akan tetapi pada sistem 3G telah menyertakan *attachment e-mail*.
3. *Switched Data*, layanan ini meliputi fax dan akses *dial-up* ke jaringan Intranet atau Internet.
4. *Medium Multimedia*, layanan ini populer di teknologi 3G dengan kecepatan *downstream* yang sangat ideal untuk *web surfing*.
5. *High Multimedia*, layanan ini digunakan untuk akses *high-speed* internet dengan kualitas *multimedia yang sangat baik*.
6. *Interaktif High Multimedia*, layanan ini menghasilkan kualitas multimedia yang sangat baik sehingga mampu melakukan *video conferencing* atau *videophone*.

2.2 Konsep Seluler

Sel merupakan daerah layanan terkecil dalam sistem selular. Setiap sel dilayani oleh sebuah BS (*Base Station*) yang mempunyai seperangkat peralatan pemancar dan penerima dengan beberapa kanal frekuensi untuk berkomunikasi dengan pelanggan, maka sel didefinisikan sebagai luas cakupan dari sebuah *NodeB* untuk suatu daerah tertentu.

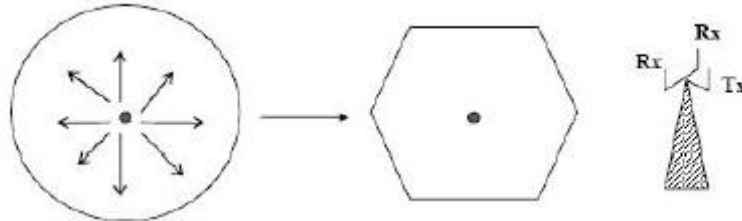
Idealnya sel mempunyai bentuk lingkaran untuk daerah cakupannya dan BS terletak pada pusat lingkaran tersebut. Dalam prakteknya untuk mendapatkan bentuk lingkaran sangat sulit dilakukan. Hal ini disebabkan oleh adanya faktor geografi daerah cakupan yang tidak teratur dan juga jenis antena yang digunakan ikut mempengaruhi bentuk cakupan sel, serta ada kalanya daerah cakupan yang diinginkan tidak berbentuk lingkaran, sehingga bentuk cakupan sel sebenarnya didekatkan dengan bentuk sel heksagonal atau segi enam beraturan. (Andhika, 2011)



Gambar 2.1 Bentuk Sel (Andhika, 2011)

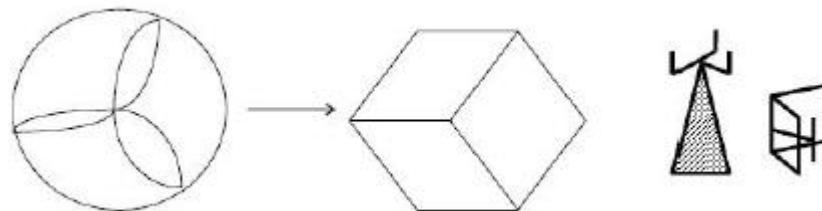
Macam- macam konfigurasi sel antara lain :

1. *Omnidirectional*



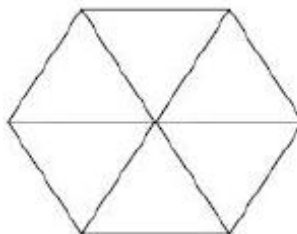
Gambar 2.2 Konfigurasi Pola *Omnidirectional* (Andhika, 2011)

2. Sektoral 120°



Gambar 2.3 Konfigurasi Pola Sektoral 120°

3. Sektoral 60°



Gambar 2.4 Konfigurasi Pola Sektoral 60°

Pada kondisi awal pengaturan sebuah sel, biasanya digunakan pola *omnidirectional*. Kegunaan dari pola sektoral adalah menambah kapasitas dan mengurangi interferensi. (Andhika, 2011)

2.3 Karakteristik WCDMA

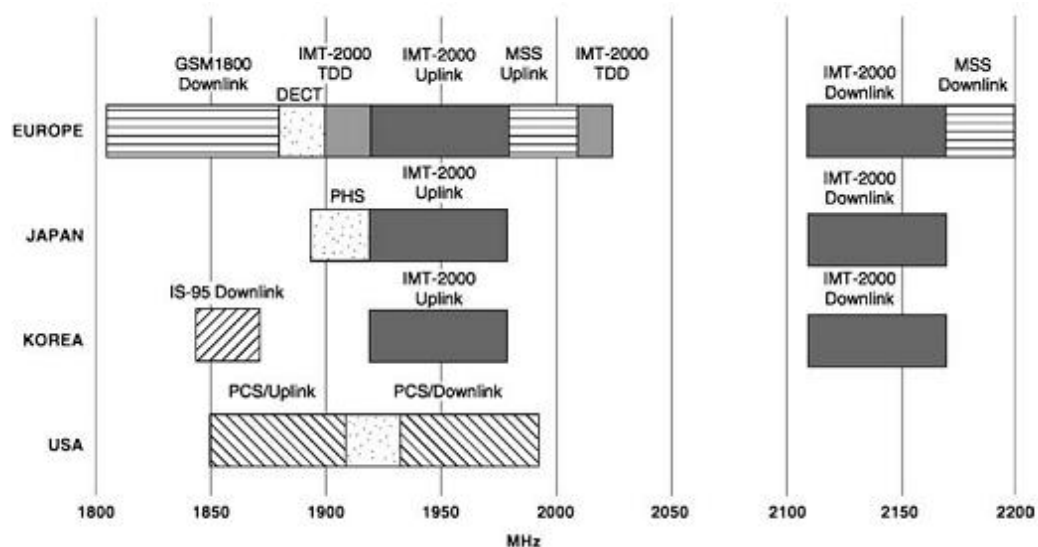
Sistem *Wide Code Division Multiple Acces* (WCDMA) adalah teknologi multiple akses dengan menggunakan teknik *direct sequence-spread spectrum* (DS-SS). Teknologi ini berbeda dengan akses radio konvensional yang menggunakan teknik pembagian *bandwidth* frekuensi yang tersedia di kanal sempit ke dalam *time slot* tertentu. Teknologi WCDMA dalam mengakses data dilakukan secara terus menerus selebar *bandwidth*

tertentu (5-15 MHz). Untuk masing-masing *User Equipment* (UE) yang memakai *service* seperti telepon, *facsimile data* atau multimedia maka digunakan kode-kode tertentu yang saling berkorelasi untuk masing-masing servis dan dipenerima akan digunakan kode-kode yang sama yang saling berkorelasi sama seperti sebelumnya. Selanjutnya pembahasan teknik WCDMA akan dilihat dari karakteristiknya, mulai dari alokasi frekuensi, pengkodean, *scrambling* dan *spreading* serta jenis modulasi yang dipakai.

2.4 Alokasi Frekuensi

WCDMA dan CDMA2000 telah dirancang sebagai standar 3G oleh ITU (*Internasional Telecommunications Union*). WCDMA diatur dengan standart yang disebut dengan 3GPP (*3G-Partnership Project*) sedangkan CDMA2000 diatur oleh standart 3GPP2 (*3G-Partnership Project 2*).

Dalam 3GPP, WCDMA mengalokasikan frekuensi dengan susunan seperti gambar 2.4. Frekuensi *uplink* dari UE ke Node-B 1920 MHz - 1980 MHz sedangkan untuk *downlink* dari Node-B ke UE 2110 MHz – 2170 MHz. dengan *bandwidth* sebesar 5 MHz dan *chip rate* sebesar 3,84 Mcps



Gambar 2.5 Alokasi frekuensi 2 GHz pada beberapa negara (Harri holma dan Anti Toskala,2004).

Akibatnya Indonesia mengakomodasikan dua jalur dalam akses teknologi 3G, maka dari gambar terlihat adanya interferensi antara *uplink* WCDMA dengan *downlink* CDMA 2000. Maka diperlukan *guardband* minimal 5 MHz antara *uplink* CDMA dan *downlink* CDMA 2000.

2.5 *Channelization Code*

Spreading Code biasa juga disebut kode kanalisasi pada WCDMA. Sesuai standar 3GPP untuk UMTS digunakan kode *Orthogonal Variable Spreading Factor* (OVSF). Kode OVSF mengizinkan SF yang berbeda untuk kode kanalisasi yang berbeda. *Spreading Factor* adalah perbandingan antara *bandwidth* sinyal setelah dan sebelum *spreading*. Kode OVSF mempunyai karakteristik unik yaitu adanya orthogonalitas di antara kode, artinya suatu kode tidak akan menginterferensi kode lainnya selama keduanya tersinkronisasi. Oleh karena itu, kode OVSF biasanya digunakan untuk sistem yang transmisinya sinkron (*downlink*). *Spreading Factor* mulai dari 1 sampai 256 untuk *chip rate* 3.840 Mcps. Pada arah *downlink* jumlah maksimum dari OVSF kode penebar adalah 512.

Semua *user* pada sebuah sektor harus berbagi kode *channelization* yang tersedia pada *code tree OVSF*, yang merupakan *resource* yang sangat terbatas. Batasan dari jumlah kode *downlink* ditunjukkan dengan layanan *bit rate* yang tinggi akan dialokasikan SF yang rendah. Sebagaimana utilisasi dari sebuah kode menyebabkan tidak tersedianya *sub tree* dari SF yang tinggi. Selain itu juga, *user* pada kondisi *soft handover* menggunakan kode lebih banyak (satu kode untuk setiap layanan). Terkadang penggunaan dari satu kode *channelization* per *user* berdampak terhadap orthogonalitas dari penyediaan layanan yang berbeda pada sebuah sektor.

Pada kenyataannya, lingkungan yang berbeda dapat mengganggu orthogonalitas, hal ini yang menyebabkan bahwa sistem lebih tergantung terhadap interferensi yang terjadi. Kode OVSF yang sangat terbatas digunakan kembali pada sel lain tetapi dengan *Scrambling Code* yang berbeda. Tiap *stage* dari struktur kode OVSF mempunyai SF yang berbeda. Hal ini tidak dapat menaikkan kapasitas hingga 100% untuk setiap kode yang digunakan karena *Scrambling Code* memiliki sifat tidak orthogonal.

2.6 *Pilot Pollution*

Pilot Pollution merupakan kondisi dimana jumlah dari *active set* yang menangani suatu UE lebih dari 3 dan keseluruhan *active set* tersebut berada pada *range* 5 dB atau sekitar 3 dB dari *active set* yang terbesar. *Active set* yang melebihi batasan *Max Active Set* (3 *active set*) dapat mengganggu kualitas dari suatu sinyal dan bertindak sebagai penginterferen. Dalam hal ini, penginterferen dapat menurunkan performansi dari suatu sistem.

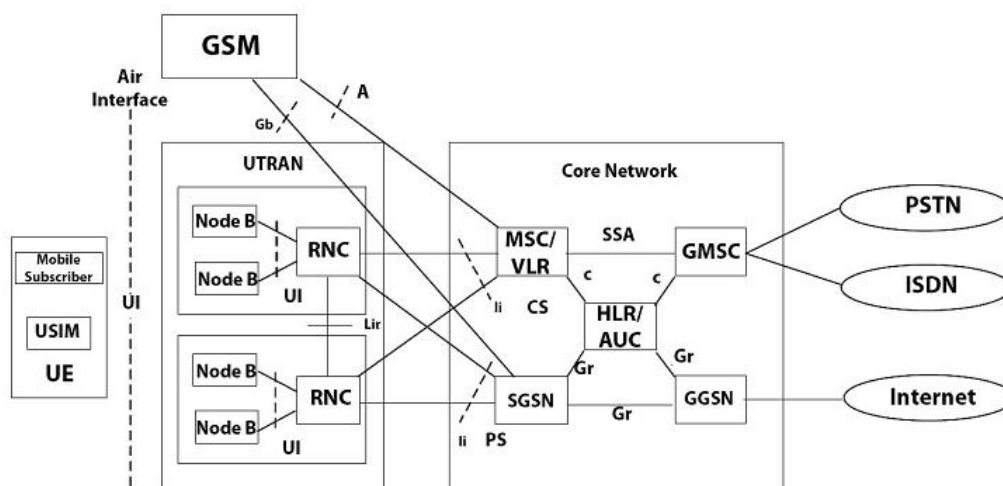
2.7 Pilot Set

Kanal pilot menjadi acuan dalam penentuan *hand-off*. Pilot diidentifikasi oleh MS dan dikategorikan menjadi :

1. **Active Set**, adalah pilot yang dikirimkan oleh Node-B dimana UE tersebut aktif. Banyaknya pilot yang termasuk pada kategori ini tergantung pada banyaknya komponen *rake receiver*.
2. **Candidate Set**, terdiri dari pilot yang tidak termasuk dalam *active set*. Pilot ini harus diterima dengan baik untuk mengidentifikasi bahwa kanal *traffik forward link* dapat didemodulasi dengan baik.
3. **Neighbour Set**, terdiri dari pilot yang tidak termasuk pada dua kelompok sebelumnya, dan dipergunakan untuk proses *handover*.
4. **Remaining Set**, terdiri dari keseluruhan pilot dalam sistem kecuali yang terdapat pada *active set*, *candidate set*, dan *neighbour set*.

2.8 Arsitektur Sistem WCDMA

Universal Mobile Telecommunication Service (UMTS) merupakan suatu evolusi dari GSM adalah teknologi telekomunikasi wireless generasi ketiga (3G) dimana *interface* radionya adalah WCDMA, mempunyai kemampuan untuk melayani transmisi data dengan kecepatan yang lebih tinggi, kecepatan data yang berbeda untuk aplikasi-aplikasi dengan *Quality of Service* (QoS) yang berbeda. Arsitektur jaringan UMTS terlihat pada gambar 2.6 dibawah ini:



Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan 3G WCDMA(sumber: Tarigan.2007)

Dari gambar diatas terlihat bahwa arsitektur jaringan WCDMA terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu sebagai berikut :

2.8.1 User Equipment (UE)

User Equipment adalah perangkat yang digunakan oleh *user* untuk memperoleh layanan komunikasi seluler. Di dalam UE dilengkapi dengan kartu yang disebut dengan *UMTS Subscriber Identity Module* (USIM) yang berisi nomor identitas pelanggan algoritma *security* untuk keamanan. Selain terdapat USIM, UE dilengkapi dengan *Mobile Equipment* yang berfungsi sebagai terminal radio.

2.8.2 Core Network (CN)

Core Network berfungsi sebagai *switching* pada jaringan UMTS, memajemen jaringan serta sebagai *interface* antara jaringan UMTS dengan jaringan yang lainnya. Komponen *Core Network* UMTS terdiri dari :

1. *Mobile Switching Center* (MSC)

MSC didesain sebagai *switching* untuk layanan berbasis *circuit switch* seperti *video, video call*.

2. *Visitor Location Register* (VLR)

VLR merupakan *database* yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan terutama mengenai lokasi dari pelanggan pada cakupan area jaringan.

3. *Home Location Register* (HLR)

HLR merupakan *database* yang berisi data-data pelanggan yang tetap. Data-data tersebut antara lain berisi layanan pelanggan, *service* tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (*Update Location*).

4. *Serving GPRS Support Node* (SGSN)

SGSN merupakan gerbang penghubung jaringan BSS/BTS ke jaringan GPRS. Fungsi SGSN adalah sebagai berikut :

- a. Mengantarkan paket data ke MS.
- b. *Update* pelanggan ke HLR.
- c. Registrasi pelanggan baru.
- d. GGSN (*Gateway GPRS Support Node*)

2.8.3 *Handover* WCDMA

Handoff (HO) adalah pengalihan panggilan dari satu sel ke sel lain ketika sebuah telepon seluler bergerak melewati wilayah cakupan layanan lintas sel. Peristiwa ini juga dikenal dengan istilah “*Handover*”(HO). Yang pertama berlaku bagi sel yang ditinggalkan, karena ia melepaskan ; sedangkan yang terakhir berlaku bagi sel yang didatangi, karena ia menerima. Dalam prakteknya, pelaksanaan *handoff* bukan hanya antar sel, melainkan juga antar MTSC ataupun antar sektor. Selain itu, juga ada *handoff* antar operator telekomunikasi seluler bergerak.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa pengalihan panggilan pada pengguna komunikasi seluler bergerak terjadi ketika perlintasan melalui dua wilayah sel yang berbeda selama komunikasi berlangsung. Namun tidak berarti bahwa hal itu merupakan dampak pemilihan wilayah, tata ruang ataupun faktor geografis lainnya. Akan tetapi, sebuah konsekuensi dari rancang bangun sistem teknologi komunikasi bergerak seluler dengan dukungan aplikasi perangkat lunak terkait, khususnya standarisasi pengolahan sinyal layanan komunikasi.

