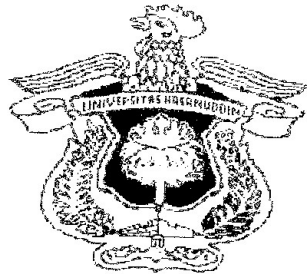


**ANALISIS DAN SIMULASI PEMAKAIAN BERSAMA ALOKASI
FREKUENSI 2,5 GHz UNTUK TEKNOLOGI IMT WIMAX
BERGERAK DAN TV SATELITDI INDONESIA**

***(SHARING FREQUENCY ALLOCATION 2,5 GHz FOR IMT
MOBILE WIMAX TECHNOLOGY AND SATELLITE TV
SIMULATION AND ANALYSIS IN INDONESIA)***

DEWI ARISYANTI

P2700210055



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

**ANALISIS DAN SIMULASI PEMAKAIAN BERSAMA ALOKASI FREKUENSI
2,5 GHz UNTUK TEKNOLOGI IMT WIMAX BERGERAK DAN LAYANAN
SIARAN SATELIT (TV SATELIT) DI INDONESIA**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan Diajukan Oleh :

DEWI ARISYANTI

Kepada :

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

TESIS

ANALISIS DAN SIMULASI PEMAKAIAN BERSAMA
ALOKASI FREKUENSI 2,5 GHz UNTUK TEKNOLOGI IMT WIMAX BERGERAK
DAN TV SATELIT DI INDONESIA

Disusun dan diajukan oleh :

DEWI ARISYANTI

Nomor Pokok P2700210055

Telah Dipertahankan di Depan Panitia Ujian Tesis
Pada Tanggal 25 Juli 2013
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

DR. Ir. H. Andani Achmad, MT
Ketua

DR. Ir. Zulfajri B. Hasanuddin, M.Eng
Anggota

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Universitas Hasanuddin,



Prof. DR. Ir. Salama Manjang, MT

Direktur Program Pasca Sarjana
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dewi Arisyanti

Nomor Mahasiswa : P2700210055

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan ini sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian ataupun keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2013

Yang menyatakan,

Dewi Arisyanti

KATA PENGANTAR



Dengan segenap kerendahan hati, puji dan syukur, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tesis dengan judul “Analisis Pemakaian Bersama Alokasi Frekuensi 2,5 Ghz Untuk Teknologi IMT Wimax Bergerak Dan Layanan Siaran Satelit (TV Satelit) Di Indonesia” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan Program Pascasarjana Strata dua (S2) di Bidang Teknik Telekomunikasi dan Informasi Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Makassar.

Kelancaran penulis dalam penyusunan tesis ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis dengan tulus ingin menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

1. DR. IR. H. Andani Achmad, MT sebagai Ketua Komisi Penasehat yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu serta pikirannya dengan sabar dan tekun sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
2. DR. IR. Zulfajri B. Hasanuddin, M.Eng sebagai Anggota Komisi Penasihat yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan dan motivasi dalam penyusunan tesis ini.
3. Prof Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Para dosen penguji yang mau merelakan waktu untuk memberikan koreksi dan masukan kepada penulis.

5. Para dosen dan karyawan Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Hasanuddin Makassar yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan studi.
6. Kedua orang tua yang saya cintai dan hormati, Almarhum Bapak Said Fattah dan Hj. Saenab Salam yang telah membimbing dan mendidik penulis serta senantiasa memberikan motivasi, dukungan dan doa kepada penulis dalam setiap kesempatan.
7. Ibu Nadimah sebagai mertua yang selalu memberikan motivasi, dukungan tenaga dan moril serta doa hingga penulis dapat merampungkan tesis ini.
8. Bapak Lukmanul Hakim sebagai Suami tercinta yang senantiasa siaga mendukung, memotivasi dan mendampingi penulis dalam kondisi apapun sehingga tesis ini dapat selesai.
9. Anak-anakku tersayang Fatimah Azzahra, Muhammad Abdullah, Ibrahim Al Khalil dan Ismail Mustakim yang selalu mengerti kondisi ibunya yang disibukkan oleh pekerjaan dan studi.
10. Kepala Balai Monitor SFR Kls II Makassar, Bapak Ir. Zainuddin Kalla, MSi yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian Tesis ini . Tidak lupa juga kami sampaikan terimakasih kepada Ir. H.A. Bakhtiar Arsyad, MM sebagai kepala Balai sebelumnya.
11. Kepala Seksi Pantib, Bpk Ir. Jafri Masakke, MSi dan yang sebelum beliau Bpk. Latuse, ST, MSi yang telah memberikan kesempatan, motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan studi.

12. Saudara-saudaraku Firman Faisal, Kartika Risnawati, Emil Febriansyah, Eka, dan Suryana Fachrie yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta doanya dalam menyelesaikan studi.
13. Rekan-rekan kerja di Balmon SFR Kls II Makassar utamanya teman-teman di Seksi Pantib yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
14. Rekan-rekan kerja Dirjen SDPPI, Bpk. Aryo Pramorangung (Kasi Penataan DTBD), Bpk. Andreas dan Sri Wahyuni (Dit. Satelit), Bpk Muh. Luthfi (Balmon DKI), Elvina Hasibuan (UPT Lampung) yang telah berbagi ilmu dan data yang diperlukan dalam penyusunan tesis ini.
15. Rekan-rekan Angkatan 2010 di Program Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Hasanuddin Makassar.
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu atas bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi ilmu pengetahuan.

Makassar, Juli 2013

Dewi Arisyanti

ABSTRAK

DEWI ARISYANTI, *Analisis dan Simulasi Pemakaian Bersama Alokasi Frekuensi 2,5 GHz untuk Teknologi IMT WiMax Bergerak dan TV Satelit di Indonesia*(dibimbing oleh **Andani Achmad** dan **Zulfajri B. Hasanuddin**).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa apakah teknologi Mobile WiMax dapat dioperasikan secara bersama pada band frekuensi 2,5 GHz dengan teknologi *Direct To Home – Television* (DTH-TV) Satelit agar pemanfaatan frekuensi dapat lebih efisien.

Proses penelitian ini menggunakan software SEAMCAT sebagai simulator dalam menganalisa beberapa skenario dengan menggunakan beberapa teknik mitigasi interferensi untuk mengetahui probabilitas interferensi antara kedua sistem. Dalam proses pengambilan data didahului dengan menyiapkan data awal yang kemudian dimasukkan ke dalam simulator yang telah dirancang skenarionya terlebih dahulu.

Hasil dari penelitian ini pada Opsi Zona Segmentasi menunjukkan bahwa Nilai Probabilitas Interferensi semakin berkurang dengan semakin jauhnya jarak antara pemancar yang menginterferensi dengan penerima yang diinginkan (It-Vr). Namun pada skenario 3 nilai probabilitas interferensi sangat tinggi sekitar 97% sehingga teknik sharing frekuensi pada opsi ini belum dapat diterapkan. Demikian pula pada Opsi Band segmentasi, nilai probabilitas intererensi pada skenario 3 juga sangat tinggi dan tidak ada pengaruh penambahan guard band. Oleh karenanya diterapkan teknik mitigasi interferensi pada skenario 3 berupa menaikkan level daya pancar maupun level gain pada pemancar namun belum berhasil. Sehingga disimpulkan sharing frekuensi pada band 2,5 GHZ ini untuk teknologi Mobile WiMax dan DTH –TV satelit belum dapat diterapkan.

Kata Kunci : DTH-TV, Mobile WiMax, Sharing Frekuensi, SEAMCAT, Probabilitas Interferensi.

ABSTRACT

DEWI ARISYANTI, *Sharing Frequency Allocation 2,5 GHz For IMT Mobile WiMax Technology and Satellite TV Simulation and Analysis in Indonesia (supervised by Andani Achmad dan Zulfajri B. Hasanuddin).*

The purpose of this research to analyse how well the sharing 2,5 GHz frequency band for Mobile WiMax Technology and Direct To Home – Television (DTH-TV) Satellite in order to used frequency more efficient.

The process of this research used SEAMCAT software as simulator ini analysing some scenarios and used some frequency interference mitigation to know the probability of interference between two systems. Some data have to be prepared before starting simulation.

The result of this research at zona segmentation options shows that the value of interference probability getting less when distance between Interferer Transmitter and Victim Receiver (I_t-V_r) further. But in scenario 3 the interference probability is very high about 97% and it means that the frequency sharing technique can't be apply. The same results in Band Segmentation that in scenario 3 have a very high interference probability and addition of the guard band doesn't make effect . Because of that the mitigation technique is using to solve the problem with multiply the power transmit and multiply the gain of transmitter but it didn't work. So the conclusion of this research is The sharing frequency technique between Mobile WiMax and DTH TV satellite can't be apply.

Key words : DTH-TV, Mobile WiMax, Frequency Sharing, SEAMCAT, Interference Probability.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengajuan.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak.....	viii
Abstract.....	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xvi
Daftar Lampiran	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup / Batasan Penelitian	5
F. Definisi Istilah	6

BAB II SHARING ALOKASI FREKUENSI 2,5 GHZ UNTUK TEKNOLOGI

MOBILE WIMAX DAN TV SATELIT	8
A. Teknologi IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)	8
A.1. Arsitektur Mobile WiMAX	9
A.2. Alokasi Frekuensi dan Sistem Duplexing	10
A.3. Model Propagasi Mobile WiMAX	12
A.4. Perhitungan Jumlah Sel	14
A.5 Parameter Sistem <i>Mobile WiMax</i>	14
A.6. Link Budget Mobile WiMax	16
B. Broadcast Satellite Services (BSS)	20
B.1. Satelit Cakrawarta-2 / Indostar-2	23
B.2 Digital Video Broadcasting Satellite Generasi Ke-2 (DVB-S2)	25
C. Sharing Frekuensi <i>Mobile WiMAX</i> dan BSS	30
C.1. Elemen Yang harus Diperhatikan dalam <i>Sharing</i> Frekuensi	32
C.1.1 Persamaan umum untuk membatasi nilai Power flux Density dari sinyal yang tidak diinginkan untuk melindungi Sinyal yang diinginkan	34
C.1.2. Power Flux-Density yang dipersyaratkan	36
D. Pemodelan Menggunakan SEAMCAT	41

D.1. Metodologi Simulasi Monte Carlo	42
E. Kerangka Konseptual	53
F. Kerangka Pikir	53
G. Roadmap Penelitian.....	54
BAB III PERANCANGAN SIMULASI SHARING FREKUENSI 2,5 GHz	
ANTARA MOBILE WIMAX DAN TV SATELIT	59
A. Rancangan Simulasi.....	59
A.1. Rancangan Simulasi menggunakan Opsi Zona Segmentation	60
A.2. Rancangan Simulasi menggunakan Opsi Band Segmentation	64
B.Waktu dan Lokasi Pengambilan Data.....	69
C. Populasi dan Teknik Sampel	69
D. Instrumen Pengumpul Data.....	69
E. Teknik Pengumpulan Data	70
F. Teknik Analisis Data	71
G. Tahap – Tahap Penelitian	72
BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS	74
A. Hasil Simulasi Dan Analisis Pada Opsi Zona Segmentetation	74
A.1 Hasil dan Analisa Simulasi skenario I	74

A.2. Hasil Simulasi Skenario 2	77
A.3. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 3	80
A.4. Hasil dan Analisis Simulasi Skenario 4	84
B. Hasil Simulasi Dan Analisis Pada Opsi Band Segmentation	88
B.1 Hasil Simulasi dan Analisis Pada Skenario 1	88
B.2. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 2	89
B.3. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 3	91
B.4. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 4	92
C. Mitigasi Interferensi Antara Sistem DTH-TV Satelit dengan Sistem Mobile WiMax	93
D. Perbandingan Antara Kondisi di Lapangan dan Hasil Simulasi	99
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	105
A. Kesimpulan	105
B. Saran.....	105

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Alokasi Pita Frekuensi 2,5 GHz di Indonesia.....	11
Tabel 2.2. Bandwidth Kanal dan Sistem Duplexing pada WiMAX	12
Tabel 2.3. Nilai K untuk masing-masing Konfigurasi Coverage	14
Tabel 2.4. Parameter Sistem <i>Mobile WiMax</i>	15
Tabel 2.5. Parameter OFDMA	16
Tabel 2.6. Model Propagasi <i>Mobile WiMax</i>	16
Tabel 2.7. DL Link Budget pada Mobile WiMax	18
Tabel 2.8. UL Link Budget pada Mobile WiMax	19
Tabel 2.9. Karakteristik Satelit BSS pada perencanaan WRC-BS.....	22
Tabel 2.10. Perbandingan Sistem DTH dalam Pengoperasiannya di seluruh dunia	24
Tabel 2.11. C_{SAT}/N LOSS (dB) pada Kanal Satelit	29
Tabel 2.12. Perbandingan DVB-S dan DVB-S2	30
Tabel 2.13. Parameter Sistem Penerimaan TV	36
Tabel 2.14. Nilai EIRP maksimum berdasarkan Band Frekuensi	37
Tabel 2.15. Kondisi Sub Band 2,6 GHz di Indonesia saat ini	38
Tabel 3.1. Parameter Seamcat Pada Skenario 1 Opsi Zona Segmentasi .	61
Tabel 3.2. Parameter Seamcat Pada Skenario 2 Opsi Zona Segmentasi .	62

