

repository.ub.ac.id

**PERBANDINGAN EFEK *CELL BREATHING* PADA
JARINGAN CDMA20001X EVDO PADA FREKUENSI
CARRIER YANG BERBEDA**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**WAKHIDA RAHMAWATI
NIM: 0810630103 - 63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

PERBANDINGAN EFEK *CELL BREATHING* PADA JARINGAN CDMA20001X EVDO PADA FREKUENSI *CARRIER* YANG BERBEDA

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun Oleh :

WAKHIDA RAHMAWATI
NIM: 0810630103 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Erfan Achmad Dahlan, M.T.
NIP. 19530714 198203 1 003

Ir. Sigit Kusmarvanto, M.Eng.
NIP. 19700310 199412 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN EFEK *CELL BREATHING* PADA
JARINGAN CDMA20001X EVDO PADA FREKUENSI
CARRIER YANG BERBEDA**

Disusun Oleh :

WAKHIDA RAHMAWATI
NIM: 0810630103 - 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus
pada tanggal **21 Januari 2015**

Majelis Penguji :

Dwi Fadilla Kurniawan, ST.,MT.
NIP. 19720630 200003 1 002

Ali Mustofa, ST., MT.
NIP. 19710601 200003 1 001

Rusmi Ambarwati, ST.,MT.
NIP 19720204 200003 2 002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001

PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul “ **Perbandingan Efek *Cell Breathing* pada Jaringan CDMA2000 1X-EVDO pada Frekuensi *Carrier* yang Berbeda**” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak M. Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. Bapak Ir. Erfan Achmad Dahlan, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan, ide, nasihat, arahan, motivasi, waktu, serta saran dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan, ide, nasihat, arahan, motivasi, waktu, serta saran dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Mohammad Rif'an, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan masukan dan motivasi kepada penulis.
7. Semua dosen, pegawai administrasi dan laboran Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala ilmu, masukan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
8. Kepada Ayahanda Suharto dan Ibunda Nur Anisah yang sangat penulis

hormati dan cintai, atas segala dukungan, motivasi, cinta, kepercayaan, dan doa yang tiada henti, hingga sampai detik ini penulis tetap kuat dan bersemangat dalam menyelesaikan studi.

9. Untuk Fuad Zakaria, terima kasih telah menjadi adik, teman, dan *partner in crime* bagi penulis dan atas keceriaan, masukan, dan dukungan yang telah diberikan.
10. Untuk abah KH. Abdurrochim Syadzily yang selalu mendukung, memotivasi, dan menginspirasi setiap perjalanan hidup saya, bersama seluruh keluarganya.
11. Sahabat-sahabat tersayang, Amalia Eka Rakhmania, Cery Ahendyarti, Y. Reza Angga Sukma, dan Katherin Amelia M atas dukungan, motivasi, dan desakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa semua teman-teman angkatan 2008 atas hari-hari indah selama penulis menimba ilmu di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
12. Asri Puspita Wardhani, para alumni SMAN 3 Malang angkatan 2008, dan tim multimedia Riyadlul Jannah yang selalu mendukung dan mendoakan agar skripsi ini segera selesai dikerjakan.
13. Nandha Pamadya Putra, teman-teman angkatan 2009, 2010, 2011, dan 2012 Teknik Elektro Universitas Brawijaya seluruh pihak yang ikut membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, semoga Allah membalas kebaikan-kebaikan mereka dengan setimpal. Amin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran kami hargai demi penyempurnaan penulisan serupa dimasa yang akan datang. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 19 Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Kontribusi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN TEORI	5
2.1 Konsep Dasar CDMA (<i>Code Division Multiple Access</i>).....	5
2.2 Jaringan CDMA 2000	6
2.3 Struktur <i>Link</i>	10
2.3.1 <i>Forward Channel</i>	10
2.3.2 <i>Reverse Channel</i>	11
2.4 Konsep Dasar Jaringan CDMA 20001X EVDO.....	12
2.5 Kapasitas Sistem	13
2.6 Konsep <i>Cell Breathing</i> pada Jaringan CDMA.....	14
2.7 Proses <i>Cell Breathing</i> pada Jaringan CDMA 20001X EVDO.....	16
2.8 Efisiensi Cakupan dan <i>Link Budget</i>	17
2.8.1 Model Propagasi Okumura-Hata.....	17

2.8.2	Model Propagasi Cost 231.....	18
2.9	<i>Link Budget</i>	19
2.9.1	<i>Reverse Link Budget</i>	20
2.10	Daya Terima dan <i>Eb/No</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Studi Literatur	24
3.2	Pengambilan Data	24
3.3	Perhitungan dan Analisis Data.....	24
3.4	Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Efisiensi Cakupan dan <i>Link Budget</i>	31
4.1.1	<i>Link Budget</i>	31
4.1.2	Efisiensi Cakupan.....	33
4.1.2.1	Radius <i>Reverse Link</i> pada Frekuensi <i>Carrier</i> 800 MHz	33
4.1.2.2	Radius <i>Reverse Link</i> pada Frekuensi <i>Carrier</i> 1900 MHz	35
4.2	Daya terima.....	37
4.2.1	Daya terima untuk frekuensi carrier 800 MHz.....	37
4.2.2	Daya terima untuk frekuensi carrier 1900 MHz.....	40
4.3	Analisis jumlah <i>user</i> dan radius sel.....	43
4.4	Analisis pengaruh frekuensi <i>carrier</i> terhadap radius sel.....	44
4.4.1	Analisis pengaruh frekuensi <i>carrier</i> terhadap radius sel dengan model propagasi okumura-hata.....	44
4.3.2	Analisis pengaruh frekuensi <i>carrier</i> terhadap radius sel dengan model propagasi Cost 231	47
4.5	Analisis perbandingan efek <i>cell breathing</i> pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz.....	50
BAB V PENUTUP		52



5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur jaringan CDMA 2001x EVDO	7
Gambar 2.2	<i>Forward CDMA Link</i>	10
Gambar 2.3	<i>Reverse CDMA Link</i>	12
Gambar 2.4	Ilustrasi mengembang dan menyempitnya sel	15
Gambar 3.1	Diagram alir perhitungan MAPL	26
Gambar 3.2	Diagram alir perhitungan radius sel dengan metode Okumura-Hata	27
Gambar 3.3	Diagram alir perhitungan radius sel dengan metode Cost 231	28
Gambar 3.4	Diagram alir perhitungan luas area sel	29
Gambar 3.5	Diagram alir perhitungan jumlah user	29
Gambar 4.1	Grafik perbandingan radius sel pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz dengan model Okumura-Hata	40
Gambar 4.2	Grafik perbandingan luas area sel pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz dengan model Okumura-Hata	40
Gambar 4.3	Grafik perbandingan radius sel pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz dengan model Cost 231	42
Gambar 4.4	Grafik perbandingan luas area sel pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz dengan model Cost 231	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penambahan <i>Equipment</i> Untuk Mendukung Jaringan EVDO.....	13
Tabel 2.2	Parameter <i>reverse link budget</i> pada jaringan CDMA 20001X EVDO.....	20
Tabel 4.1	<i>Reverse link budget</i> CDMA 20001X EVDO	31
Tabel 4.2	Perhitungan daya terima (Prx) dengan model propagasi Okumura-Hata dengan frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz	38
Tabel 4.3	Perhitungan daya terima (Prx) dengan model propagasi Cost 231 dengan frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz.....	39
Tabel 4.4	Perhitungan daya terima (Prx) dengan model propagasi Okumura-Hata dengan frekuensi <i>carrier</i> 1900 MHz	41
Tabel 4.5	Perhitungan daya terima (Prx) dengan model propagasi Cost 231 dengan frekuensi <i>carrier</i> 1900 MHz.....	42
Tabel 4.6	Perbandingan radius sel dan luas área pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz dengan model Okumura-Hata.....	45
Tabel 4.7	Perbandingan radius sel dan luas área pada frekuensi <i>carrier</i> 800 MHz dan 1900 MHz dengan model Cost 231.....	48



ABSTRAK

Wakhida Rahmawati, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2014, Perbandingan Efek *Cell Breathing* pada Jaringan CDMA 20001X EVDO pada Frekuensi *Carrier* yang Berbeda, Dosen Pembimbing: Ir. Erfan Achmad Dahlan, M.T. dan Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng.

Skripsi ini akan membahas perbandingan efek *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x EVDO dengan *frekuensi carrier* yang berbeda yaitu pada frekuensi 800 MHz dan 1900 MHz. Parameter yang diamati antara lain MAPL (*Maximum Allowedable Path Loss*), radius sel, dan jumlah *user*. Berdasarkan data dan hasil perhitungan, efek *cell breathing* yang terjadi ketika jaringan CDMA 20001X EVDO menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda menimbulkan efek yang berbeda. Disini perhitungan dilakukan dengan merubah *interference margin* dan diterapkan pada frekuensi *carrier* yang berbeda yaitu 800 MHz dan 1900 MHz yang mana hasilnya akan merubah *pathloss*, radius sel, dan jumlah *user*. Dengan nilai *pathloss* dan radius sel juga berbeda, efek *cell breathing* yang terjadi juga berbeda. Pada fekuensi *carrier* 800 MHz, ketika digunakan model propagasi okumura-hata, radius sel maksimum adalah 2,38 km, sedangkan pada frekuensi *carrier* 1900 MHz, radius sel maksimum adalah 1,98 km. Sedangkan dari sisi jumlah *user*, dengan memisalkan ada 27 user yang meminta sambungan dengan jarak teratur yang dimulai dari jarak 0,1 km dari BS, menggunakan model propagasi okumura-hata, pada frekuensi *carrier* 800 MHz dapat menampung *user* sebanyak 26 *user* dengan radius sel 1,35 km. Sementara pada frekuensi *carrier* 1900 MHz dapat menampung 13 user dengan radius sel hanya 0,7 km.

Kata Kunci: *Cell Breathing*, Frekuensi *Carrier*, *Pathloss*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan sistem komunikasi radio berkembang dengan pesat, seiring dengan peningkatan kebutuhan jasa telekomunikasi bagi masyarakat modern. Hal ini mengakibatkan alokasi frekuensi radio yang tersedia semakin lama akan semakin padat. Kondisi ini dapat menyebabkan permintaan hubungan komunikasi yang sangat besar tidak dapat dilayani melalui jaringan yang berbasis lintas radio.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk memecahkan permasalahan yang terjadi seperti sistem komunikasi akses jamak FDMA dan TDMA. Tetapi, kapasitas pemakai yang dimiliki oleh kedua sistem tersebut relatif terbatas. *Code Division Multiple Acces* (CDMA) merupakan teknologi digital seluler terbaru menggunakan sistem pengkodean yang unik, menjamin keamanan tinggi dan memiliki kapasitas spectrum yang besar. Mulanya CDMA digunakan untuk sistem komunikasi militer Amerika Serikat, sistem ini jauh lebih baik daripada pendahulunya yaitu sistem *Advanced Mobile Phone Sistem* (AMPS). Dengan ditetapkannya CDMA sebagai standar internasional oleh Asosiasi Industri Telepon Seluler CTIA, mulailah CDMA dipergunakan di berbagai Negara.

Teknologi CDMA 2000 1x EVDO merupakan suatu sistem seluler yang berbasis CDMA (*Code Division Multiple Acces*). Yang mana dalam sistem CDMA, seluruh pelanggan menggunakan spektrum frekuensi yang sama, tiap pelanggan dibedakan berdasarkan kode-kode tertentu. Sistem CDMA memakai suatu frekuensi tertentu dan memisahkannya dengan kode-kode tertentu pula. Suara dipecah menjadi bit-bit digital dan dikelompokkan dengan suatu kode, masing-masing kode berhubungan dengan suatu panggilan dipancarkan secara acak terhadap panggilan lainnya. Kemudian bit-bit tadi disusun kembali seperti semula.

Salah satu masalah operasional teknologi CDMA adalah mengembang dan menyempitnya sel yang dikenal dengan istilah *breathing*. *Breathing* pada CDMA adalah fenomena mengembang dan menyempitnya sel sebagai akibat dari sel yang

telah penuh, sehingga *mobile station* (MS) yang berada pada jarak yang cukup jauh tidak mendapatkan pelayanan sambungan. Masalah ini tentunya sangat berpengaruh terhadap kemampuan suatu sel untuk menangani permintaan jumlah kanal yang meningkat dimana melebihi jumlah kanal maksimum yang disediakannya.(Umar, 2003)

Dalam konsep *breathing*, untuk mendapatkan jumlah kanal semaksimal mungkin maka daya pancar dari semua *mobile station* (MS) diatur sehingga daya yang diterima *base station* (BS) adalah sama untuk semua *mobile station* (MS). Proses pengaturan ini dikenal sebagai *power control* yang berfungsi menghindari *near far effect* yaitu adanya dominasi interferensi dari MS mengalami redaman kecil, yang biasanya jaraknya lebih dekat ke *base station* (BS).(Tonda, 2001)

Skripsi ini akan membahas perbandingan efek *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x EVDO dengan *frekuensi carrier* yang berbeda yaitu pada frekuensi 800 MHz dan 1900 MHz. Analisis dilakukan dengan menggunakan dua model propagasi, yaitu model *Okumura Hata* dan Cost 231.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah ditekankan pada

1. Bagaimana terjadinya *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x EVDO dengan menggunakan frekuensi *carrier* 800 MHz dan frekuensi *carrier* 1900 MHz untuk model propagasi *okumura hata* dan *cost 231* serta pengaruhnya terhadap cakupan sel dan jumlah *user*?
2. Bagaimana perbandingan efek *cell breathing* berupa cakupan sel dan jumlah *user* pada jaringan CDMA 2000 1x EVDO pada frekuensi *carrier* yang berbeda?

1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka ruang lingkup pembahasan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Analisis sistem hanya dilakukan untuk arah *reverse link*, yaitu dari *mobile station* menuju *base station* pada daerah urban (pusat kota)

2. Model propagasi empiris yang dipilih untuk memperkirakan kuat sinyal penerimaan adalah model okumura hata dan cost 231.
3. Tidak membahas perencanaan sel secara menyeluruh.
4. Tidak membahas perangkat keras dan perangkat lunak pada elemen atau komponen jaringan CDMA 2000 1x EVDO.
5. Tidak membahas cara mengatasi *cell breathing* secara menyeluruh.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui perbandingan pengaruh mengembang dan menyempitnya sel (*cell breathing*) pada jaringan CDMA 2000 1x EVDO pada frekuensi carrier yang berbeda, yaitu frekuensi *carrier* 800 MHz dan frekuensi *carrier* 1900 MHz.