Dalam perancangan wilayah layanan komunikasi, setiap sel yang ditetapkan dilengkapi dengan RBS (*Radio Base Station*) atau BS yang ditempatkan pada pusat kedudukan sel (*Cell Site*). Dalam hal ini, radius sel dan kekuatan sinyal komunikasi untuk melayani setiap pengguna yang berada di dalam cakupannya sudah ditentukan. Tentu saja, kekuatan sinyal komunikasi yang diterima oleh pengguna bergerak dari BTS berbanding terbalik dengan jarak antara keduanya. Akibatnya, bagi pengguna bergerak yang sedang melintasi dua wilayah sel yang berbeda akan menerima sinyal komunikasi yang makin lemah dari sel asal, tetapi akan menerima sinyal komunikasi yang makin kuat dari Node-B sel tujuan (manakala orientasi pergerakannya menuju ke pusat sel).

Di sekitar perbatasan antara dua sel, pengguna bergerak akan menerima sinyal komunikasi yang sangat lemah relatif jika dibandingkan dengan kondisi sinyal komunikasi pada bagian lain dalam masing-masing sel yang bersangkutan. Dalam kondisi yang demikian, pengalihan (pelepasan dan penerimaan) panggilan *handoff* / *handover* – merupakan solusi bagi pengguna bergerak seluler.

Ketika kekuatan sinyal komunikasi pengguna bergerak melemah hingga lebih rendah dari kekuatan sinyal yang sudah ditentukan untuk komunikasi, maka sel melalui Node-B menyampaikan peringatan kepada MTSO (*Mobile Telephone Switch Operator*).

Setelah itu, MTSO mengirimkan sinyal informasi deteksi (*alert*) ke seluruh sel yang berbatasan dengan sel pertama (yang sedang melayani pengguna bergerak). Lalu, semua sel tetangga tersebut mengukur kekuatan sinyal yang dikirim oleh pengguna bergerak dan kemudian melaporkannya ke MTSO – yang kemudian memilih sel yang menerima sinyal paling kuat. Setelah itu, segera MTSO menghubungkan sel yang lemah (yang melayani pengguna bergerak) ke sel yang paling kuat tanpa memutuskan panggilan / komunikasi. Seluruh proses ini berlangsung dalam waktu yang sangat singkat, tidak sampai satu detik, sehingga biasanya tidak disadari oleh pengguna komunikasi bergerak tadi. Peristiwa *handoff* bisa terjadi beberapa kali selama berlangsungnya suatu percakapan yang dilakukan oleh pengguna bergerak yang sedang melintasi perbatasan sel.

Dengan adanya *rake receiver* pada kedua UE dan RBS mengizinkan UE di sambungkan dengan lebih dari satu sektor pada *dedicated channel*. Kondisi ini disebut *Soft Handover* atau *Softer Handover* jika UE dihubungkan dengan sektor yang berbeda pada *site* yang sama. Untuk kondisi *handover* dalam WCDMA dengan frekuensi yang lain atau dengan sistem yang lain (GSM) maka prosedur *Hard Handover* dilakukan.

2.9.1 Jenis Handover Pada Sistem WCDMA

Ada beberapa jenis handover dalam jaringan WCDMA. Untuk skenario dari tipe-tipe handover dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Intra system Handover

Intra system handover terjadi dalam satu sistem. Yang selanjutnya dapat dibagi menjadi *intra frequency* HO dan *inter frequency* HO. *Intra frequency* terjadi di antara sel - sel yang memiliki *carrier* WCDMA yang sama, sementara *inter frequency* terjadi di antara sel-sel yang menggunakan *carrier* WCDMA yang berbeda.

2. Inter system Handover (ISHO)

Inter system HO terjadi di antara sel - sel yang memiliki dua teknologi akses radio, *Radio Access Technology* (RAT) yang berbeda atau mode akses *Radio Access Mode* (RAM) yang berbeda. Kasus yang paling sering untuk *handover* jenis ini diperkirakan terjadi antara sistem WCDMA dan GSM / EDGE.

3. Hard Handover (HHO)

Hard Handover adalah kelompok dari prosedur HO dimana semua hubungan yang lama dilepaskan sebelum hubungan radio yang baru dibentuk. Bagi pembawa (*bearer*) *realtime* hal ini berarti pemutusan hubungan yang singkat dari *bearer*, bagi *bearer* non

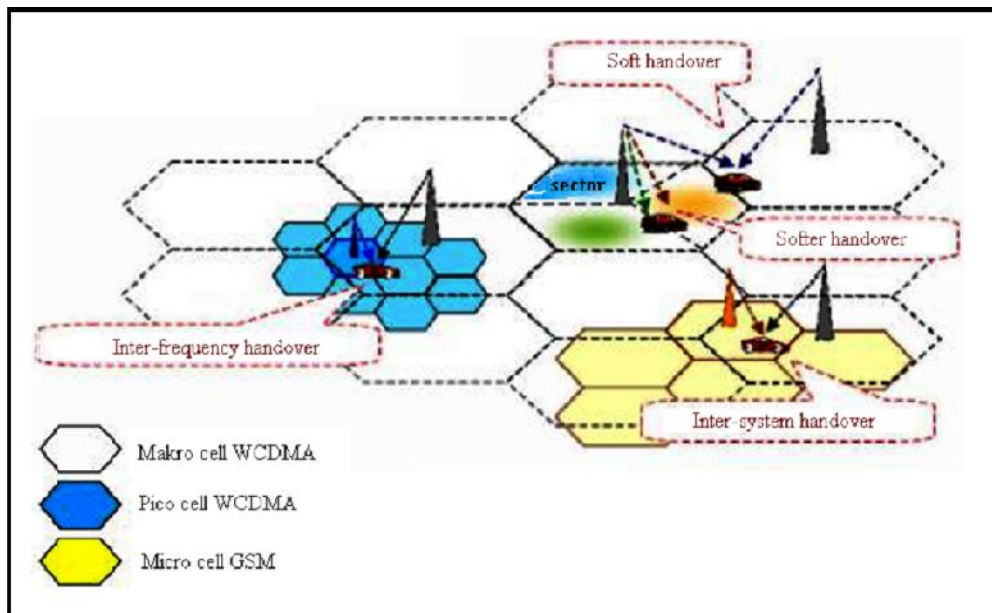
realtime HHO berarti *loss less*. *Hard handover* dapat menjadi intra atau *inter frequency handover*.

4. Soft Handover (SHO)

Selama proses *soft handover*, MS terus menerus berkomunikasi dengan dua sel atau lebih secara bersamaan yang memiliki BS yang berbeda dari RNC yang sama (*intra RNC*) atau RNC yang berbeda (*inter RNC*). Semua hubungan yang lama tidak akan dilepaskan sebelum hubungan radio yang baru terbentuk (*make before break*).

5. Softer Handover

Pada kejadian *softer handover*, MS dikendalikan oleh paling tidak dua sektor pada satu BS, SHO dan *softer HO* hanya mungkin terjadi dalam satu frekuensi *carrier* dan oleh karena itu, termasuk proses *handover intra frequency*. Jenis-jenis dari *handover* tersebut juga dapat diilustrasikan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.7 Tipe tipe handover (Sumber : Lea Beny Saputra,2008)

2.9.2 Penyebab Terjadinya Handover

Penyebab *handover* dapat disebabkan berdasarkan hal-hal sebagai berikut :

1. Penurunan kualitas kanal radio (*quality of service*).
2. Meminimalisir interferensi radio.
3. Beban trafik (*traffic overload*).
4. Level penerimaan yang semakin lemah.
5. Jarak antara UE dan Node-B.

6. *Power Budget (better cell).*

2.9.3 Penentuan *Handover*

Penentuan *Handover* dapat dilakukan melalui tiga cara yang berbeda yaitu melalui MS (*mobile initiated*), melalui jaringan (*network initiated*), dan MS sekaligus jaringan (*mobile assisted*).

1. *Network Initiated*

BS melakukan pengukuran dan melaporkan hasil pengukuran tersebut kepada RNC dan akan diputuskan apakah akan dilakukan *handover* atau tidak.

2. *Mobile Assisted*

Dalam hal ini jaringan dan MS sama-sama melakukan pengukuran. MS melaporkan hasil pengukuran dari BS yang terdekat dan jaringan melakukan keputusan apakah akan melakukan *handover* atau tidak.

3. Tahap Prosedur *Handover*

Tahap-tahap dari proses *handover* dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

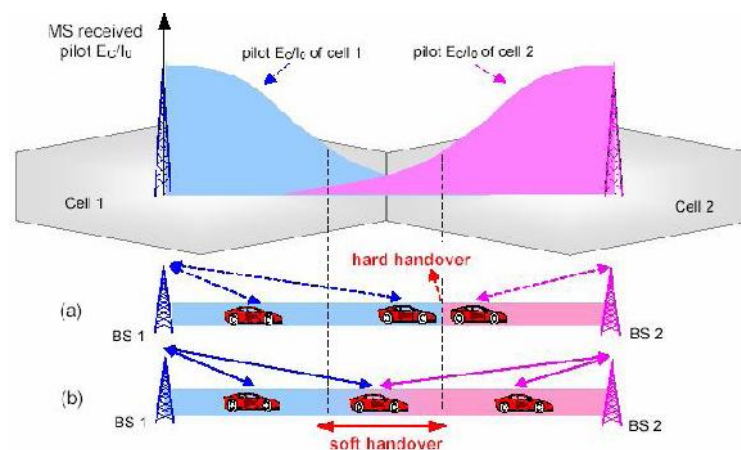
1. Tahap Pengukuran dilakukan pengukuran informasi penting yang dibutuhkan untuk tahap *decision*. Pengukuran arah DL yang dilakukan oleh MS adalah sebesar E_c/I_o dari CPICH sel yang sedang melayani dan sel - sel *neighbour*.
2. Tahap Keputusan (*Decision*); hasil pengukuran di bandingkan dengan *threshold* yang telah ditetapkan sebelumnya. Kemudian akan diputuskan apakah akan dilakukan *handover* atau tidak. Algoritma *handover* yang berbeda akan memiliki kondisi *trigger* yang berbeda pula.
3. Tahap Eksekusi (*Execution*); proses *handover* selesai dan parameter *relative* diubah berdasarkan jenis *handover*-nya. Sebagai contoh hubungan dengan Node-B apakah ditambah atau diputuskan (Lea Beny Saputra,2008)

2.9.4 Perbandingan *Handover*

Kelebihan *hard handover*, paling cocok dipakai dalam sistem yang menggunakan hanya satu panggilan per kanal frekuensi. Konsekuensinya, sebagai penyesuaian terhadap mekanisme *handover* ini, maka perangkat keras telepon yang dibutuhkan tidak perlu memiliki kemampuan untuk menerima dua atau lebih sinyal secara paralel, sehingga

desainnya lebih sederhana dan sekaligus lebih murah. Kekurangannya, jika *handover* gagal, maka panggilan (komunikasi) akan terputus sementara atau bahkan berakhir secara tidak normal. Oleh karena itu, teknologi yang memanfaatkan *hard handover* biasanya memiliki prosedur yang dapat membangun kembali (*re-establish*) koneksi ke sel asal jika koneksi ke sel tujuan tidak berhasil. Sekalipun demikian, upaya membangun kembali koneksi tidak selalu bisa dilakukan, karena panggilan bisa berakhir. Bahkan, walaupun bisa, sangat mungkin mengakibatkan keterputusan panggilan komunikasi sementara.

Kelebihan *soft handover* adalah bahwa hubungan ke sel asal hanya akan diputuskan manakala hubungan yang handal ke sel tujuan sudah terbangun. Oleh karena itu, kemungkinan terjadinya penghentian secara tidak normal atau kegagalan *handover* lebih kecil. Namun demikian, kelebihan utama yang sesungguhnya adalah karena pemeliharaan kualitas dan kestabilan kanal frekuensi yang dipakai pada semua sel dilakukan serentak, sehingga panggilan (komunikasi) hanya akan gagal apabila seluruh kanal frekuensi mengalami interferensi atau gangguan (*fading*) yang serius pada saat yang sama.



Gambar 2. 8 Perbandingan Antara *Hard Handover* dan *Soft Handover* (Sumber : Abdul Hafid Paronda, 2009)

Selain itu, gangguan dan interferensi dalam kanal yang berbeda tidak terkait satu dengan yang lain sehingga peluang berpindahnya gangguan dan interferensi yang dialami oleh kanal tertentu ke kanal yang berbeda sangat kecil. Oleh karena itu, keandalan hubungan menjadi lebih tinggi kualitasnya apabila sebuah panggilan menggunakan mekanisme *soft handover*. Dalam jaringan seluler, sebagian besar *handover* terjadi pada tempat yang kualitas layanannya buruk (*poor coverage*) di mana panggilan seringkali menjadi tidak handal karena kanal frekuensinya mengalami gangguan dan interferensi. Dalam kondisi yang demikian, *soft handover* memperbaiki keandalan panggilan sehingga gangguan dan interferensi pada sebuah kanal tidak kritis.

Namun, konsekuensi dari kelebihan ini menjadikan komponen perangkat keras lebih kompleks dalam telepon termasuk harganya pun lebih mahal, karena harus memiliki kemampuan mengolah beberapa kanal frekuensi secara paralel. Nilai lain yang harus dibayar untuk *soft handover* adalah penggunaan beberapa kanal frekuensi dalam jaringan hanya untuk sebuah panggilan. Hal ini akan mengurangi jumlah kanal frekuensi bebas yang tersisa dan praktis mengurangi kapasitas jaringan. Dengan mengatur durasi *soft handover* dan ukuran wilayah di mana *handover* itu terjadi, perancang jaringan dapat menyeimbangkan antara manfaat keandalan panggilan ekstra dengan nilai pengurangan kapasitas (Abdul Hafid Paronda, 2009).

2.9.5 Penerapan *Handover*

Secara teoritis *soft handover* memungkinkan diterapkan dalam teknologi analog maupun digital. Hanya saja, pada teknologi analog dibutuhkan biaya yang tinggi, sehingga tak satupun di antara teknologi analog.

Dalam sistem analog parameter yang digunakan sebagai kriteria untuk dilakukan *hard handover* adalah daya sinyal yang diterima dan nilai S/N (*Signal-to-Noise ratio*). Dalam sistem 2G digital non CDMA kriteria untuk dilakukannya *hard handover* bisa mengacu pada estimasi daya sinyal yang diterima, *Bit Error Rate* (BER) dan *Block error / Eraser Rate* (BLER), kualitas percakapan yang diterima (RxQual), jarak antara UE dan Node-B (diestimasi dari delay propagasi sinyal radio), dll. Dalam system CDMA, 2G dan 3G, kriteria yang paling umum digunakan untuk melakukan *handover* adalah E_c/I_o yang diukur dalam pilot channel (CPICH) dan / atau RSCP.

Dalam sistem CDMA ketika UE dalam *soft* atau *softer handover* dihubungkan dengan beberapa sel secara bersamaan, prosesnya diterima dalam sinyal paralel dengan menggunakan sebuah *rake receiver*. Setiap sinyal diproses oleh sebuah modul yang disebut *rake finger*. Sebagaimana biasa, rancang bangun *rake receiver* dalam UE memiliki tiga atau lebih *rake finger* yang akan digunakan dalam keadaan *soft handover* untuk memproses sinyal dari sejumlah sel, dan satu *finger* tambahan yang akan digunakan untuk mencari dan mendeteksi sinyal yang berasal dari sel-sel lain. Himpunan sel yang sinyalnya digunakan selama penerapan suatu *soft handover* dijadikan acuan sebagai “*active set*”. Jika *finger* pencari sinyal tadi menemukan suatu sinyal yang cukup kuat dari suatu sel baru (E_c/I_o atau RSCP nya tinggi), maka sel ini ditambahkan dalam “*active set*”. Sel – sel yang termasuk dalam “*neighbouring set*” (sel tetangga) dicek lebih sering daripada sel yang

istirahat (yang tidak masuk dalam *neighbouring list / set*) - karena penerapan *handover* lebih diutamakan dengan sel – sel tersebut. Sekalipun demikian, penerapan *handover* dengan sel yang lain di luar himpunan sel – sel tadi bisa saja dilakukan.