Tabel 3.3. Parameter Seamcat Pada Skenario 3 Opsi Zona Segmentasi .	63
Tabel 3.4. Parameter Seamcat Pada Skenario 4 Opsi Zona Segmentasi .	64
Tabel 3.5. Parameter Seamcat Pada Skenario 1 Opsi Band Segmentasi .	65
Tabel 3.6. Parameter Seamcat Pada Skenario 2 Opsi Band Segmentasi	66
Tabel 3.7. Parameter Seamcat Pada Skenario 3 Opsi Band Segmentasi	67
Tabel 3.8. Parameter Seamcat Pada Skenario 4 Opsi Band Segmentasi .	68
Tabel 4.1. Hasil Simulasi Skenario I Pada Opsi Zona Segmentasi	75
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Skenario 1 dengan pembentukan BEM.....	76
Tabel 4.3. Hasil Simulasi Skenario 2.....	79
Tabel 4.4. Hasil Simulasi pada Skenario 2 dengan pembentukan BEM	79
Tabel 4.5. Hasil Simulasi Skenario 3 Pada Zona segmentasi	82
Tabel 4.6. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan Pembentukan BEM	83
Tabel 4.7. Hasil Simulasi Skenario 4.....	86
Tabel 4.8. Hasil Simulasi Skenario 4 dengan Pembentukan BEM	87
Tabel 4.9. Hasil Simulasi Skenario 1 pada Opsi Band Segmentasi.....	88
Tabel 4.10 Hasil Simulasi Skenario 2 pada Opsi Band Segmentasi.....	90
Tabel 4.11. Hasil Simulasi Skenario 3 pada Opsi Band Segmentasi.....	91
Tabel 4.12. Hasil Simulasi Skenario 4 Pada Opsi Band Segmentasi	92
Tabel 4.13. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Power <i>Wanted Transmitter</i>	97
Tabel 4.14. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Gain <i>Wanted Transmitter</i>	98
Tabel 4.15. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Gangguan PT. MCI	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur Mobile WiMAX berbasis IP	9
Gambar 2.2. Arsitektur DTH (<i>Direct To Home</i>) sistem BSS (<i>Broadcast Satellite Services</i>)[.....]	21
Gambar 2.3. Elemen Utama pada Sistem DTH	21
Gambar 2.4. Posisi Satelit Indonesia	24
Gambar 2.5 Daerah cakupan Satelit Cakrawarta-2.....	25
Gambar 2.6. Functional Block Diagram dari Sistem DVB-S2	26
Gambar 2.7. C/N yang dibutuhkan versus Efisiensi Spektrum pada kanal AWGN (Ideal Demodulation)	27
Gambar 2.8. (a) Perbandingan kurva BER pada $\frac{1}{2}$ QPSK 8PSK $\frac{2}{3}$ pada AWGN dan kanal Nonlinear (dengan dan tanpa synch losses); (b) Perbandingan Kurva BER pada 16APSK $\frac{3}{4}$ dan 32 APSK $\frac{4}{5}$ pada AWGN dan Kanal Nonlinear (dengan dan tanpa synch losses).....	29
Gambar 2.9. Model Interferensi menurut FSS pada alokasi band frekuensi dengan jalur yang sama dengan komunikasi radio terseterial..	32
Gambar 2.10. Alokasi Sharing Frekuensi Mobile WiMAX dan BSS.....	37
Gambar 2.11. Kondisi Sub Band 2,6 GHz saat ini.....	38
Gambar 2.12. Alokasi Band Frekuensi Sub Band 2,6 GHz pada Opsi Status Quo	40
Gambar 2.13. Alokasi Band Frekuensi Sub Band 2,6 GHz pada opsi Zona Segmentasi	40

Gambar 2.14. Alokasi Band Frekuensi Band 2,6 GHz pada Opsi Band Segmentasi	41
Gambar 2.15. Contoh Proses Evaluasi Monte Carlo.....	43
Gambar 2.16. <i>Interference Link, Victim system link dan Interfering system link</i>	44
Gambar 2.16. Jalur Interferensi dari beberapa <i>It</i> ke <i>Vr</i>	45
Gambar 2.17. <i>Flowchart</i> Kalkulasi nilai dRSS.....	50
Gambar 2.18 <i>Flowchart</i> kalkulasi nilai iRSS.....	51
Gambar 2.19 Kalkulasi Nilai Probabilitas Interferensi.....	52
Gambar 3.1. Skenario 1 Opsi Zona Segmentasi	60
Gambar 3.2. Skenario 2 Opsi Zona Segmentasi.....	61
Gambar 3.3. Skenario 3 pada Opsi Zona Segmentasi	62
Gambar 3.4. Skenario 4 Opsi Zona Segmentasi	63
Gambar 3.5. Skenario 1 Opsi Band Segmentasi.....	65
Gambar 3.6. Skenario 2 Opsi Band Segmentasi.....	66
Gambar 3.7. Skenario 3 Opsi Band Segmentasi.....	67
Gambar 3.8. Skenario 4 Opsi Band Segmentasi.....	68
Gambar 3.9. Diagram Alir Tahap Penelitian.....	72
Gambar 4.1. Probabilitas Interferensi Skenario 1	75
Gambar 4.2. Probabilitas Interferensi Skenario 1 dengan Pembentukan BEM pada Victim Receiver.....	76
Gambar 4.3. Probabilitas Interferensi pada Skenario 2	78
Gambar 4.4. Grafik Probabilitas Interferensi Pada Skenario 2 dengan Pembentukan BEM.....	78

Gambar 4.5. Grafik Capacity Loss Pada Skenario 3	81
Gambar 4.6. Grafik Capacity Loss Pada Skenario 3 dengan Pembentukan BEM	81
Gambar 4.7 Grafik Capacity Loss Rata-Rata pada Skenario 4	85
Gambar 4.8. Grafik Capacity Loss Rata-Rata Skenario 4 dengan Pembentukan BEM.....	85
Gambar 4.9. Grafik Probabilitas Interferensi Pada Skenario 1 Opsi Band Segmentasi	89
Gambar 4.10 Grafik Probabilitas Interferensi pada Skenario 2 Band Segmentasi	90
Gambar 4.11. Grafik Average Capacity Loss Skenario 3 Pada Opsi Zona Segmentasi.	91
Gambar 4.12. Grafik Average Capacity Loss Skenario 4 Pada Opsi Band Segmentasi.	93
Gambar 4.13. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Power pada W_t	95
Gambar 4.14. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Gain pada W_t	96
Gambar 4.15. Network Analyzer dengan range 2520 s/d 2670 MHz.....	100
Gambar 4.16. Network Analyzer dengan range 2300 s/d 2240 MHz.....	101
Gambar 4.17. Network Analyzer dengan range 2400 s/d 2500 MHz.....	101
Gambar 4.18. Kondisi Luar Ruangan Scanning dari 2200 MHz sampai 2550 MHz.....	102

Gambar 4.19. Kondisi Luar Ruangan Scanning dari 800 MHz sampai 5000
MHz..... 102

Gambar 4.20. LNB ON Output scanning dari 800 MHz sampai 5000 MHz ...
..... 103

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Parameter Teknis Antena Satelit Indostar-2
- B. Alokasi Frekuensi PT. MCI
- C. Hasil Simulasi Zona Segmentasi
- D. Hasil Simulasi Band Segmentasi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Spektrum Frekuensi Radio merupakan sumber daya alam yang terbatas yang mempunyai nilai strategis dalam penyelenggaraan telekomunikasi dan dikuasi oleh Negara. Pemanfaatan Spektrum Frekuensi Radio sebagai sumber daya alam tersebut perlu dilakukan secara tertib, efisien dan sesuai dengan peruntukannya sehingga tidak menimbulkan gangguan yang merugikan.[1]

Spektrum Frekuensi Radio adalah susunan pita frekuensi radio yang mempunyai frekuensi lebih kecil dari 3000 Ghz sebagai satuan getaran gelombang elektromagnetik merambat dan terdapat dalam dirgantara (ruang udara dan antariksa). Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia ditetapkan dengan mengacu kepada alokasi Spektrum Frekuensi Radio Internasional untuk wilayah 3 (region 3) sesuai Peraturan Radio yang ditetapkan oleh Himpunan Telekomunikasi Internasional (ITU). Tabel alokasi frekuensi nasional Indonesia disusun berdasarkan hasil Final Act World Radio Communication Conference-1997 yang berlangsung di Jenewa, pada bulan November 1997.[1]

Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia yang mengatur mengenai penetapan alokasi frekuensi yang diterapkan di Indonesia sesuai dengan

layanan dan sub layanannya masing- masing diambil dari referensi-referensi berikut ini :[1]

1. Artikel S5, *Frequency Allocation, Radio Regulation dan Final Act-World Radiocommunication Conference (WRC)-1997*, International Telecommunication Union (ITU), Tabel Alokasi telah diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia. [2]
2. Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia, Lampiran Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor : 29/Per/M.Kominfo/07/ 2009 tanggal : 30 juli 2009. [2]

Seiring dengan berkembangnya teknologi telekomunikasi dunia maka pihak regulator di Indonesia harus cepat tanggap mengadaptasi hal ini agar penggunaan teknologi telekomunikasi di Indonesia dapat tetap mengikuti perkembangan teknologi yang ada.

Teknologi WIMAX merupakan teknologi BWA yang berkembang pesat dan mempunyai tingkat kehandalan yang cukup tinggi terutama untuk daerah metropolitan. Dengan menggunakan standar air interface 802.16 yang telah ditetapkan oleh IEEE pada tahun 2004, teknologi wimax dapat mengirimkan voice, video dan data melalui spektrum frekuensi radio gelombang mikro ke pengguna tetap maupun bergerak (mobile). Terdapat dua macam WIMAX, yaitu Fixed WIMAX dan Mobile Wimax. IEEE 802.16e merupakan standar untuk mobile WIMAX utamanya untuk aplikasi portable dan mobile pada lingkungan NLOS. Sistem mobile Wimax juga dapat melayani akses fix dan nomadic. Mobile Wimax menggabungkan beberapa fitur seperti *soft/optimized hand off*,

fractional frequency reuse, fitur untuk kinerja NLOS yang lebih baik, dan penetrasi *indoor*.

Dalam teknologi WiMAX ada beberapa spektrum frekuensi yang disediakan antara lain 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.3 GHz, 3.5 GHz, 5.8 GHz dan 10.5 GHz. Penggunaan alokasi frekuensi tersebut berbeda-beda untuk tiap negara sesuai dengan kondisi dan kebijaksanaan masing-masing negara.

Di Indonesia belum ada kebijakan pasti frekuensi mana yang akan di alokasikan untuk teknologi *mobileWiMax*. Tulisan ini akan mengkaji pengalokasian frekuensi *mobileWiMax* pada frekuensi 2.5 GHz (IEEE 802.16e) yang *disharing* dengan pengguna *existing* TV Digital / BSS (Broadcasting Satellite Services). Pada arah kebijakan frekuensi di Indonesia, frekuensi 2.5 GHz memiliki range frekuensi 2520-2535 MHz.

B.Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam mencapai tujuan penelitian. Beberapa rumusan masalah pada tesis ini adalah:

1. Bagaimana penetapan regulasi alokasi frekuensi untuk teknologi *mobile WiMax*.
2. Bagaimana Band Frekuensi 2,5 GHz direncanakan akan *disharing* antara pengguna *existing* TV satelit (Indostar / Cakrawarta) dengan pendatang baru *mobile WiMAX*.
3. Bagaimana Interferensi dapat terjadi apabila kedua teknologi tersebut menggunakan alokasi frekuensi yang sama.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian yang baik haruslah mempunyai tujuan dan kegunaan yang jelas agar bisa terarah dan bermanfaat bagi semua pihak. Maka dari itu, tujuan dan kegunaan dari tesis ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Agar regulasi alokasi frekuensi untuk teknologi Mobile WiMax di Indonesia dapat ditetapkan.
2. Agar pemanfaatan band frekuensi 2,5 GHZ dapat lebih efisien dengan menggunakan teknik sharing antara pengguna eksisting TV Satelit dengan pendatang baru Mobile WiMax.
3. Untuk mengetahui tingkat interferensi yang terjadi apabila kedua teknologi tersebut menggunakan alokasi frekuensi yang sama.

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini yang berupa kesimpulan dari analisa simulasi penggunaan frekuensi 2,5 GHz memberikan manfaat antara lain

1. Efisiensi band frekuensi dengan menggunakan teknik sharing frekuensi karena frekuensi merupakan sumber daya alam yang terbatas.
2. Bagi pihak regulator dapat menetapkan band frekuensi 2,5 GHz ini untuk teknologi Mobile WiMax.
3. Bagi pihak *stakeholders* / investor di bidang telekomunikasi dapat memanfaatkan kanal frekuensi tersebut dalam penerapan teknologi

mobile WiMax di Indonesia tanpa mengganggu pengguna teknologi BSS/ TV Satelit yang sudah ada.

E. Ruang Lingkup/ Batasan Penelitian

Agar penelitian mejadi terarah, maka parameter yang tidak menjadi objek penelitian diasumsikan ideal, tidak variatif dan mengikuti standar yang ada. Maka dari itu perlu dibuat batasan masalah, yaitu:

- a. Parameter sistem *mobile* WiMAX mengacu pada standart IEEE 802.16e 2005.
- b. Parameter sistem BSS mengacu pada standar ITU-R.
- c. Pembahasan sistem hanya dilakukan pada kemungkinan terjadinya interferensi antara kedua teknologi (*Mobile* WiMax dan BSS) pada frekuensi 2,5 Ghz dengan teknik sharing frekuensi menggunakan frekuensi yang sama dan teknik sharing pembagian kanal frekuensi.
- d. Mitigasi interferensi dibatasi hanya pada *masking emisi* dan *co-sitting transmitter*.
- e. Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Seamcat kemudian dianalisis dan selanjutnya dibandingkan dengan analisa secara teoritis.

F. Definisi Istilah

Berikut ini adalah beberapa istilah yang sering digunakan dalam pembahasan proposal penelitian ini, antara lain :

4G	:	<i>4 Generation</i>
AWGN	:	<i>Additive White Noise Gaussian</i>
BER	:	<i>Probabilitas Bit Error</i>
BS	:	<i>Base Station</i>
BSS	:	<i>Broadcasting Satellite Services</i>
BWA	:	<i>Broadband Wireless Access</i>
dB	:	<i>Decibel</i>
DTH-TV	:	<i>Direct To Home - Television</i>
DVB-S	:	<i>Digital Video Broadcasting</i>
ETSI	:	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FDD	:	<i>Frequency Division Duplex</i>
IEEE	:	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISI	:	<i>Intersymbol Interference</i>
ITU-R	:	<i>International Telecommunication Union – Radiocommunication sector</i>
It	:	<i>Interfering Transmitter</i>
Ir	:	<i>Interfering Receiver</i>
LOS	:	<i>Line Of Sight</i>

NLOS	:	<i>Non Line Of Sight</i>
MAC	:	<i>Media Access Control</i>
MAN	:	<i>Metropolitan Area Network</i>
MS	:	<i>Mobile Station</i>
MUI	:	<i>Multiuser Interference</i>
OFDMA	:	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access</i>
OSI	:	<i>Open System Interconnection</i>
Vr	:	<i>Victim Receiver</i>
WiMax	:	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Acces</i>
Wt	:	<i>Wanted Transmitter</i>