1.5 Kontribusi

Dengan penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah maupun operator seluler untuk menentukan frekuensi *carrier* mana yang sebaiknya digunakan. Oleh karena pengaruh *cell breathing* berkaitan dengan banyaknya BTS yang harus dibangun.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Membahas mengenai konsep dasar CDMA, jaringan CDMA 2000, struktur *link* CDMA, konsep dasar jaringan CDMA 20001X EVDO, kapasitas sistem CDMA, konsep *cell breathing* pada jaringan CDMA, efisiensi cakupan dan *link budget*, model propagasi, daya terima dan *Eb/No*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memuat studi literatur mengenai *Code Division Multiple Access* (CDMA) dan CDMA20001x EVDO (*Evolution Data Only*), metode pengambilan yang bersumber dari data sekunder, metode analisis data,

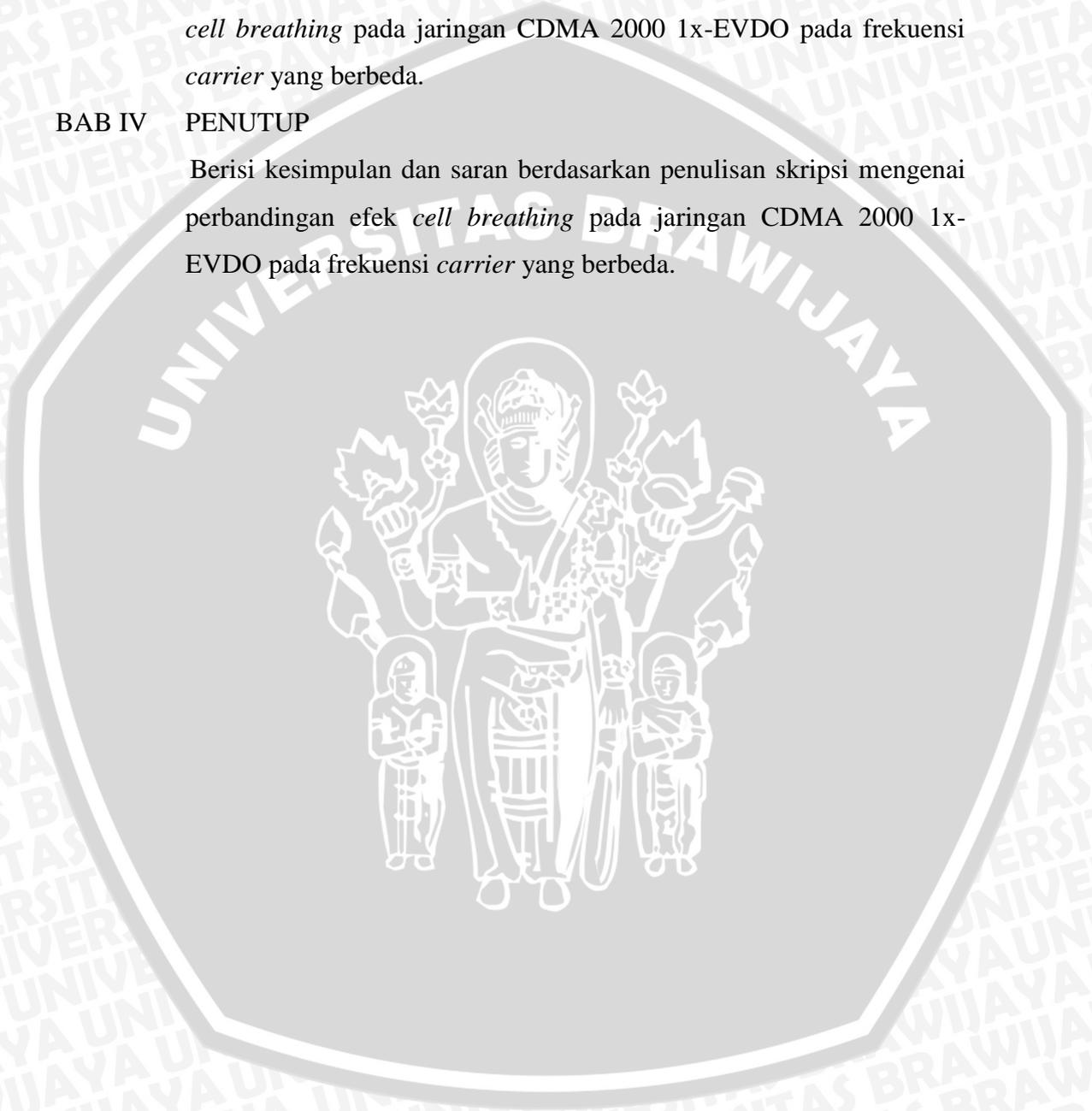
metode perhitungan, dan metode pengambilan kesimpulan dari perhitungan dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Melakukan analisis dari hasil perhitungan tentang perbandingan efek *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x-EVDO pada frekuensi *carrier* yang berbeda.

BAB IV PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan penulisan skripsi mengenai perbandingan efek *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x-EVDO pada frekuensi *carrier* yang berbeda.



BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Konsep Dasar CDMA (*Code Division Multiple Access*)

CDMA adalah teknik akses jamak yang menggunakan kode tertentu untuk membedakan *user* yang satu dengan yang lainnya. Teknologi ini pertama kali dikeluarkan *Telecommunication Industry Association (TIA)* dengan institusi *Qualcomm* sebagai motor pengembangnya. 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.

CDMA menggunakan teknologi *spread-spectrum* untuk mengedarkan sinyal informasi yang melalui *bandwidth* yang lebar (1.25 MHz). CDMA membawa manfaat yang besar dan berada diatas teknologi serupa yang lain untuk saat ini. CDMA menawarkan kapasitas jaringan yang terbesar untuk melayani lebih banyak pelanggan dengan biaya infrastruktur yang sama. CDMA menawarkan kecepatan transmisi data paling tinggi diantara yang lain.

Hal ini menyebabkan CDMA lebih tahan terhadap interferensi dan *noise*. Untuk menandai *user* yang memakai spektrum frekuensi yang sama, CDMA menggunakan kode yang unik yaitu *Pseudo Random Code Sequence (PRCS)*. *Pseudo Random Code Sequence* adalah teknik yg digunakan untuk memberikan kode yg unik pada masing-masing *user* dalam waktu dan spektrum frekuensi yang sama. Masing-masing kode adalah *layer* dan secara simultan ditransmisikan ke seluruh *carrier*. Disinilah keunikan CDMA yaitu kemampuannya dalam *handle* sejumlah panggilan dengan *carrier* yang terbatas. Berbeda dengan FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA(*Time Division Multiple Access*), maka CDMA menggunakan waktu dan frekuensi yang sama dalam akses untuk masing-masing *user*. Penggunaan frekuensi dan waktu yang sama

menyebabkan CDMA rentan terhadap interferensi. Semakin besar interferensi yang terjadi maka kapasitas CDMA semakin kecil.

2.2 Jaringan CDMA 2000

Sistem yang dipertimbangkan untuk digunakan di Indonesia adalah jaringan CDMA20001x EVDO. Jaringan ini memiliki *data rate* yang cukup dan mampu menangani koneksi paket data. Layanan suara (*voice*) dan *data call* dapat dilakukan secara serentak. *Fixed Wireless* dan koneksi internet dapat disediakan pula. Contoh *vendor hardware* dari konfigurasi ini adalah Huawei, dengan mempertimbangkan biaya produk yang rendah dan kinerja yang baik.

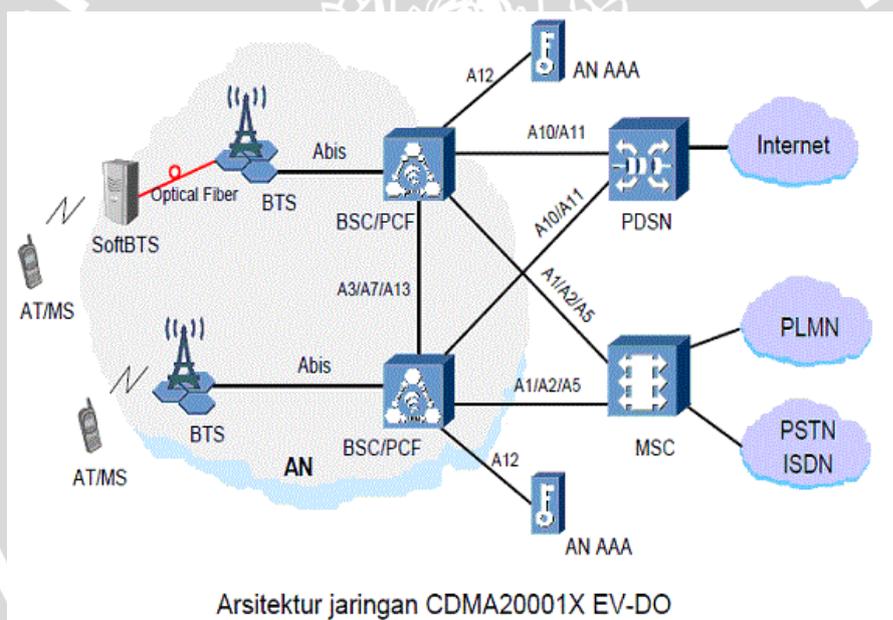
Konsep dari CDMA2000 ini adalah dengan menggunakan kode-kode berkorelasi, yaitu *walsh code* untuk sistem *multiple access*-nya atau untuk membedakan satu *subscriber* dengan *subscriber* lain. Proses pengiriman dan penerimaan informasi pada CDMA2000 dilakukan dengan cara informasi yang akan dikirim (misalkan, suara kita) akan diubah menjadi sinyal *digital* melalui *encoder* dan kemudian disebar (*spreading*) sepanjang *bandwidth* dari kanal CDMA2000 dengan menggunakan *walsh code*.

Hal ini bertujuan agar informasi yang dikirim masih dapat dikenali apabila sebagian dari sinyal tersebut ada yang rusak, misalnya karena terkena pantulan dari gedung, *jamming*, dan sebagainya. Selama pengirimannya, informasi awal yang telah dikodekan ini akan tercampur dengan derau dasar, interferensi dari luar, interferensi dari sel lain, dan interferensi dari pemakai lain sehingga informasi awal tersebut menjadi sinyal campuran. Selain menggunakan *walsh code* untuk *multiple access*-nya, CDMA2000 juga menggunakan *frequency division multiple access* (FDMA) untuk meningkatkan jumlah kapasitas pemakainya dalam suatu sel.

Teknologi CDMA2000 ini menggunakan pita lebar (*bandwidth*) mulai dari 1.25 MHz sampai 15 Mhz dan mempunyai alokasi pada frekuensi 450 MHz, 800 MHz (*cellular band*), 1.700 MHz, 1.900 (PCS *Band*), atau 2.1 GHz yang sangat tergantung dari regulasi tiap-tiap negara. Di Indonesia sendiri, frekuensi *carrier* yang pernah digunakan untuk jaringan CDMA 2000 1x-EVDO adalah 800 MHz dan 1900 MHz.

Kelebihan lain dari teknologi CDMA2000 ini adalah pemakaian *power* yang selalu diatur seminimum mungkin, yaitu dengan menggunakan *power control* yang memungkinkan pengaturan daya yang dipancarkan oleh *handset* setiap 1.25 ms sehingga mempunyai efek positif bagi keseHatan pemakainya dan tingkat interferensi juga dapat ditekan seminimum mungkin. Ditinjau dari keamanan datanya, CDMA2000 juga mempunyai tingkat keamanan yang baik, yaitu menggunakan proses enkripsi yang berlapis sehingga tidak mudah disadap. Untuk berpindah dari satu sel ke sel lain (*handoff*), *base station* CDMA2000 menggunakan bantuan satelit GPS (*Global Positioning Sistem*) untuk proses sinkronisasi antarsel sehingga memungkinkan pengguna menggunakan telepon selama perjalanan.

Arsitektur jaringan CDMA 2000 1x-EVDO ditunjukkan oleh Gambar 2.1



Gambar 2.1. Arsitektur Jaringan CDMA20001x EV-DO

(Sumber : Qualcomm. Standart Teknologi Selular CDMA 2000 1xEV-DO)

Keterangan gambar

1. *Mobile Station* (MS)

Mempunyai fungsi utama untuk membentuk, memelihara hubungan (*voice* dan *data*) dengan jaringan. MS membentuk hubungan dengan meminta kanal radio dari AN. Setelah hubungan terbentuk MS bertanggung jawab untuk menjaga kanal radio tersebut

dan melakukan buffer paket jika kanal radio sedang tidak tersedia. MS biasanya mendukung enkripsi dan protokol seperti *Mobile IP* dan *Simple IP*.

2. *BTS (Base Transceiver Station)*

Berfungsi sebagai antar muka yang menghubungkan antara MSC dengan pelanggan dan bertanggung jawab untuk mengalokasikan daya yang digunakan oleh pelanggan. BTS terdiri dari perangkat radio yang digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal CDM. Mengontrol aspek-aspek dalam system yang berhubungan performasi jaringan. BTS mengontrol *forward power* (dialokasikan untuk *traffic overhead* dan *soft handoff*) dan penggunaan kode *Walsh*.

3. *BSC (Base Station Controller)*

Bertanggung jawab mengontrol semua BTS yang ada di daerah cakupannya, mengatur rute paket data dari BTS ke PDSN(*Packet Data Service Node*) atau sebaliknya.

4. *Radio Network (RN)*

Terdiri dari dua komponen yaitu *Packet Control Function* (PCF) dan *Radio Resources Control* (RRC). Fungsi utama PCF adalah untuk membentuk, memelihara dan membubarkan hubungan dengan PDSN. PCF berkomunikasi dengan RRC untuk meminta dan mengatur kanal radio untuk menyampaikan paket dari dan ke MS. PCF juga bertanggung jawab mengumpulkan informasi akunting dan meneruskannya ke PDSN. RRC mendukung otentikasi dan otorisasi MS untuk mendapatkan akses radio. RRC juga mendukung enkripsi air interface bagi MSC (*Mobile Switching Center*)

sering juga disebut antarmuka antara BSC-BSC dengan PSTN dan jaringan data (ISDN) melalui *gateway* MSC (*G-MSC*).

5. *Packet Data Serving Node (PDSN)*

PDSN melakukan bermacam-macam fungsi. Fungsi utamanya melakukan *routing* paket jaringan ke IP atau HA. PDSN memberikan alamat IP dinamik dan menjaga sesi *Point-To-Point Protocol* (PPP) ke MS. PDSN

memulai otentikasi, otorisasi dan akunting ke AAA untuk sesi paket data. Sebagai balasannya PDSN menerima parameter-parameter profil pelanggan yang berisi jenis-jenis layanan dan keamanan.

6. *Home Agent (HA)*

HA berperan dalam implementasi protokol *Mobile IP* dengan meneruskan paket-paket ke PDSN dan sebaliknya. HA menyediakan keamanan dengan melakukan otentikasi MS melalui pendaftaran *Mobile IP*. HA juga menjaga hubungan dengan AAA untuk menerima informasi tentang pelanggan.

7. *Authentication, Authorization and Accounting (AAA)*

AAA mempunyai peran yang berbeda-beda tergantung pada tipe jaringan dimana dia terhubung. Jika AAA server terhubung ke *service provider network*, fungsi utamanya adalah melewatkan permintaan otentikasi dari PDSN ke *Home IP network*,

dan mengotorisasi respon dari *home IP network* ke PDSN. AAA juga menyimpan informasi akunting dari MS dan menyediakan profil pelanggan dan informasi QoS bagi PDSN. Jika AAA server terhubung ke *home IP network*, dia melakukan otentikasi dan otorisasi bagi MS berdasarkan permintaan dari AAA lokal. Jika AAA terhubung ke *broker network*, dia meneruskan permintaan dan respon antara *service provider network* dan *home IP network* yang tidak mempunyai hubungan bilateral.

8. *Mobile Switching Center (MSC)*

Sering juga disebut antarmuka antara BSC dengan *public voice (PSTN)* dan jaringan data (*ISDN*) melalui *gateway MSC (G-MSC)*.

9. *Home Local Register (HLR)*

Berfungsi untuk menyimpan seluruh data pelanggan misalnya IMSI, data lokasi *user*, *Shared Secret Data (SSD)* semua *user*, dan informasi lain yang spesifik bagi tiap *user*. Pusat autentifikasi (AuC) Pusat penyimpanan untuk *Electronic Serial Number (ESN)* tiap *user* teregistrasi.