2.9.6 Tujuan Handover

Berdasarkan tujuannya, ada tiga jenis *handover*, yaitu:

1. *Resque Handover* : dilakukan untuk menyelamatkan kesinambungan komunikasi. Dasar pertimbangannya adalah kekuatan sinyal transmisi antara MS – BTS, *level signal* dan *delay* propagasi.
2. *Confinement handover* : dilakukan untuk memperkecil peluang terjadinya interferensi (UE selalu mencari sel dengan sinyal yang terkuat). Acuanya adalah kualitas transmisi *uplink* dan *downlink* antara UE dan Node-B.
3. *Traffic handover* : dilakukan untuk mengamankan beban sel agar tidak bertahan dalam kondisi kelebihan beban (*overload*). Dengan *handover*, bebannya akan berkurang, karena pada saat layanan komunikasi diambil alih oleh sel lain secara praktis sel yang pertama mengalami pengurangan beban trafik percakapan, khususnya panggilan terakhir (mengalami *unload* atas sel tersebut). Ini bisa terjadi pada lokasi tertentu yang dipadati oleh pengguna komunikasi bergerak seluler. Acuanya adalah kemampuan MTSO dan BSC untuk mengetahui beban trafik BTS. MTSO kemudian menetapkan sejumlah MS untuk segera melakukan *handover* agar tidak terjadi pembebanan trafik yang berlebih (*overload traffic*).

2.10 WCDMA Link Budget

Link budget merupakan perhitungan sejumlah daya yang didapat oleh penerima berdasarkan daya output pemancar dengan mempertimbangkan semua *gain* dan *losses* sepanjang jalur transmisi radio dari pemancar ke penerima. *Link Budget* radio bertujuan untuk menghitung area cakupan sel. Dimana salah satu parameter yang diperlukan adalah propagasi radio yang memperkirakan rugi-rugi propagasi antara pemancar dan penerima. Parameter lain yang diperlukan adalah daya pancar, *gain antenna*, rugi-rugi kabel, sensitivitas penerima dan *lain-lain*.

voice 12.2 Kbps

<i>Transmitter Mobile</i>

<i>Max mobile transmission power (W)</i>	0.125	
<i>As above in dbm</i>	21.0	A
<i>Mobile antenna gain (dbi)</i>	0	B
<i>Body loss db</i>	3	C
<i>Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)</i>	18.0	$d=a+b-c$
<i>Receiver (node b)</i>		
<i>Thermal noise density (dbm/Hz)</i>	-174.0	E
<i>BTS noise figure (dB)</i>	5	F
<i>Receiver noise density (dBm/Hz)</i>	-169.0	$g=e+f$
<i>Receiver noise power (dBm)</i>	-103.2	$h=g+10*\log(3840000)$
<i>Interference margin (dB)</i>	3	I
<i>Total efektif noise & interference (dBm)</i>	-100.2	$j=h+i$
<i>Process gain (dB)</i>	25.0	$k=10*\log(3840/12.2)$
<i>Required Eb/No for speech (dB)</i>	5	L
<i>Receiver sensitivity (dBm)</i>	-120.2	$m=l-k+j$
<i>Node b antenna gain (dBi)</i>	18.0	N
<i>Cable loss in node b (dB)</i>	2.0	O
<i>Fast fading margin (dB)</i>	0.0	P
<i>Max path loss</i>	150.2	$q=d-m+n-o-p$
<i>Log normal fading margin</i>	7.3	R
<i>Softhandover gain (dB)</i>	0	S
<i>In-car loss (db)</i>	8	T
<i>Allowed propagation loss for cell range (dB)</i>	134.9	$u=q-r+s-t$

Tabel 2.1. WCDMA *Link Budget* (Harri Holma,2004)

2.11 *Received Signal Code Power (RSCP)*

Parameter yang menunjukkan daya terima pengukuran dari satu kode pada pada kanal pilot yang utama atau bisa diartikan sebagai nilai yang ditunjukkan oleh RSCP adalah daya pada sinyal / pilot yang melayani MS.

Common Pilot Channel Received Signal Code Power (CPICH RSCP) CPICH RSCP adalah kuat sinyal penerimaan yang menyatakan besarnya daya pada satu kode yang diterima oleh UE yang merupakan salah satu parameter yang menentukan nilai E_c/I_o . Nilai

CPICH RSCP merupakan suatu nilai yang menunjukkan level kekuatan sinyal. Tidak ada standar yang ditetapkan untuk nilai CPICH RSCP. Setiap operator memiliki ambang yang berbeda-beda. Nilai CPICH RSCP yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.2. (R Bram Aditya)

Ranges Nilai	Kualitas Sinyal
-75 s/d 1	Sangat baik sekali
-80 s/d -75	Sangat baik
-85 s/d -80	Baik
-90 s/d -85	Cukup baik
-95 s/d -90	Sedang
-100 s/d -95	Cukup buruk
-105 s/d -100	Buruk
-110 s/d -105	Sangat buruk
-120 s/d -110	Sangat buruk sekali

Tabel 2.2 *Ranges* Nilai CPICH RSCP (dBm) [Operator X]

2.12 E_c/I_o

E_c/I_o merupakan rasio perbandingan antara energi yang dihasilkan dari setiap pilot dengan total energi yang diterima. E_c/I_o juga menunjukkan level daya minimum (*threshold*) dimana MS masih bisa melakukan suatu panggilan. Biasanya nilai E_c/I_o menentukan kapan MS harus melakukan *handoff*. Nilai E_c/I_o yang ideal adalah -13 dB hingga 0 dB. (Ali Margosim). Nilai E_c/I_o yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.3 (R Bram Aditya).

Ranges Nilai	Kualitas Sinyal
-4 s/d 1	Sangat baik
-8 s/d -4	Baik
-10 s/d -8	Cukup Baik
-12 s/d -10	Sedang

-14 s/d -12	Cukup Buruk
-16 s/d -14	Buruk
-30 s/d -16	Sangat Buruk

Tabel 2.3 *Ranges* Nilai CPICH EC/IO (dB) [Operator X]

2.12 *Neighbour list*

Neighbour list adalah daftar sektor NodeB yang menjadi tetangga dari suatu sektor NodeB tertentu dan menjadi target proses *handover*. Parameter yang berfungsi untuk mengontrol hubungan *neighbour* dan bagaimana algoritma mengevaluasi sistem *neighbor* untuk *cell lists* tergantung pada vendor. Namun dalam penelitian parameter yang digunakan adalah RSCP dan Ec/Io. (Jyri Hämäläinen, 2008)

BAB III

METODE PENELITIAN

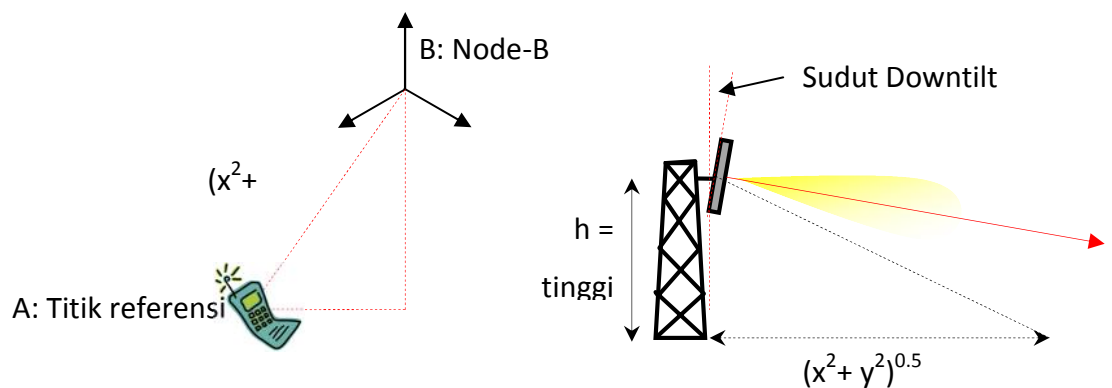
Dalam penelitian ini, perhitungan penerimaan sinyal pada keseluruhan area pelayanan akan dihitung. Pengambilan sampel dilakukan secara sistematis dengan pembagian area layanan menjadi *grid-grid* yang membentuk *cluster* persegi. Titik tengah dari setiap sampel ini kemudian akan dijadikan titik referensi pengambilan sampel dalam setiap kali perhitungan analisa.

3.1 Titik Referensi

Titik referensi merupakan representasi kemungkinan posisi *user* (UE) di seluruh area relatif terhadap node-B yang akan diinvestigasi. Untuk mendapatkan informasi yang akan dianalisa lebih lanjut, diperlukan beberapa informasi dari titik referensi ini, yaitu jarak transmisi secara garis lurus (*optically Line of Sight*) titik referensi terhadap Node-B, *azimuth* referensi relatif terhadap Node-B, dan pilihan kelas gain titik referensi.

3.1.1 Jarak Langsung Referensi – r

Jarak referensi langsung dihitung untuk mendapatkan konversi rugi-rugi propagasi gelombang elektromagnetik dipermukaan bumi. Sistem koordinat kartesian dua dimensi dengan variabel X (*longitude*) dan Y (*latitude*) diberikan dalam derajat dan 6 desimal.



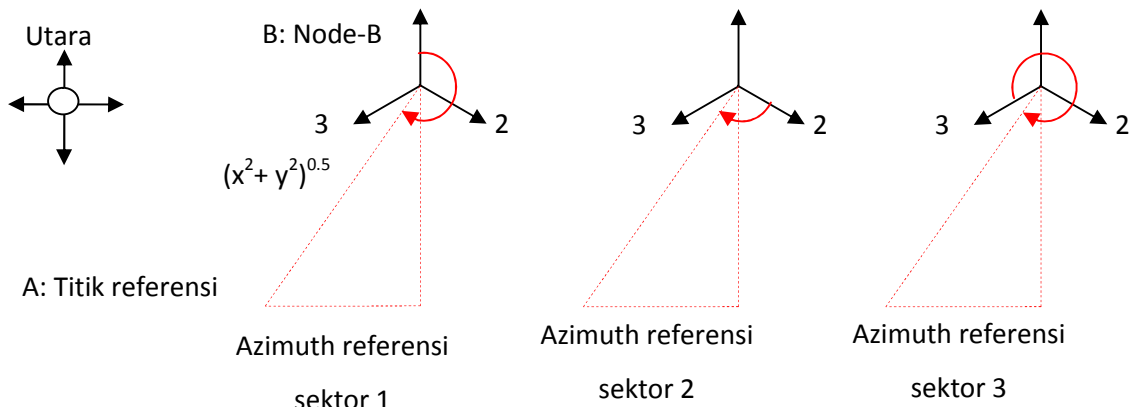
Gambar 3.1: Jarak propagasi radio

$$r = 111.321 \text{ km} \times \sqrt{(\text{Long}_A - \text{Long}_B)^2 + (\text{Lat}_A - \text{Lat}_B)^2 + h^2} \quad 3.1$$

3.1.2 Azimuth Referensi - r

Antena, memiliki pola gain radiasi baik secara horizontal, maupun vertikal. Pola gain ini berkaitan dengan distribusi daya pancar yang dirasakan oleh UE pada titik referensi. Pola *gain* radiasi secara vertikal dan horizontal yang akan dipergunakan dalam penelitian ini terlampir pada lampiran A.

Azimuth referensi didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis lurus yang menghubungkan titik referensi dengan posisi Node-B, dimulai dari azimuth antena sektoral sebagai 0^0 searah perputaran jarum jam, dan di notasikan dengan lambang r .



Gambar 3.2 : *Azimuth* referensi horizontal terhadap radiasi dari sektor 1, 2 dan 3

Misalkan didefinisikan sudut yang terbentuk oleh segitiga *longitude* dan *latitude* relatif terhadap posisi node B adalah β , sehingga:

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{|Long_A - Long_B|}{|Lat_A - Lat_B|} \right) \quad 3.2$$

Maka *azimuth* referensi sektor 1, 2 dan 3 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\alpha_1 = n \frac{\pi}{2} + \beta \quad 3.3.a$$

$$\alpha_2 = \left(n \frac{\pi}{2} + \beta \right) - 120^0 \quad 3.3.b$$

$$\alpha_3 = \left(n \frac{\pi}{2} + \beta \right) - 240^0 \quad 3.3.c$$

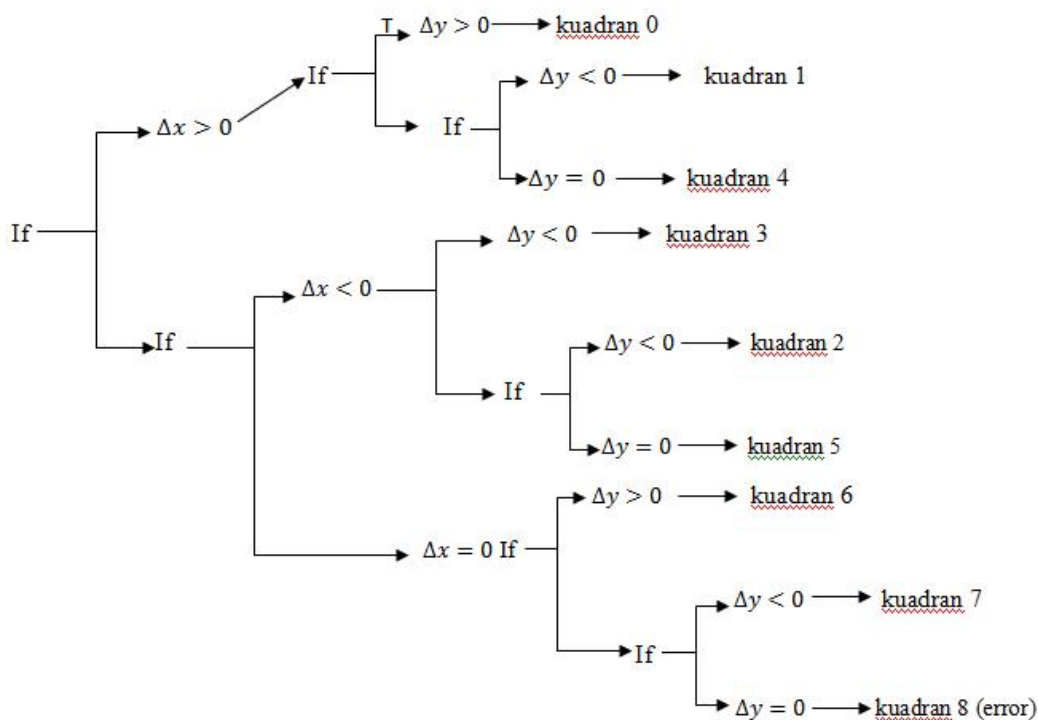
Di mana $f = 180^0$ dan n adalah daerah kuadran sudut *azimuth*, yang bernilai:

$$n = \begin{cases} 0 & \text{jika } Long_A - Long_B > 0 \text{ dan } Lat_A - Lat_B > 0 \\ 1 & \text{jika } Long_A - Long_B > 0 \text{ dan } Lat_A - Lat_B < 0 \\ 2 & \text{jika } Long_A - Long_B < 0 \text{ dan } Lat_A - Lat_B < 0 \\ 3 & \text{jika } Long_A - Long_B < 0 \text{ dan } Lat_A - Lat_B > 0 \end{cases} \quad 3.4$$

Persamaan 3.3a, 3.3b, dan 3.3c tentu hanya berlaku untuk konfigurasi *azimuth* antena standard yakni 0, 120 dan 240 derajat. Jika *setting* azimuth antena berbeda, misalkan dengan sudut θ , maka persamaan azimuth referensi ketiga sektor dapat dimodifikasi menjadi :

$$\alpha = \left(n \frac{\pi}{2} + \beta \right) - \theta \quad 3.5$$

Langkah menentukan kuadran dengan cara menggunakan program *if*, program *if* hanya bisa memproses perhitungan dengan 2 pilihan *true* dan *false* penulis menggunakan *tools* Microsoft excel sebagai berikut :



Dalam tugas akhir ini setelah dijalankan program diatas ternyata kuadran yang digunakan hanya 0, 1, 2, 3, contoh salah satu dalam bentuk *script* adalah sebagai berikut :

```

=IF(M3>0;IF(V3>0;0;IF(V3<0;1;4));IF(M3<0;IF(V3>0;3;IF(V3<0;2;5));IF(V3>0;6;IF(V3<0;7;8)))
  
```

3.2 Sistem Node-B

Secara umum sistem *transmitter* dipengaruhi oleh daya pancar, redaman *feeder* dan *Gain* antena, sebagai kontribusi terhadap perhitungan daya pancar akhir EIRP.