BAB II

SHARING ALOKASI FREKUENSI 2,5 GHZ UNTUK TEKNOLOGI MOBILE WiMAX DAN TV SATELIT

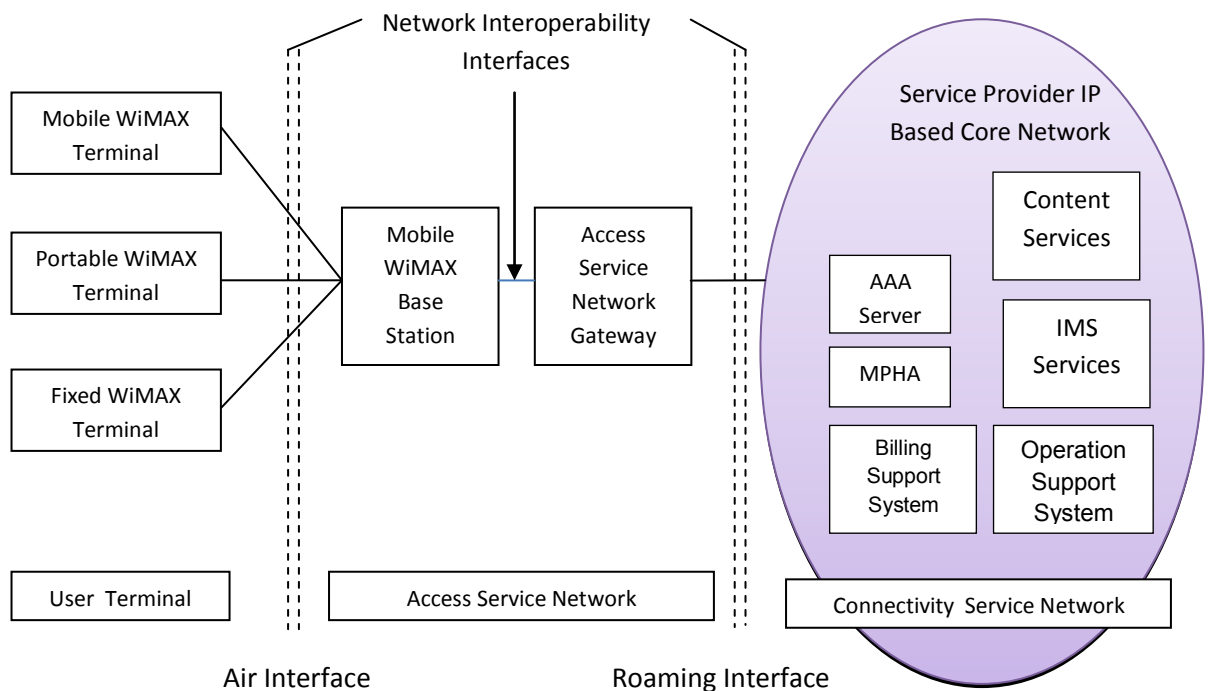
A. Teknologi IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)

Mobile WiMAX merupakan solusi *broadband wireless* yang memungkinkan konvergensi jaringan *mobile* dan *fixed broadband* melalui satu teknologi akses radio yang luas dan arsitektur jaringan yang fleksibel. *Air interface* pada Mobile WiMAX menerapkan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) untuk memperoleh performa *multi-path* yang lebih baik pada lingkungan yang *Non Line Of Sight* (NLOS). Untuk mendukung *bandwidth* kanal yang berkembang (*scalable*) dari 1,25 MHz ke 20 MHz, IEEE 802.16e mengenalkan *Scalable-OFDMA* (SOFDMA), *Mobile Technical Group* (MTG) pada WiMAX Forum sedang mengembangkan profil sistem Mobile WiMAX yang memungkinkan sistem *mobile* dikonfigurasi berdasarkan set fitur yang sedemikian rupa dalam memastikan fungsi dasar untuk terminal dan *base station* yang *fully interoperable*. Profile Mobile WiMAX *Release- 1* akan menjangkau *bandwidth* kanal sebesar 5 MHz; 7MHz; 8,75 MHz dan 10 MHz untuk alokasi spektrum yang terdaftar pada frekuensi 2.3 GHz; 2.5 GHz; 3.3 GHz; dan 3.5 GHz.

A.1. Arsitektur Mobile WiMAX

Menurut WiMAX Forum, arsitektur Mobile WiMAX terdiri dari 3 bagian pokok, yaitu:

- *User Terminal* yang digunakan oleh *end-user* untuk mengakses jaringan.
- *Access Service Network (ASN)* yang terdiri dari satu atau lebih BS dan satu atau lebih ASN gateway yang membentuk jaringan akses radio.
- *Connectivity Service Network (CSN)* yang menyediakan konektivitas IP dan semua fungsi core Network Internet Protocol.



Gambar 2.1. Arsitektur Mobile WiMAX berbasis IP[3]

Network Working Group (NWG) WiMAX Forum merupakan organisasi yang mempunyai kewenangan untuk merancang arsitektur jaringan dan protocol Mobile WiMAX dengan *air interface* yang telah distandarkan oleh IEEE

802.16e. WiMAX NGW mendefinisikan beberapa entity dalam jaringan Mobile WiMAX:

- *Base Station* (BS)

Base Station memiliki fungsi utama yaitu membangun hubungan dengan *mobile station*. BS juga memiliki fungsi lain yaitu mengatur *micromobility management* seperti proses *handover*, *radio resource management*.

- *Access Service Network - Gateway* (ASN-GW)

ASN-GW berfungsi untuk mengatur *location management* dan *paging* intra-ASN, mengatur AAA pelanggan, serta menjalankan fungsi *mobile IP*.

- *Connectivity Service Network* (CSN)

Berfungsi menyediakan konektivitas ke internet, ASP dan fungsi jaringan umum lainnya.

A.2. Alokasi Frekuensi dan Sistem Duplexing

Dalam teknologi WiMAX ada beberapa spektrum frekuensi yang disediakan antara lain 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.3 GHz, 3.5 GHz, 5.8 GHz dan 10.5 GHz. Penggunaan alokasi frekuensi tersebut berbeda-beda untuk tiap negara sesuai dengan kondisi dan kebijaksanaan masing-masing negara. Tabel 2.1 memperlihatkan alokasi pita frekuensi di Indonesia pada band 2,5 GHz dimana dinas komunikasi radio yang ditulis dengan huruf kapital merupakan dinas komunikasi primer yang harus diutamakan, sementara yang ditulis dengan huruf kecil merupakan dinas komunikasi yang sekunder. Dapat kita lihat pada tabel 2.1, untuk dinas BERGERAK maupun SIARAN SATELIT merupakan dinas komunikasi primer pada band frekuensi 2,5 GHz ini.

Tabel 2.1. Alokasi Pita Frekuensi 2,5 GHz di Indonesia[2]

ALOKASI FREKUENSI (MHz)	DINAS KOMUNIKASI RADIO	CATATAN KAKI ITU RR	CATATAN KAKI INDONESIA
2520 - 2535	TETAP, TETAP SATELIT, BERGERAK kecuali bergerak penerbangan, SIARAN SATELIT	5.409 5.411,5.415, 5.384A 5.413 5.416 5.403 5.415A	INS 26
2535 - 2655	TETAP, BERGERAK kecuali bergerak penerbangan, SIARAN SATELIT	5.409 5.411 5.384A 5.413 5.416 5.339 5.417A 5.417B 5.417C 5.417D 5.418 5.418A 5.418B 5.418C	INS 26
2655 - 2670	TETAP, TETAP SATELIT, BERGERAK kecuali bergerak penerbangan, SIARAN SATELIT, Eksplorasi Bumi Satelit (pasif), Radio Astronomi, Penelitian Ruang Angkasa (pasif)	5.409 5.411,5.415, 5.384A 5.413 5.416 5.149 5.419 5.420	INS 26
2670 - 2690	TETAP, TETAP SATELIT, BERGERAK kecuali bergerak penerbangan, BERGERAK SATELIT (Bumi ke Angkasa), Eksplorasi Bumi Satelit (pasif), Radio Astronomi, Penelitian Ruang Angkasa (pasif)	5.409 5.411,5.415, 5.384A 5.351A 5.149419 5.420 5.420A	INS 25

Di Indonesia belum ada kebijakan pasti frekuensi mana yang akan di alokasikan untuk teknologi Mobile WiMax. Penelitian ini akan mengkaji pengalokasian frekuensi mobile wimax pada frekuensi 2.5 GHz (IEEE 802.16e) yang disharing dengan pengguna Broadcasting Satellite Services (BSS). Pada arah kebijakan frekuensi di Indonesia, frekuensi 2.5 GHz memiliki range frekuensi 2500-2690 MHz.

Tabel 2.2. Bandwidth Kanal dan Sistem Duplexing pada WiMAX[3]

Channel BW	FFT Size	Other bands TBD	2.3-2.4 GHz	2.305-2.32, 2.345-2.36 GHz	2.496-2.69 GHz	3.3-3.4 GHz	3.4-3.8 GHz
1.25 MHz	128						
5.0 MHz	512		TDD	TDD	TDD	TDD	TDD
7.0 MHz	1024					TDD	TDD
8.75 MHz	1024		TDD				
10 MHz	1024		TDD	TDD	TDD	TDD	TDD
20 MHz	2048						

Sedangkan untuk sistem *duplexing* yang digunakan adalah TDD (*time division duplex*). TDD menggunakan frekuensi *single channel* yang digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver* tetapi dalam waktu yang berbeda. Akibatnya TDD dibagi menjadi *data stream frame* dan setiap frame dibagi menjadi *time slot* untuk mengirim dan menerima. Hal ini mengijinkan transmisi data dalam satu frekuensi saja.

A.3. Model Propagasi Mobile WiMAX

Model kanal propagasi yang digunakan pada Mobile WiMAX adalah model propagasi COST 231-Hata[3]. Model COST-231 sebagai perluasan model Hata terbatas untuk pemakaian dengan karakteristik sebagai berikut:

Frekuensi (f) : 1500 – 2000 MHz.

Tinggi antena *base station* (h_b) : 30 – 200 m

Tinggi antena *mobile station* (h_m) : 1 – 10 m

Jarak Tx – Rx (R) : 1 – 20 Km

Model kanal ini disebut juga model PCS Extension to Hata Model, yaitu formula pengembangan dari model Okumura Hata untuk frekuensi PCS (2 GHz). Model Propagasi *Okumura-Hata* didefinisikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L(\text{dB}) = 46.33 + 33.9 \log f_c - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log R + C_M \quad (2-1)$$

Dimana	L	= Redaman lintasan
	f c	= Frekuensi (MHz)
	hb	= Tinggi antena <i>base station</i> (m)
	h _m	= Tinggi antena <i>mobile station</i> (m)
	a(h _m)	= Faktor koreksi tinggi antena <i>mobile station</i>
	R	= Jari jari sel (km)
	C _M	= 0 dB, untuk kota ukuran menengah dan sub urban
	C _M	= 3 dB, untuk area metropolitan.

Nilai faktor koreksi tinggi antena *mobile station* ($a(h_m)$) adalah :

$$a(h_m) = 8.29 (\log 1.54 h_m)^2 - 1.1 \text{ (dB)}, f_c \leq 300 \text{ MHz} \quad (2-2)$$

$$a(h_m) = 3.2 (\log 1.75 h_m)^2 - 4.97 \text{ (dB)}, f_c > 300 \text{ MHz}$$

Dengan mengetahui nilai *link margin* dari perhitungan link budget, dan dengan menggunakan persamaan *pathloss* diatas dapat dihitung *coverage range* dari sel dan juga jumlah sel yang diperlukan untuk mengcover area tertentu.

Jari jari sel:

$$R = \log^{-1} \left[\frac{L - 46.33 - 33.9 \log f_c + 13.82 \log h_b + a(h_m) - C_M}{44.9 - 6.55 \log h_b} \right] \quad (2-3)$$

A.4. Perhitungan Jumlah Sel

Perhitungan jumlah sel berdasarkan radius jangkauan menggunakan pendekatan luas daerah yang dicakup terhadap luas daerah tinjauan. Pemilihan arsitektur dalam perencanaannya menggunakan pendekatan arsitektur seluler.

Coverage area untuk satu sel dengan konfigurasi heksagonal adalah [3]:

$$L = k R^2 \quad (2-4)$$

Dimana:

L = Coverage area

R = maximum cell range

K = constant accounting for the sector

Tabel 2.3. Nilai K untuk masing-masing Konfigurasi Coverage[3]

Konfigurasi	Omni	2 sektor	3 sektor	6 sektor
Nilai K	2.6	1.3	1.95	2.6

A.5 Parameter Sistem *Mobile WiMax*

Karena *Mobile WiMax* berdasar pada skalabilitas OFDMA, maka *Mobile WiMax* ini dapat dikonfigurasi secara fleksibel pada bandwidth yang berbeda dengan menyesuaikan parameter sistem. Karakteristik Sistem *Mobile WiMax* berikut merupakan studi kasus evaluasi secara kuantitatif dari kinerja sistem *Mobile WiMax*. Pada tabel 2.3 berikut terdapat parameter sistem *Mobile*

WiMax. Kemudian pada tabel 2.4. merupakan Parameter OFDMA dan Tabel 2.5 memperlihatkan sistem propagasi yang digunakan pada Mobile WiMax.

Tabel 2.4. Parameter Sistem *Mobile WiMax*[3]

Parameters	Value
Number of 3-Sector Cells	19
Operating Frequency	2500 MHz
Duplex	TDD
Channel Bandwidth	10 MHz
BS-to-BS Distance	2.8 kilometers
Minimum Mobile-to-BS Distance	36 meters
Antenna Pattern	70° (-3 dB) with 20 dB front-to-back ratio
BS Height	32 meters
Mobile Terminal Height	1.5 meters
BS Antenna Gain	15 dBi
MS Antenna Gain	-1 dBi
BS Maximum Power Amplifier Power	43 dBm
Mobile Terminal Maximum PA Power	23 dBm
# of BS Tx/Rx Antenna	Tx: 2 or 4; Rx: 2 or 4
# of MS Tx/Rx Antenna	Tx: 1; Rx: 2
BS Noise Figure	4 dB
MS Noise Figure	7 dB

Tabel 2.5. Parameter OFDMA [3]

Parameters		Values
System Channel Bandwidth (MHz)		10
Sampling Frequency (F_p in MHz)		11.2
FFT Size (N_{FFT})		1024
Sub-Carrier Frequency Spacing		10.94 kHz
Useful Symbol Time ($T_b = 1/f$)		91.4 microseconds
Guard Time ($T_g = T_b/8$)		11.4 microseconds
OFDMA Symbol Duration ($T_s = T_b + T_g$)		102.9 microseconds
Frame duration		5 milliseconds
Number of OFDMA Symbols		48
DL PUSC	Null Sub-carriers	184
	Pilot Sub-carriers	120
	Data Sub-carriers	720
	Sub-channels	30

Parameters		Values
UL PUSC	Null Sub-carriers	184
	Pilot Sub-carriers	280
	Data Sub-carriers	560
	Sub-channels	35

Tabel 2.6. Model Propagasi *Mobile WiMax*[3]

Parameters	Value
Propagation Model	COST 231 Suburban
Log-Normal Shadowing SD (σ_s)	8 dB
BS Shadowing Correlation	0.5
Penetration Loss	10 dB

A.6. Link Budget Mobile WiMax

Kalkulasi Link Budget berikut berdasarkan pada parameter model propagasi kanal pada tabel 2.3, 2.4 dan 2.5. Nilai 5.6 dB digunakan sebagai *Fade Margin* pada tabel dipastikan probabilitas cakupan pada tepi cell adalah 75 % dan 90%

probabilitas cakupan pada seluruh area. Batas Interferensi adalah 2 dB untuk DownLink dan 3 dB untuk Up Link dengan asumsi masing-masing frekuensi reuse (1,1,3). Batas Interferensi dapat berkurang menjadi 0,2 dB untuk pola reuse (1,3,3) namun nilai efisiensi spektralnya berkurang. Gain diversity makro adalah 4 dB dengan asumsi korelasi fading bayangan adalah 0.5. Jarak sel dapat diperkirakan dari link budget menggunakan beberapa model propagasi seperti model propagasi COST 231- Hata dan model Erceg- Greenstein. Model Propagasi COST 231-Hatta berdasar pada hasil empiris dari band 2 GHz dan cenderung menjadikan prediksi yang sangat konservatif untuk 2,5 GHz. Model Erceg-Greenstein merupakan model lain yang umum digunakan pada band frekuensi yang 70 % lebih besar dari band frekuensi ini. Selain itu juga path loss maksimum yang diperbolehkan adalah 128,2 dB, sesuai dengan laju data pada DL cell-edge sebesar 5.76 Mbps dan Laju data UL cell-edge adalah 115 kbps, lebih tinggi dari laju data pada sistem 3G. Laju data yang lebih tinggi pada cell-edge dan frekuensi carrier yang lebih tinggi menghasilkan ukuran cell yang lebih kecil. Sebagai alternatif, link budget yang lebih baik dan ukuran cell yang lebih besar menghasilkan laju data yang lebih rendah, seperti terlihat pada tabel 2.6. dan 2.7 [3].