10. *Router*

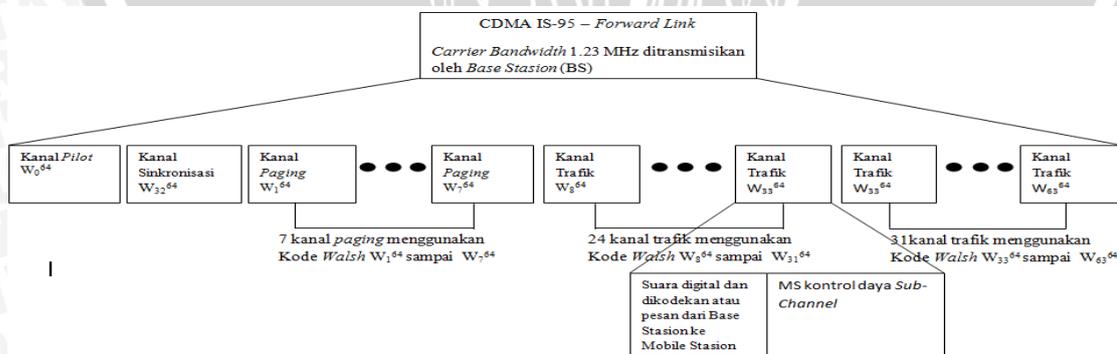
Berfungsi untuk merutekan paket data ke dan dari berbagai macam elemen jaringan CDMA2000. Router bertanggung jawab untuk mengirim dan menerima paket jaringan internal atau sebaliknya. Untuk menjamin keamanan ketika berhubungan dengan aplikasi data ke jaringan luar, maka diperlukan *fire wall*.

2.3 Struktur Link

Pembahasan struktur *link* dibagi menjadi dua kategori yaitu *forward link* (*down link*) dan *reverse link* (*up link*). Pada CDMA mempunyai sistem *link* yang unik karena *forward* dan *reverse* memiliki struktur *link* yang berbeda. *Forward link* memiliki 4 jenis saluran (*channel*) yaitu *pilot*, sinkronisasi, *paging* dan *traffic channel*. Sedangkan pada *reverse channel* hanya memiliki dua jenis saluran yaitu *access* dan *traffic channel*.

2.3.1 Forward Channel

Pada *forward channel* terdiri dari satu kanal *pilot*, satu kanal sinkronisasi, tujuh kanal *paging* dan beberapa kanal trafik. Tujuh kanal *paging* menggunakan kode *walsh* W_1 sampai W_7 . Dua puluh empat kanal trafik menggunakan kode *walsh* W_8 sampai W_{31} . Sedangkan 31 kanal trafik selanjutnya menggunakan kode *walsh* W_{32} sampai W_{63} . Masing-masing *channel code* tersebut disebarakan secara orthogonal dengan fungsi kode *walsh* yang sesuai dan kemudian disebarakan secara kuadratur dengan sepasang *PN code*. Dalam bentuk diagram, *forward channel* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Forward CDMA Link

(Sumber : ZTE-STTTelkom Asian Pacific Training, Basic Concept CDMA 20001X)

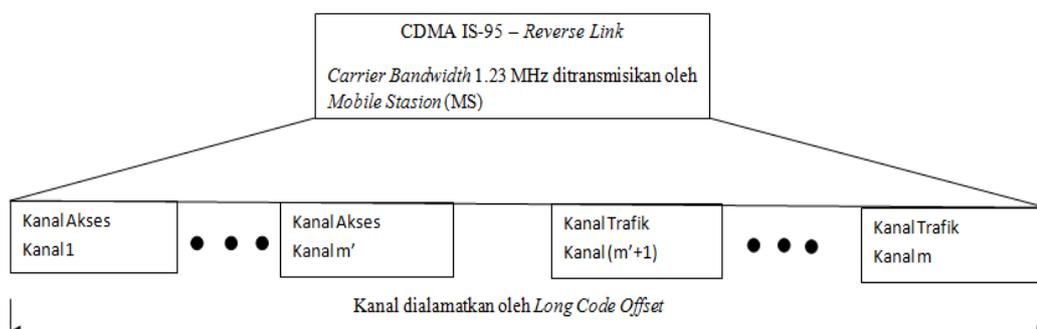


Adapun fitur dari *forward link* adalah sebagai berikut:

1. Struktur *forward link* pada EVDO berbeda dengan CDMA2000 1x/IS-95. *Forward link* pada EVDO adalah *Time Division Multiplexed* (TDM) yang berlawanan dengan *Code Division Multiplexed* (CDM) pada CDMA2000 1x/IS-95.
2. *Power* yang *full* yang diberikan pada *user*, tidak menggunakan *power control* sebagaimana yang ada pada CDMA2000 1x/IS-95.
3. *Data rate* yang bervariasi dari 38.4 Kbps hingga 2.4 Mbps yang menyesuaikan dengan perubahan kondisi kanal.
4. Setiap *carrier* EVDO menyediakan data *channel* yang dibagi menjadi 1.67 ms *slot*, dimana setiap *slot* terdiri dari 2048 *Psodorandom noise* (PN) *chip*.
5. Ukuran paket pada *physical layer* bervariasi dari 1 hingga 16 *slot*. Variasi ukuran paket tergantung pada *data rate* dan *coding rate*/skema modulasi untuk mengoptimalkan efisiensi *spektrum* dengan beradaptasi pada kanal yang berubah terhadap waktu.
6. Modulasi yang digunakan adalah QPSK/8-PSK/16 QAM.

2.3.2 Reverse Channel

Pada *reverse channel* memiliki kanal akses dan kanal trafik. Kanal akses tersiri dari kanal akses 1 sampai kanal akses m' . Sedangkan kanal trafik terdiri dari kanal trafik $(m'+1)$ dan kanal trafik m . *Reverse CDMA channel* diidentifikasi dengan pergeseran waktu yang unik dari *long PN code*. Pada *PN code* yang digeser waktunya, mempunyai korelasi yang sangat kecil satu sama lain. Data yang ditransmisikan pada *reverse CDMA channel* dikelompokkan dalam *frame* 20 ms. Dalam bentuk diagram, *reverse channel* ditunjukkan oleh Gambar 2.3



Gambar 2.3. Reverse CDMA Link

(Sumber : ZTE-STTTelkom Asian Pacific Training, Basic Concept CDMA 20001X)

Adapun fitur dari *reverse link* pada EVDO adalah sebagai berikut ;

1. Transmisi AT (*Access Terminal*) pada *reverse link* adalah *Code Division Multiplexed*, sama halnya pada CDMA2000 1x/IS-95.
2. *Data rate* bervariasi dari 9.6 kbps hingga 153 Kbps.
3. Disusun dari 26.66 ms *frame* pada *physical layer*.
4. Menggunakan modulasi BPSDK untuk semua *data rate*.

2.4 Konsep Dasar Jaringan CDMA20001x EVDO

CDMA2000 1x EV-DO merupakan teknologi yang *optimal* untuk *deliver* layanan *high speed wireless data* pada terminal *mobile* dan *fixed* yang menggunakan *dedicated carrier* dengan *bandwidth* 1.25 MHz.

CDMA2000 1x EVDO didesain untuk mengoptimalkan layanan paket data untuk berbagai aplikasi antara lain: *Web browsing, File transfer, VoIP, Wireless video conferencing, Streaming video, Wireless Network Gaming, Push to Talk dan Push to Media*. CDMA2000 1x EVDO didesain mempunyai *bandwidth* yang sama, *coverage area* dan karakteristik *bandwidth* dengan CDMA2000 1x/IS-95 yaitu 1.25 MHz.

Dibandingkan dengan jaringan CDMA 2000 1x/IS-95, ada penambahan beberapa *equipment* pada jaringan CDMA 2000 1x-EVDO. Penambahan *equipment* akan dijelaskan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1. Penambahan Equipment Untuk Mendukung Jaringan EVDO

	Network Element	Voice	1x data	EVDO data
Core Network	MSCe	√		
	MGW	√		
Data Network	PDSN		√	EVDO data service software
	AAA		√	√
Access	BTS	√	√	Channel Processing Module CHM2 and



Network	PCF		√	Software:Channel Resources software & Carrier software Selection and Distribution unit for EVDO SDU
	BSC	√	√	Selection and Distribution unit for EVDO SDU and EVDO Data service software
	AN AAA			New server engine for EVDO

(Sumber : Qualcomm. Standart Teknologi Selular CDMA 2000 1xEV-DO)

Keterangan :

MSC : *Mobile Switching Center*

MGW : *Mobile Gateway*

PDSN : *Packet Data Serving Node*

AAA : *Authentication Authorization and Accounting*

BTS : *Base Tranceiver Station*

PCF : *Packet Control Function*

BSC : *Base Station Controller*

AN AAA : *Access Network Authentication Authorization and Accounting*

AN : *Access Network*

AT : *Access Terminal*

Dari tabel dapat jelaskan bahwa untuk mendukung implementasi jaringan CDMA 2000 1x EVDO dibutuhkan penambahan *Channel Processing Module* dan penginstalan *channel resource software & carrier software* pada BTS, sedangkan pada sisi BSC dilakukan penambahan *selection and distribution unit for EVDO SDU* serta penginstalan *EVDO data service software*.

2.5 Kapasitas Sistem

Kapasitas sistem pada CDMA didefinisikan sebagai kanal yang dapat disediakan dalam 1 bandwidth sebesar 1,25 MHz. Kapasitas pada sistem CDMA ini dipengaruhi oleh faktor aktivitas trafik yang berupa *voice* maupun data., faktor interferensi dari sel tetangga yang lain, faktor kontrol daya yang tidak sempurna serta faktor interferensi. Kapasitas kanal sel CDMA dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu *primary traffic* dan *secondary trafik*. Untuk *primary traffic* digunakan untuk aktivitas suara dan *secondary traffic* untuk aktivitas data. Berikut ini diberikan persamaan untuk menentukan kapasitas kanal sel CDMA yang menggunakan antenna dengan pancaran ke segala arah(omnidirectional).



Dalam perhitungan kapasitas sel, langkah awal yang dilakukan adalah menghitung *processing gain* yang merupakan perbandingan antara bandwidth dan dengan data rate, dimana data rate yang digunakan adalah 9600 bps. Setelah diketahui besarnya *processing gain*, kemudian dikalikan dengan factor kontrol daya yang tidak sempurna yang besarnya tergantung pada *interference margin*. Perkalian *processing gain* dengan faktor daya tidak sempurna tadi selanjutnya dibagi dengan E_b/N_0 , E_b/N_0 menyatakan rasio besarnya energy per bit per noise density. Selanjutnya dibagi lagi dengan faktor aktivitas trafik data sebesar 1 dan faktor interferensi sel lain sebesar 0,7.

$$M_{\max} = G_p \frac{\alpha}{\frac{E_b}{N_0} \cdot V_f \cdot (1+f)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan

M_{\max} = Kapasitas kanal maksimum (*user*)

G_p = *Processing gain* atau senilai dengan (W/R)

E_b/N_0 = Rasio energi tiap bit terhadap *thermal noise* (dB)

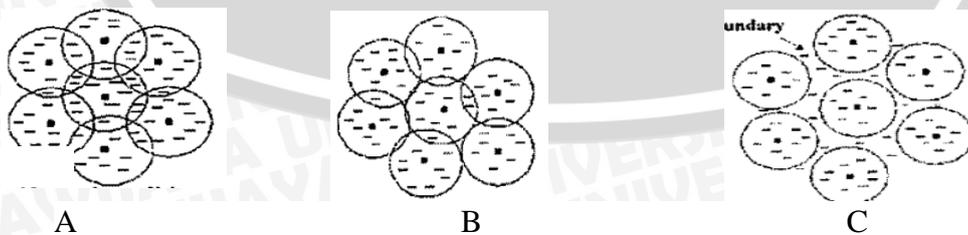
η = *interference margin*

v_f = faktor aktivitas trafik *voice* atau data = 1

f = faktor interferensi dari sel lain = 0,7

2.6 Konsep Cell Breathing pada Jaringan CDMA

Salah satu masalah operasional dalam jaringan CDMA adalah mengembang dan menyempitnya sel yang dikenal dengan istilah *cell breathing*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 ilustrasi mengembang dan menyempitnya sel



Pada Gambar 2.4 terlihat bahwa pada kondisi normal(gambar A) seluruh area yang membutuhkan layanan komunikasi dapat dilayani oleh BTS yang ada. Pada gambar B, ketika trafik padat, sel akan menciut, tetapi kebutuhan komunikasi masih dapat dilayani. Sedangkan pada gambar C, ketika trafik makin padat, sel makin menciut dan ada area yang tidak dapat dilayani.

Secara sistematis, pada kondisi normal dimana jumlah kanal per MS sesuai dengan rancangan, maka derau dari MS lain tidak terlalu banyak. Tetapi pada saat jumlah kanal per MS meningkat pada beberapa sel, maka derau dari kanal per MS juga akan meningkat. Sehingga BS melalui mekanisme *power control* akan memerintahkan MS untuk menaikkan daya pancarnya untuk memperoleh E_b/N_0 yang diinginkan. Dengan meningkatkan daya derau dari kanal per MS lain, maka kanal per MS yang lokasinya agak jauh dengan BS tentunya akan kehabisan daya pancar(karena daya pancar sudah maksimum) sehingga mengakibatkan nilai E_b/N_0 tidak dapat dipertahankan dan hubungan komunikasi menjadi terputus. Akibatnya, secara sistem dapat dilihat bahwa cakupan sel menyempit. Menurunnya nilai E_b/N_0 menandakan menurunnya kualitas komunikasi yang terjadi. Bila jumlah kanal per MS menurun pada beberapa sel, maka ukuran sel akan kembali seperti ketika jumlah kanal belum meningkat, atau biasa dikatakan kanal per MS yang lokasinya agak jauh dengan BS dapat melakukan komunikasi kembali, seolah-olah ukuran sel mengembang.

Apabila beberapa sel yang bersebelahan mengalami kenaikan trafik yang menyebabkan menyempitnya sel-sel tersebut, maka daerah perbatasan antara sel-sel tersebut tidak dapat memperoleh sambungan komunikasi atau tidak tercakup(*blankspot*).

2.7 Proses *cell breathing* pada jaringan CDMA 20001X EVDO

Proses *cell breathing* adalah proses mengembang dan menyempitnya sel CDMA karena pengaruh banyaknya *user* yang meminta sambungan. Jumlah *user* yang berubah-ubah menyebabkan sel mengalami pengembangan dan penyempitan. Apabila banyak *user* yang meminta sambungan, maka derau pada kanal MS akan meningkat. Sehingga BS melalui mekanisme *power control* akan memerintahkan MS untuk menaikkan daya pancarnya untuk memperoleh E_b/N_0

yang diinginkan. Dengan meningkatkan daya derau dari kanal per MS lain, maka kanal per MS yang lokasinya agak jauh dengan BS tentunya akan kehabisan daya pancar(karena daya pancar sudah maksimum) sehingga mengakibatkan nilai E_b/N_0 tidak dapat dipertahankan dan hubungan komunikasi menjadi terputus. Akibatnya, secara sistem dapat dilihat bahwa cakupan sel menyempit. Menurunnya nilai E_b/N_0 menandakan menurunnya kualitas komunikasi yang terjadi. Bila jumlah kanal per MS menurun pada beberapa sel, maka ukuran sel akan kembali seperti ketika jumlah kanal belum meningkat, atau biasa dikatakan kanal per MS yang lokasinya agak jauh dengan BS dapat melakukan komunikasi kembali, seolah-olah ukuran sel mengembang.