3.2.1 Daya Pancar Node-B

Node-B umumnya dirancang dengan daya pancar maksimum 20 Watt atau 40 Watt. Dalam penelitian ini Node-B diasumsikan dengan daya pancar 40 Watt dimana 5% dari daya maksimum dialokasikan untuk daya CPICH (*Common Pilot Channel*), yang membawa informasi tentang P-SC (*Primary Scrambling Code*). Besarnya daya pancar CPICH dianggap konstan dengan besar:

$$P_{CPICH} = 10 \log \left(\frac{2000 \text{ mw}}{1 \text{ mw}} \right) \approx 33 \text{ dBm} \quad 3.6$$

Dengan memetakan *azimuth* referensi dan sudut elevasi pada tabel pola *gain* antena horizontal dan vertikal, sebagaimana tertulis pada persamaan 3.5 dan 3.6 dan pada lampiran A, maka daya pancar dari CPICH dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_T[\text{dB}] = G(\alpha) + G(\varphi) + P_{CPICH} \quad 3.7$$

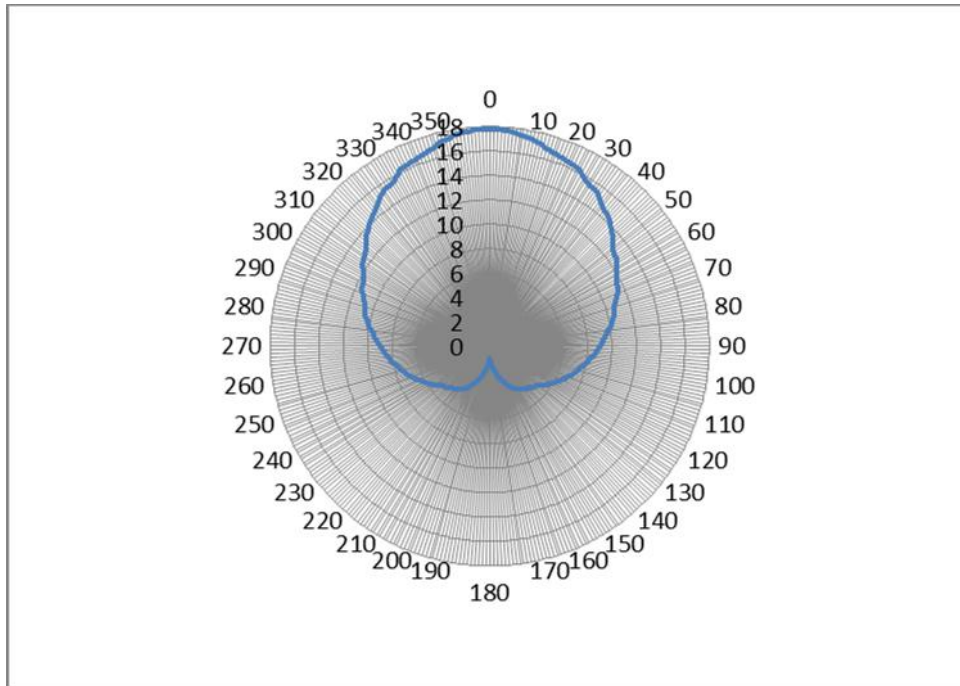
3.2.2 Redaman Feeder

Redaman *feeder* akan tergantung pada panjang dan jenis *feeder* yang digunakan. Perlu diingat jika menggunakan *Antenna System Controller* (ASC), *Loss Feeder* (L_F) dapat dihilangkan untuk perhitungan *uplink*.

<i>Loss type</i>	<i>Description</i>	<i>Notation</i>	<i>Value</i> [dB]
<i>Feeder loss</i>	LCF ½ inch loss per 100 m	L_F	11
	LCF 7/8 inch loss per 100 m		6.3
	LCF 1-1/4 inch loss per 100 m		4.6
	LCF 1-5/8 inch loss per 100 m		3.8

Tabel 3.1 Rekomendasi dari ericsson.

3.2.3 Pola Gain Antenna



Gambar 3.3 Pola Gain Antenna Horizontal 60°

3.2.4 Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)

EIRP pada *downlink*, merupakan penjumlahan daya pancar dengan seluruh komponen *gain* dan redaman yang terukur pada permukaan antena. EIRP ini juga berlaku untuk komponen daya *noise* yang sama-sama mengalami *gain* dan redaman seperti halnya dengan sinyal *carrier*.

Besarnya EIRP pada *downlink* dapat dihitung sebagai berikut:

$$EIRP[dB] = P_{CPICH} + G(\alpha) + G(\varphi) - L_{fed} \quad 3.8$$

3.3 Penerimaan Sinyal

3.3.1 Model Propagasi

Dalam penelitian ini model propagasi yang digunakan adalah model *Free Space Loss*. Model propagasi ini digunakan untuk menghitung sinyal radio yang hilang akibat

perambatan di udara. Hal ini dapat diperhitungkan dengan mengetahui besar frekuensi yang digunakan dan jarak antar antenna. Perhitungannya adalah :

$$FSL \text{ (dB)} = 32,45 \text{ dB} + 20\log[\text{frekuensi (MHz)}] + 20\log[\text{jarak(km)}] \quad 3.9$$

Dimana :

D : jarak horizontal yang didefinisikan sebagai berikut:

$$D = 111.321 \text{ km} \times \sqrt{(\text{Long}_A - \text{Long}_B)^2 + (\text{Lat}_A - \text{Lat}_B)^2} \quad 3.10$$

3.3.2 Processing Gain

Berdasarkan referensi *link budget* penelitian Harri Holma didapatkan perhitungan untuk mendapatkan *Processing Gain* :

Untuk *service voice* dengan *bit rate* 12.2 kbps didapatkan *processing gain* yaitu: $10 \times \log_{10}(3840/12.2) = 25 \text{ dB}$, Sedangkan untuk *service data* dengan *bit rate* 384 kbps didapatkan *processing gain* yaitu : $10 \times \log_{10}(3840/384) = 10 \text{ dB}$

3.3.3 Sensitivitas Receiver

Sensitivitas *Receiver* dapat dihitung sebagai berikut :

Service voice 12.2 kbps. Dari referensi link budget penelitian Harri Holma didapatkan perhitungan untuk mendapatkan Sensitivitas *Receiver* untuk *service voice* dengan *bit rate* 12.2 kbps yaitu: *Receiver noise density* [dBm/Hz] = *Thermal noise density* [dBm/Hz] + *Base station receiver noise figure* [dB] = $-174.0 + 5.0 = -169.0$

$$\text{Receiver noise power [dBm]} = \text{Receiver noise density [dBm/Hz]} + 10\log(3840000) = -169.0 + 10\log(3840000) = -103.2$$

$$\text{Total effective noise + interference [dBm]} = \text{Receiver noise power [dBm]} + \text{Interference margin [dB]} = -103.2 + 3 = -100.2$$

$$\text{Processing gain [dB]} = 25$$

$$\text{Required Eb/N0 [dB]} = 5$$

$$\text{Receiver sensitivity [dBm]} = \text{Required Eb/N0 [dB]} - \text{processing gain} + \text{Total effective noise + interference [dBm]} = 5.0 - 25 + (-100.2) = -120.2$$

3.4 Resolusi Perhitungan

Dalam penelitian ini, perhitungan penerimaan sinyal pada seluruh area layanan mutlak dilakukan untuk mendapatkan akurasi keputusan yang lebih baik. Tetapi,

mengingat banyaknya perhitungan yang harus dilakukan, maka perlu untuk merepresentasikan total perhitungannya hanya dalam perhitungan sampel.

3.5 Soft Handover

Merupakan proses pengalihan kanal trafik secara otomatis pada UE yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan bahwa *handover* pada dasarnya adalah sebuah panggilan koneksi yang bergerak dari satu sel ke sel yang lainnya. Secara umum *handover* dapat didefinisikan sebagai prosedur, dimana ada perubahan layanan pada UE dari satu Node-B ke Node-B yang lain. Proses ini membutuhkan alat pendeteksi untuk merubah status *dedicated node* (persiapan *handover*) dan alat untuk *switch* komunikasi yang sedang berlangsung dari suatu kanal pada sel tertentu ke kanal lain pada sel yang lain.

3.5.1 Active set

Active set adalah pilot yang dikirimkan oleh BS dimana MS tersebut aktif. Banyaknya pilot yang termasuk pada kategori ini tergantung pada banyaknya komponen *rake receiver*. Ketika *active set* bekerja aktif dari *neighbour list* ketika bisa masuk menjadi maksimal set yang ke-3 dalam *active set*. Syarat untuk *active set* adalah diatas -100 dBm, perbedaannya terhadap *primary* pilot kurang dari 5 dB dalam *active set* tersebut.

3.5.2 Candidat Set

Pilot-pilot yang telah diterima tetapi belum merupakan *Active set* karena kuat sinyalnya belum mencukupi untuk mengindikasikan bahwa *forward* kanal trafik yang bersangkutan dapat dimodulasi dengan baik.

3.5.3 Neighbour Set

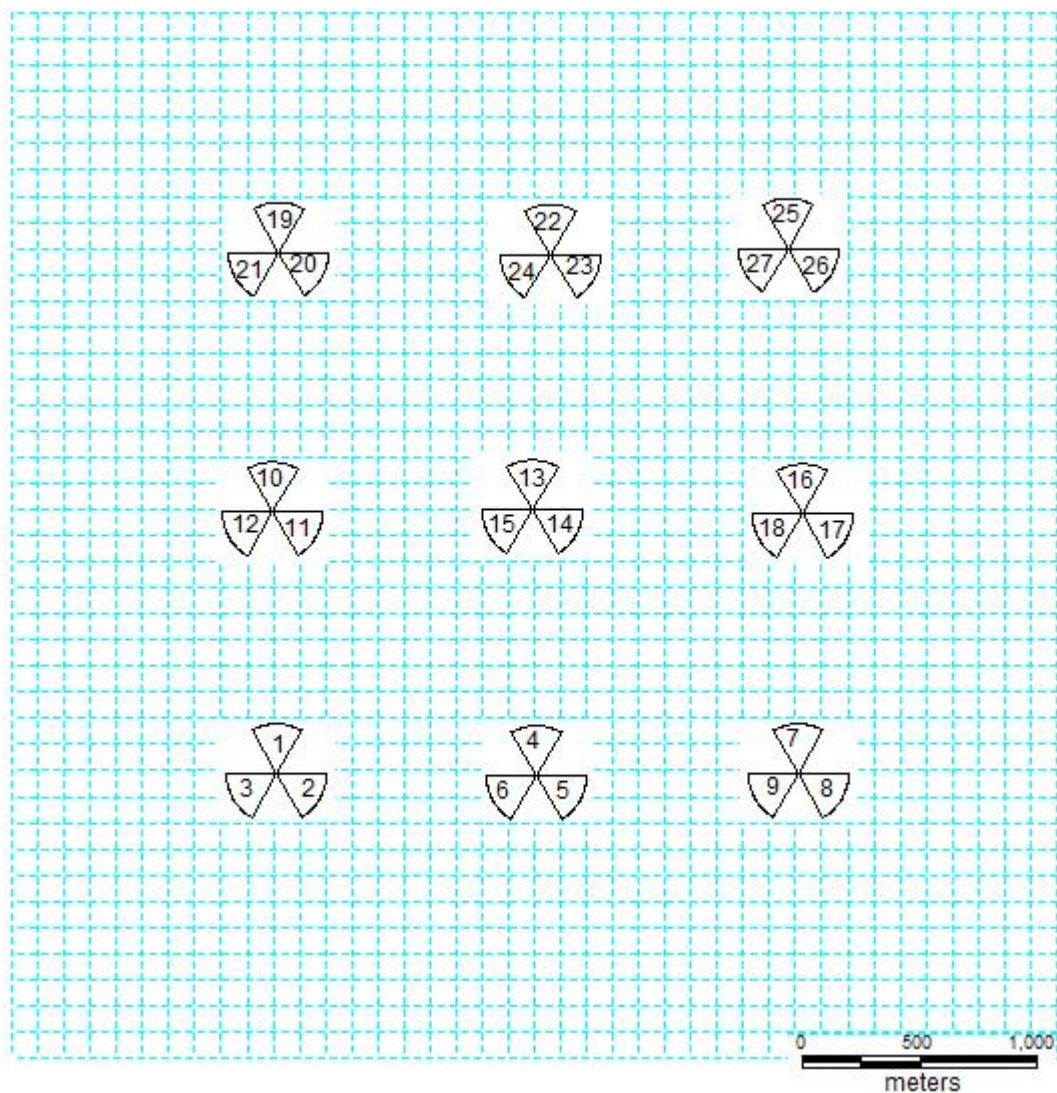
Pilot-pilot yang belum bisa dikategorikan sebagai *Active set* maupun *candidate set*, dan memiliki kemungkinan besar sebagai kandidat untuk *handoff*.

3.5.4 Remaining Set

Semua kemungkinan pilot-pilot lain yang berada pada sistem yang ada, yaitu pada penugasan frekuensi CDMA yang digunakan pada saat tersebut. Daftar pilot ini terdiri dari pilot-pilot dengan urutan PN yang diindikasikan dengan kelipatan bilangan bulat.

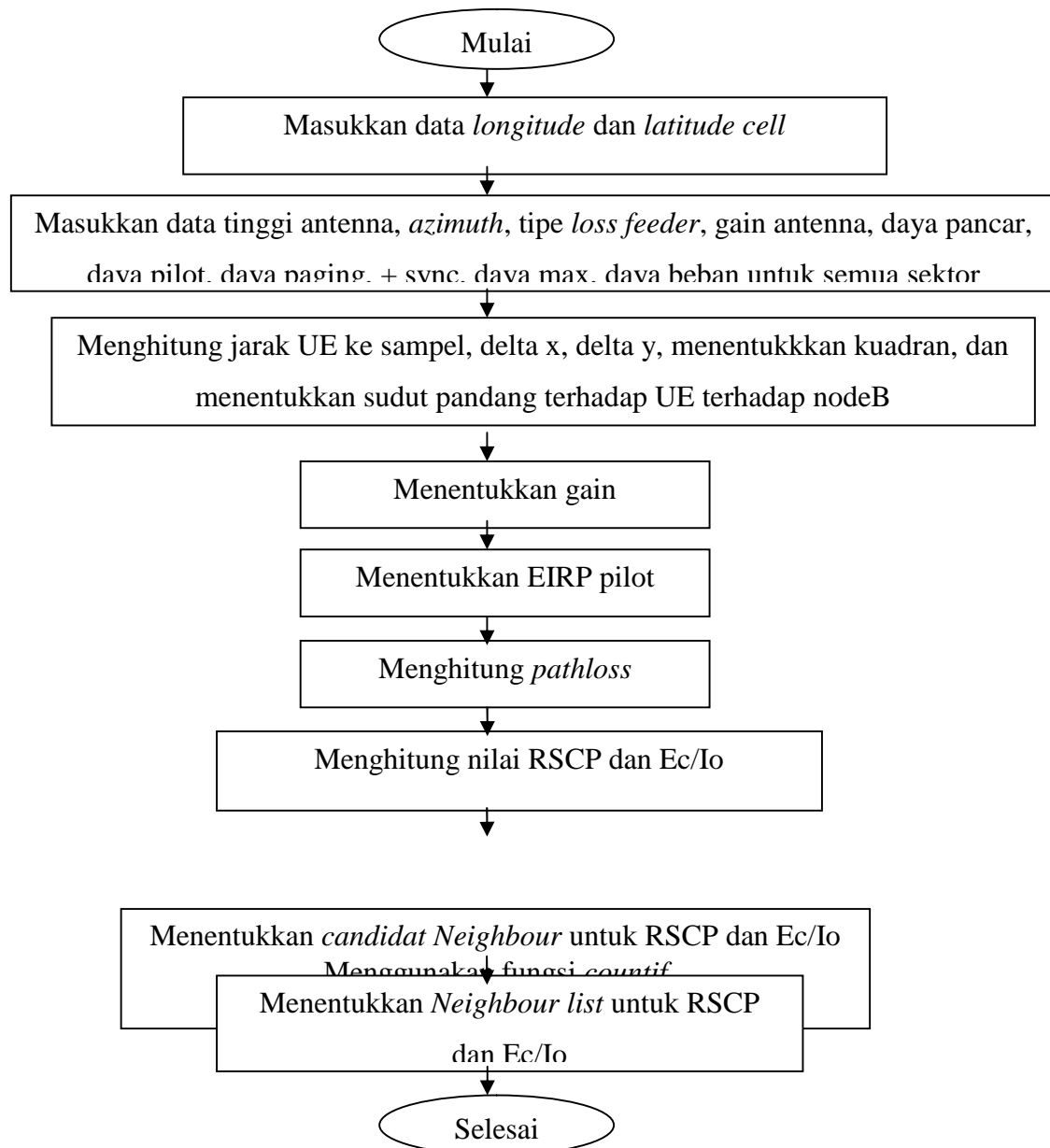
3.6 Pemodelan Grid

Dalam penelitian ini, perhitungan penerimaan sinyal pada keseluruhan area pelayanan akan dihitung. Pengambilan sampel dilakukan secara sistematis dengan pembagian area layanan menjadi *grid-grid* yang membentuk *cluster* persegi. Titik tengah dari setiap sampel ini kemudian akan dijadikan titik referensi pengambilan sampel dalam setiap kali perhitungan analisa.