Tabel 2.7. DL Link Budget pada Mobile WiMax [3]

Mobile WiMAX Downlink				
Base Station Infrastructure	MAP	Traffic-PUSC		Units
Tx Power per Antenna Element	10.0	10.0	10.0	Watts
Number of Tx Antenna Elements	2	2	2	
Cyclic Combining Gain	3.0	3.0	3.0	dB
Tx Antenna Gain	15.0	15.0	15.0	dBi
Pilot Power Boosting Gain	-0.7	-0.7	-0.7	dB
EIRP	57.3	57.3	57.3	dBm
Base Permutation Zone	PUSC	PUSC	PUSC	
Number of Occupied Sub-Carriers	840	840	840	
Power per Occupied Sub-Carrier	28.1	28.1	28.1	dBm
Mobile Unit, (Handset Indoor)				
Rx Antenna Gain	-1.0	-1.0	-1.0	dBi
Rx Antenna Diversity Gain (2 Antennas)	3.0	3.0	3.0	dB
Rx Noise Figure	7.0	7.0	7.0	dB
Margins				
Log Normal Fade Margin	5.56	5.56	5.56	dB
Fast Fading Margin	6.0	2.0	2.0	dB
Interference Margin	2.0	2.0	2.0	dB
Penetration Loss	10.0	10.0	10.0	dB
Total Margin	23.56	19.56	19.56	dB
Mobile Rx Sensitivity				
Thermal Noise	-174	-174	-174	dBm/Hz
Sub-Carrier Spacing	10.94	10.94	10.94	kHz
Modulation	QPSK 1/8	QPSK 1/2	16QAM 1/2	
SNR Required	-3.31	3.49	8.93	dB
Delta from limiting cell range distance	0.82			
DL Traffic Data Rate		2.88	5.76	Mbps
Rx Sensitivity (per sub-carrier)	-129.9	-123.2	-117.7	dBm
Rx Sensitivity (composite)	-100.7	-93.9	-88.4	dBm
System Gain	160.0	153.3	147.8	dB
Maximum Allowable Path Loss	136.4	133.7	128.2	dB

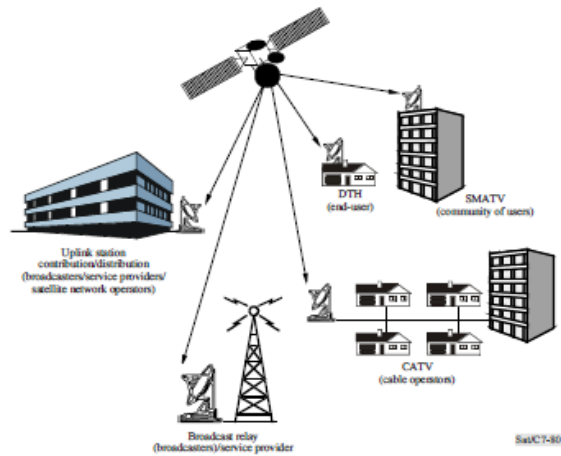
Tabel 2.8. UL Link Budget pada Mobile WiMax [3]

Mobile Unit, (Handset Indoor)	FB Channel	Traffic Full Allocation		Units
Tx Power per Antenna Element	200	200	200	mw
Number of Tx Antenna Elements	1	1	1	
Tx Antenna Gain	-1.0	-1.0	-1.0	dBi
EIRP	22.0	22.0	22.0	dBm
Mobile Unit, (Handset Indoor)	FB Channel	Traffic Full Allocation		Units
Permutation Zone	FB Channel	PUSC	PUSC	
Available Sub-Carriers	70	840	840	
Allocated Sub-Channels	2.5	3	9	
Allocated Sub-Carriers	70	72	216	
Allocated Data Carriers	60	48	144	
Power per Occupied Sub-Carrier	3.56	3.44	-1.33	dBm
Base Station Rx				
Rx Antenna Gain	15.0	15.0	15	dBi
Rx Antenna Diversity Gain	3.0	3.0	3.0	dBi
Rx Noise Figure	4.0	4.0	4.0	dB
Margins				
Log Normal Fade Margin	5.56	5.56	5.56	dB
Fast Fading Margin	4.0	2.0	2.0	dB
Interference Margin	3.0	3.0	3.0	dB
Penetration Loss	10.0	10.0	10.0	dB
Total Margin	22.56	20.56	20.56	dB
Base Station Rx Sensitivity				
Thermal Noise	-174	-174	-174	dBm/Hz
Sub-Carrier Spacing	10.94	10.94	10.94	kHz
Modulation Type	Ranging	QPSK 1/8	QPSK 1/8	
SNR Required	-6.0	-2.5	-2.5	dB
Delta from limiting cell range distance	0.66			
UL Traffic Data Rate		38	115	kbps
Rx Sensitivity (per sub-carrier)	-135.6	-132.1	-132.1	dBm
Rx Sensitivity (composite)	-117.2	-113.6	-108.8	dBm
System Gain	157.2	153.5	148.8	dB
Maximum Allowable Path Loss	134.6	133.0	128.2	dB

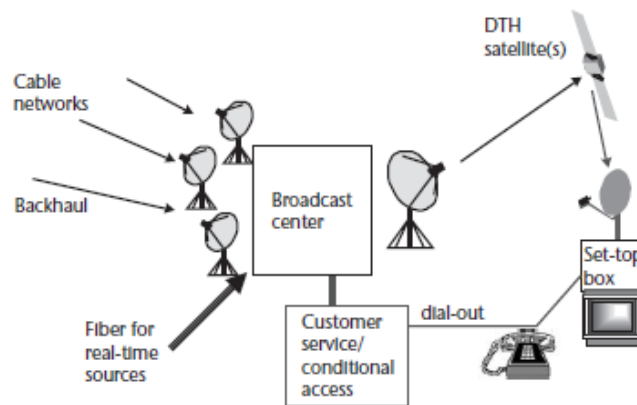
B. Broadcast Satellite Services (BSS)

Selain untuk komunikasi, satelit juga mempunyai banyak fungsi, salah satunya untuk layanan penyiaran. Layanan satelit penyiaran (*Broadcasting Satellite Services/BSS*) berfungsi khusus untuk melangsungkan penyiaran/*broadcasting*, yang memungkinkan rumah-rumah dapat menerima sinyal TV dari satelit secara langsung (*Direct To Home/DTH*). Ada 3 jenis layanan BSS antara lain TV Hiburan, *Content Delivery Network* (CDN), dan *Satellite Digital Audio Radio Services* (S-DARS). Ada 4 (empat) cara sinyal TV dapat sampai ke pelanggan[8], yaitu :

1. Distribusi *Point to Multipoint* dari program TV berjaringan yang mengatur kontribusi dari studio ke stasiun siaran lokal.
2. Transmisi *Point to Point* dari suatu program spesifik dari lokasi kejadian ke studio (atau dari studio ke studio)
3. Distribusi *Point to Multipoint* program TV kabel dari studio ke sistem TV kabel lokal.
4. Distribusi *Point to Multipoint* dari program TV kabel dan atau jaringan TV secara langsung dari studio ke pelanggan (misalnya DTH).



Gambar 2.2. Arsitektur DTH (*Direct To Home*) sistem BSS (*Broadcast Satellite Services*)[8]



Gambar 2.3. Elemen Utama pada Sistem DTH[8]

Sistem DTH didesain untuk dapat mentransmisikan acara TV hiburan ke stasiun bumi penerima rumah (*home receivers*). Sistem DTH atau biasa juga disebut *Direct Broadcast Satellite* memanfaatkan alokasi BSS, namun dapat pula diterapkan pada alokasi FSS. Dengan sistem DTH, setiap orang dapat menerima sinyal dengan perangkat pelanggan, yang menyelenggarakan hubungan secara langsung antara penyedia program dengan publik. Di lain pihak, penyedia ingin membatasi distribusinya hanya pada pelanggan berbayar.

Pembatasan dapat dilakukan berdasarkan geografi atau asosiasi pada sebuah grup.

Tabel 2.9. Karakteristik Satelit BSS pada perencanaan WRC-BS[8]

FEATURE	SPECIFICATION
<i>EIRP</i>	<i>Typical 63 dBW</i>
<i>Minimum satellites per country</i>	<i>1</i>
<i>Channels per satellite</i>	<i>5 (or multiples thereof)</i>
<i>Frequency plan</i>	<i>23-MHz transponders</i>
<i>Polarization</i>	<i>Circular polarization (left hand and right hand)</i>
<i>Orbit spacing between satellites</i>	<i>Fixed orbital spacing between satellites (3° minimum separation) 9° for cofrequency assignments. Satellites are colocated where possible.</i>
<i>Maximum spacecraft reflector size</i>	<i>2 m</i>
<i>Beam shape</i>	<i>Elliptical</i>
<i>Sidelobe radiation pattern</i>	<i>Tightly specified</i>
<i>Assumed home receiver characteristics</i>	
<i>Dish size</i>	<i>No smaller 0.9 m</i>
<i>Receiver Noise Figure</i>	<i>No Lower than 9 dB</i>
<i>Cross Polarization Isolation</i>	<i>Relatively Poor</i>
<i>Angular discrimination</i>	<i>Relatively poor</i>

Elemen Utama Pada sistem DTH :

1. Satelit DTH pada orbit GEO (minimal 1):

- Konstruksi Pesawat Angkasa;
- Layanan Peluncuran;
- Jaminan Keamanan pada saat peluncuran dan pada Orbit

2. TT&C:

- Mengontrol segmen angkasa dan memonitor kondisi pesawat angkasa;
- Memverifikasi transmisi ke satelit agar tidak terjadi interferensi;
- Disediakan oleh operator Satelit (biasanya perusahaan yang berbeda);
- Membutuhkan komunikasi terbatas antara operator jaringan DTH dan operator satelit.

3. Pusat Penyiaran:

- Mengawali, mengakuisisi, dan mentransmit materi program;
- Secara umum terpusat, dengan tanpa batasan backup;
- Sistem akses yang dikondisikan.

4. Customer service:

- *Billing* dan pelanggan *turn-on-off*;
- Asisten Pelanggan.

B.1. Satelit Cakrawarta-2/ Indostar-2

Di Indonesia teknologi DTH telah diadopsi oleh PT. Indovision dengan meluncurkan satelit Cakrawarta pada posisi 107.7° E untuk memberikan layanan TV satelit di Indonesia yang memiliki frekuensi kerja 2,5 GHz(S-band).



Gambar 2.4. Posisi Satelit Indonesia[11]

Tabel 2.10. Perbandingan Sistem DTH dalam Pengoperasiannya di seluruh dunia[8]

System	Satellite	Coverage Area	EIRP Performance	Dish size	Frequency	Polarization	Delivered Format
Direct TV	DBS	United States	50 dBW	45 cm	KuBSS	CP	DSS (MPEG+)
Dish	Echostar	United States	50 dBW	45 cm	KuBSS	CP	DVB-S
SesAstra	Astra	Europe (German Speaking)	53 dBW	60 cm	KuBSS/FSS	LP	FM PAL
Sky	Astra	United Kingdom and Ireland	53 dBW	45 cm	KuBSS/FSS	LP	DVB-S
TDF	TDF	France	57 dBW	45 cm	KuBSS	CP	D2MAC
Eutelsat	Eutelsat	Europe	48 dBW	60 – 75 cm	KuFSS/BSS	LP	DVB-S
Thor	Thor	Norway	53 dBW	45-60 cm	KuBSS	LP	DVB-S
Indovision	Cakrawarta1	Indonesia	45 dBW (S-Band)	60 cm	S BSS	LO	DVB-S
Astro	Measat	Malaysia	55 dBW	60 cm	Ku FSS	LP	DVB-S
Sky Perfect TV	JCSat	Japan	53 dBW	45 cm	Ku FSS	LP	DVB-S
STAR TV	AsiaSat	Asia	36 dBW	2 m	C FSS	LP	DVB-S
Sky Latin America	PanAmSat	Latin America	48 dBW	60 cm	Ku FSS	LP	DVB-S

Keterangan :

L Band : 800 MHz – 2 GHz

C Band : 3 - 6 GHz

Ku Band : 10 – 17 GHz

S Band : 2 GHz – 3 GHz

X Band : 7 – 9 GHz

Ka Band : 18 – 22 GHz



Gambar 2.5 Daerah cakupan Satelit Cakrawarta-2[10]

Parameter Teknis antena satelit cakrawarta (Indostar) dapat dilihat pada lampiran B.