Apabila beberapa sel yang bersebelahan mengalami kenaikan trafik yang menyebabkan menyempitnya sel-sel tersebut, maka daerah perbatasan antara sel-sel tersebut tidak dapat memperoleh sambungan komunikasi atau tidak tercapai(*blankspot*).

Ketika sinyal berjalan dari BS ke MS, sinyal mengalami pelemahan. Adanya pemantulan dari beberapa obyek dan pergerakan MS menyebabkan kuat sinyal yang diterima oleh MS bervariasi dan sinyal yang diterima tersebut mengalami *pathloss*. *Pathloss* akan membatasi kinerja dari sistem komunikasi bergerak sehingga memprediksi *pathloss* merupakan bagian yang penting dalam perancangan sistem komunikasi bergerak. Apabila jumlah *user* bertambah, *pathloss* akan menurun dan mengakibatkan menurunnya cakupan sel. Bertambahnya beban sel (*user*) ini mengakibatkan meningkatnya *interference margin* pada BS. Sehingga dengan meningkatnya *interference margin* akan berdampak pada berkurangnya *pathloss* yang pada akhirnya penambahan *user* akan mengakibatkan menurunnya cakupan suatu sel. Untuk menentukan nilai *pathloss* digunakan model propagasi tertentu. Dalam skripsi ini digunakan model propagasi okumura-hata dan cost 231 untuk mengetahui perbandingan efek *cell breathing* antara jaringan CDMA yang menggunakan frekuensi *carrier* 800 MHz dan menggunakan frekuensi *carrier* 1900 MHz.

2.8 Efisiensi cakupan dan *Link budget*

Link budget memperhitungkan semua hal yang berhubungan dengan system transmisi dari BTS ke *user*, yaitu *pathloss*, daya pancar BTS, sensitivitas penerima, *gain* antenna pemancar dan penerima, rugi-rugi yang lain (rugi-rugi saluran transmisi, rugi-rugi bangunan dan sebagainya). Radius sel maksimum dari perangkat dicari dengan model propagasi Okumura Hata dan Cost 231.

2.8.1 Model propagasi Okumura Hata

Pada pengukuran model Okumura-Hata ini daerah pengukurannya dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

1. Rural

Kawasan rural adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama pertanian, termasuk pengelolaan sumber daya alam dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat pemukiman pedesaan. Ciri-ciri kawasan rural yaitu wilayah yang cukup luas, bangunan sedikit dan jarang, alam terbuka.

2. Sub Urban

Sub urban adalah wilayah dimana para penglaju tinggal yang letaknya tidak jauh dari pusat kota. Penglaju adalah orang-orang yang tinggal di pinggiran kota dan pergi ke kota untuk bekerja setiap hari. Ciri-ciri daerah sub urban jumlah bangunan yang mulai padat, tinggi bangunan rata-rata 12-20 m dan lebar 10-15 m.

3. Urban

Kawasan perkotaan (urban) adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan fungsi kawasan sebagai tempat pemukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Ciri-ciri daerah urban memiliki gedung-gedung yang rapat dan terdiri dari 5-10 lantai.

- Untuk daerah urban (kota)

$$L_{(U)} = C_1 + C_2 \log(f) - 13,82 \log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log(h_b)] \log d \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan

- $L_{(U)}$ = Rugi propagasi daerah urban (dB)
- f = frekuensi *carrier* (MHz)
- h_b = tinggi antenna BS(m)
- h_m = tinggi antenna MS(m)
- d = jarak antara BS dan MS (km)



$$C_1 = 69,55 \text{ untuk } 400 \leq f \leq 1500 \text{ MHz}$$

$$= 46,30 \text{ untuk } 1500 \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$$

$$C_2 = 26,16 \text{ untuk } 400 \leq f \leq 1500 \text{ MHz}$$

$$= 33,90 \text{ untuk } 1500 \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$$

$a(h_m)$ merupakan faktor koreksi tinggi antenna penerima efektif yang nilainya sebagai berikut:

- Untuk kota kecil dan menengah (sub urban)

$$a(h_m)_{(dB)} = (1,1 \log f_c - 0,7) h_m - (1,56 \log f_c - 0,8) \dots \dots \dots (2.3)$$

- Untuk kota besar (urban)

$$a(h_m)_{(dB)} = 8,29(\log 1,54hm)^2 - 1,1 ; \text{ untuk } f_c \leq 300 \text{ MHz} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$a(h_m)_{(dB)} = 3,2(\log 11,75hm)^2 - 4,97 ; \text{ untuk } f_c > 300 \text{ MHz} \dots \dots \dots (2.5)$$

- Untuk daerah sub-urban

$$L_{(SU)} = L_{(U)} - 2[\log f / 28]^2 - 5,4 \dots \dots \dots (2.6)$$

- Untuk daerah open rural

$$L_{(OR)} = L_{(U)} - 4,78 + 18,33 \log f - 40,94 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan

h_b = tinggi antenna BS (30-200 m)

h_m = tinggi MS (1-10 m)

f = frekuensi *carrier* (150-2000 MHz)

d = jarak antara BS dan MS (km)

2.8.2 Model propagasi Cost 231

Persamaan propagation loss untuk model Cost 231 adalah sebagai berikut :

- Untuk daerah urban

$$L_{(U)} = 46,3 + 33,9 \log (f) - 13,82 \log (h_T) - a(h_R) + [44,9 - 6,55 \log (h_T)] \log d + C_m \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan

$L_{(U)}$ = Rugi propagasi daerah urban (dB)

f = frekuensi *carrier* (MHz)

h_T = tinggi antenna BS(m)

h_R = tinggi antenna MS(m)

d = jarak antara BS dan MS (km)



$a(h_R)$ = faktor koreksi tinggi antenna MS (dB)

C_m = faktor koreksi ; $C_m = 0$ dB untuk daerah kota menengah (sub urban)

$C_m = 3$ dB untuk daerah pusat kota (urban)

$a(h_R)$ adalah faktor koreksi tinggi antenna penerima efektif yang nilainya sebagai berikut :

- Untuk kota kecil dan menengah (sub urban)

$$a(h_m)_{(dB)} = (1,1 \log f_c - 0,7) h_m^{-1,56 \log f_c - 0,8} \dots\dots\dots(2.9)$$

- Untuk kota besar (urban)

$$a(h_m)_{(dB)} = 8,29(\log 1,54h_m)^2 - 1,1 ; \text{ untuk } f_c \leq 300 \text{ MHz} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$a(h_m)_{(dB)} = 3,2(\log 11,75h_m)^2 - 1,1 ; \text{ untuk } f_c > 300 \text{ MHz} \dots\dots\dots(2.11)$$

- Untuk daerah sub-urban

$$L_{(SU)} = L_{(U)} - 2[\log f / 28]^2 - 5,4 \dots\dots\dots(2.12)$$

- Untuk daerah open rural

$$L_{(OR)} = L_{(U)} - 4,78 + 18,33 \log f - 40,94 \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan

h_b = tinggi antenna BS (30-200 m)

h_m = tinggi MS (1-10 m)

f = frekuensi *carrier* (150-2000 MHz)

d = jarak antara BS dan MS (km)

2.9 Link budget

Link budget merupakan perhitungan daya pada lintasan transmisi, dibandingkan dengan rugi-rugi redaman yang dialami sepanjang lintasan, dalam hal ini yaitu lintasan dari BTS ke *user*. *Link budget* digunakan untuk mendesain sistem untuk semua gain dan rugi-rugi lintasan. *Link budget* pada CDMA dibagi menjadi 2 yaitu *reverse link* (dari MS menuju BS) dan *forward link* (dari BS menuju MS). Data teknis *reverse link* dan *forward link* dari perangkat diperlukan untuk mencari rugi lintasan maksimum (*pathloss*) maksimum dan radius sel yang diperbolehkan oleh perangkat.

Jarak antara BTS dengan *mobile station* dapat diketahui dengan rumus pythagoras segitiga siku-siku dan dapat diformulakan sebagai berikut :

$$r = \sqrt{d^2 - (hb - hm)} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan

d = jarak antara antenna BTS dan *mobile station* (km)

r = jarak antara BTS dengan *mobile station* (km)

hb = ketinggian antenna BTS dari tanah (km)

hm = ketinggian *mobile station* dari tanah (km)

Besarnya luas sel per BTS dapat dihitung dengan mengalikan radius kuadrat dengan 2,6 seperti yang dinyatakan dalam persamaan

$$L_{area} = 2,6 \times r^2 \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan

L_{area} = luas area sel (km persegi)

r = radius sel (km)

2.9.1 Reverse Link budget

Sebelum dilakukan perhitungan radius sel, harus diketahui dulu besarnya MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) atau pathloss maksimal yang diizinkan. Besarnya MAPL dihitung menggunakan persamaan (2.16) yang berdasarkan parameter pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Parameter Reverse Link Budget Jaringan CDMA 20001X EVDO

1xEVDO REVERSE LINK BUDGET	NILAI PARAMETER
AT Tx Power (mW)	200
AT Tx Power (dBm)	23
AT antenna gain (dBi)	1,5
Body Loss (dB)	3,3
AT EIRP (dB)	21,2
BTS Rx antenna gain (dBi)	17
BTS Cable Loss (dB)	3
BTS Noise Figure	5



BTS Thermal Noise (dBm Hz)	-169
Data Rate	9600
Data Rate (dBHz)	39,8
Required <i>Eb/No</i> perantenna (dB)	6,6
Load Margin (dB)	5
BTS Receiver Sensitivity (dBm)	-117,6
Log Normal Stdev (dB)	8
Log Normal Fade Margin (dB)	10,3
Soft Handoff (dB)	4,1
Differensial Fade Margin (dB)	2,1
Building Vehicle Penetration Loss (dB)	10

Sumber: P.J Black and Q.Wu. *Link budget* of CDMA2000 Wireless Internet Access System.

Rumus untuk menghitung *pathloss* maksimum yang diizinkan ditunjukkan dalam persamaan (2.16)

$$L_{\max} = \text{EIRP} - \text{Sensitivitas} + G_{\text{BTS}} - L_{\text{cable}} - FM + G_{\text{SHO}} - L_{\text{penetration}} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan

$$\text{EIRP} = P_{\text{MS}} + G_{\text{MS}} - L_{\text{body}} \dots \dots \dots (2.17)$$

$$\text{Sensitivitas} = Eb/N + No + I_m + \text{information Rate} + NF_{\text{BTS}} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan

L_{\max} = *Loss* maksimum yang diizinkan (dB)

EIRP = EIRP MS (dBm)

Sensitivitas = sensitivitas BTS (dBm)

P_{MS} = daya pancar MS (dBm)

G_{BTS} = *Gain* BTS (dBi)



- FM = *Fading Margin* (dB)
- G_{SHO} = *Gain soft handover* (dB)
- L_{penetration} = *loss penetrasi* (dB)
- G_{MS} = *Gain MS* (dBi)
- L_{body} = *loss body* (dB)
- E_b/N_o = *kualitas kanal trafik* (dB)
- N_o = *Thermal noise density* (dBm/Hz)
- I_m = *Receiver Interference Margin* (dB)
- NF_{BTS} = *Noise figure BTS* (dB)

2.10 Daya terima dan E_b/N_o

Kualitas sinyal penerima ditentukan oleh nilai *E_b/N_o* dihitung dengan membagi daya terima MS dengan noise dan bit rate yang ada. Persamaan menghitung *E_b/N_o* sebagai berikut :

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{Prx}{(I - Prx)} \frac{W}{R} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan

- Prx = Level sinyal penerima
- I = Total interferensi
- W = *chiprate*
- R = data rate

Sedangkan perhitungan daya terima dirumuskan dalam

$$Prx = 10 \log Ptx - L_{total} - FM \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan

- Ptx = daya pancar BTS (dB)
- L_{total} = *pathloss* maksimum (dB)
- FM = *Fading Margin* (dB)

Daya terima dihitung dari daya pancar BTS yang dikurangi oleh *pathloss* total dan *fading margin*.

BAB III METODE PENELITIAN

Skripsi ini merupakan kajian yang bersifat aplikatif, yaitu mengenai perbandingan efek *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x-EVDO pada frekuensi *carrier* yang berbeda. Adapun metode penelitian yang digunakan pada skripsi ini meliputi :

1. Studi Literatur
2. Pengambilan Data Sekunder
3. Perhitungan dan Analisis Data
4. Pengambilan Kesimpulan dan Saran.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui dan memahami konsep dasar jaringan CDMA terutama pada teknologi terbarunya yaitu CDMA20001x EVDO, serta konsep *cell breathing* pada jaringan CDMA. Selain itu, studi ini juga digunakan untuk mengumpulkan materi dan perhitungan yang dapat digunakan dalam analisis *cell breathing* pada jaringan CDMA 2000 1x-EVDO pada frekuensi *carrier* yang berbeda-beda dan pengantar lain yang menunjang dalam penulisan skripsi ini.

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang dapat menunjang dalam penyelesaian skripsi mengenai perancangan jaringan ini. Data-data yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini adalah data sekunder.

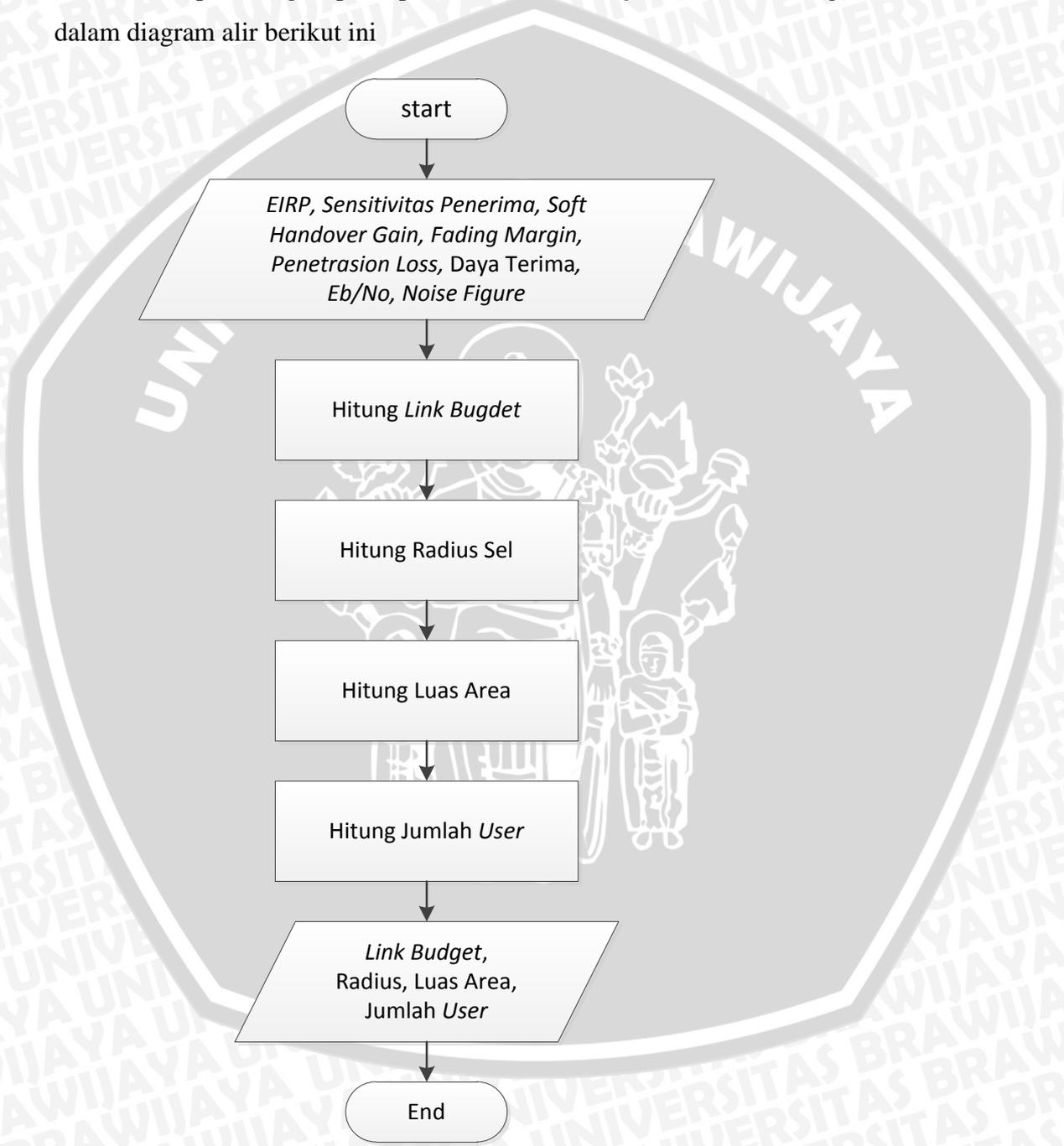
Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung, dalam penulisan skripsi ini data sekunder didapatkan dari buku referensi, jurnal, skripsi, internet dan forum-forum yang membahas mengenai perencanaan jaringan.