Gambar 3.4. Teknik Sampling Pada Analisa Area Coverage

3.6 Langkah Penelitian

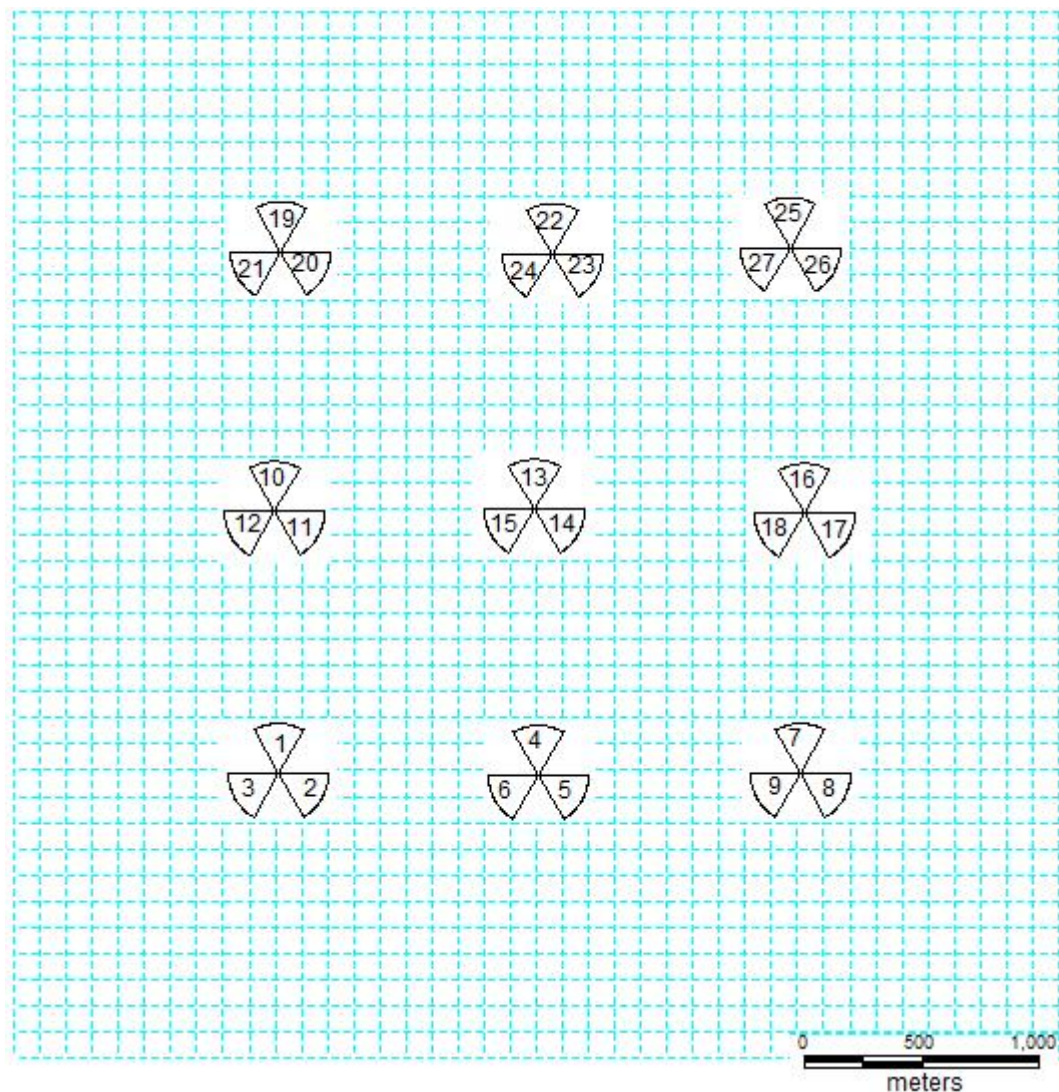


Gambar 3.5 Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil dan analisis dari simulasi yang telah dimodelkan. Dimana model yang dibuat adalah perbandingan metode statistik RSCP dan Ec/Io pada jaringan WCDMA untuk *neighbour list* dengan memperhitungkan EIRP, *Pathloss*, RSCP dan Ec/Io yang dipengaruhi dengan adanya *site*, UE, *azimuth* referensi, *feeder loss*, jarak. Adapun model yang digunakan adalah terdiri dari 27 sektor dan 6400 titik sampel yang diperhitungkan, pada tiap *grid* diasumsikan terdapat UE pada titik tengahnya. Dengan demikian hasil yang akan dianalisa parameternya yaitu EIRP, *Pathloss*, RSCP dan Ec/Io. Di bawah ini merupakan skenario yang digunakan pada tugas akhir ini.



Gambar 4.1. Teknik Sampling Pada Analisa Area Coverage

4.1 Parameter Site

Parameter yang digunakan untuk 27 sektor *longitude* dan *latitude*. Untuk mempermudah dalam perhitungan, penulis melakukan normalisasi kedalam satuan meter dengan cara *longitude* dikali dengan 111320 m sedangkan *latitude* dikali dengan 110574 m. (Mohd.Zuhdi)

4.1 Tabel Parameter Site, Longitude dan Latitude

Nama_site	Geografik		Normalisasi	
	Long	Lat	x	y
sektor_1	0,008983	0,009044	1000	1000
sektor_2	0,008983	0,009044	1000	1000
sektor_3	0,008983	0,009044	1000	1000
sektor_4	0,017966	0,009044	2000	1000
sektor_5	0,017966	0,009044	2000	1000
sektor_6	0,017966	0,009044	2000	1000
sektor_7	0,026949	0,009044	3000	1000
sektor_8	0,026949	0,009044	3000	1000
sektor_9	0,026949	0,009044	3000	1000
sektor_10	0,008983	0,018087	1000	2000
sektor_11	0,008983	0,018087	1000	2000
sektor_12	0,008983	0,018087	1000	2000
sektor_13	0,017966	0,018087	2000	2000
sektor_14	0,017966	0,018087	2000	2000
sektor_15	0,017966	0,018087	2000	2000
sektor_16	0,026949	0,018087	3000	2000
sektor_17	0,026949	0,018087	3000	2000
sektor_18	0,026949	0,018087	3000	2000
sektor_19	0,008983	0,027131	1000	3000
sektor_20	0,008983	0,027131	1000	3000

sektor_21	0,008983	0,027131	1000	3000
sektor_22	0,017966	0,027131	2000	3000
sektor_23	0,017966	0,027131	2000	3000
sektor_24	0,017966	0,027131	2000	3000
sektor_25	0,026949	0,027131	3000	3000
sektor_26	0,026949	0,027131	3000	3000
sektor_27	0,026949	0,027131	3000	3000

Data *longitude* dan *latitude* pada tabel 4.1 didapatkan dengan menggunakan *tools mapinfo professional 8.0*. *Mapinfo professional 8.0* selain untuk memudahkan dalam menggambarkan skenario juga memudahkan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini karena dengan *mapinfo professional 8.0* salah satu kelebihan *tools* tersebut juga menyediakan titik koordinat langsung didapatkan.

4.2 Analisa Data

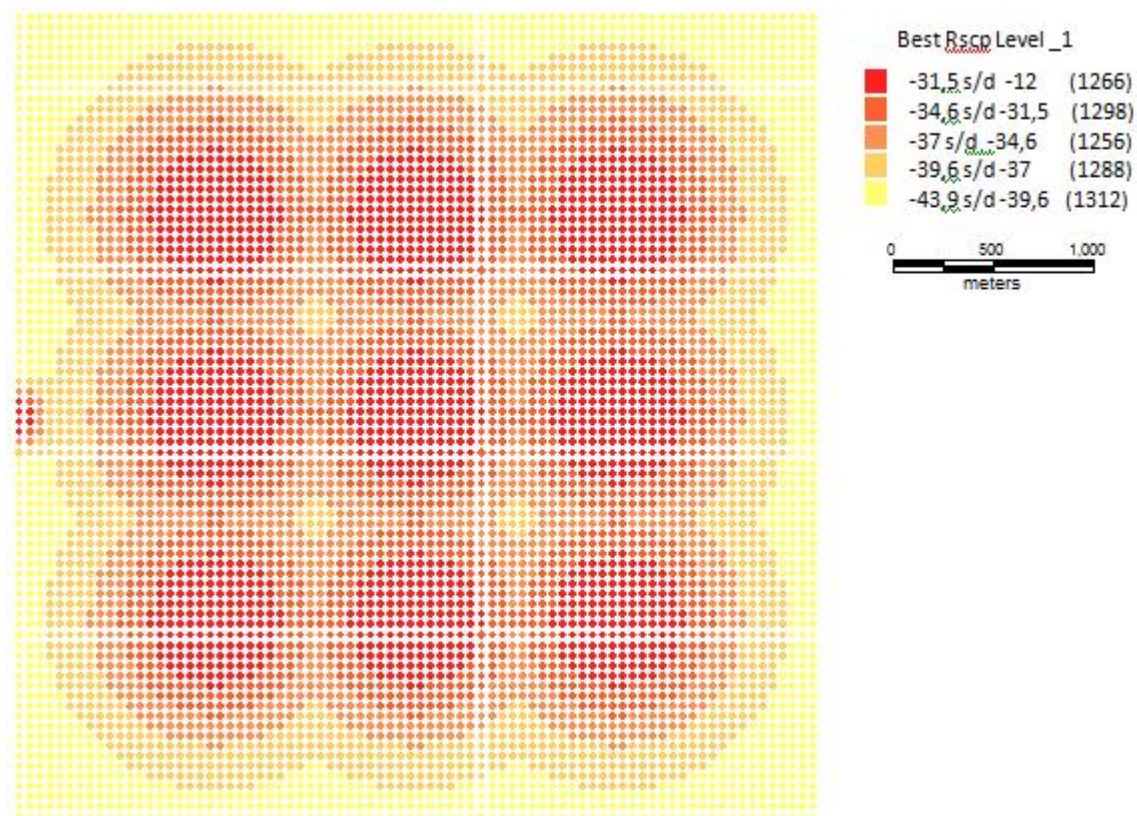
Pada proses Analisa data, terlebih dahulu menentukan luas area yang akan diukur kemudian menentukan berapa jumlah titik sampel yang akan digunakan. Didalam tugas akhir ini luas area yang digunakan adalah 4 Km² dan titik sampel yang digunakan adalah 6400, titik sampel disini adalah UE yang terdapat diantara area yang diukur. *Cell* yang digunakan adalah 9, apabila dihitung berdasarkan sektor adalah 27 sektor. Untuk mempermudah mengukur jarak dalam peta dengan keadaan nyata pada lapangan dengan cara melakukan normalisasi, 1° dalam peta tematik adalah 111320 m dalam kenyataan dilapangan. (Mohd.Zuhdi)

Sedangkan pada proses perhitungan *best RSCP* dan *best Ec/Io*, setelah mendapatkan perhitungan RSCP dan Ec/Io kemudian diurutkan berdasarkan nilai tertinggi ke nilai paling terendah. Setelah itu kemudian didapatkan hasil dari *best RSCP* dan *best Ec/Io* dan selanjutnya menentukan pilot manakah yang mempunyai *best server* pada masing-masing sel baik untuk RSCP dan Ec/Io. Proses selanjutnya yaitu menentukan *neighbor* mana yang bisa dituju oleh sektor asal seandainya sektor asal mengalami *overload*, ini sangat penting karena apabila sektor tidak menemukan sektor target selanjutnya maka panggilan akan terputus. Langkah selanjutnya adalah menyusun pilot

berdasarkan *best server* baik untuk RSCP maupun Ec/Io kemudian dengan metode statistik maka hasil dari pilot yang sering muncul dinyatakan sebagai *neighbour list*.

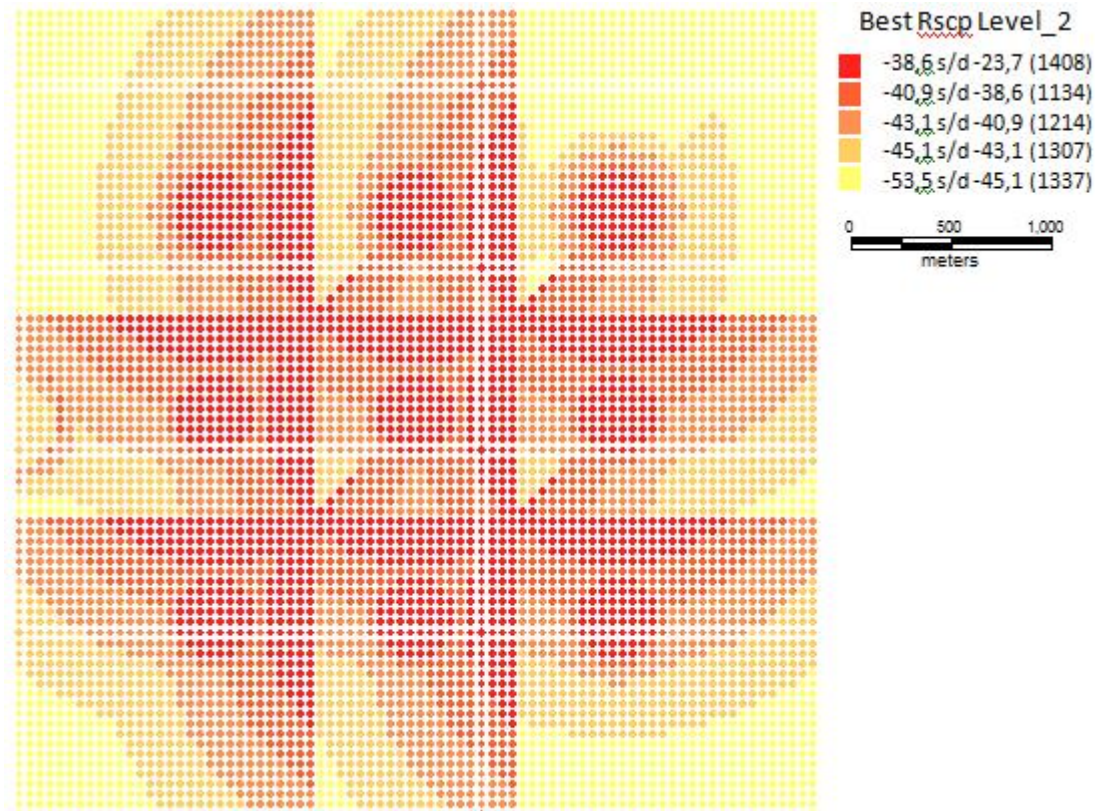
4.3 Hasil Simulasi dan Analisa RSCP

Best RSCP level 1 merupakan kumpulan daya terima terkuat yang diperoleh dari 27 sektor dan 6400 titik UE, *best* RSCP level 2 merupakan kumpulan daya terima terkuat kedua, *best* RSCP level 3 merupakan daya terima terkuat ketiga, dan *best* RSCP level 4 merupakan daya terima keempat.