B.2 Digital Video Broadcasting Satellite Generasi Ke-2 (DVB-S2)

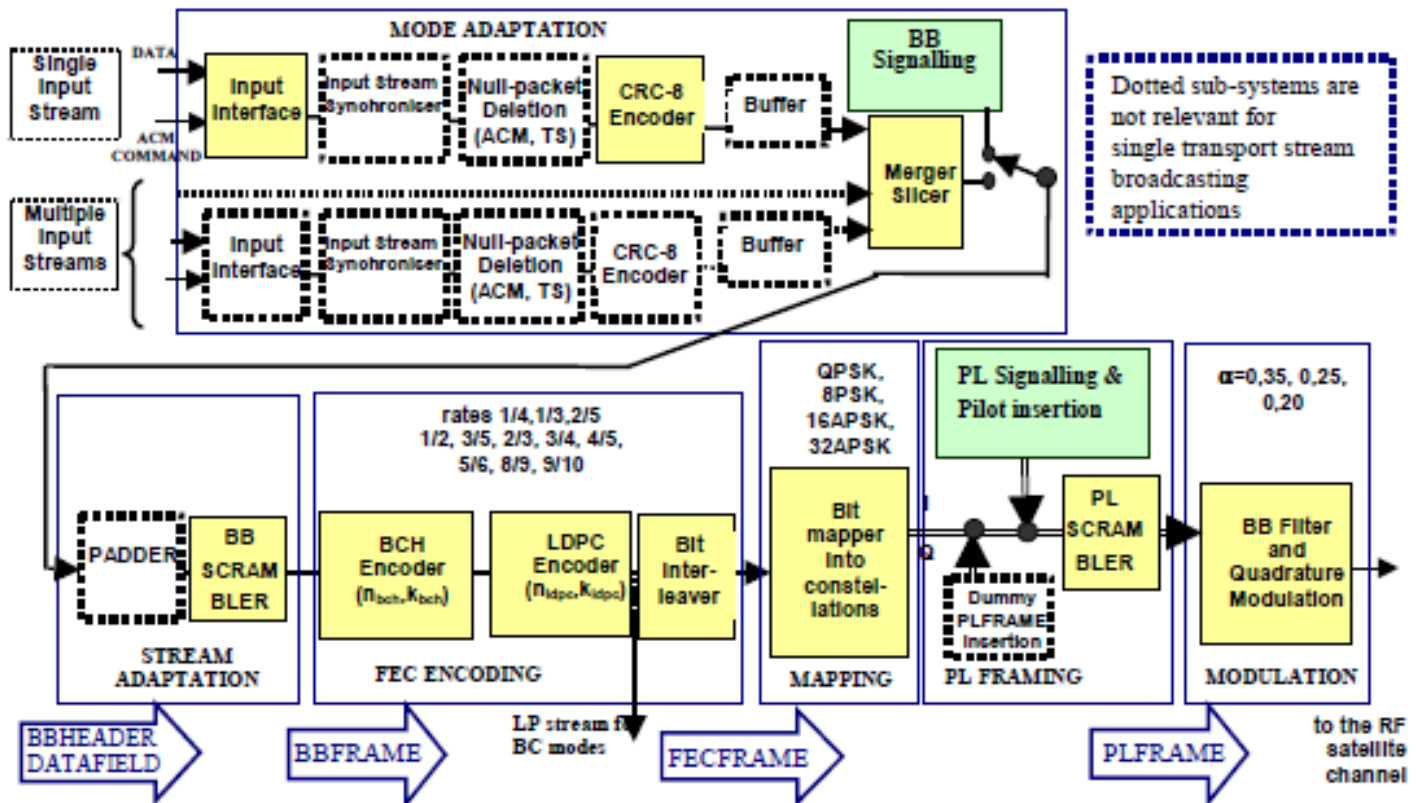
DVB S2 merupakan spesifikasi Generasi ke-2 untuk aplikasi broadband satelilite yang dikembangkan oleh DVB *Project* pada tahun 2003. Sistem ini disusun sebagai sebuah toolkit yang mampu menjalankan aplikasi satelit seperti : TV Satelit, Radio Siaran, Layanan Interaktif (Misalnya Internet), Layanan Profesional seperti TV Kontribusi Link dan SNG Digital.

Dalamdekade terakhir, penelitiandi bidangkomunikasidigitaldan khususnya, dariteknik koreksi error yang cocok untukdecodingrekursif, telah membawasemangat baru untukinovasiteknologi. Hasil daritren evolusibersamaan denganpeningkatanpermintaan operatordankonsumenuntukkapasitas yang lebih besardanlayanan yang lebih inovatifmelalui satelitmenyebabkanDVBpada tahun 2003membentuk sistem

broadband satelit generasi kedua, DVB-S2 [3] yang sekarang telah diakui ITU-R (rekomen-dasi ITU-R Nomor BO.1784) dan standar European Telecommunications Standards Institute (ETSI EN.302 307 V1.2.1).

Sistem ini telah dirancang untuk berbagai jenis aplikasi:

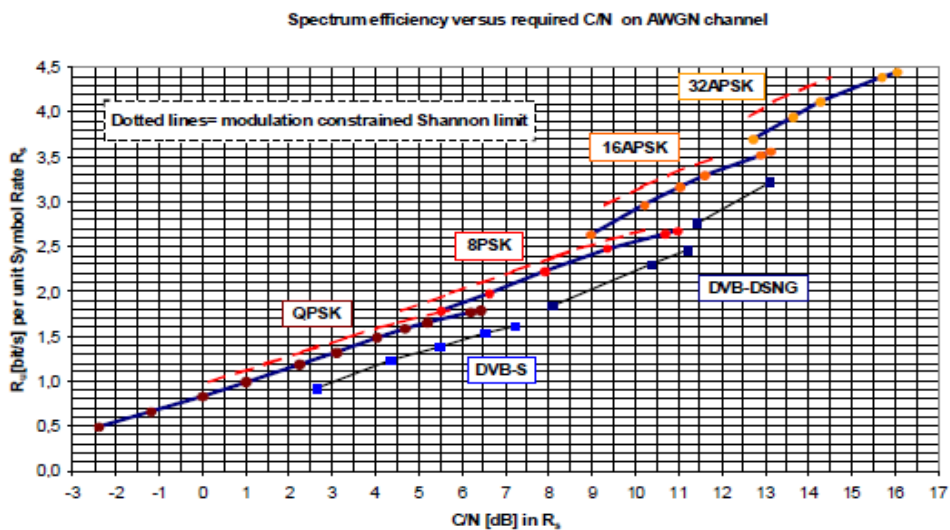
- Penyiaran Standard Definition TV dan High Definition TV (SDTV dan HDTV);
- Layanan interaktif, termasuk akses internet, bagi aplikasi konsumen (untuk Integration Receiver Decoders (IRDs) dan komputer pribadi);
- Profesional aplikasi, seperti TV berlangganan digital dan Newsgathering;
- Distribusi Data konten dan trunking internet.



Gambar 2.6. Functional Block Diagram dari Sistem DVB-S2 [3]

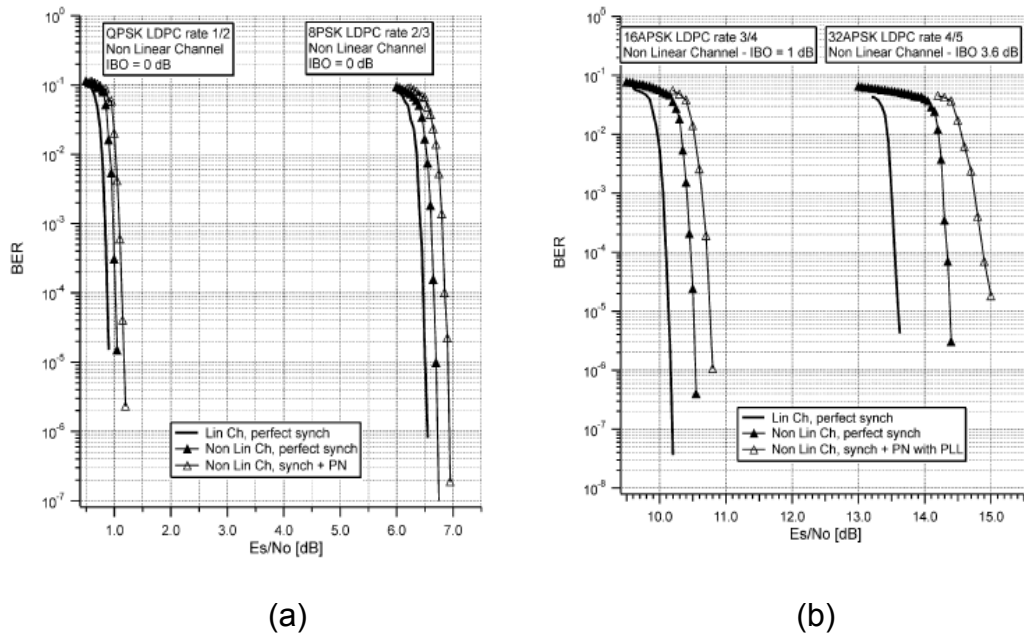
Standar DVB-S2 telah menetapkan sekitar tiga konsep kunci: kinerja transmisi terbaik, fleksibilitas total, dan kompleksitas penerima yang wajar

Sinkronisasi dari sistem DVB-S2 pada penerima merupakan tugas yang sulit karena beberapa alasan sebagai berikut: berbagai macam konfigurasi yang memungkinkan dan adanya mode operasi yang bekerja pada SNR yang sangat rendah. Untuk mode ACM, kesulitan selanjutnya adalah variasi skema modulasi frame-by-frame, dan fakta bahwa SNR yang diberikan di lokasi penerima mungkin tidak cukup untuk mempertahankan sinkronisasi pada semua frame, sehingga sinkronisasi penerima harus dalam kondisi "on-the-fly" untuk dapat mendekodekan frame. Selain itu, mengingat bahwa pengguna mungkin tidak merubah outdoor unit mereka ketika pergantian dari DVB-S ke DVB-S2, maka algoritma recovery carrier DVB-S2 harus mampu mengatasi kinerja LN yang kurang maksimal yang dibutuhkan pada modulasi QPSK DVB-S, dengan phase noise mask yang dihasilkan pada orde modulasi yang lebih tinggi.



Gambar 2.7. C/N yang dibutuhkan versus Efisiensi Spektrum pada kanal AWGN (Ideal Demodulation)

Gambar 2.7 di atas menunjukkan perbandingan daya Carrier terhadap Noise pada sebuah bandwidth sesuai laju simbol (symbol rate) versus Efisiensi Spektrum (Bit Rate yang berfungsi pada unit Symbol Rate RS) yang diperoleh dari simulasi komputer pada kanal AWGN (demodulator ideal, tanpa phase noise). Kinerja dari DVB-S dan DVB-DSNG juga ditampilkan sebagai perbandingan, untuk kualitas target yang sama $PER = 10^{-7}$. Sebelum Nyquist Filtering pada Modulator, perbandingan daya puncak terhadap daya rata-rata adalah 0 dB untuk QPSK dan 8PSK, sepanjang rentang (1,05 : 1,11)dB untuk 16 APSK (Nilai pastinya dapat dihitung dengan rumus $4\gamma^2/(3\gamma^2 + 1)$) dan (1,97 : 2,12)dB untuk 32 APSK (pernyataan yang tepat $8\gamma_2^2/(4\gamma_2^2 + 3\gamma_1^2 + 1)$). Ketika DVB-S2 ditransmisikan menggunakan satelit, modulasi *quasi constant envelope* seperti QPSK dan 8PSK memiliki daya yang efisien pada konfigurasi single carrier per transponder karena mereka dapat beroperasi pada transponder yang mendekati nilai saturasi. 16 APSK dan 32 APSK yang secara inheren lebih sensitif terhadap distorsi non linear dan membutuhkan transponder quasi-linear (yaitu Output Back Off yang lebih besar, OBO) dapat ditingkatkan dengan tujuan peningkatan daya menggunakan teknik kompensasi non linear pada stasiun up-link.



Gambar 2.8. (a) Perbandingan kurva BER pada $\frac{1}{2}$ QPSK 8PSK $\frac{2}{3}$ pada AWGN dan kanal Nonlinear (dengan dan tanpa synch losses); (b) Perbandingan Kurva BER pada 16APSK $\frac{3}{4}$ dan 32 APSK $\frac{4}{5}$ pada AWGN dan Kanal Nonlinear (dengan dan tanpa synch losses)

Tabel 2.11 menunjukkan degradasi C/N yang diperoleh dari simulasi komputer menggunakan model kanal satelit (TWTA Non Linear).

Tabel 2.11. C_{SAT}/N LOSS (dB) pada Kanal Satelit
 C_{SAT}/N Loss [dB] on the Satellite Channel

Transmission Mode	No pre-distortion No Phase Noise	Dynamic pre-distortion No Phase Noise	Dynamic pre-distortion Phase Noise
QPSK $\frac{1}{2}$	0.6 (OBO=0.3)	0.5 (IBO=0; OBO=0.4)	0.6
8PSK $\frac{2}{3}$	1.0 (OBO=0.4)	0.6 (IBO=0; OBO=0.4)	0.9
16APSK $\frac{3}{4}$	3.2 (OBO=1.7)	1.5 (IBO=1.0; OBO=1.1)	1.8
32APSK $\frac{4}{5}$	6.2 (OBO=3.7)	2.8 (IBO=3.6; OBO=2.0)	3.5

Tabel 2.12. Perbandingan DVB-S dan DVB-S2

System	DVB-S	DVB-S2	DVB-S	DVB-S2
Channel bandwidth BW (MHz)	36	36	36	36
Modulation and coding	QPSK 2/3	QPSK 3/4	QPSK 7/8	8-PSK 2/3
Roll-off α	0.35	0.20	0.35	0.25
Symbol-rate (MBd) = $1.03 \cdot BW / (1 + \alpha)$	27.5	30.9	27.5	29.7
C/N (in 27.5 MHz) (dB)	4.7	4.9	7.6	7.6
Useful bit-rate (Mbit/s)	33.8	46 (gain = 34%)	44.4	58.8 (gain = 32%)

Dari tabel 2.12 diatas menunjukkan peningkatan kebutuhan C/N secara marginal (0 hingga 0.2 dB), sistem DVB-S2 mengijinkan peningkatan kapasitas transmisi sesuai model hingga mencapai 30%. Selanjutnya, perbandingan kinerja secara konfigurasi operatif antara DVB-S dan DVB-S2 menunjukkan bahwa DVB-S2 memiliki kehandalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DVB-S dalam kapasitas konfigurasi CCM baik pada single carrier maupun pada multiple carrier pada setiap konfigurasi transponder.

C. Sharing Frekuensi *Mobile WiMAX* dan BSS

Sharing frekuensi antara Komunikasi Teresterial dan Komunikasi Satelit biasa terjadi di beberapa Negara, termasuk juga Indonesia. Sharing frekuensi antara Komunikasi Teresterial dan Komunikasi Satelit pada frekuensi 2,5 GHz ini harus memperhatikan beberapa hal, yaitu :

1. ITU *Radio Regulation* edisi 2008 (*Resolution 223 (Rev. WRC-07)*):
Additional frequency bands identified for IMT)
2. PERMEN no 29 beserta lampirannya[9]

Sharing frekuensi dilakukan dalam rangka efisiensi penggunaan frekuensi sebagai sumber daya alam yang terbatas. Beberapa teknik yang dapat dilakukan dalam melakukan sharing frekuensi, yaitu : [17]

1. Isolasi spasial (Misalnya: Pemisahan slot orbit / kanal frekuensi);
2. Pemisahan secara geografis;
3. Isolasi waktu / frekuensi / Kode (Modulasi);
4. Pembatasan sudut elevasi pada stasiun bumi;
5. Pembatasan daya pancar agar tidak terjadi co-coverage.