3.3 Perhitungan dan Analisis Data

Metode perhitungan dan analisis data yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah mengumpulkan beberapa nilai dari data sekunder. Dengan menggunakan data-data sekunder, kemudian dilakukan perhitungan *cell*

breathing. Tujuannya yaitu untuk mengetahui pengaruh *cell breathing* terhadap radius sel pada *reverse link* dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda yaitu 800 MHz dan 1900 MHz.

Alur perhitungan pada proses *cell breathing* secara umum digambarkan dalam diagram alir berikut ini

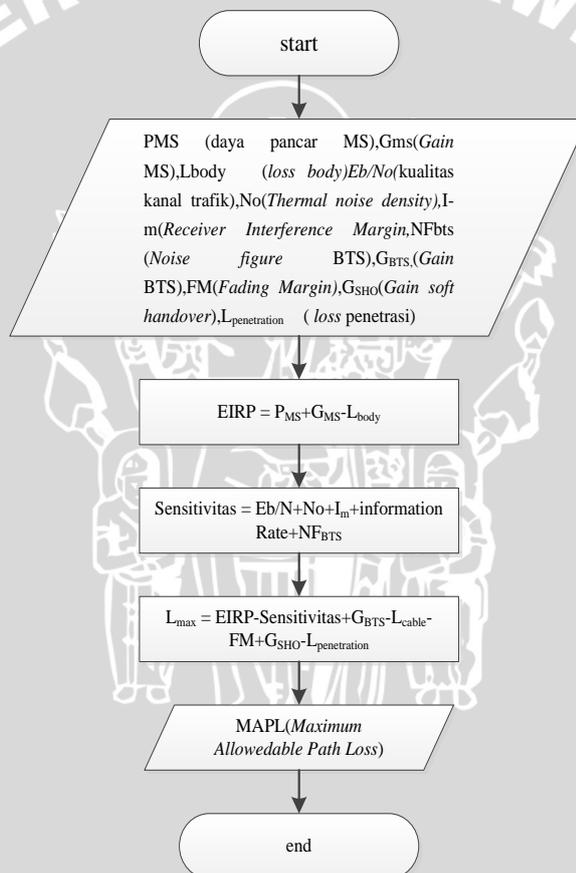


Perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai yang didapat dari data sekunder, setelah itu dimulai perhitungan pertama adalah menghitung link budget.

Setelah didapat nilai link budget, langkah selanjutnya adalah menghitung radius sel dengan menggunakan metode propagasi okumura-hata dan cost 231. Dari radius sel yang telah didapatkan nilainya, dapat dihitung luas area cakupan sel. Perhitungan terakhir adalah menghitung jumlah *user*. Setelah didapat semua nilai link budget, radius sel, luas area cakupan sel dan jumlah *user*, selanjutnya dilakukan analisis data.

Diagram alir perhitungan link budget(MAPL), radius sel, luas area, dan jumlah *user* dijelaskan dalam diagram alir berikut ini.

1. Perhitungan link budget (MAPL)



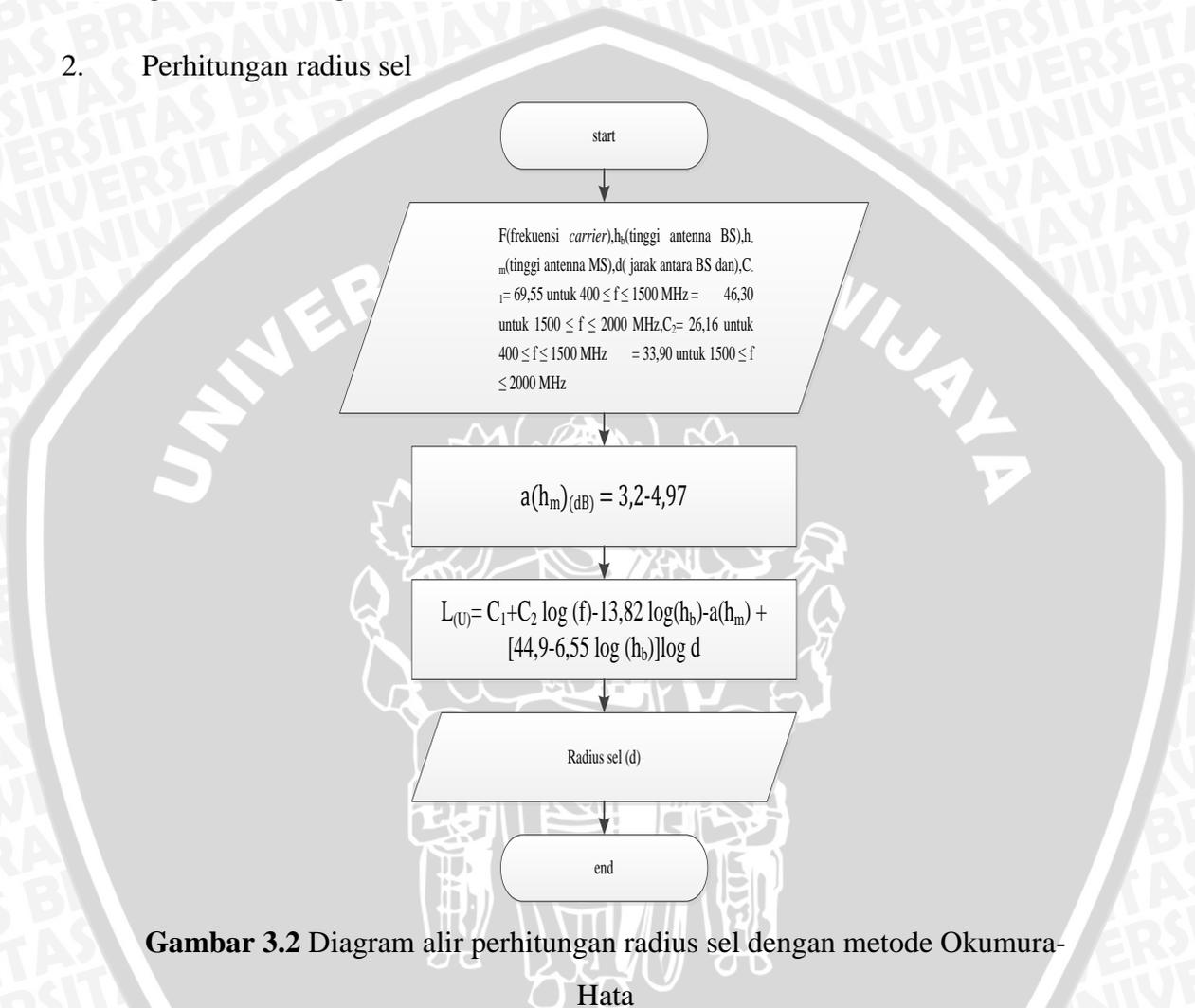
Gambar 3.1 Diagram alir perhitungan MAPL

Dari diagram alir perhitungan MAPL pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan bahwa perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai-nilai yang dibutuhkan yaitu P_{MS} (daya pancar MS), G_{BTS} (Gain BTS), FM(Fading Margin), G_{SHO} (Gain soft handover), $L_{penetration}$ (loss penetrasi) G_{MS} (Gain MS), L_{body} (loss body),



E_b/N_0 (kualitas kanal trafik), N_0 (*Thermal noise density*), I_m (*Receiver Interference Margin*), NF_{BTS} (*Noise figure BTS*). Setelah itu dihitung nilai EIRP, setelah didapat nilai EIRP selanjutnya dihitung nilai sensitivitas dan yang terakhir akan dihitung nilai link budget atau MAPL.

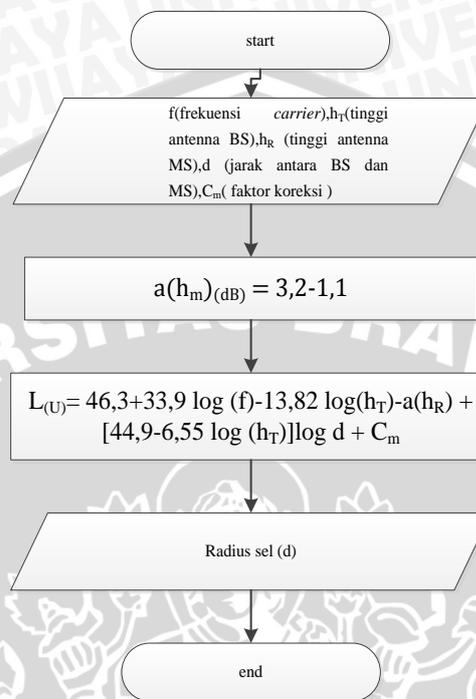
2. Perhitungan radius sel



Gambar 3.2 Diagram alir perhitungan radius sel dengan metode Okumura-Hata

Dari diagram alir perhitungan radius sel dengan metode Okumura Hata pada Gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai-nilai yang dibutuhkan yaitu f (frekuensi *carrier*), h_b (tinggi antenna BS), h_m (tinggi antenna MS), d (jarak antara BS dan MS), C_1 (69,55 untuk $400 \leq f \leq 1500$ MHz), C_1 (46,30 untuk $1500 \leq f \leq 2000$ MHz), C_2 (26,16 untuk $400 \leq f \leq 1500$ MHz), C_1 (33,90 untuk $1500 \leq f \leq 2000$ MHz). Kemudian dihitung $a(h_m)$ yang merupakan faktor koreksi antenna. Setelah didapatkan nilai $a(h_m)$,

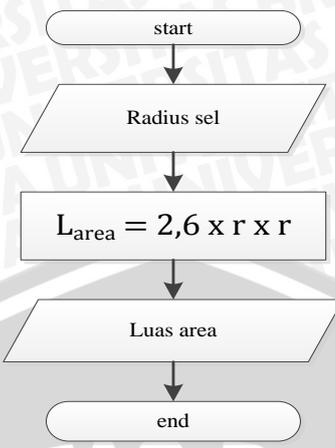
selanjutnya dihitung radius sel dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata



Gambar 3.3 Diagram alir perhitungan radius sel dengan model propagasi Cost 231

Dari diagram alir perhitungan radius sel dengan metode Okumura Hata pada Gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai-nilai yang dibutuhkan yaitu f (frekuensi *carrier*), h_T (tinggi antenna BS), h_R (tinggi antenna MS), d (jarak antara BS dan MS), C_m (faktor koreksi); $C_m = 0$ dB untuk daerah sub urban, $C_m = 3$ dB. Kemudian dihitung $a(h_R)$ yang merupakan faktor koreksi tinggi antenna. Setelah itu barulah dihitung radius sel dengan menggunakan model propagasi Cost 231.

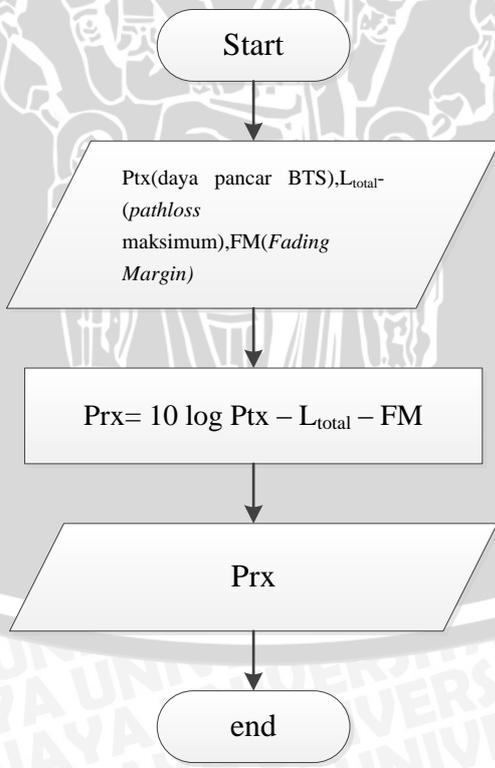
3. Perhitungan luas area



Gambar 3.4 Diagram alir perhitungan luas area sel

Dari diagram alir perhitungan radius sel dengan metode Okumura Hata pada Gambar 3.4 dapat dijelaskan bahwa perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai-nilai yang dibutuhkan yaitu radius sel dari perhitungan sebelumnya, kemudian dihitung luas area sel.

4. Perhitungan daya terima



Gambar 3.5 Diagram alir perhitungan daya terima



Dari diagram alir perhitungan jumlah *user* pada Gambar 3.5 dapat dijelaskan bahwa perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai-nilai yang dibutuhkan yaitu P_{tx} atau daya pancar BTS, L_{total} (*pathloss* maksimum), FM (*Fading Margin*). Selanjutnya dihitung besarnya daya terima.

Analisis data dimulai dengan menganalisis pengaruh frekuensi *carrier* terhadap radius sel. Kemudian analisis jumlah *user* dan radius sel, dan setelah itu baru dilakukan analisis perbandingan efek *cell breathing* pada frekuensi *carrier* yang berbeda.

3.4 Pengambilan kesimpulan dan saran

Setelah melakukan perhitungan dan analisis data, diambil kesimpulan dan diberikan saran mengenai efek *cell breathing* pada frekuensi *carrier* yang berbeda pada jaringan CDMA 20001X EVDO.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Efisiensi Cakupan dan *Link budget*

4.1.1 *Link budget*

Perhitungan *link budget* bertujuan untuk mendapatkan nilai *pathloss* yang nantinya akan digunakan untuk menghitung radius sel. Dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan maka akan didapatkan nilai *pathloss* maksimum yang diperbolehkan. Dalam Tabel 4.1 akan ditunjukkan parameter-parameter *reverse link budget* yang akan digunakan untuk perhitungan MAPL(*Maximum Allowedable Path Loss*).