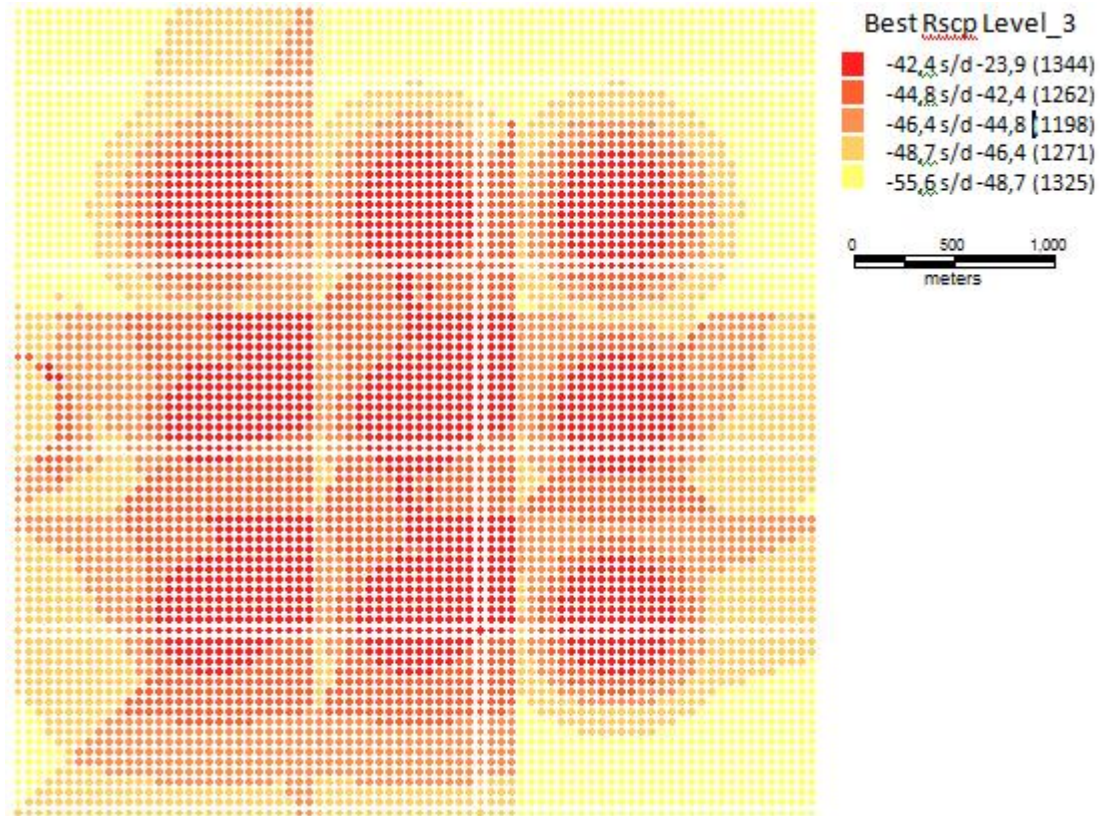
Gambar 4.2. Hasil Simulasi *Best_1* RSCP

Dari hasil simulasi gambar 4.2 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1266 titik sampel mempunyai nilai RSCP tertinggi yaitu -31,5 dBm sampai -12 dBm, yang membentuk *coverage* berwarna merah yang beraturan dan untuk nilai RSCP terendah yaitu -43,9 dBm sampai -39,6 dBm sebanyak 1312 titik sampel yang membentuk *coverage* berwarna kuning pada bagian luar. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -31 dBm sampai -12 dBm sangat baik sekali. (R Bram Aditya, 2011)



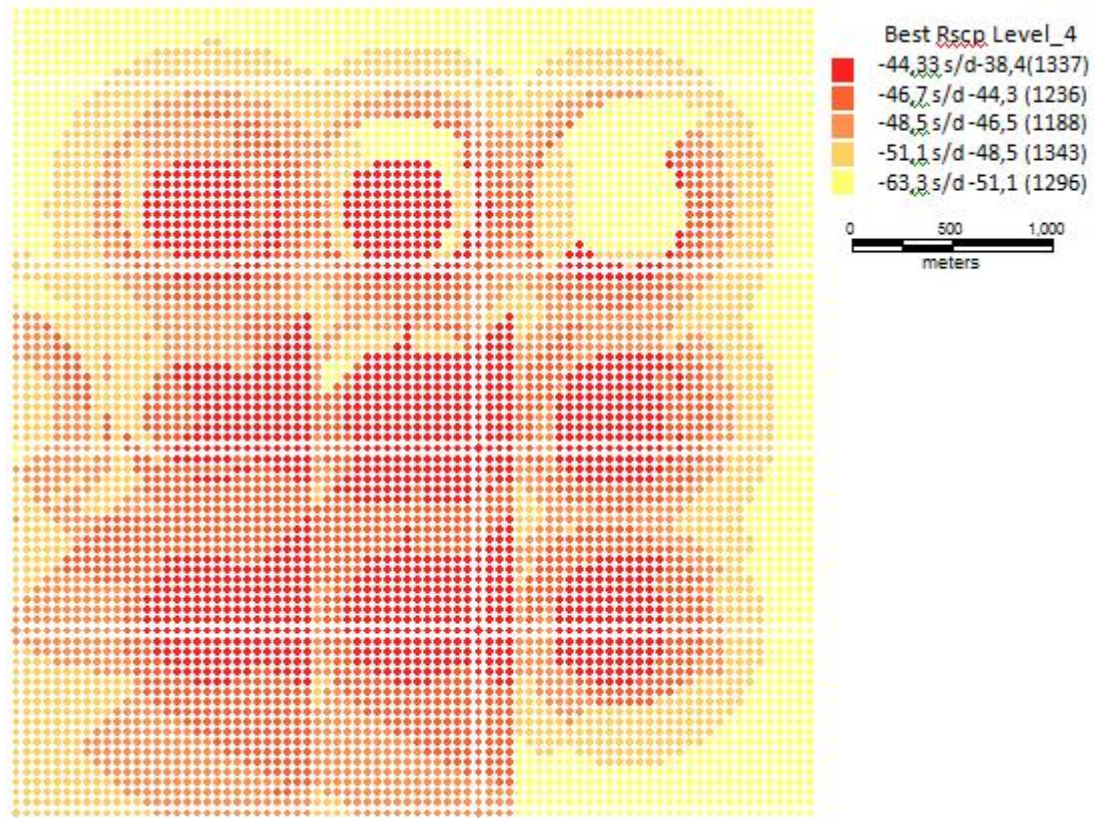
Gambar 4.3 Hasil Simulasi *Best_2* RSCP

Dari hasil simulasi gambar 4.3 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1408 titik sampel RSCP tertinggi pada level 2 ini yaitu -38 dBm sampai -23,7 dBm, yang membentuk *coverage* berwarna merah tetapi sudah tidak beraturan seperti pada hasil simulasi gambar 4.2 (level 1), dan untuk nilai RSCP terendah pada level 2 ini yaitu -53,5 dBm sampai -45,1 dBm sebanyak 1337 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -38 dBm sampai -23,7 dBm sangat baik sekali. (R Bram Aditya, 2011)



Gambar 4.4 Hasil Simulasi *Best_3* RSCP

Dari hasil simulasi gambar 4.4 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1344 titik sampel RSCP tertinggi pada level 3 ini yaitu -42,4 dBm sampai -23,9 dBm, yang membentuk *coverage* berwarna merah tetapi sudah tidak beraturan seperti pada hasil simulasi gambar 4.2 (level 1), dan untuk nilai RSCP terendah pada level 3 ini yaitu -55,6 dBm sampai -48,17 dBm sebanyak 1325 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -42,4 dBm sampai -23,9 dBm sangat baik sekali. (R Bram Aditya, 2011)



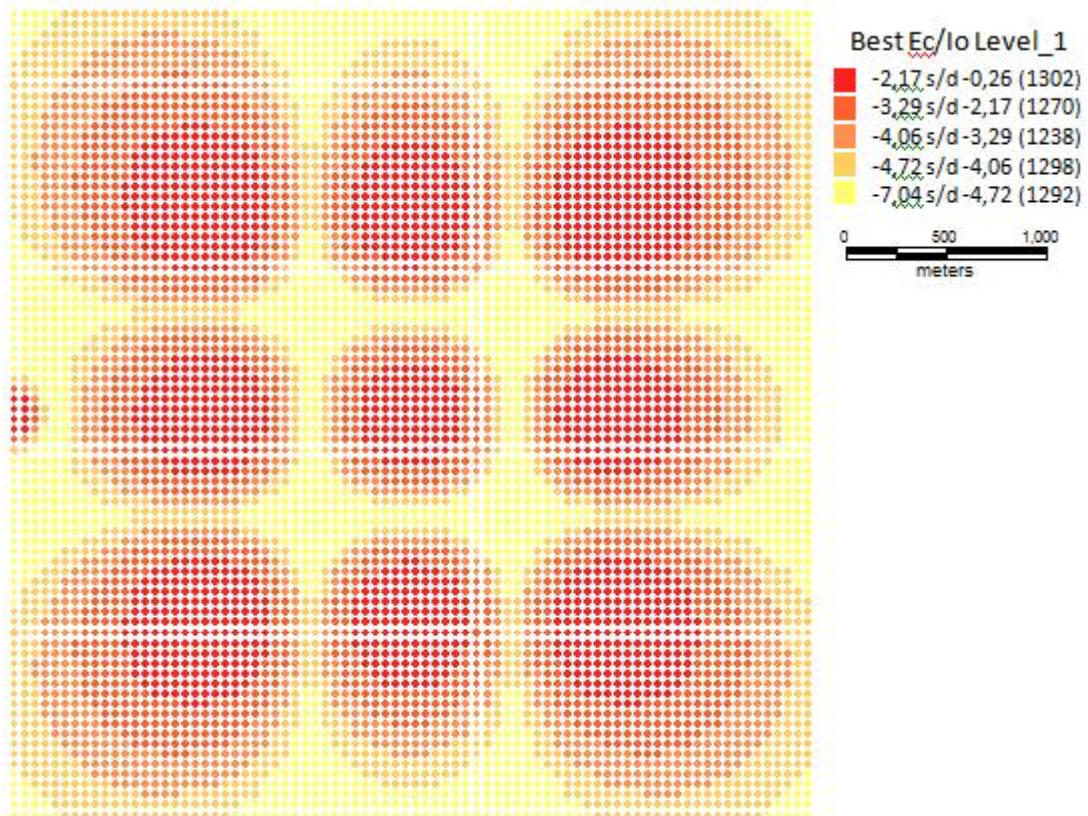
Gambar 4.5 Hasil Simulasi *Best_4* RSCP

Dari hasil simulasi gambar 4.5 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1337 titik sampel RSCP tertinggi pada level 4 ini yaitu -44,3 dBm sampai -38,4 dBm, yang membentuk *coverage* berwarna merah tetapi sudah tidak beraturan seperti pada hasil simulasi gambar 4.2 (level 1), dan untuk nilai RSCP terendah pada level 4 ini yaitu -63,6 dBm sampai -51,1 dBm sebanyak 1296 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -44,3 dBm sampai -38,4 dBm sangat baik sekali. (R Bram Aditya, 2011)

Dari hasil keseluruhan daya terima untuk *best* level 1 sampai *best* level 4 masih dikategorikan sangat baik sekali, karena model propagasi yang digunakan adalah *free space loss* yang diasumsikan untuk tanah yang datar. Pentingnya membuat simulasi *best* 1 sampai *best* 4 untuk melihat *coverage* yang ditampilkan apakah sesuai dengan data statistik yang dalam kategori baik selain itu *best* 2 sampai *best* 4 adalah kandidat *neighbour* apabila *best* 1 tidak dapat menampung kuat sinyal terima. Dari hasil simulasi terdeteksi nilai tertinggi untuk RSCP adalah -12,01 dBm pada titik UE 4780, 4781 sektor 25, UE 4820, 4821 sektor 19 dan nilai terendah untuk RSCP adalah -65,69 dBm terdapat 2 titik yaitu pada titik UE 80 dan UE 6400 pada sektor 11 nodeB 4.

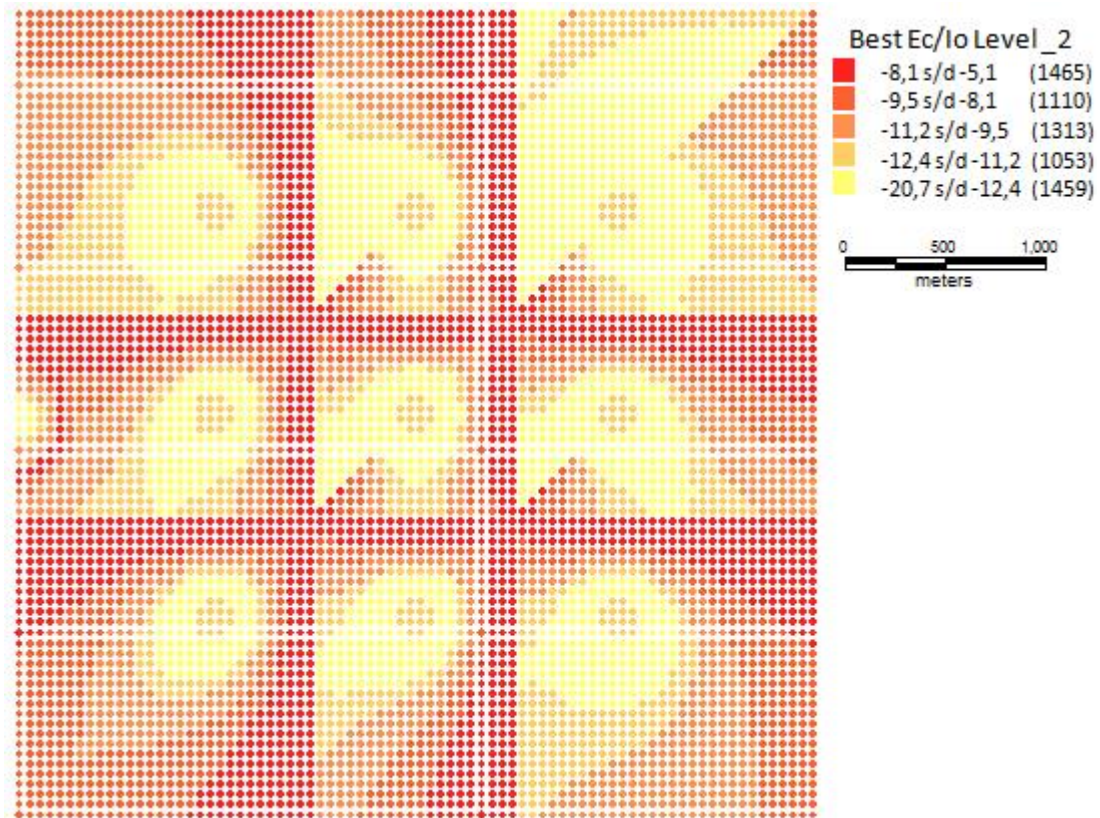
4.4 Hasil Simulasi dan Analisa Ec/Io

Best Ec/Io level 1 merupakan kumpulan daya terima terkuat yang diperoleh dari 27 sektor dan 6400 titik UE, *best Ec/Io* level 2 merupakan kumpulan daya terima terkuat kedua, *best Ec/Io* level 3 merupakan daya terima terkuat ketiga, dan *best Ec/Io* level 4 merupakan daya terima keempat.