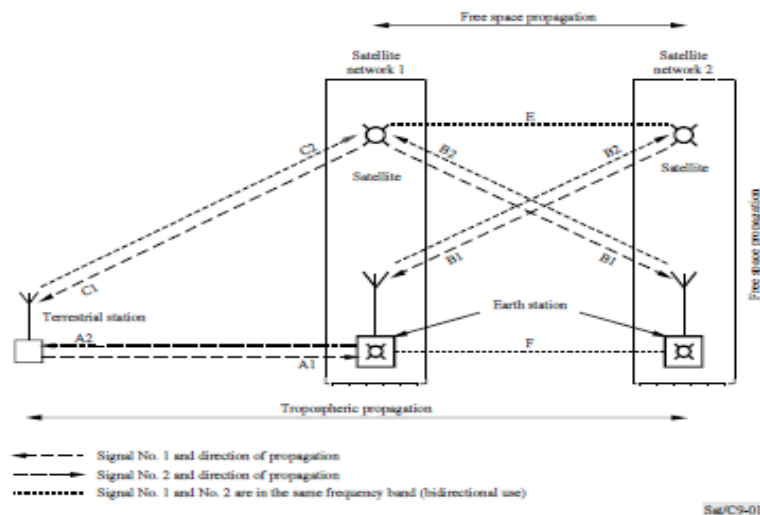
Teknik-teknik *sharing* di atas bertujuan agar setiap teknologi yang menggunakan frekuensi yang sama tersebut tidak saling mengganggu / berinterferensi. Beberapa macam model Interferensi antara Komunikasi Terrestrial dan Komunikasi Satelit menurut ITU-R[7], yaitu:

A1 Transmisi stasiun Terrestrial-station dapat menyebabkan terjadinya interferensi bagi penerima stasiun bumi.

A2 Stasiun bumi dapat menyebabkan terjadinya interferensi bagi stasiun terrestrial.

C1 Transmisi stasiun angkasa dapat menyebabkan interferensi pada stasiun terrestrial

C2 Transmisi stasiun terrestrial dapat menyebabkan interferensi pada penerima disebabkan stasiun angkasa.



Gambar 2.9. Model Interferensi menurut FSS pada alokasi band frekuensi dengan jalur yang sama dengan komunikasi radio teresterial[7]

C.1. Elemen Yang harus Diperhatikan dalam *Sharing* Frekuensi [18]

Agar sharing frekuensi dapat terjadi baik antara *Broadcasting satellite* dan layanan teresterial maka beberapa elemen penting harus diperhatikan, salah satunya adalah *protection ratio* sebagai parameter terjadinya suatu interferensi antara suatu layanan dengan layanan lainnya.

Nilai dari *protection ratio* pada layanan teresterial dan Broadcasting-satellite terdapat pada standar ITU R-REP-634-4-1990 demikian juga karakteristik teknis dari sistem *sharing* seperti *e.i.r.p*, *antenna aperture*, level *sidelobe*, sensitifitas penerima, dan jenis modulasi yang digunakan, serta pertimbangan geografis (misalnya garis penghubung antara posisi penginterferensi dan yang terinterferensi dan pembentukan "*exclusion areas*" dan daerah layanan) adalah faktor yang harus diperhitungkan. Faktor pembatas dan batasan ini yang dibutuhkan untuk mengizinkan terjadinya *sharing* frekuensi. Sistem *sharing* yang juga dapat diterapkan pada daerah yang sama adalah *time sharing*. Jika pada daerah yang sama (*co-area*) maka

sharing frekuensi yang sama (*co-frequency sharing*) tidak dapat terjadi, oleh karenanya dibutuhkan suatu aturan batasan nilai agar *sharing* frekuensi secara geografis dapat terjadi.

Langkah-langkah yang dapat meningkatkan kelayakan *sharing* adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan kinerja yang objektif dan tersedianya kriteria yang sesuai dengan kebutuhan layanan yang tersedia.
- b. Pemilihan karakteristik model sistem untuk melindungi dari interferensi pada sensitifitas minimum, sesuai dengan desain sistem yang praktis (seperti daya pancar yang memadai dan gain antenna, *path length* yang wajar, metode modulasi yang handal, dsb.) (catatan pada banyak kasus, berkurangnya sensitifitas terhadap interferensi, meningkatkan kinerja sistem).
- c. Tidak diperbolehkan untuk bekerja pada sistem dengan sensitifitas tinggi di luar band yang dialokasikan karena lebih berpotensi menyebabkan terjadinya interferensi.

Diantara langkah-langkah yang dapat melindungi suatu layanan (dinas) yang memiliki alokasi primer beroperasi pada rekomendasi CCIR atau *Radio Regulation* adalah dibuatnya batasan level interferensi atau nilai batas *power flux density*.

C.1.1 Persamaan umum untuk membatasi nilai Power flux Density dari sinyal yang tidak diinginkan untuk melindungi Sinyal yang diinginkan

Ketika layanan Siaran satelit berbagi frekuensi dengan layanan Terrestrial, maka pada penerima dibutuhkan nilai batas *power flux-density* yang dihasilkan dari sinyal yang tidak diinginkan pada stasiun penerima dari sinyal yang diinginkan. Persamaan umum yang menggambarkan nilai *power flux-density* adalah :

$$F_s = F_{iqp} - R_q + D_d + D_p - M_r - M_i \quad (2-5)$$

(catatan : Rumus ini tidak valid ketika sinyal satelit mendekati *grazing incidence*. Pada kasus ini batasan tambahan dibutuhkan)

Dimana :

F_s = *Power Flux-Density* Maksimum (dB(W/m²)) yang diizinkan pada station yang diproteksi

F_{iqp} = *Power Flux-Density* Minimum (dB(W/m²)) yang akan dilindungi, yaitu kekuatan fluks-density dalam menghadap kebisingan termal yang menghasilkan sinyal output kualitas yang akan melebihi tingkat persentase yang ditentukan pada waktu p

R_q = Protection ratio (perbandingan antara daya sinyal yang diinginkan terhadap sinyal yang menginterferensi pada input penerima (dB)) untuk gangguan yang hampir tidak terdeteksi ketika kualitas sinyal output telah terdegradasi oleh kebisingan termal untuk q.

D_d = selisih (dB) sinyal yang menginterferensi berdasarkan directivity antena penerima.

D_p = selisih (dB) sinyal yang menginterferensi berdasarkan polarisasi antena penerima. Faktor ini sering dikombinasikan dengan D_d sebagai istilah tunggal

M_r = Batas (dB) untuk refleksi ground yang memungkinkan dari sinyal yang menginterferensi.

M_i = Batas (dB) dari beberapa interferensi yang mungkin masuk.

Batas daya fluks-density diberikan oleh persamaan (5) menjamin bahwa kualitas sinyal output di stasiun penerima akan sama dengan yang diinginkan ketika sistem power flux-density telah memudar ke tingkat F_{rqp} . Selama $p\%$ dari waktu, sistem power flux density akan lebih tinggi dari F_{rqp} , dan kualitas sinyal output akan lebih tinggi dari q .

Jika diinginkan untuk menyatakan nilai F_s , sebagai nilai rata-rata power flux-density dari sistem yang diinginkan, F_{rqm} yang menghasilkan kualitas statistik output yang sama, persamaannya adalah :

$$F_s = F_{rqm} - M_p - R_q + D_d + D_p - M_r - M_i \quad (2-6)$$

Dimana M_p merupakan selisih nilai (dB) antara nilai rata-rata dari level sinyal yang diinginkan dengan nilai level yang melebihi $p\%$ dari waktu.

Persamaan (5) dan (6) dapat diterapkan untuk menghitung nilai batasan power flux-density yang tidak diinginkan, yang sesuai untuk setiap layanan yang diberikan.

C.1.2. Power Flux-Density yang dipersyaratkan

Nilai power Flux-Density untuk band frekuensi 2,6 GHz adalah sebagai berikut :

Tabel 2.13. Parameter Sistem Penerimaan TV [20]

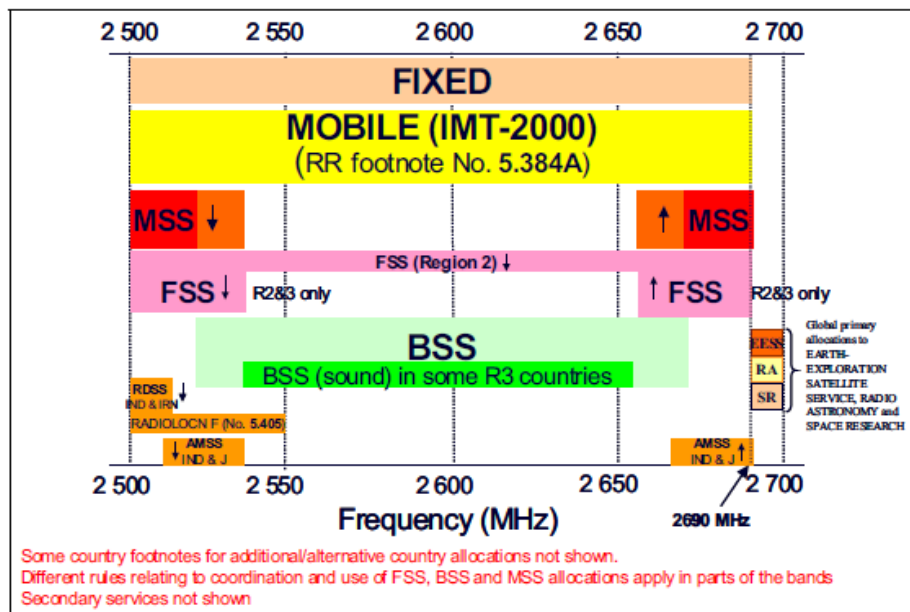
Parameter	1	2	3	4	5	6	Remarks
1. System							
Frequency of carrier (GHz)	0.7	2.6	12	12.5	22.75	42	Note 7
Approximate equivalent rectangular bandwidth (MHz)	19	20	27	24	40	40	Note 1
Carrier-to-noise ratio before demodulation (dB)	16	15	16	14	11	11	Note 1
Additional noise of feeder link (dB)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Required C/N (dB)	16.5	15.5	16.5	14.5	11.5	11.5	
2. Receiving installation							
Figure of merit, G/T (dB(K ⁻¹))	-4.4	5.9	16.5	14.7	11.6	11.5	Note 2
System noise temperature(K)	750	750	500	500	1100	1500	
Antenna diameter (m)	3.4	3	1.8	1.4	0.8	0.5	
Required PFD at the edge of beam area (dB(W/m ²)).	-116.5	-116.2	-111.3	-111.6	-104.1	-98.7	Note 6
3. Propagation							
Spreading loss (dB)	162.4	162.4	162.4	162.4	162.4	162.4	Note 3
Additional attenuation for propagation (dB)	0	0	0	0	2.0	2.0	Note 4
Rain attenuation for 99% of the worst month (dB)	0	0	1.0	1.0	4.0	8.0	Note 4
Required e.i.r.p. from satellite at edge of beam area (dBW)	45.9	46.2	52.1	51.8	64.3	73.7	
4. Satellite transmitter							
Antenna beamwidth at -3 dB points (deg.)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	Note 5
Antenna diameter (m)	23.0	6.2	1.3	1.3	0.7	0.4	Note 5
Antenna gain (dBi)	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	Note 5
Loss in feeders, filters, joints, etc. (dB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Required satellite transmitter power (dBW)	8.3	8.6	14.6	14.3	26.8	36.2	
(W)	6.8	7.3	29	27	480	4200	

Pada prakteknya lokasi transmisi, stasiun pada layanan bergerak maupun layanan tetap menerapkan nilai EIRP maksimum sesuai dengan tabel 2.14 sesuai dengan band frekuensinya agar arah dari radiasi maksimum antena dapat terpisah dari orbit satelit geostasionary dengan nilai minimum sesuai dengan nilai yang tertera pada tabel 2.14 yang diperoleh dari hasil perhitungan

refraksi atmosfer. Untuk proteksi stasiun-stasiun penerima itu sendiri dalam dinas tetap atau dinas bergerak yang beroperasi pada pita-pita yang digunakan bersama dengan dinas-dinas komunikasi radio ruang angkasa (angkasa-ke-Bumi) harus juga mencegah pengarahannya stasiun-stasiun penerima tersebut menuju orbit satelit geostasioner orbit jika sensitivitasnya cukup tinggi sehingga interferensi dari transmisi-transmisi stasiun ruang angkasa dapat menjadi signifikan. Untuk pita-pita frekuensi di atas 15 GHz (kecuali 25.25-27.5 GHz), tidak ada batasan pada pemisahan sudut untuk stasiun-stasiun pemancar dari dinas tetap atau dinas bergerak. Hal ini sedang dipelajari dalam ITU-R.

Tabel 2.14. Nilai EIRP maksimum berdasarkan Band Frekuensi

Frequency band (GHz)	e.i.r.p. value (dBW) (see also Nos. 21.2 and 21.4)	Minimum separation angle with respect to geostationary-satellite orbit (degrees)
1-10	+35	2
10-15	+45	1.5
25.25-27.5	+24 (in any 1 MHz band)	1.5
Other bands above 15 GHz	+55	No limit ³

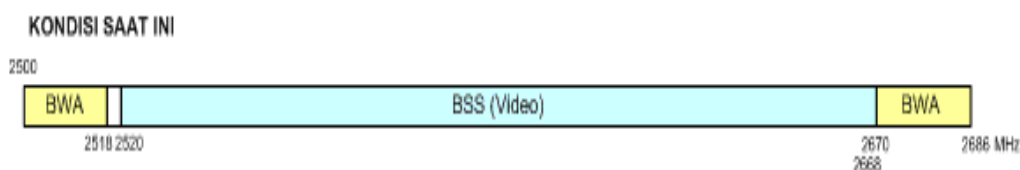


Gambar 2.10. Alokasi Sharing Frekuensi Mobile WiMAX dan BSS [6]

Sub band frekuensi 2,6 GHz merupakan sub band yang paling banyak digunakan untuk impementasi 4G (LTE) di negara lain, terutama di negara-negara Eropa (3GPP rel 8 dan 9), sementara di Indonesia saat ini sub band 2,6 GHz ini digunakan untuk layanan penyiaran berbayar melalui sateli Indostar 2.

Tabel 2.15. Kondisi Sub Band 2,6 GHz di Indonesia saat ini [15]

OPERATOR BWA & Satelit 2.5 GHz	CSM	Elang Mahkota	MNC Skyvision
Company Establishment	around 2002	around 2002	around 1997
Licensed Area	Limited areas	Limited areas	Nationwide
Number of subscriber (end 2008)	N/A	N/A	< 1.000.000
Current system	802.16...	802.16...	Satelit BSS
Frequency (MHz)	2500 - 2515	2675- 2690	2520 - 2670
Bandwidth (MHz)	15	15	150
Potential new system (4G)	802.16..	802.16..	TBD



Gambar 2.11. Kondisi Sub Band 2,6 GHz saat ini [15]

Pada pita frekuensi 2520 – 2670 MHz (150 MHz) digunakan untuk penyelenggaraan infrastruktur telekomunikasi bagi layanan penyiaran berbayar melalui satelit Indostar II yang dilaksanakan oleh PT. Media Citra Indostar (MCI).