Tabel 4.1 Reverse link budget CDMA 2001X EVDO

1xEVDO REVERSE LINK BUDGET	NILAI PARAMETER
AT Tx Power (mW)	200
AT Tx Power (dBm)	23
AT antenna gain (dBi)	1,5
Body Loss (dB)	3,3
AT EIRP (dB)	21,2
BTS Rx antenna gain (dBi)	17
BTS Cable Loss (dB)	3
BTS Noise Figure	5
BTS Thermal Noise (dBm Hz)	-169
Data Rate	9600
Data Rate (dBHz)	39,8
Required E_b/N_0 perantenna (dB)	6,6
Load Margin (dB)	5
BTS Receiver Sensitivity (dBm)	-117,6

Log Normal Stdev (dB)	8
Log Normal Fade Margin (dB)	10,3
Soft Handoff (dB)	4,1
Differensial Fade Margin (dB)	2,1
Building Vehicle Penetration Loss (dB)	10

Sumber: P.J Black and Q.Wu. *Link budget of CDMA2000 Wireless Internet Access System.*

Dengan menggunakan parameter-parameter pada Tabel 4.1, perhitungan MAPL berdasarkan persamaan (2.16) dituliskan sebagai berikut.

$$L_{\max} = \text{EIRP} - \text{Sensitivitas} + G_{\text{BTS}} - L_{\text{cable}} - FM + G_{\text{SHO}} - L_{\text{penetration}}$$

Dengan :

$$\text{EIRP} = P_{\text{MS}} + G_{\text{MS}} - L_{\text{body}}$$

$$\text{Sensitivitas} = Eb/No + No + I_m + \text{information Rate} + NF_{\text{BTS}}$$

Dengan data yang sudah ada pada Tabel 4.1, perhitungannya menjadi

$$\text{EIRP} = \text{MS Tx Power } (P_{\text{MS}}) + \text{MS Antenna Gain } (G_{\text{MS}}) - L_{\text{body}}$$

$$= 23 \text{ (dBm)} + 1,5 \text{ (dBi)} - 3,3 \text{ (dB)}$$

$$\text{EIRP} = 21,2 \text{ dBm}$$

Selanjutnya dihitung besarnya sensitivity, dengan rumus

$$\text{Sensitivity} = Eb/No + No + I_m + \text{information Rate} + NF_{\text{BTS}}$$

$$= 6,6 \text{ (dB)} + (-169) \text{ (dBm/Hz)} + 5 \text{ (dB)} + 39,8 \text{ (dBHz)} + 5$$

$$\text{Sensitivity} = -117,6 \text{ dBm}$$

Setelah didapatkan nilai EIRP dan sensitivity, nilai *Maksimum Path Loss Allowable* (MAPL) atau L_{\max} dapat dihitung dengan persamaan

$$L_{\max} = \text{EIRP} - \text{Sensitivitas} + G_{\text{BTS}} - L_{\text{cable}} - FM + G_{\text{SHO}} - L_{\text{penetration}}$$

$$= 21,2 \text{ (dBm)} - (-117,6) \text{ (dBm)} + 17 \text{ (dBi)} - 3 \text{ (dB)} - 10,3 \text{ (dB)} + 4,1 \text{ (dB)} - 2,1 \text{ (dB)} - 10 \text{ (dB)}$$

$$L_{\max} = 134,5 \text{ dB}$$

Setelah dilakukan perhitungan, nilai MAPL atau L_{\max} adalah 134,5 dB.

4.1.2 Efisiensi Cakupan

Setelah diketahui MAPL, selanjutnya adalah menghitung jari-jari sel sesuai dengan model propagasi okumura-hata dan cost 231. Perhitungan dilakukan pada daerah urban dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda yaitu 800 MHz dan 1900 MHz. Tujuan dari perhitungan jari-jari sel ini adalah untuk mengetahui perbandingan besarnya cakupan sel apabila digunakan frekuensi *carrier* yang berbeda pada jaringan CDMA 20001X EVDO. Besarnya luas sel per BTS dihitung dengan mengalikan radius kuadrat dengan 2,6 seperti dalam persamaan (2.15)

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times r^2$$

Dengan

L_{area} = luas area sel (km persegi)

r = radius sel (km)

4.1.2.1 Radius *reverse link* pada frekuensi *carrier* 800 MHz

Radius sel dihitung dengan model propagasi, yang pertama adalah menghitung radius sel dengan menggunakan model propagasi okumura-hata.

- Model propagasi okumura hata untuk daerah urban

Langkah pertama dalam perhitungan radius sel adalah menghitung besarnya factor koreksi antenna. Untuk besarnya faktor koreksi antenna penerima efektif $a(h_m)$ di daerah urban adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} a(h_m)_{\text{(dB)}} &= 3,2(\log 11,75h_m)^2 - 4,97 \\ &= 3,2(\log 11,75 \times 1,5)^2 - 4,97 \\ &= 3,2(2,576) - 4,97 \end{aligned}$$

$$a(h_m) = 3,27$$

Sesuai dengan ketentuan daerah urban yang menggunakan frekuensi *carrier* 800 MHz, besarnya $C_1 = 69,55$ dan $C_2 = 26,16$. Maka besarnya jari-jari sel daerah urban adalah :

$$\begin{aligned} L_{(U)} &= C_1 + C_2 \log(f) - 13,82 \log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log(h_b)] \log d \\ 134,5 &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(30) - 3,27 + [44,9 - 6,55 \log(30)] \log d \\ 134,5 &= 69,55 + 75,94 - 20,41 - 3,27 + (35,22) \log d \\ 134,5 &= 121,81 + 35,22 \log d \\ \log d &= 0,378 \end{aligned}$$

$$d = 2,4 \text{ km}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa besarnya jari-jari sel adalah 2,4 km. Maka luas cakupan sel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.15)

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times r^2$$

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times (2,4)^2$$

$$L_{\text{area}} = 14,9 \text{ km}^2$$

Sehingga cakupan sel untuk frekuensi *carrier* 800 MHz dengan menggunakan model propagasi okumura-hata adalah $14,9 \text{ km}^2$.

- Model propagasi cost 231 untuk daerah urban

Langkah pertama dalam perhitungan radius sel adalah menghitung besarnya factor koreksi antenna. Untuk besarnya faktor koreksi antenna penerima efektif $a(h_m)$ di daerah urban adalah sebagai berikut

$$a(h_R)_{\text{(dB)}} = 3,2(\log 11,75h_m)^2 - 4,97$$

$$= 3,2(\log 11,75 \times 1,5)^2 - 4,97$$

$$= 3,2(2,576) - 4,97$$

$$a(h_R) = 3,27$$

Sesuai dengan ketentuan daerah urban, besarnya C_m adalah 3 dB. Sehingga dengan menggunakan model propagasi cost 231, perhitungan radius sel adalah sebagai berikut

$$L_{(U)} = 46,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(h_T) - a(h_R) + [44,9 - 6,55 \log(h_T)] \log d + C_m$$

$$= 46,3 + 33,9 \log(800) - 13,82 \log(30) - 3,27 + [44,9 - 6,55 \log(30)] \log d + 3$$

$$134,5 = 124,032 + (35,23) \log d$$

$$10,468 = 35,23 \log d$$

$$\log d = 0,29713312$$

$$d = 1,98 \text{ km}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa besarnya jari-jari sel adalah 1,98 km. Maka luas cakupan sel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.15)

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times r^2$$

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times (1,98)^2$$

$$L_{\text{area}} = 10,215 \text{ km}^2$$

Sehingga cakupan sel untuk frekuensi *carrier* 800 MHz dengan menggunakan model propagasi cost 231 adalah $10,215 \text{ km}^2$.

4.1.2.2 Radius *reverse link* pada frekuensi *carrier* 1900 MHz

- Model propagasi okumura hata untuk daerah urban

Langkah pertama dalam perhitungan radius sel adalah menghitung besarnya faktor koreksi antenna. Untuk besarnya faktor koreksi antenna penerima efektif $a(h_m)$ di daerah urban adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} a(h_m)_{\text{(dB)}} &= 3,2(\log 11,75h_m)^2 - 4,97 \\ &= 3,2(\log 11,75 \times 1,5)^2 - 4,97 \\ &= 3,2(2,576) - 4,97 \end{aligned}$$

$$a(h_m) = 3,27$$

Sesuai dengan ketentuan daerah urban yang menggunakan frekuensi *carrier* 1900 MHz, besarnya $C_1 = 46,3$ dan $C_2 = 33,90$. Maka dengan menggunakan model propagasi okumura-hata besarnya jari-jari sel daerah urban adalah :

$$\begin{aligned} L_{(U)} &= C_1 + C_2 \log(f) - 13,82 \log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log(h_b)] \log d \\ 134,5 &= 46,3 + 33,9 \log(1900) - 13,82 \log(30) - 3,27 + [44,9 - 6,55 \log(30)] \log d \\ 134,5 &= 133,77 + (35,22) \log d \\ 0,73 &= 35,22 \log d \\ \text{Log } d &= 0,020726 \\ d &= 1,04 \text{ km} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa besarnya jari-jari sel adalah 1,04 km. Maka luas cakupan sel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4.2)

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times r^2$$

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times (1,04)^2$$

$$L_{\text{area}} = 2,86 \text{ km}^2$$

Sehingga cakupan sel untuk frekuensi *carrier* 1900 MHz dengan menggunakan model propagasi okumura-hata adalah $2,86 \text{ km}^2$.

- Model propagasi cost 231 untuk daerah urban

Langkah pertama dalam perhitungan radius sel adalah menghitung besarnya faktor koreksi antenna. Untuk besarnya faktor koreksi antenna penerima efektif $a(h_m)$ di daerah urban adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} a(h_R)_{(dB)} &= 3,2(\log 11,75h_m)^2 - 4,97 \\ &= 3,2(\log 11,75 \times 1,5)^2 - 4,97 \\ &= 3,2(2,576) - 4,97 \end{aligned}$$

$$a(h_R) = 3,27$$

Sesuai dengan ketentuan daerah urban, besarnya C_m adalah 3 dB. Sehingga dengan menggunakan model propagasi cost 231, perhitungan radius sel adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} L_{(U)} &= 46,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(h_T) - a(h_R) + [44,9 - 6,55 \log(h_T)] \log d + C_m \\ &= 46,3 + 33,9 \log(1900) - 13,82 \log(30) - 3,27 + [44,9 - 6,55 \log(30)] \log d + 3 \end{aligned}$$

$$134,5 = 136,77 + (35,23) \log d$$

$$-2,27 = 35,23 \log d$$

$$\log d = -0,064452$$

$$d = 0,86 \text{ km}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa besarnya jari-jari sel adalah 0,86 km. Maka luas cakupan sel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.15)

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times r^2$$

$$L_{\text{area}} = 2,6 \times (0,86)^2$$

$$L_{\text{area}} = 1,93 \text{ km}^2$$

Sehingga cakupan sel untuk frekuensi *carrier* 800 MHz dengan menggunakan model propagasi cost 231 adalah $1,93 \text{ km}^2$.

4.2 Daya terima

4.2.1 Daya terima untuk frekuensi *carrier* 800 MHz

Daya terima dihitung dengan menggunakan persamaan (2.20)

$$Pr_x = 10 \log P_{t_x} - L_{\text{total}} - \text{FM}$$

Dengan

P_{tx} = daya pancar BTS (dB)

L_{total} = *pathloss* maksimum (dB)

FM = *Fading Margin* (dB)

Daya terima menjadi indikasi dapat tersambung atau tidaknya telekomunikasi yang diinginkan. Dalam skripsi ini, perhitungan daya terima dihitung berdasarkan nilai *pathloss* yang mana nilai *pathloss* berubah-ubah sesuai dengan jarak *user* terhadap BS. Di bawah ini adalah perhitungan untuk Prx dengan *user* yang berada pada jarak 1 km untuk frekuensi *carrier* 800 MHz dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata

$$\begin{aligned} Prx &= 10 \log P_{tx} - L_{total} - FM \\ &= 10 \log 23 - 121,811 - 10,3 \\ &= 13,6 - 121,811 - 10,3 \end{aligned}$$

$$Prx = -106,111$$

Setelah mendapatkan nilai daya terima, kita hitung nilai E_b/N_o

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{Prx}{(I - Prx)} \frac{W}{R}$$

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{121,811}{(-2338,128 - 121,811)} \frac{1228800}{9600}$$

$$\frac{E_b}{N_o} = 5,8$$

Sehingga nilai E_b/N_o pada *user* yang terletak pada radius 1 km adalah 5,8.

Dengan memisalkan ada 27 *user* yang berada pada jarak yang teratur dimulai dari radius 0,1 km, memisalkan daya terima (Prx) minimal adalah -110 dB, pada frekuensi *carrier* 800 MHz menggunakan model propagasi Okumura-Hata, besarnya Prx dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan daya terima (Prx) dengan model propagasi Okumura-Hata dengan frekuensi *carrier* 800 MHz

d (km)	<i>pathloss</i> hata 800 MHz	Prx
0.1	86.58616254	-70.88616254
0.15	92.78895174	-77.08895174
0.2	97.18990072	-81.48990072
0.25	100.603542	-84.90354195
0.3	103.3926899	-87.69268993
0.35	105.7508809	-90.05088094

0.4	107.7936389	-92.0936389
0.45	109.5954791	-93.89547913
0.5	111.2072801	-95.50728014
0.55	112.6653315	-96.9653315
0.6	113.9964281	-98.29642811
0.65	115.2209183	-99.52091829
0.7	116.3546191	-100.6546191
0.75	117.4100693	-101.7100693
0.8	118.3973771	-102.6973771
0.85	119.3248102	-103.6248102
0.9	120.1992173	-104.4992173
0.95	121.0263355	-105.3263355
1	121.8110183	-106.1110183
1.05	122.5574083	-106.8574083
1.1	123.2690697	-107.5690697
1.15	123.949091	-108.249091
1.2	124.6001663	-108.9001663
1.25	125.2246596	-109.5246596
1.3	125.8246565	-110.1246565
1.35	126.4020065	-110.7020065
1.4	126.9583573	-111.2583573

Sumber: Hasil perhitungan

Dari Tabel 4.2 dapat kita lihat bahwa ketika ada *user* yang berada pada jarak 1,4 km, daya terima yang diterima oleh *user* tersebut kurang dari -110 dB. Akibatnya *user* ini tidak dapat menerima sambungan komunikasi. Hal ini menunjukkan adanya penyempitan sel yang terlihat dengan adanya radius sel yang menyempit dan ada *user* yang tidak mendapat sambungan.

Sama seperti ketika menggunakan model propagasi Okumura-Hata, dengan memisalkan ada 27 *user* yang berada pada jarak yang teratur dimulai dari radius 0,1 km, memisalkan daya terima (Prx) minimal adalah -110 dB, pada frekuensi *carrier* 800 MHz menggunakan model propagasi Cost 231, besarnya Prx dapat dilihat dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Perhitungan daya terima(Prx) dengan model propagasi Cost 231 dengan frekuensi *carrier* 800 MHz

d(km)	<i>pathloss cost 800 MHz</i>	Prx
-------	------------------------------	-----

0.1	88.80607904	-73.10607904
0.15	95.00886824	-79.30886824
0.2	99.40981722	-83.70981722
0.25	102.8234585	-87.12345845
0.3	105.6126064	-89.91260643
0.35	107.9707974	-92.27079743
0.4	110.0135554	-94.3135554
0.45	111.8153956	-96.11539563
0.5	113.4271966	-97.72719664
0.55	114.885248	-99.185248
0.6	116.2163446	-100.5163446
0.65	117.4408348	-101.7408348
0.7	118.5745356	-102.8745356
0.75	119.6299858	-103.9299858
0.8	120.6172936	-104.9172936
0.85	121.5447267	-105.8447267
0.9	122.4191338	-106.7191338
0.95	123.246252	-107.546252
1	124.0309348	-108.3309348
1.05	124.7773248	-109.0773248
1.1	125.4889862	-109.7889862
1.15	126.1690075	-110.4690075
1.2	126.8200828	-111.1200828
1.25	127.4445761	-111.7445761
1.3	128.044573	-112.344573
1.35	128.621923	-112.921923
1.4	129.1782738	-113.4782738

Sumber: Hasil perhitungan

Dari Tabel 4.3 dapat kita lihat bahwa ketika ada *user* yang berada pada jarak 1,3 km, daya terima yang diterima oleh *user* tersebut kurang dari -110 dB. Akibatnya *user* ini tidak dapat menerima sambungan komunikasi. Hal ini menunjukkan adanya penyempitan sel yang terlihat dengan adanya radius sel yang menyempit dan ada *user* yang tidak mendapat sambungan.