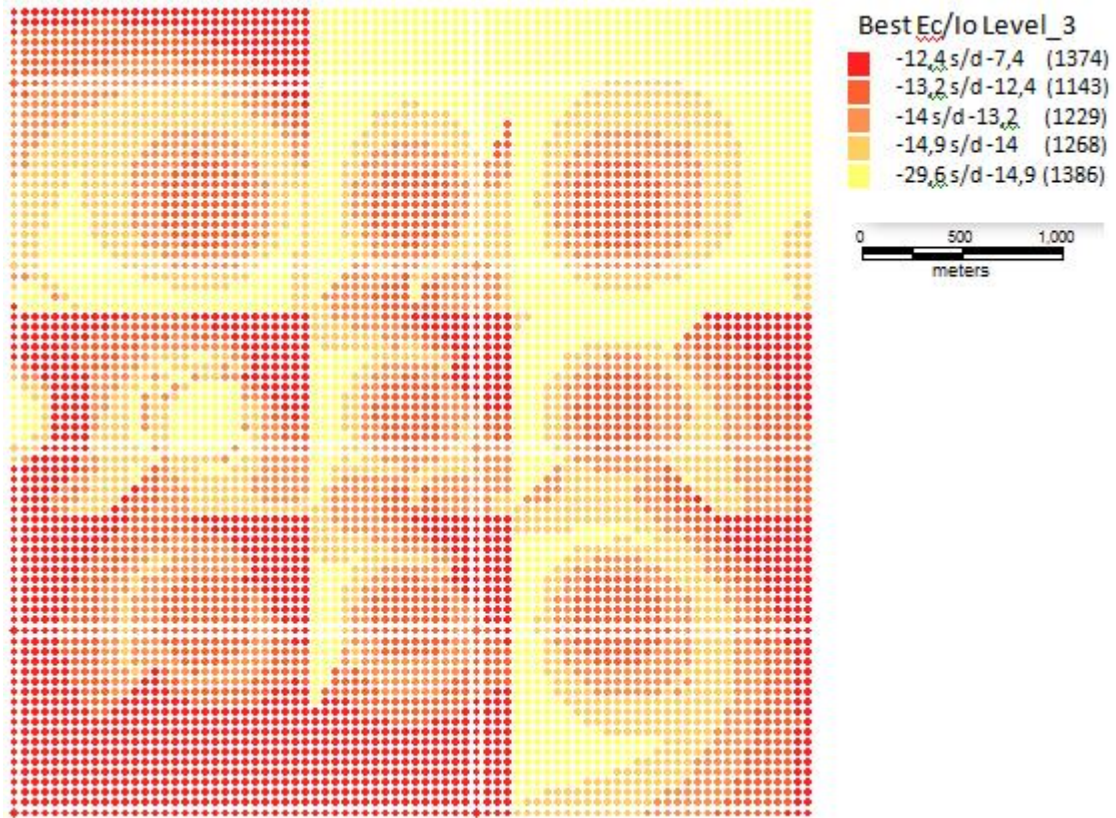
Gambar 4.6 Hasil Simulasi *Best_1 EcIo*

Dari hasil simulasi gambar 4.6 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1302 titik sampel Ec/Io tertinggi pada level 1 ini yaitu -2,17 dB sampai -0,26 dB, yang membentuk *coverage* berwarna merah dan untuk nilai Ec/Io terendah pada level 1 ini yaitu -7,04 dB sampai -4,72 dB sebanyak 1292 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* tertinggi yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -2,17 dB sampai -0,26 dB sangat baik sedangkan *range* yang terendah adalah -7,04 dB sampai -4,72 dB termasuk kedalam kualitas sinyal yang baik. (R Bram Aditya, 2011)



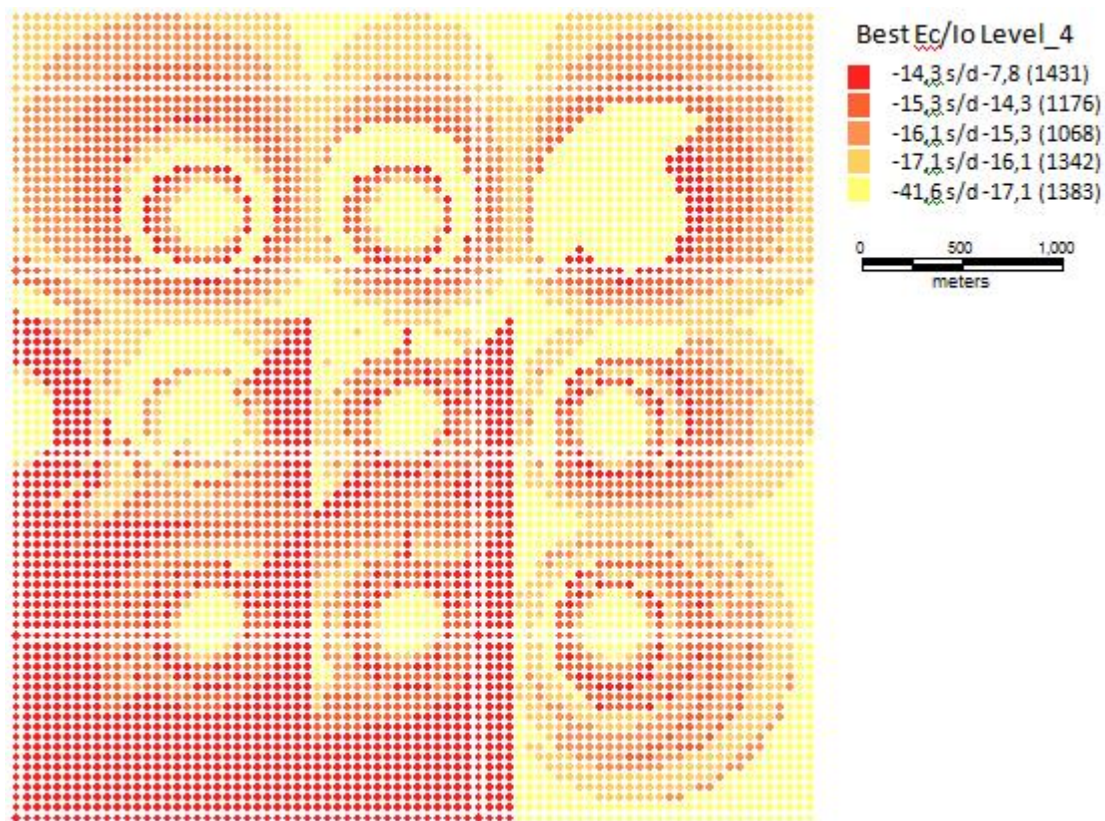
Gambar 4.7 Hasil Simulasi *Best_2* EcIo

Dari hasil simulasi gambar 4.7 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1465 titik sampel Ec/Io tertinggi pada level 2 ini yaitu -8,1 dB sampai -5.1 dB, yang membentuk *coverage* berwarna merah dan untuk nilai Ec/Io terendah pada level 2 ini yaitu -20,7 dB sampai -12,4 dB sebanyak 1459 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* tertinggi yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -8,1 dB sampai -5,1 dB baik sedangkan *range* yang terendah adalah -20,7 dB sampai -12,4 dB termasuk kedalam kualitas sinyal cukup buruk. (R Bram Aditya, 2011)



Gambar 4.8 Hasil Simulasi *Best_3* EcIo

Dari hasil simulasi gambar 4.8 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1374 titik sampel Ec/Io tertinggi pada level 3 ini yaitu -12,4 dB sampai -7.4 dB, yang membentuk *coverage* berwarna merah dan untuk nilai Ec/Io terendah pada level 3 ini yaitu -29,6 dB sampai -14,9 dB sebanyak 1386 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* tertinggi yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -12,4 dB sampai -7,4 dB termasuk kedalam kualitas sedang sedangkan *range* yang terendah adalah -29,6 dB sampai -14,9 dB termasuk kedalam kualitas sinyal sangat buruk. (R Bram Aditya, 2011)



Gambar 4.9 Hasil Simulasi *Best_4* EcIo

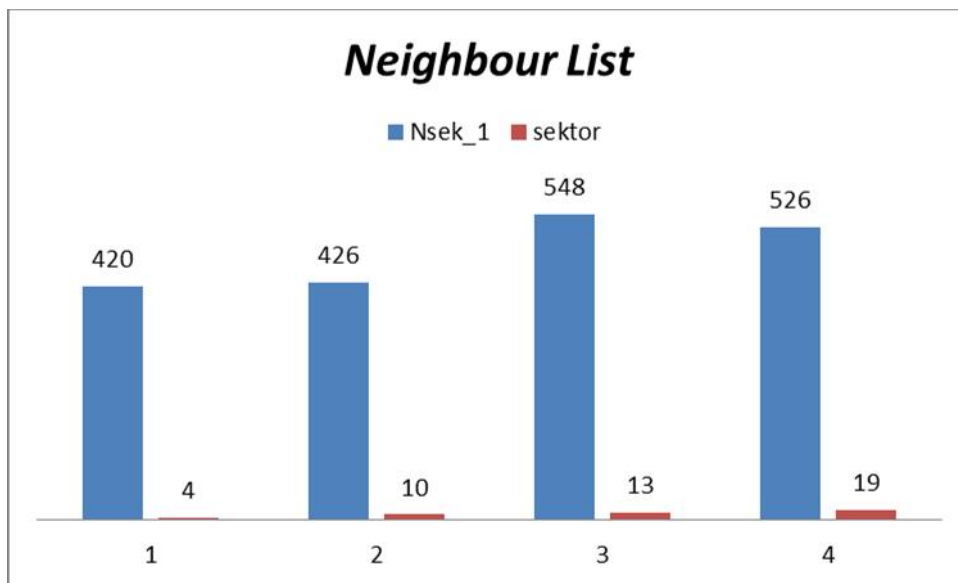
Dari hasil simulasi gambar 4.9 *coverage* menunjukkan bahwa dari 6400 UE dan 27 sektor terdapat 1431 titik sampel Ec/Io tertinggi pada level 4 ini yaitu -14,3 dB sampai -7,8 dB, yang membentuk *coverage* berwarna merah dan untuk nilai Ec/Io terendah pada level 4 ini yaitu -41,6 dB sampai -17,1 dB sebanyak 1383 titik sampel yang membentuk *coverage* warna kuning. Dari simulasi dan perhitungan maka *range* tertinggi yang dihasilkan sudah sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu -14,3 dB sampai -7,8 dB termasuk kedalam kualitas cukup buruk sedangkan *range* yang terendah adalah -41,6 dB sampai -17,1 dB termasuk kedalam kualitas sinyal sangat buruk. (R Bram Aditya, 2011)

Pentingnya melakukan simulasi dalam bentuk *mapinfo* untuk *best* level 1 sampai *best* level 4 untuk mengetahui dari nilai tertinggi selanjutnya apakah memiliki *coverage* yang masih bagus, ternyata hasil *coverage* masih dalam kategori bagus, selain itu *best* 2 sampai *best* 4 adalah kandidat *neighbour* apabila *best* 1 tidak dapat menampung kuat sinyal terima. Dari hasil simulasi perhitungan menggunakan metode statistik terdeteksi nilai tertinggi pada keseluruhan Ec/Io pada titik UE 3121 sektor 11 dan UE 3201 sektor 11 dan nilai terendah pada keseluruhan Ec/Io pada titik UE ke 4861 pada sektor ke 11 pada nodeB 4 adalah -51,37 dB yaitu dikategorikan sangat buruk.

Pada titik yang terdeteksi adanya sel baru dengan nilai -51 dB, terjadi peristiwa *missing neighbour* saat panggilan berlangsung. Peristiwa *missing neighbour* terjadi diakibatkan oleh adanya sel baru namun sel tersebut tidak ditambahkan dalam *active set*, sehingga sel tidak ditetapkan sebagai *neighbouring cell*.

4.5 Hasil Simulasi dan Analisa *Neighbour List*

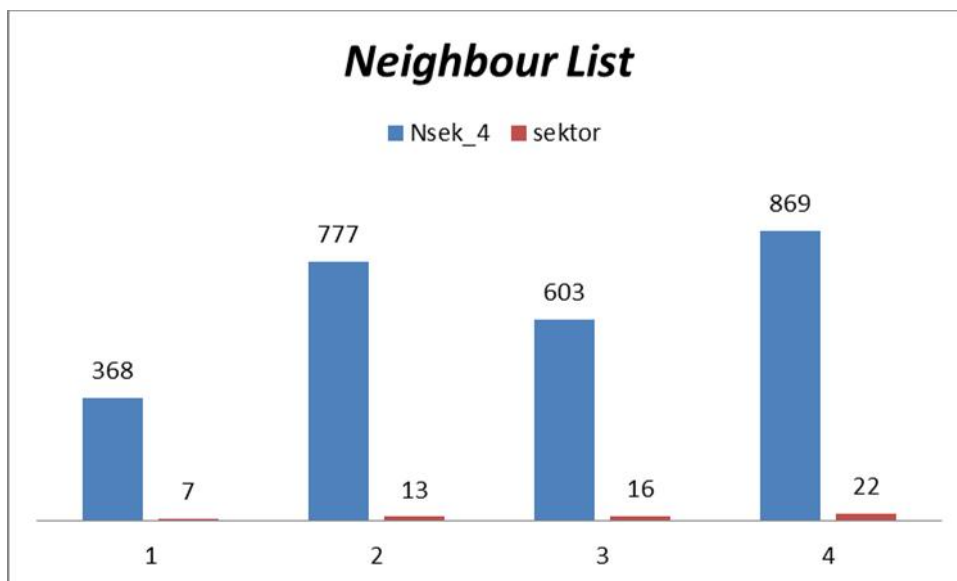
Dalam skenario perhitungan sektor pertama yang akan dianalisa adalah sektor 1 pada nodeB 1 untuk RSCP dan E_c/I_o , hasil simulasi dari *neighbor* sektor 1 nodeB adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 1 nodeB 1

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 1 nodeB 1 adalah sektor sektor 4, sektor 10, sektor 13 dan sektor 19. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 1, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun E_c/I_o milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 2 sampai 27 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 1, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

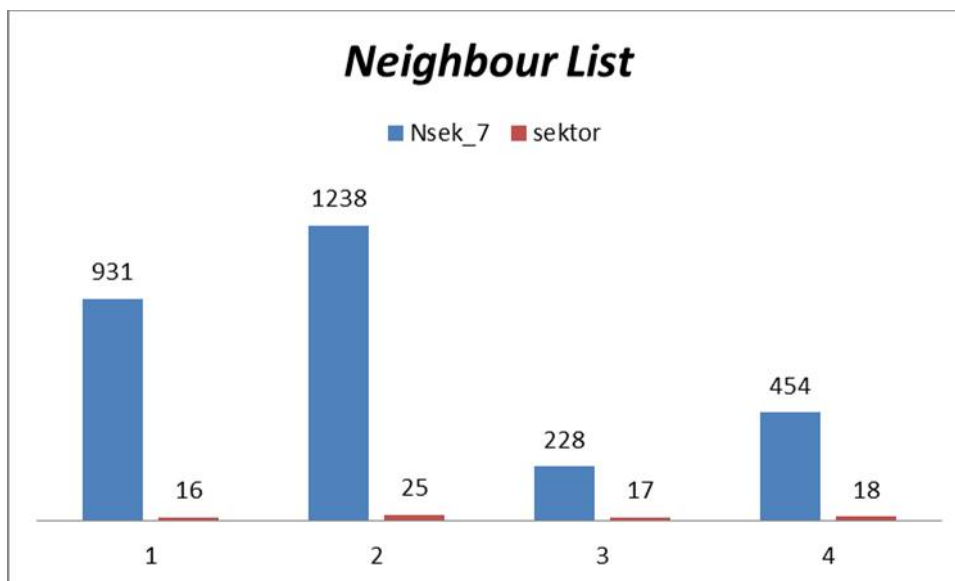
Sektor selanjutnya adalah sektor 4 nodeB 2 untuk RSCP dan E_c/I_o hasil simulasi dari *neighbor* sektor 4 nodeB 2 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.11 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 4 nodeB 2

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 4 nodeB 2 adalah sektor 7, sektor 13, sektor 16, dan sektor 33. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 4, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun Ec/Io milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 4 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 4, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

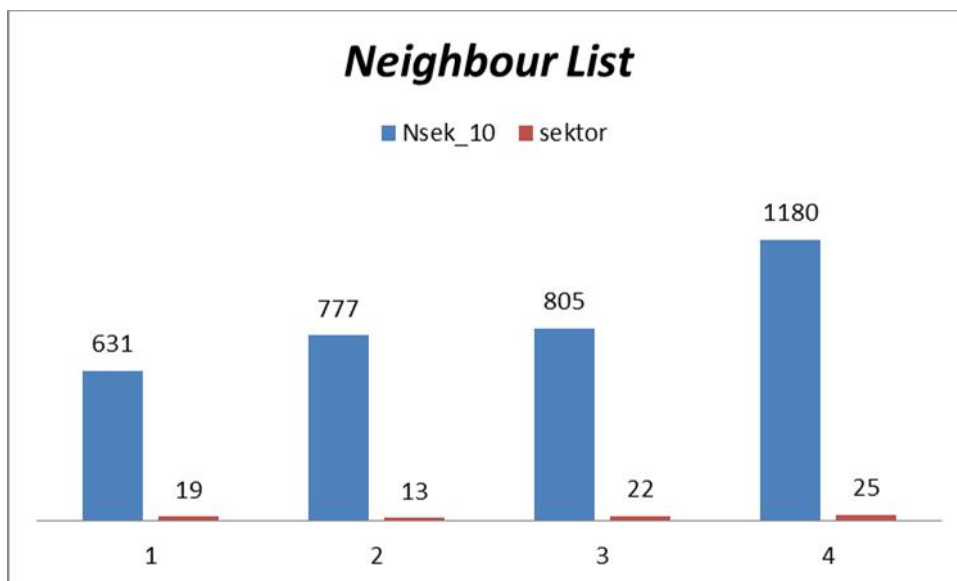
Sektor selanjutnya adalah sektor 7 nodeB 3 untuk RSCP dan Ec/Io hasil simulasi dari *neighbor* sektor 7 nodeB 3 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.12 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 7 nodeB 3

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 7 nodeB 3 adalah sektor 16, sektor 25, sektor 17 dan sektor 18. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 7, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun *Ec/Io* milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 7 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 7, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