Penyelenggara satelit BSS DTH telah meluncurkan satelit baru (Indostar II) untuk menggantikan satelit sebelumnya yang telah habis masa laku izinnya pada tahun 2009 lalu. Pada pita 2500 – 2518 (18 MHz) dan 2670 – 2686 MHz (16 MHz) digunakan untuk keperluan BWA dengan pembagian seperti gambar 2.11 diatas.

Untuk menerapkan Sistem Komunikasi Mobile Wimax (4G) sharing frekuensi dengan sistem BSS yang telah lebih dahulu diterapkan di Indonesia maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain :

1. 3GPP (TR 36.804) telah mendefinisikan parameter dari 4G Base station (BS) radio transmit dan receive, diantaranya :
 - a. Channel spacing
 - b. Out of band emission
 - c. Spurious emission
 - d. ACLR (Adjacent channel leakage ratio)
 - e. ACS (Adjacent channel selectivity)

Jika nilai dari parameter diatas di jadikan acuan oleh operator 4G, maka interferensi antara 4G dengan sistem komunikasi seluler/operator lain dapat diminimalisasi.

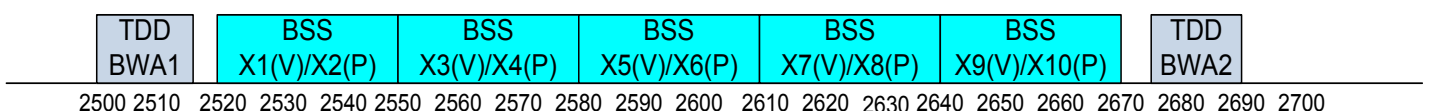
2. Solusi untuk Mengatasi Interferensi:

- Isolasi
 - Antena Spatial
 - Multi Band Combiner
 - Multi Radio Combiner
 - Multi Band Antena (dengan feeder input yang berbeda)
- Guard band
- Filter Khusus

Untuk kasus sharing frekuensi 2,5 GHz (Sub band 2,6 GHz) di Indonesia dapat menggunakan beberapa opsi, antara lain adalah [15] :

1. Opsi Status Quo.

Satelit Indostar-2 yang dioperasikan MNC Skyvision / Indovision tetap beroperasi di pita 2520 - 2670 MHz. TDD BWA1 di pita 2500-2515 MHz untuk CSM di di Jabodetabek dan Surabaya., TDD BWA2 untuk Emtek di pita 2675 - 2690 MHz di Jabodetabek dan Surabaya.

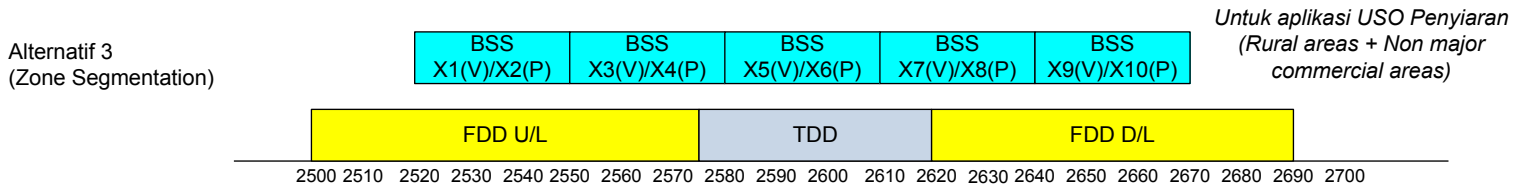


Gambar 2.12. Alokasi Band Frekuensi Sub Band 2,6 GHz pada Opsi Status Quo

2. Zona Segmentation

Satelit Indostar-2 yang dioperasikan MNC Skyvision/Indovision masih dapat beroperasi di pita 2520 - 2670 MHz, tetapi tidak diproteksi untuk wilayah-wilayah kota besar yang akan segera menerapkan 4G/LTE maupun Wimax. Layanan satelit Indostar-2 tersebut dapat dimanfaatkan untuk memberikan

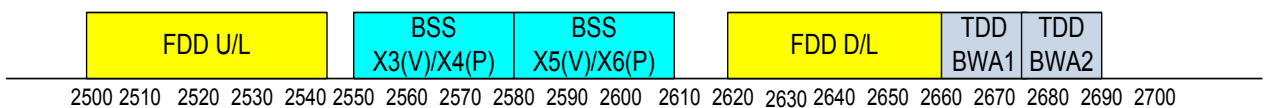
layanan penyiaran bagi masyarakat di pedesaan dengan pola USO, atau membantu LPP TVRI dan RRI memberikan layanannya di seluruh wilayah Indonesia melalui sistem satelit tersebut. TDD BWA ditempatkan di pita 2570 - 2620 MHz, sesuai Rekomendasi ITU-R M.1036.



Gambar 2.13. Alokasi Band Frekuensi Sub Band 2,6 GHz pada opsi Zona Segmentasi

3. OPSI BAND SEGMENTATION (PEMBAGIAN FREKUENSI)

Satelit Indostar-2 yang dioperasikan MNC Skyvision/Indovision beroperasi di pita 2550 - 2610 MHz (4 transponder V/H). Satelit tersebut masih dapat beroperasi di seluruh pita, tetapi tidak diproteksi untuk wilayah-wilayah kota besar yang akan segera menerapkan 4G/LTE maupun Wimax. TDD BWA1 ditempatkan di pita 2660 - 2675 MHz, TDD BWA2 ditempatkan di pita 2675-2690 MHz. FDD LTE ditempatkan di pita 2500 - 2540 MHz dengan 2620 - 2660 MHz.



Gambar 2.14. Alokasi Band Frekuensi Band 2,6 GHz pada Opsi Band Segmentasi

D. Pemodelan Menggunakan SEAMCAT

SEAMCAT (*Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool*) dikembangkan sebagai *software tool* untuk *sharing & interference studies* pada sistem-sistem radio dengan pita frekuensi yang berdekatan (*adjacent frequency band*) oleh CEPT (*European Conference of Postal and Telecommunications Administrations*) Working Group Spectrum Engineering. Model simulasi statistik SEAMCAT menggunakan metode *Monte Carlo*. ITU TG1/5 merekomendasikan metode Monte-Carlo dalam pemodelan interferensi karena efisien dan cocok untuk mempelajari masalah yang kompleks dan probabilistik. Sistem komunikasi radio yang bisa dimodelkan menggunakan SEAMCAT adalah :

1. *Mobile Services* seperti *Land Mobile Systems*, *Short Range Devices* dan komponen *Earth Based* pada sistem satelit.
2. *Fixed Services* seperti *Point-to-Point* dan *Point-to-Multipoint Fixed Systems*.
3. *Broadcasting* seperti sistem teresterial dan stasiun bumi (*DTH receivers*) pada sistem satelit.

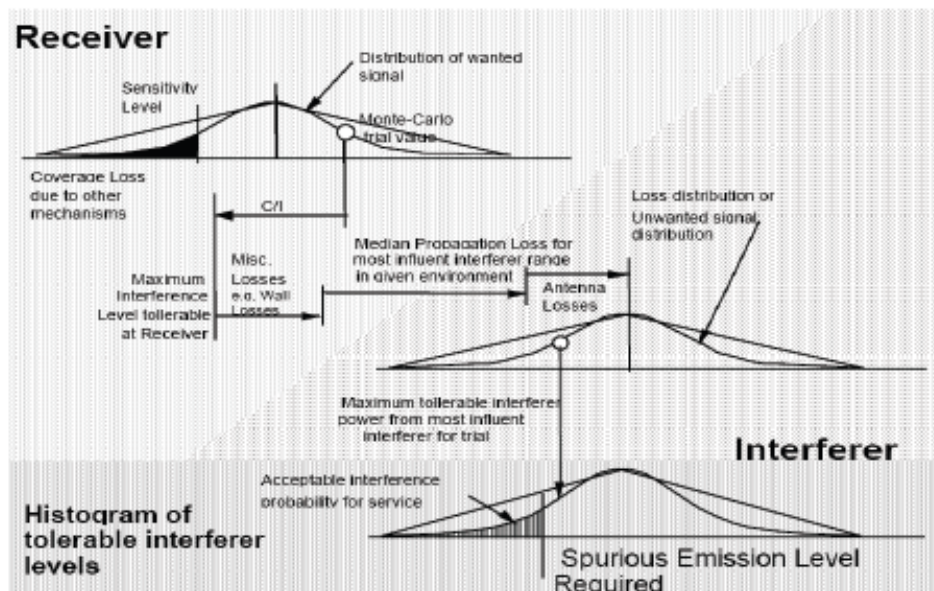
D.1. Metodologi Simulasi Monte Carlo

Istilah "Monte-Carlo" diadopsi oleh von Neumann dan Ulan pada perang dunia kedua sebagai nama kode untuk pekerjaan rahasia (*secret work*) dalam menyelesaikan masalah-masalah statistik berkaitan dengan desain bom atom. Sejak saat itu, metode Monte-Carlo digunakan untuk mensimulasikan proses

acak yang berdasarkan prinsip pengambilan sampel dari variabel acak *probability density function*-nya.

Metode ini merupakan teknik yang paling *powerful* dan umumnya digunakan untuk menganalisis problem statistik. Pendekatan Monte-Carlo cocok digunakan untuk menganalisis *unwanted emission interference* yang bersifat acak.

Pada Gambar 2.8. dapat dilihat contoh proses evaluasi menggunakan metode Monte Carlo. Level *wanted signal* diambil secara acak dari distribusi yang telah ditentukan terlebih dahulu. Leve *unwanted signal* maksimum yang bisa diterima oleh *receiver* diperoleh dari *C/I figure*.

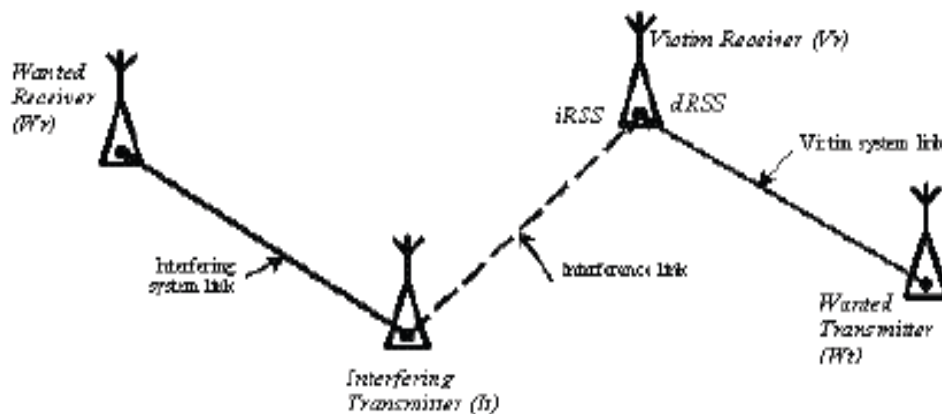


Gambar 2.15. Contoh Proses Evaluasi Monte Carlo (9)

Untuk beberapa *interferer* disekitar *victim*, komputasi dilakukan untuk menghitung nilai isolasi karena posisi, rugi-rugi propagasi dan rugi-rugi antena. Nilai isolasi terendah menentukan level maksimum *unwanted signal* yang dipancarkan oleh *transmitter* selama uji coba (*trial/snapshot*). Dari banyak

ujicoba, dimungkinkan untuk mendapatkan histogram *unwanted level* dan probabilitas interferensi dan dengan memberikan variasi nilai yang berbeda pada parameter masukan model dan pdf *interferer* yang sesuai, dimungkinkan untuk melakukan analisis spektrum frekuensi yang luas pada skenario interferensi.

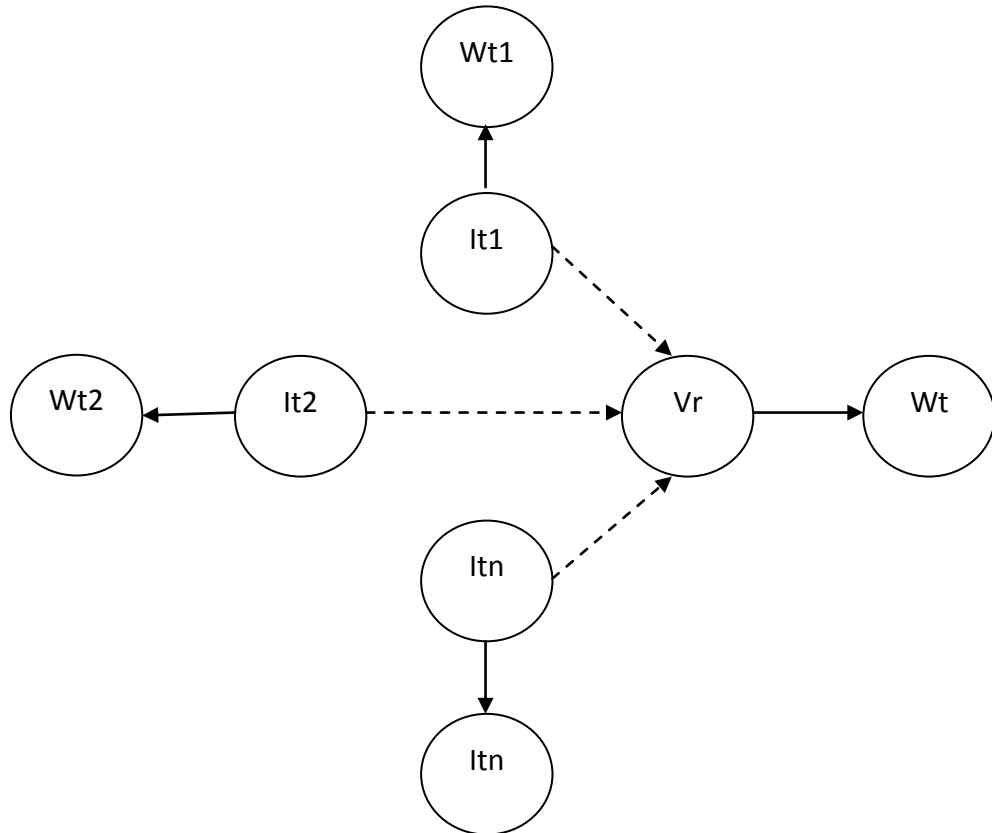
Dalam simulasi *Victim Receiver (Vr)* menerima *Interfering Received Signal Strength (iRSS)* dari *Interfering transmitter (It)* dan *desired Received Signal Strength (dRSS)* dari *Wanted Transmitter (Wt)*. *Interference link*-nya dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2.16. *Interference Link, Victim system link dan Interfering system link* (8)

Dalam simulasi digunakan huruf kapital untuk menyatakan fungsi distribusi, misalnya P dan huruf kecil untuk menyatakan variabel yang merupakan hasil kalkulasi atau *trial*. Serta indeks tiap huruf mengacu pada *Victim Receiver (Vr)*, *Wanted receiver (Wr)*, *Interfering transmitter (It)*, dan *Wanted Transmitter (Wt)*. *Victim receiver* adalah penerima yang terkena interferensi. *Wanted Transmitter (Wt)* adalah *transmitter* sistem *Victim receiver*.