4.2.2 Daya terima untuk frekuensi *carrier* 1900 MHz

Daya terima dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Prx = 10 \log Ptx - L_{total} - FM$$

Dengan

Ptx = daya pancar BTS (dB)

$$L_{\text{total}} = \text{pathloss maksimum (dB)}$$

$$FM = \text{Fading Margin (dB)}$$

Daya terima menjadi indikasi dapat tersambung atau tidaknya telekomunikasi yang diinginkan. Dalam skripsi ini, perhitungan daya terima dihitung berdasarkan nilai *pathloss* yang mana nilai *pathloss* berubah-ubah sesuai dengan jarak *user* terhadap BS. Di bawah ini adalah perhitungan untuk P_{rx} dengan *user* yang berada pada jarak 0,65 km untuk frekuensi *carrier* 1900 MHz dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata

$$\begin{aligned} P_{rx} &= 10 \log P_{tx} - L_{\text{total}} - FM \\ &= 10 \log 23 - 125,048 - 10,3 \\ &= 13,6 - 125,048 - 10,3 \end{aligned}$$

$$P_{rx} = -109,348$$

Setelah mendapatkan nilai daya terima, kita hitung nilai E_b/N_0

$$\begin{aligned} \frac{E_b}{N_0} &= \frac{P_r}{(I - P_{rx}) R} \\ \frac{E_b}{N_0} &= \frac{-109,348}{(-2689,9(-109,348))} \frac{1228800}{9600} \\ \frac{E_b}{N_0} &= 5,42 \end{aligned}$$

Sehingga nilai E_b/N_0 pada *user* yang terletak pada radius 0,65 km adalah 5,42.

Dengan memisalkan ada 27 *user* yang berada pada jarak yang teratur dimulai dari radius 0,1 km, memisalkan daya terima (P_{rx}) minimal adalah -110 dB, pada frekuensi *carrier* 800 MHz menggunakan model propagasi Okumura-Hata, besarnya P_{rx} dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan daya terima(P_{rx}) dengan model propagasi Okumura-Hata dengan frekuensi *carrier* 1900 MHz

d(km)	<i>pathloss</i> hata 1900 MHz	P_{rx}
0.1	96.41352268	-80.7135
0.15	102.6163119	-86.9163
0.2	107.0172609	-91.3173
0.25	110.4309021	-94.7309
0.3	113.2200501	-97.5201
0.35	115.5782411	-99.8782
0.4	117.620999	-101.921

0.45	119.4228393	-103.723
0.5	121.0346403	-105.335
0.55	122.4926916	-106.793
0.6	123.8237883	-108.124
0.65	125.0482784	-109.348
0.7	126.1819793	-110.482
0.75	127.2374295	-111.537
0.8	128.2247372	-112.525
0.85	129.1521703	-113.452
0.9	130.0265775	-114.327
0.95	130.8536957	-115.154
1	131.6383785	-115.938
1.05	132.3847685	-116.685
1.1	133.0964298	-117.396
1.15	133.7764511	-118.076
1.2	134.4275264	-118.728
1.25	135.0520197	-119.352
1.3	135.6520166	-119.952
1.35	136.2293667	-120.529
1.4	136.7857174	-121.086

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.4 dapat kita lihat bahwa ketika ada *user* yang berada pada jarak 0,75 km, daya terima yang diterima oleh *user* tersebut kurang dari -110 dB. Akibatnya *user* ini tidak dapat menerima sambungan komunikasi. Hal ini menunjukkan adanya penyempitan sel yang terlihat dengan adanya radius sel yang menyempit pada *user* yang tidak mendapat sambungan.

Sama seperti ketika menggunakan model propagasi Okumura-Hata, dengan memisalkan ada 27 *user* yang berada pada jarak yang teratur dimulai dari radius 0,1 km, memisalkan daya terima (*Prx*) minimal adalah -110 dB, pada frekuensi *carrier* 1900 MHz menggunakan model propagasi Cost 231 , besarnya *Prx* dapat dilihat dalam Tabel 4.5

Tabel 4.5 Perhitungan daya terima(*Prx*) dengan model propagasi Cost 2314 dengan frekuensi *carrier* 1900 MHz

d(km)	<i>pathloss cost 800</i> MHz	<i>Prx</i>
0.1	101.5410756	-85.84107555
0.15	107.7438648	-92.04386476
0.2	112.1448137	-96.44481373



0.25	115.558455	-99.85845497
0.3	118.3476029	-102.6476029
0.35	120.7057939	-105.0057939
0.4	122.7485519	-107.0485519
0.45	124.5503921	-108.8503921
0.5	126.1621931	-110.4621931
0.55	127.6202445	-111.9202445
0.6	128.9513411	-113.2513411
0.65	130.1758313	-114.4758313
0.7	131.3095321	-115.6095321
0.75	132.3649824	-116.6649824
0.8	133.3522901	-117.6522901
0.85	134.2797232	-118.5797232
0.9	135.1541303	-119.4541303
0.95	135.9812485	-120.2812485
1	136.7659313	-121.0659313
1.05	137.5123213	-121.8123213
1.1	138.2239827	-122.5239827
1.15	138.904004	-123.204004
1.2	139.5550793	-123.8550793
1.25	140.1795726	-124.4795726
1.3	140.7795695	-125.0795695
1.35	141.3569195	-125.6569195
1.4	141.9132703	-126.2132703

Sumber: Hasil perhitungan

Dari Tabel 4.5 dapat kita lihat bahwa ketika ada *user* yang berada pada jarak 0,55 km, daya terima yang diterima oleh *user* tersebut kurang dari -110 dB. Akibatnya *user* ini tidak dapat menerima sambungan komunikasi. Hal ini menunjukkan adanya penyempitan sel yang terlihat dengan adanya radius sel yang menyempit dan ada *user* yang tidak mendapat sambungan.

4.3 Analisis jumlah *user* dan radius sel

Analisis jumlah *user* dan radius sel menghubungkan antara banyaknya *user* dengan radius sel yang dapat dijangkau. Seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, jumlah *user* yang mendapat sambungan tergantung dari daya yang diterima oleh *user* tersebut. Saat daya terima yang kurang dari daya terima yang ditetapkan, maka *user* tidak mendapat sambungan. Daya terima dipengaruhi oleh besarnya *pathloss*, dan *pathloss* dipengaruhi oleh jarak *user* terhadap BS. Ketika *user* berada di tempat yang jauh, maka daya terima tidak

mencukupi untuk melakukan sambungan. Hal ini menunjukkan adanya penyempitan sel.

Dengan memisalkan ada 27 *user* yang meminta sambungan yang berada pada jarak yang teratur dimulai dari jarak 0,1 km dari BS dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata dan Cost 231, pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz didapatkan hasil yang berbeda.

Pada frekuensi *carrier* 800 MHz dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata, jumlah *user* yang dapat dilayani sebanyak 26 *user* dengan radius sel maksimum sebesar 1,35 km. Sementara dengan menggunakan model propagasi Cost 231, jumlah *user* yang dapat dilayani sebanyak 22 *user* dengan radius sel maksimum sebesar 1,15 km.

Pada frekuensi *carrier* 1900 MHz dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata, jumlah *user* yang dapat dilayani sebanyak 13 *user* dengan radius sel maksimum sebesar 0,7 km. Sementara dengan menggunakan model propagasi Cost 231, jumlah *user* yang dapat dilayani sebanyak 9 *user* dengan radius sel maksimum sebesar 0,5 km.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh banyaknya *user* dan radius sel dengan perbedaan frekuensi *carrier* dilihat dari jumlah *user* yang dapat menerima sambungan dan besarnya radius sel yang menunjukkan adanya efek cell breathing dalam peristiwa ini.

4.4 Analisis pengaruh frekuensi *carrier* terhadap radius sel.

4.4.1 Analisis pengaruh frekuensi *carrier* terhadap radius sel dengan model propagasi okumura-hata

Penggunaan frekuensi *carrier* yang berbeda mengakibatkan perbedaan radius sel yang berbeda pada arah *reverse link*. Dari perhitungan terlihat bahwa cakupan sel dengan menggunakan frekuensi *carrier* 800 MHz lebih luas dibandingkan cakupan sel dengan menggunakan frekuensi *carrier* 1900 MHz. Hal ini jelas terlihat karena frekuensi *carrier* mempengaruhi besarnya nilai *pathloss* yang juga berpengaruh pada luas cakupan sel. Perbandingan tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbandingan radius sel dan luas area pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz dengan model okumura hata

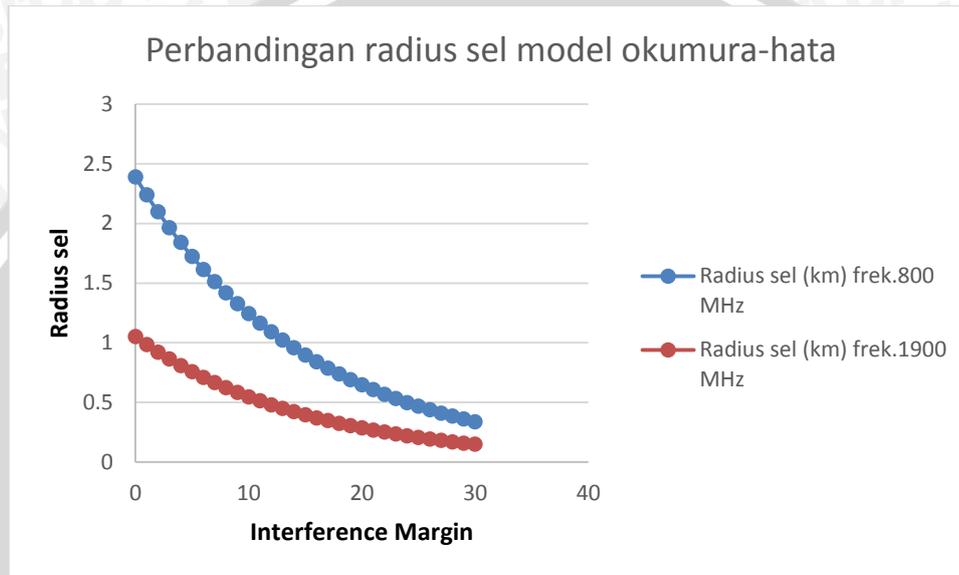
Sumber: hasil perhitungan

IM	MAPL(dB)	Radius sel (km) frek.800 MHz	Luas area (km ²) frek.800 MHz	Radius sel (km) frek.1900 MHz	Luas area (km ²) frek.1900 MHz
0	134.5	2.38872313	14.8355953	1.04914973	2.861859408
1	133.5	2.237550554	13.01724445	0.982762429	2.511137179
2	132.5	2.095945076	11.42176298	0.920575933	2.203396126
3	131.5	1.963301233	10.0218345	0.862324427	1.933368885
4	130.5	1.839051879	8.793490715	0.807758915	1.69643361
5	129.5	1.722665762	7.71570105	0.756646159	1.488534866
6	128.5	1.613645249	6.770012572	0.708767677	1.306114211
7	127.5	1.511524201	5.940234067	0.663918813	1.146049295
8	126.5	1.415865979	5.212158824	0.621907862	1.00560041
9	125.5	1.326261577	4.573321405	0.582555247	0.882363602
10	124.5	1.242327874	4.012784218	0.545692758	0.774229524
11	123.5	1.163705993	3.520950259	0.511162825	0.679347328
12	122.5	1.090059771	3.089398794	0.478817851	0.596092991
13	121.5	1.02107432	2.710741193	0.448519578	0.523041512
14	120.5	0.956454677	2.378494428	0.420138496	0.458942526
15	119.5	0.895924549	2.086970073	0.393553291	0.402698902
16	118.5	0.839225126	1.831176913	0.368650324	0.35334796
17	117.5	0.78611398	1.606735492	0.345323149	0.310045
18	116.5	0.736364022	1.409803129	0.323472052	0.272048838
19	115.5	0.689762536	1.237008127	0.303003633	0.238709124
20	114.5	0.64611027	1.085392049	0.283830399	0.209455207
21	113.5	0.605220577	0.952359062	0.265870394	0.183786372
22	112.5	0.566918627	0.835631498	0.249046848	0.161263265
23	111.5	0.531040652	0.733210853	0.233287851	0.141500375
24	110.5	0.497433248	0.643343574	0.218526039	0.124159437
25	109.5	0.46595272	0.564491037	0.204698314	0.108943639
26	108.5	0.436464467	0.495303199	0.191745569	0.095592545
27	107.5	0.408842405	0.434595491	0.179612438	0.083877633
28	106.5	0.382968431	0.38132853	0.168247059	0.073598389
29	105.5	0.358731916	0.334590328	0.157600849	0.064578872
30	104.5	0.336029231	0.293580675	0.147628302	0.0566647

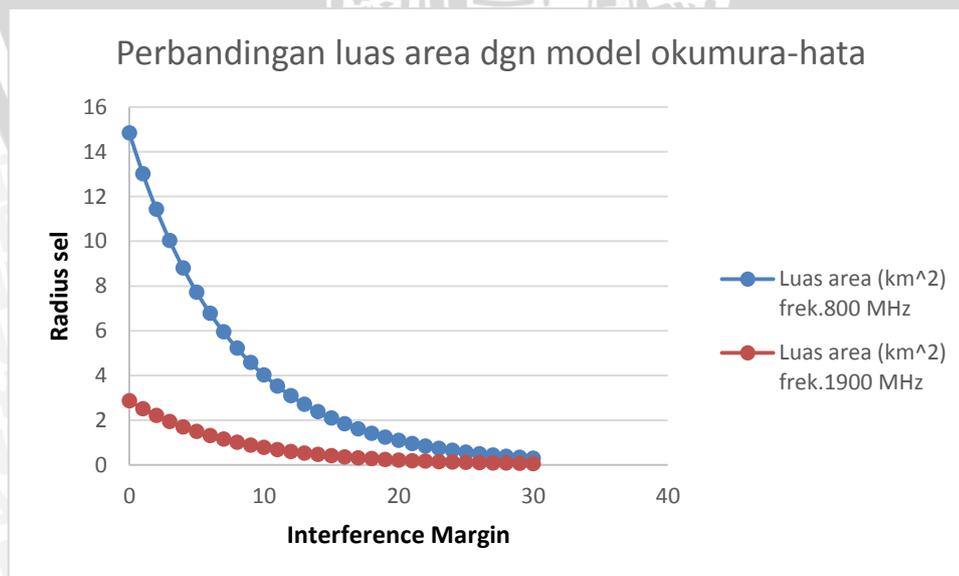
Perhitungan *link budget* mempengaruhi besarnya *pathloss*. Perhitungan dilakukan dengan merubah besarnya *interference margin* yang akan merubah nilai MAPL dan akan mempengaruhi radius sel dan jumlah *user* pada kedua frekuensi



yang digunakan yaitu frekuensi 800 MHz dan 1900 MHz. Penggunaan frekuensi *carrier* yang berbeda berpengaruh pada radius sel yang dapat dicapai dikarenakan perbedaan penggunaan frekuensi *carrier* menyebabkan perubahan nilai *pathloss*. Agar lebih terlihat perbedaan radius sel pada frekuensi *carrier* yang berbeda, akan ditampilkan dalam Gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Grafik perbandingan radius sel pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz dengan model okumura-hata
 Sumber: hasil perhitungan



Gambar 4.2 Grafik perbandingan luas area pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz dengan model okumura-hata



Sumber: hasil perhitungan

Terlihat jelas perbedaan radius sel dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda. Ketika digunakan frekuensi *carrier* 800 MHz, radius sel maksimum adalah 2,38 km, dan radius sel minimum adalah 0,33 km. Sedangkan pada frekuensi *carrier* 1900 MHz, radius sel maksimum adalah 1,04 km dan radius sel minimum adalah 0,14 km.