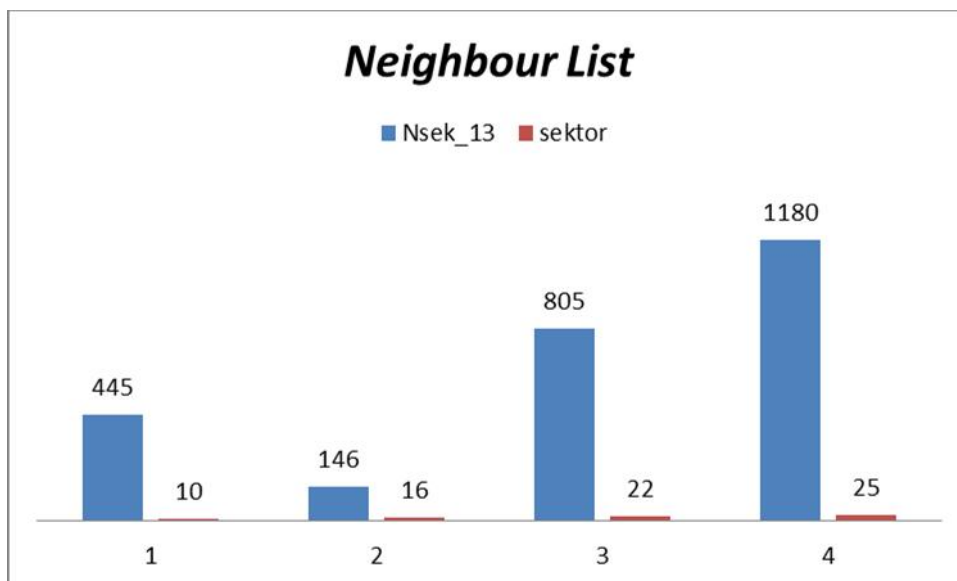
Sektor selanjutnya adalah sektor 10 nodeB 4 untuk RSCP dan *Ec/Io* hasil simulasi dari *neighbor* sektor 10 nodeB 4 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.13 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 10 nodeB 4

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 10 nodeB 4 adalah sektor 19, sektor 13, sektor 22 dan sektor 25. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 10, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun E_c/I_o milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 10 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 10, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

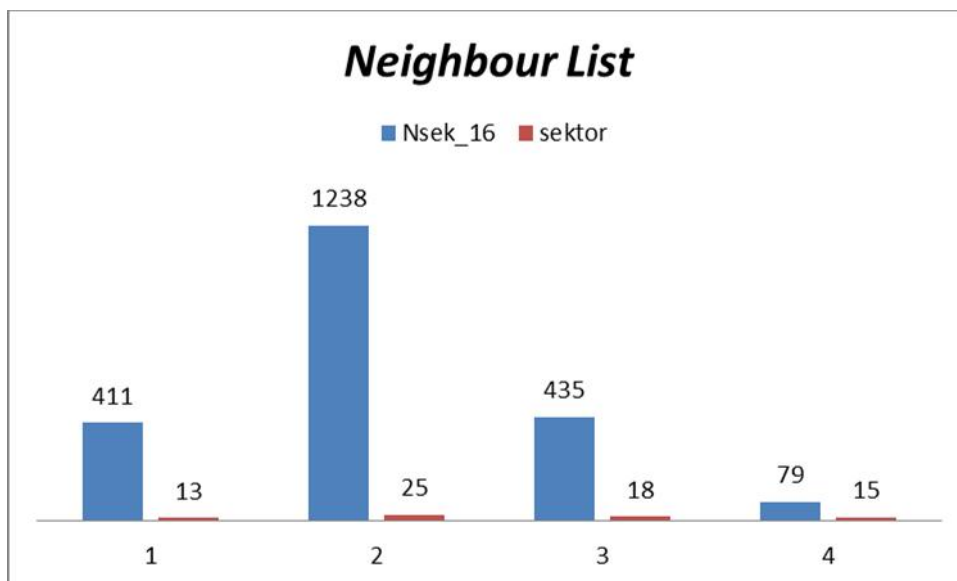
Sektor selanjutnya adalah sektor 13 nodeB 5 untuk RSCP dan E_c/I_o hasil simulasi dari *neighbor* sektor 13 nodeB 5 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.14 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 13 nodeB 5

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 13 nodeB 5 adalah sektor 10, sektor 16, sektor 22, dan sektor 25. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 13, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun *Ec/Io* milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 13 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 13, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

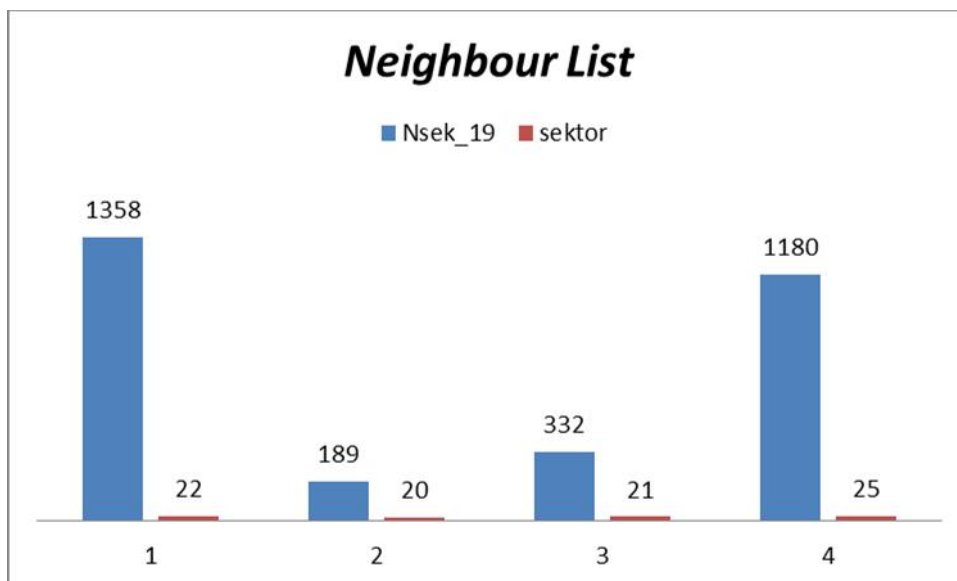
Sektor selanjutnya adalah sektor 16 nodeB 6 untuk RSCP dan *Ec/Io* hasil simulasi dari *neighbor* sektor 16 nodeB 6 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.15 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 16 NodeB 6

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 16 nodeB 6 adalah sektor 13, sektor 25, sektor 18, dan sektor 15. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 16, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun E_c/I_o milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 16 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 16, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

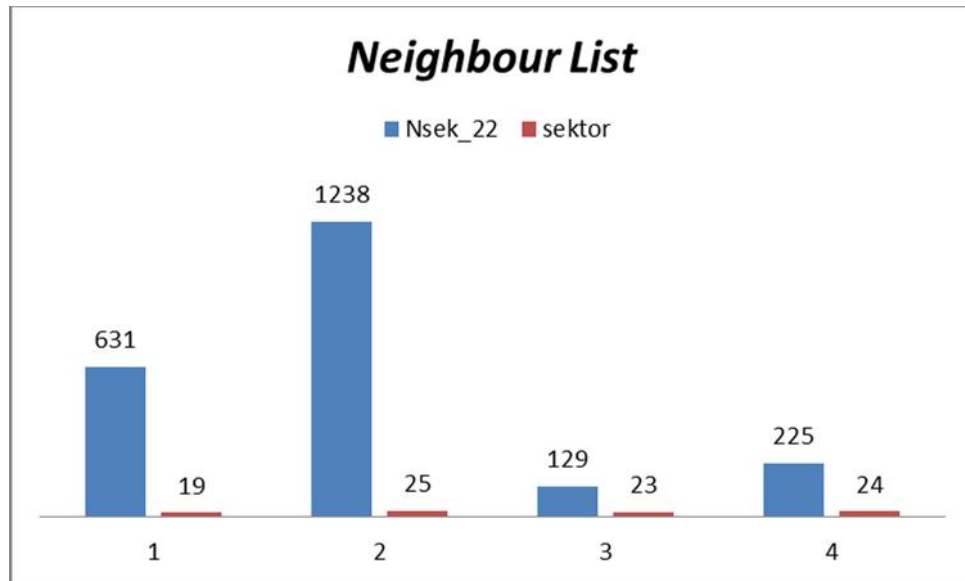
Sektor selanjutnya adalah sektor 19 nodeB 7 untuk RSCP dan E_c/I_o hasil simulasi dari *neighbor* sektor 19 nodeB 7 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 19 nodeB 7

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 19 nodeB 7 adalah sektor 22, sektor 20, sektor 21, dan sektor 25. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 19, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun Ec/Io milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 19 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 19, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

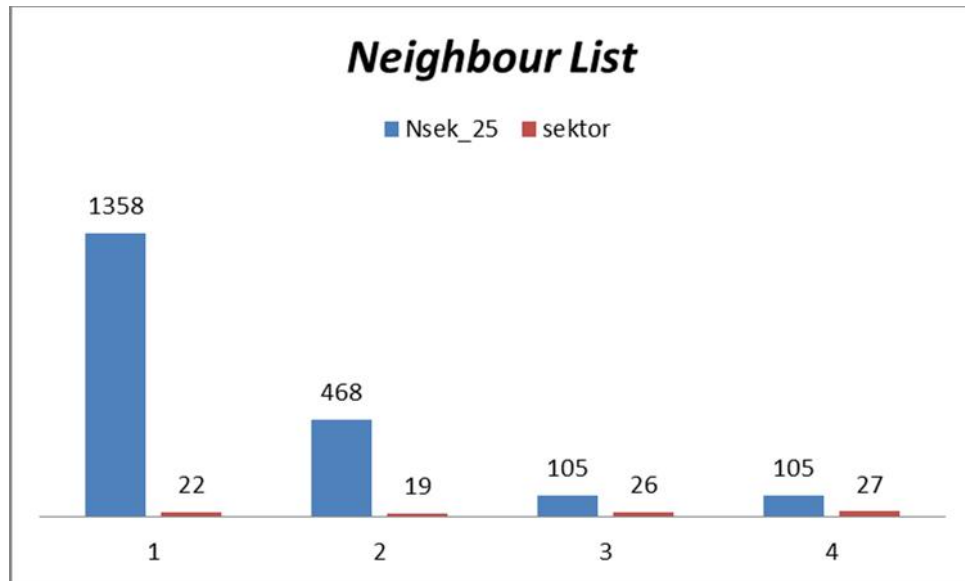
Sektor selanjutnya adalah sektor 22 nodeB 8 untuk RSCP dan Ec/Io hasil simulasi dari *neighbor* sektor 22 nodeB 8 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.17 Grafik Simulasi *Neighbor* Sektor 22 NodeB 8

Dari hasil simulasi di atas *neighbor* untuk sektor 22 nodeB 8 adalah sektor 19, sektor 25, sektor 23 dan sektor 24. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 22, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun E_c/I_o milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 22 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 22, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

Sektor selanjutnya adalah sektor 25 nodeB 9 untuk RSCP dan E_c/I_o hasil simulasi dari *neighbor* sektor 25 nodeB 9 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.18 Grafik simulasi *neighbor* sektor 25 nodeB 9

Dari hasil simulasi diatas *neighbor* untuk sektor 25 nodeB 9 adalah sektor 22, sektor 19, sektor 26, dan sektor 27. Untuk mendapatkan *neighbour list* sektor 25, maka harus diketahui terlebih dahulu sektor asal kemudian harus mengetahui terlebih dahulu salah satu *best* RSCP maupun E_c/I_o milik sektor berapa, dengan demikian *neighbour* yang akan dituju selanjutnya apabila mengalami *overload* dapat diketahui dengan cara menggunakan metode statistik. Sektor 1 sampai 27 kecuali sektor 25 menjadi kandidat *neighbour* untuk sektor 25, tetapi *neighbour* terdekat hingga terjauh belum diketahui. Sektor yang sering muncul merupakan *neighbour list* terdekat sedangkan semakin sedikit sektor yang muncul merupakan *neighbour list* terjauh.

Neighbour list yang dihasilkan dari seluruh simulasi adalah sektor yang mempunyai arah *azimuth* yang sama, arah *azimuth* kedua dan ketiga dari sebuah sektor asal dan sektor tujuan juga menjadi *neighbour list*.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut:

1. Terdeteksi dari simulasi keseluruhan nilai tertinggi untuk RSCP adalah -12,01 dBm pada titik UE 4780, 4781 sektor 25, UE 4820, 4821 sektor 19 kategori sangat baik sekali dan nilai terendah untuk RSCP adalah -65,69 dBm terdapat 2 titik yaitu pada titik UE 80 dan UE 6400 pada sektor 11 nodeB 4 kategori sangat baik sekali.
2. Dari hasil simulasi RSCP menggunakan model propagasi *free space loss*, komunikasi berjalan lancar tanpa terjadi hambatan saat panggilan berlangsung.
3. Terdeteksi nilai tertinggi dari simulasi keseluruhan Ec/Io pada titik UE 3121 sektor 11 dan UE 3201 sektor 11 adalah 0,26 dB dan nilai terendah pada keseluruhan Ec/Io pada titik UE 4861 pada sektor ke 11 pada nodeB 4 adalah -51,37 dB yaitu dikategorikan sangat buruk.
4. Pada titik yang terdeteksi adanya sel baru dengan nilai -51 dB, terjadi peristiwa *missing neighbour* saat panggilan berlangsung. Peristiwa *missing neighbour* terjadi diakibatkan oleh adanya sel baru namun sel tersebut tidak ditambahkan dalam *active set*, sehingga sel tidak ditetapkan sebagai *neighbouring cell*.
5. Sektor yang mempunyai arah *azimuth* sama dengan sektor asal selalu menjadi *neighbour list*, sedangkan arah *azimuth* kedua dan ketiga dari sebuah sektor asal dan sektor tujuan juga menjadi *neighbour list*.

5.2 Saran

Demi penyempurnaan dan kemajuan dari masalah yang telah dianalisis, berikut beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya :

1. Peneliti selanjutnya dapat menambah beberapa model propagasi, misalnya *walfish ikegami*, *two ray model*, *Loss Hatta*, dan lain sebagainya.
2. Membandingkan hasil simulasi antara WCDMA dan HSDPA.
3. Membandingkan hasil simulasi WCDMA dengan data asli ataupun studi kasus pada salah satu operator telekomunikasi di Indonesia.

Daftar pustaka

- As Shidiqy, Hasby. “*Analisis dan Simulasi Kegagalan Handover Cdma2000 1x*”,
Ericsson. “*WCDMA Radio Network Design*”
- Hamalainen, Jyri. “*Cellular Network Planning and Optimization Part X: WCDMA
planning*” Publication 2008
- Hiltunen, Kimmo. “*Handover in WCDMA Uplink and Downlink. Performance of
Handover Algorithms*”. 2002
- Holma, Harri. and Antti Toskala. “*WCDMA for UMTS Radio Access*” Edisi 3, John Wiley
and Sons, Ltd publication. Sep 2004
- Jouini, Sofien. Ericsson 3G Trial Network Optimization, Graduation Project Report,
2006/2007
- Kathrein, “*Kathrein Scala Division*” www.kathrein-scala.com/catalog/742215.pdf diakses
10 september 2012
- Kusuma, R Bram Aditya. “*Analisis Kualitas Voice Call Pada Jaringan Wcdma
Menggunakan Tets Investigation*” skripsi Universitas Diponegoro, 2010.
- Laiho, Jaana and Achim Wacker. “*Radio Network Planning and Optimisation for UMTS*”
Edisi 2, John Wiley and Sons, Ltd publication. Sep 2006
- Margosim, Ali. “*Analisis Kinerja Rf (Radio Frekuensi) Pada Sistem CDMA2000 1X*,
Universitas Diponegoro
- Muszynski, Peter. and Harri Holma. “*Introduction to WCDMA*” Edisi 3, John Wiley and
Sons, Ltd publication. Sep 2004
- Nguyen, Van Minh. “*Efficiency self-optimization of Neighbour Cell lists in Macrocellular
Networks*” publication in IEEE 2010.
- Roddy, Dennis. “*The Geostationary Orbit*” Edisi 3, Mc Graw-Hill TELECOM
Engineering, Companies, Publication 2001
- Santoso, Gatot, “*Sistem Selular WCDMA*”, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.
- Staniec, Kamil. Maciej J. Grzybkowski and Karsten Erlebach. “*Understanding UMTS
Radio Network Modelling, Planning and Automated Optimisation*” John Wiley and
Sons, Ltd publication. 2006
- Zuhdi, Mohd. “*Sistem Koordinat Geografik*” www.angelfire.com/mo/zuhdi/Kuliah2.pdf
diakses tanggal 19 Oktober 2012.