4.4.2 Analisis pengaruh frekuensi *carrier* terhadap radius sel dengan model propagasi cost 231.

Seperti halnya dengan menggunakan model propagasi Okumura-Hata, dengan menggunakan model propagasi Cost 231 juga didapatkan hasil yang berbeda ketika digunakan frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz. Hasil dari perhitungan dengan menggunakan model propagasi Cost 231 ditampilkan dalam Tabel 4.7

Tabel 4.7 Perbandingan radius sel dan luas area pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz dengan model cost 231

IM	MAPL(dB)	Radius sel (km) frek.800 MHz	Luas area (km ²) frek.800 MHz	Radius sel (km) frek.1900 MHz	Luas area (km ²) frek.1900 MHz
0	134.5	1.98213452	10.21502887	0.862080823	1.932276696
1	133.5	1.85672774	8.963338542	0.807523232	1.695443802
2	132.5	1.739255265	7.86502308	0.756418369	1.487638749
3	131.5	1.629215103	6.901288818	0.708547726	1.305303687
4	130.5	1.526137023	6.055644956	0.663706621	1.145316844
5	129.5	1.429580544	5.313621384	0.621703327	1.004939069
6	128.5	1.339133054	4.662521071	0.582358251	0.881766944

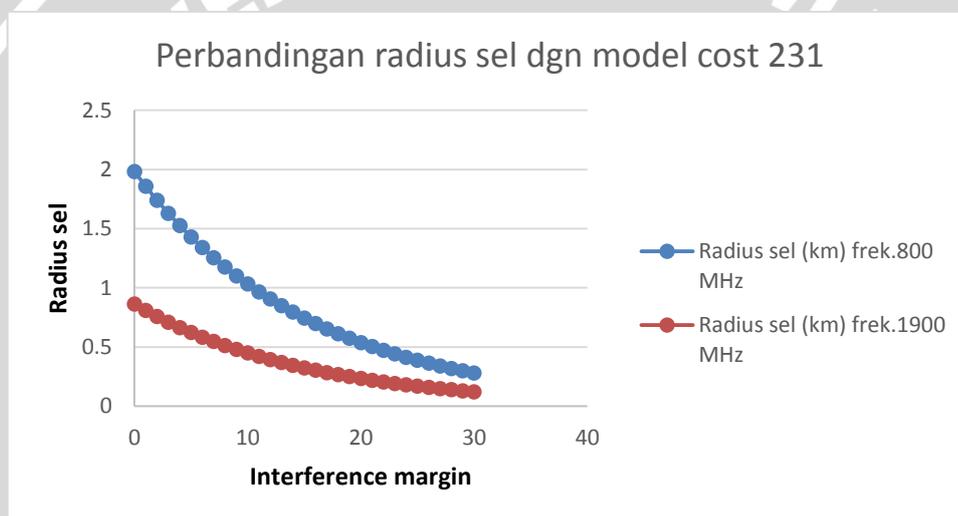
7	127.5	1.254408045	4.091202811	0.54550316 4	0.77369162 6
8	126.5	1.175043464	3.589890573	0.51098048 7	0.67886275 1
9	125.5	1.100700166	3.150006226	0.47864260 9	0.59565674 3
10	124.5	1.031060461	2.764022752	0.44835126 4	0.52264902 6
11	123.5	0.965826759	2.425335453	0.41997693 5	0.45858962 8
12	122.5	0.904720299	2.128148928	0.39339830 2	0.40238178 3
13	121.5	0.847479956	1.867377915	0.36850172 3	0.35306315 2
14	120.5	0.793861126	1.638560268	0.34518074 7	0.30978934 5
15	119.5	0.743634682	1.437780606	0.32333566 1	0.27181946 9
16	118.5	0.696585993	1.261603319	0.30287306 1	0.23850343 7
17	117.5	0.652514006	1.107013773	0.28370545 7	0.20927084 4
18	116.5	0.61123039	0.971366733	0.26575089 2	0.18362119 5
19	115.5	0.572558728	0.852341094	0.24893259 8	0.16111534
20	114.5	0.536333767	0.747900165	0.23317866 6	0.14136795 5
21	113.5	0.502400706	0.656256821	0.21842173 6	0.12404094 2
22	112.5	0.470614541	0.575842921	0.20459871 2	0.10883764 6
23	111.5	0.440839441	0.505282473	0.19165049 2	0.09549776 8
24	110.5	0.412948168	0.443368092	0.17952171 1	0.08379291 6
25	109.5	0.386821535	0.38904034	0.16816051 2	0.07352269
26	108.5	0.362347897	0.341369596	0.15751831 7	0.06451125 2
27	107.5	0.33942267	0.299540148	0.14754962 3	0.05660431 7
28	106.5	0.31794789	0.262836237	0.13821180 7	0.04966650 9
29	105.5	0.297831787	0.230629811	0.12946494 4	0.04357904 6



30	104.5	0.278988401	0.202369773	0.121271634	0.038237704
----	-------	-------------	-------------	-------------	-------------

Sumber: hasil perhitungan

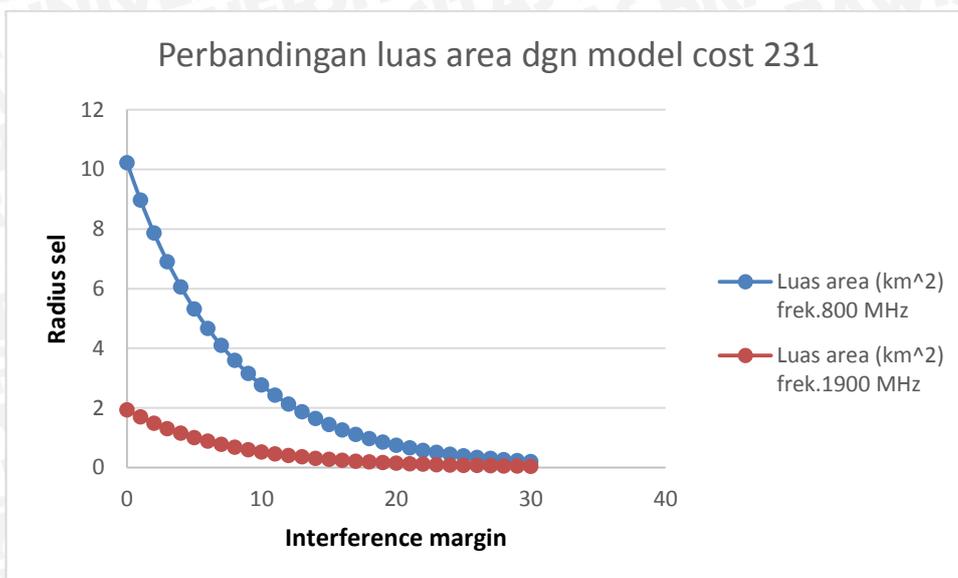
Perhitungan dilakukan dengan merubah besarnya *interference margin* yang akan merubah nilai MAPL dan akan mempengaruhi radius sel pada kedua frekuensi yang digunakan yaitu frekuensi 800 MHz dan 1900 MHz. Penggunaan frekuensi *carrier* yang berbeda berpengaruh pada radius sel yang dapat dicapai dikarenakan perbedaan penggunaan frekuensi *carrier* menyebabkan besarnya *pathloss*. Agar lebih terlihat perbedaan radius sel pada frekuensi *carrier* yang berbeda, akan ditampilkan dalam Gambar 4.3 dan 4.4



Gambar 4.3 Grafik perbandingan radius sel pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz dengan model okumura-hata

Sumber: hasil perhitungan





Gambar 4.4 Perbandingan luas area pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz dengan model okumura-hata
 Sumber: hasil perhitungan

Terlihat jelas perbedaan radius sel dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda. Ketika digunakan frekuensi *carrier* 800 MHz, radius sel maksimum adalah 1,98 km, dan radius sel minimum adalah 0,27 km. Sedangkan pada frekuensi *carrier* 1900 MHz, radius sel maksimum adalah 0,86 km dan radius sel minimum adalah 0,12 km.

4.5 Analisis perbandingan efek *cell breathing* pada frekuensi *carrier* 800 MHz dan 1900 MHz.

Cell breathing pada jaringan CDMA adalah peristiwa mengembang dan menyempitnya suatu sel. Ketika sel sedang padat dan interferensi sel meningkat, maka radius sel akan menyempit. Sementara ketika sel sedang tidak padat *user* dan interferensi menurun, maka radius sel akan membesar. Seperti dalam pembahasan sebelumnya, dengan meningkatnya *interference margin*, maka nilai *pathloss* juga akan berubah dan berpengaruh pada radius sel dan jumlah *user*. Dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda, maka efek *cell breathing* yang terjadi juga berbeda.

Pada fekuensi *carrier* 800 MHz, ketika digunakan model propagasi okumura-hata, radius sel maksimum adalah 2,38 km, sedangkan pada frekuensi *carrier* 1900 MHz, radius sel maksimum adalah 1,98 km. Disini jelas terlihat

terjadinya perbedaan efek *cell breathing* yang disebabkan penggunaan dua frekuensi *carrier* yang berbeda.

Sedangkan dari sisi jumlah *user*, dengan memisalkan ada 27 *user* yang meminta sambungan dengan jarak teratur yang dimulai dari jarak 0,1 km dari BS, menggunakan model propagasi okumura-hata, pada frekuensi *carrier* 800 MHz dapat menampung *user* sebanyak 26 *user* dengan radius sel 1,35 km. Sementara pada frekuensi *carrier* 1900 MHz dapat menampung 13 *user* dengan radius sel hanya 0,7 km.

Dari keterangan di atas jelas bahwa perbedaan frekuensi *carrier* yang digunakan berpengaruh pada peristiwa *cell breathing* yang terjadi dalam system CDMA.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa

1. Penggunaan frekuensi *carrier* yang berbeda mengakibatkan perbedaan radius sel yang berbeda pada arah *reverse link*. Dari perhitungan terlihat bahwa cakupan sel dengan menggunakan frekuensi *carrier* 800 MHz lebih luas dibandingkan cakupan sel dengan menggunakan frekuensi *carrier* 1900 MHz.
2. Jumlah *user* berpengaruh pada radius sel. Ketika jumlah *user* meningkat, radius sel menyempit. Sebaliknya ketika jumlah *user* berkurang, radius sel akan melebar. Hal ini karena pengaruh interferensi dalam sel yang meningkat ketika jumlah *user* meningkat, sehingga berpengaruh pada radius sel.
3. Pada frekuensi *carrier* 800 MHz, ketika digunakan model propagasi okumura-hata, radius sel maksimum adalah 2,38 km, sedangkan pada frekuensi *carrier* 1900 MHz, radius sel maksimum adalah 1,98 km. Sedangkan dari sisi jumlah *user*, dengan memisalkan ada 27 *user* yang meminta sambungan dengan jarak teratur yang dimulai dari jarak 0,1 km dari BS, menggunakan model propagasi okumura-hata, pada frekuensi *carrier* 800 MHz dapat menampung *user* sebanyak 26 *user* dengan radius sel 1,35 km. Sementara pada frekuensi *carrier* 1900 MHz dapat menampung 13 *user* dengan radius sel hanya 0,7 km.
4. Dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda, yaitu 800 MHz dan 1900 MHz, radius sel dan jumlah *user* menunjukkan hasil yang berbeda. Dengan menggunakan frekuensi *carrier* 1900 MHz, radius sel menjadi lebih sempit dibandingkan dengan menggunakan frekuensi *carrier* 800 MHz. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan efek *cell breathing* pada jaringan CDMA 20001X EVDO dengan menggunakan frekuensi *carrier* yang berbeda.

5.2 Saran

1. Dalam skripsi ini menggunakan jaringan CDMA 20001x EVDO. Untuk pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan penelitian untuk jaringan CDMA 20001x EVDV.
2. Untuk perancangan sel hendaknya memperhatikan masalah *breathing* yang terjadi termasuk nilai frekuensi *carrier* yang terbaik untuk jaringan CDMA sehingga rancangan sel yang dihasilkan dapat mengakomodasi jumlah *mobile station* (MS) yang ada secara optimal.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arini, Alvita. Analisis Implementasi Jaringan CDMA 20001X EVDO REV-A di Kota Malang. Malang, Universitas Brawijaya, Skripsi.
- [2] Istanto. 2010. *Teknik Mengoptimalkan Koneksi SMART Rev.A EVDO*. <http://id.istanto.net/2010/03/24/teknik-mengoptimalkan-koneksi-smart-rev-a-evdo/>. Diakses tanggal 12 April 2012.
- [3] Jhong Sam Lee dan Leonard E. Miller.1998, *CDMA Systems Engineering Handbook*, Boston, London:Artech House.
- [4] Juntak, Imel . *Sekilas Info Tentang CDMA20001x EVDO*. (<http://cafeinspirasi>) diakses tanggal 14 April 2012
- [5] Lee, W.C.Y, *Mobile Cellular Telecommunications: Analog and Digital Systems*, New York, NY: Mc Graw Hill.
- [6] Nasrullah, Emir. *Studi Perluasan Daerah Jangkauan dan Penambahan Kapasitas Sistem Komunikasi CDMA Menggunakan Teknik SDMA*. Lampung, Universitas Lampung , Tugas Akhir.
- [7] P.J Black and Q.Wu. *Link Budget of cdma2000 Wireless Internet Access System*.
- [8] Qualcomm. *Standart Teknologi Selular CDMA 2000 1xEV-DO*. Jurnal, diakses tanggal 20 April 2012.
- [9] Rappaport, T.S. 1996, *Wireless Communications Principles & Practice*, Prentice-Hall
- [10] Samuel C. Yang. 1998, *CDMA RF Systems Engineering*, Boston, London:Artech House
- [11] Tonda,P. 2001, “*Konsep Breathing pada Perancangan Sel CDMA*”,Jurnal PII, Edisi 9, Mei 2001
- [12] Umar. *Analisis Breathing pada Jaringan Seluler CDMA*. Malang, Universitas Brawijaya, Skripsi.
- [13] ZTE-STTTelkom Asian Pacific Training, *Basic Concept CDMA 20001X* , STTTelkon, Bandung

- [14] 3rd Generation Partnership Project 2. *CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification TIA/EIA IS-856 , Version 3.0.c S0024-A*, June 2006.
- [15] Qualcomm. *Standart Teknologi Selular CDMA 2000 1xEV-DO*. Jurnal, diakses tanggal 20 April 2012.