Interfering transmitter adalah *transmitter* yang menginterferensi *Victim receiver*, *Wanted receiver*, adalah penerima pada sistem *Interfering transmitter*. Gambar jalur interferensi dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16. Jalur Interferensi dari beberapa *It* ke *Vr* (9)

Parameter – parameter untuk *Wanted Transmitter (Wt)* :

- = sampel distribusi level daya *transmitter* (dBm)
- = *gain* maksimum antena *transmitter* (dBi)
- = *directivity* antena *transmitter* (dB)
- = fungsi distribusi tinggi antena *transmitter* (1/m)
- = radius cakupan *wanted transmitter* (Km)

Parameter – parameter untuk *Victim receiver (Vr)* :

= *Protection ratio* (dB)

= *gain* maksimum antena *receiver* (dBi)

= *directivity* antena *receiver* (dB)

= fungsi distribusi tinggi antena *receiver* (1/m)

= respon frekuensi *receiver* (dB)

α_{vr} = *receiver susceptibility* yang merupakan rasio antara level sinyal interferensi dengan fungsi sensitifitas *receiver* dalam memisahkan dua sinyal.

f_{vr} = frekuensi kerja *receiver* (MHz)

$sens_{vr}$ = sensitifitas *receiver* (dBm)

b = *bandwidth receiver* (dalam KHz)

Parameter – parameter untuk *Interfering transmitter (It)* :

= sampel distribusi daya *transmitter* (dBm)

= gain maksimum antena *transmitter* (dBi)

= *directivity* antena *transmitter* (dB)

= *relative emission mask*

= *absolute emission floor*

= radius cakupan *interfering transmitter* (km)

Parameter-parameter untuk *Wanted Receiver (Wr)* :

= *gain* maksimum antena *receiver* (dBi)

= *directivity* antena *receiver* (dB)

= distribusi tinggi antenna *receiver* (1/m)

= sensitivitas *receiver* (dBm)

Parameter-parameter propagasi dan lingkungan (*environment*) :

f_{propag} = *propagation law (median loss + variation)*

f_{median} = *propagation law (median loss only)*

env = *environment type (indoor/outdoor, urban/sub urban/ open area)*

dRSS = *desired Received Signal Strength (in dBm)*

$iRSS_{spur}$ = *interfering Received Signal Strength due to unwanted emissions*

$iRSS_{block}$ = *interfering Received Signal Strength due to blocking (dBm)*

$iRSS_{intermod}$ = *Interfering Received Signal Strength due to intermodulation*

Untuk menghitung *desired Received Signal Strength (dRSS)* dapat diperoleh dengan persamaan (2-7) :

$$dRSS(dB) = p_{wt}^{supplied} + g_{wt-vr}(f_{vr}) - pl_{wt-vr}(f_{vr}) - g_{vr-wt}(f_{vr}) \dots\dots\dots(2-7)$$

dimana :

$p_{wt}^{supplied}$ = sampel distribusi level daya maksimum *Wanted Transmitter* (dB)

g_{wt-vr} = *gain* antenna *Wanted Transmitter* pada arah ke *Victim Receiver* (dB) yang merupakan fungsi dari f_{vr} , dimana f_{vr} = frekuensi yang diterima oleh *Victim Receiver*

pl_{wt-vr} = *path loss* antara *Wanted Transmitter* dan *Victim Receiver* (dB), berupa loss propagasi, *fading*, kondisi lingkungan, dan

lain-lain sesuai dengan skenario interferensi, dan merupakan fungsi f_{vr} .

g_{vr-wt} = gain antenna *Victim Receiver* pada arah ke *Wanted Transmitter* (dB), yang merupakan fungsi dari f_{vr}

Untuk menghitung *interfering Received Signal Strength* dikarenakan *blocking* ($iRSS_{block}$) dapat diperoleh dengan persamaan (2-8) :

$$(dB) = 10 \log \sum_{j=1}^n \text{interfer} \dots\dots\dots(2-8)$$

dimana :

$$i_{blockj} = (p_{it}^{supplied} + g_{it-vr}(f_{it}) - pl_{it-vr} - \alpha_{vr} + g_{vr-it}(f_{it}))_j \dots\dots\dots(2-9)$$

i_{blockj} = Level interferensi dikarenakan *blocking* (dB) oleh interferer j, dimana notasi j menunjukkan *interferer* ke-1 hingga ke-n

= level daya maksimum *Interfering Transmitter* (dB)

= gain antenna *Interfering Transmitter* pada arah ke *Victim Receiver* (dB), yang merupakan fungsi dari f_{it} , dimana f_{it} = frekuensi transmisi *interferer*

pl_{it-vr} = path loss antara *Interfering Transmitter* dan *Victim Receiver* (dB), berupa loss propagasi, *fading*, kondisi lingkungan, dan lain-lain sesuai dengan skenario interferensi, dan merupakan fungsi dari f_{it}

= besarnya atenuasi yang diterima oleh *Victim Receiver* (dB)

= gain antenna *Victim Receiver* pada arah ke *Interfering Transmitter* (dB), yang merupakan fungsi dari f_{it}

Berdasarkan persamaan (2-8) dan (2-9) maka dapat diperoleh besarnya rasio sinyal yang diinginkan dan sinyal interferensi dengan persamaan (2-10), yaitu :

$$C/I = dRSS / iRSS \dots\dots\dots (2-10)$$

Path Loss yang diterapkan pada propagasi luar angkasa adalah :

$$L[\text{dB}] = 32.5 + 20\log(f [\text{MHz}]) + 20\log(d[\text{km}])$$

Untuk Propagasi teresterial pada range frekuensi 30 MHz – 3 GHz disarankan menggunakan model propagasi Okumura Hata yang dimodifikasi sebagai berikut :

$$pl = f_{propag}(f, h_1, h_2, d, env) = L + T(G(\sigma)) \dots\dots\dots(2-11)$$

Dimana : L = Loss Propagasi rata-rata (dB)

σ = Standar deviasi dari Propagasi Slow fading (dB)

f = Frekuensi (MHz)

Hm = min {h1, h2}

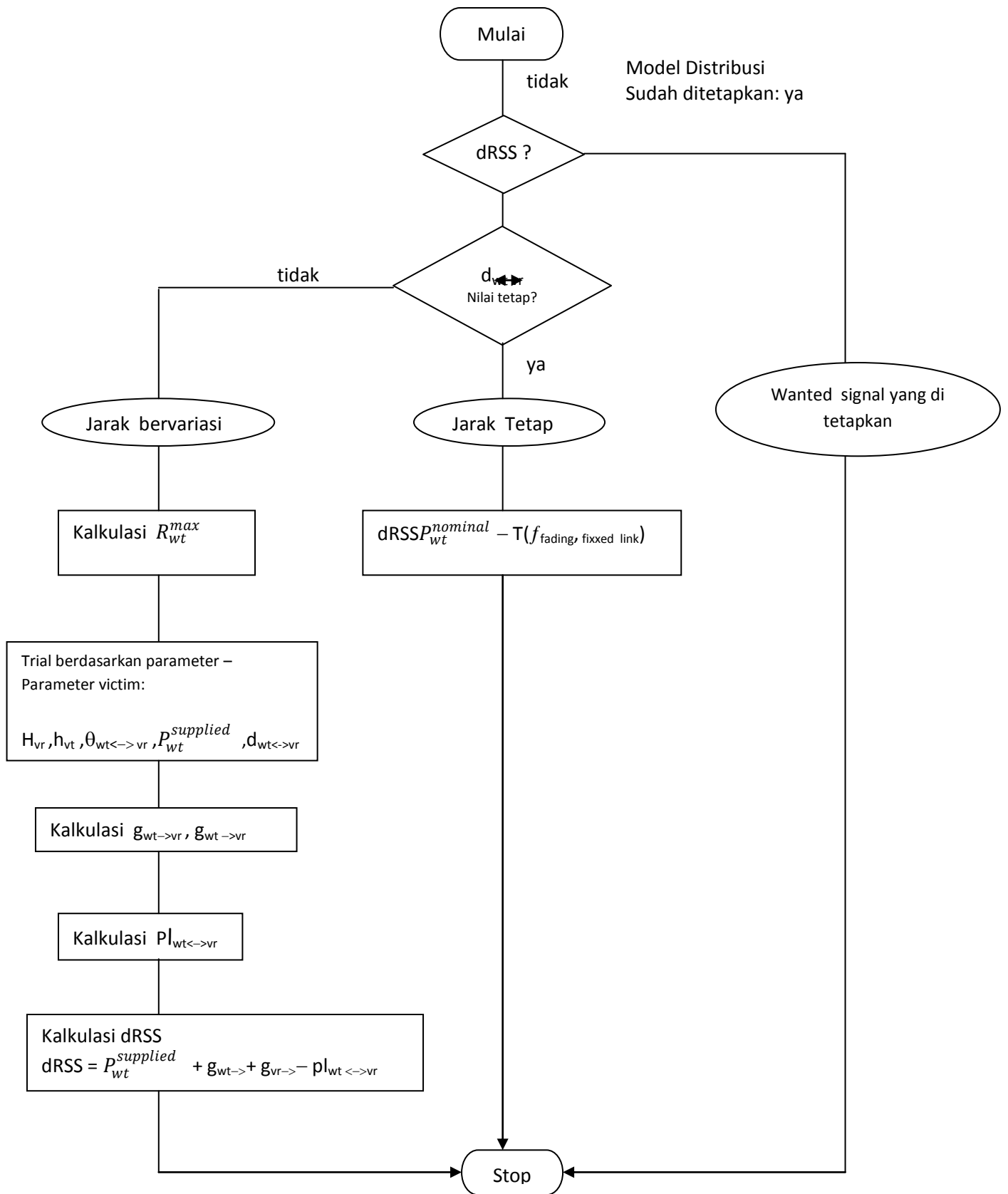
Hb = max {h1, h2}

d = Jarak (Km) sebaiknya kurang dari 100 Km

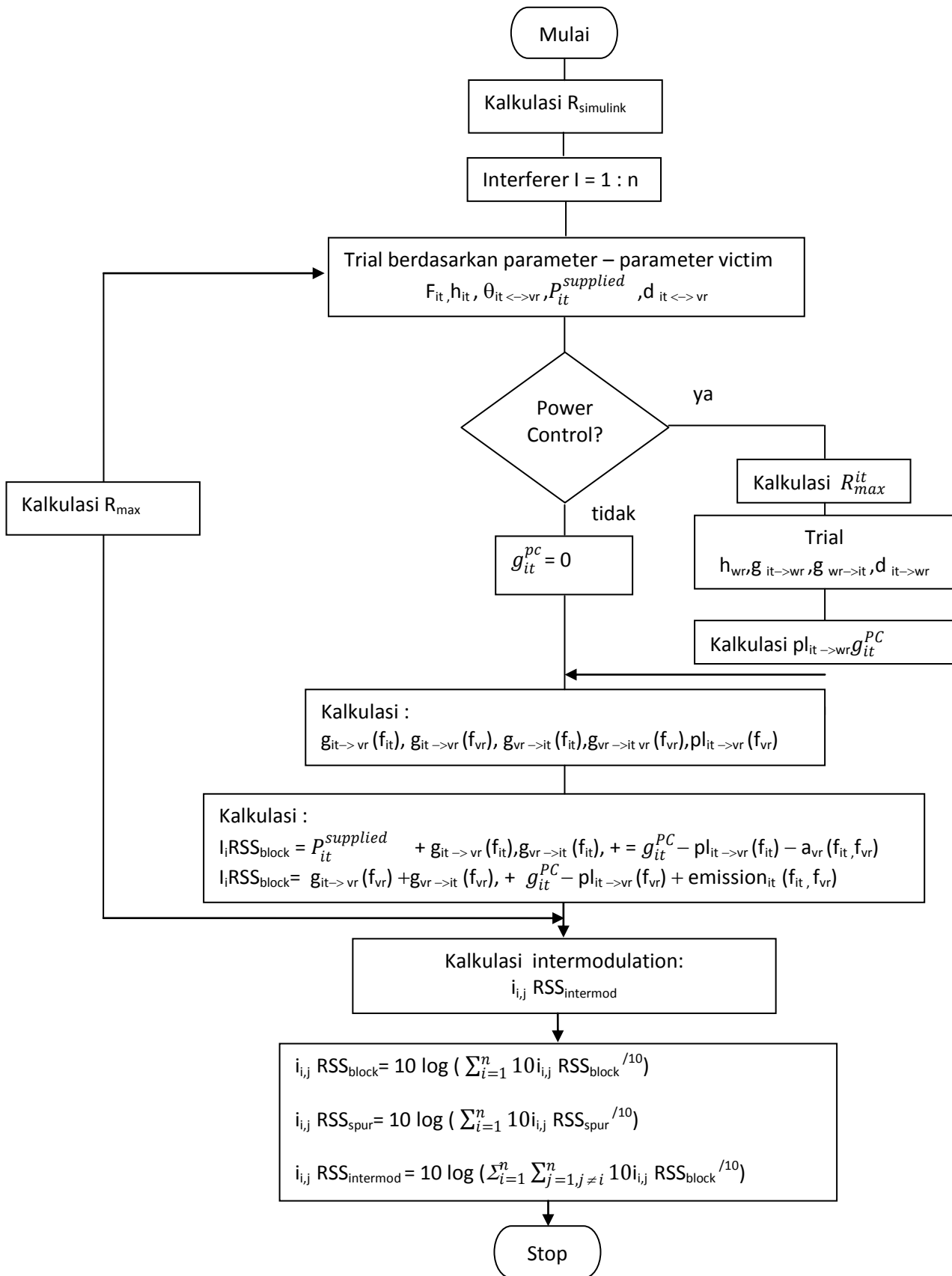
env = (outdoor/indoor), (rural, urban, atau suburban), (propagasi dibawah atau di atas atap)

Jika Hm dan atau Hb di bawah 1 m, maka harus tetap menggunakan nilai 1 m, tinggi antenna di atas 200 m dapat menyebabkan error yang signifikan. Propagasi di bawah roof maksudnya adalah baik Hb maupun Hm berada di atas tinggi atap. Propagasi di atas atap merupakan kasus yang berbeda (Hb berada di atas atap).

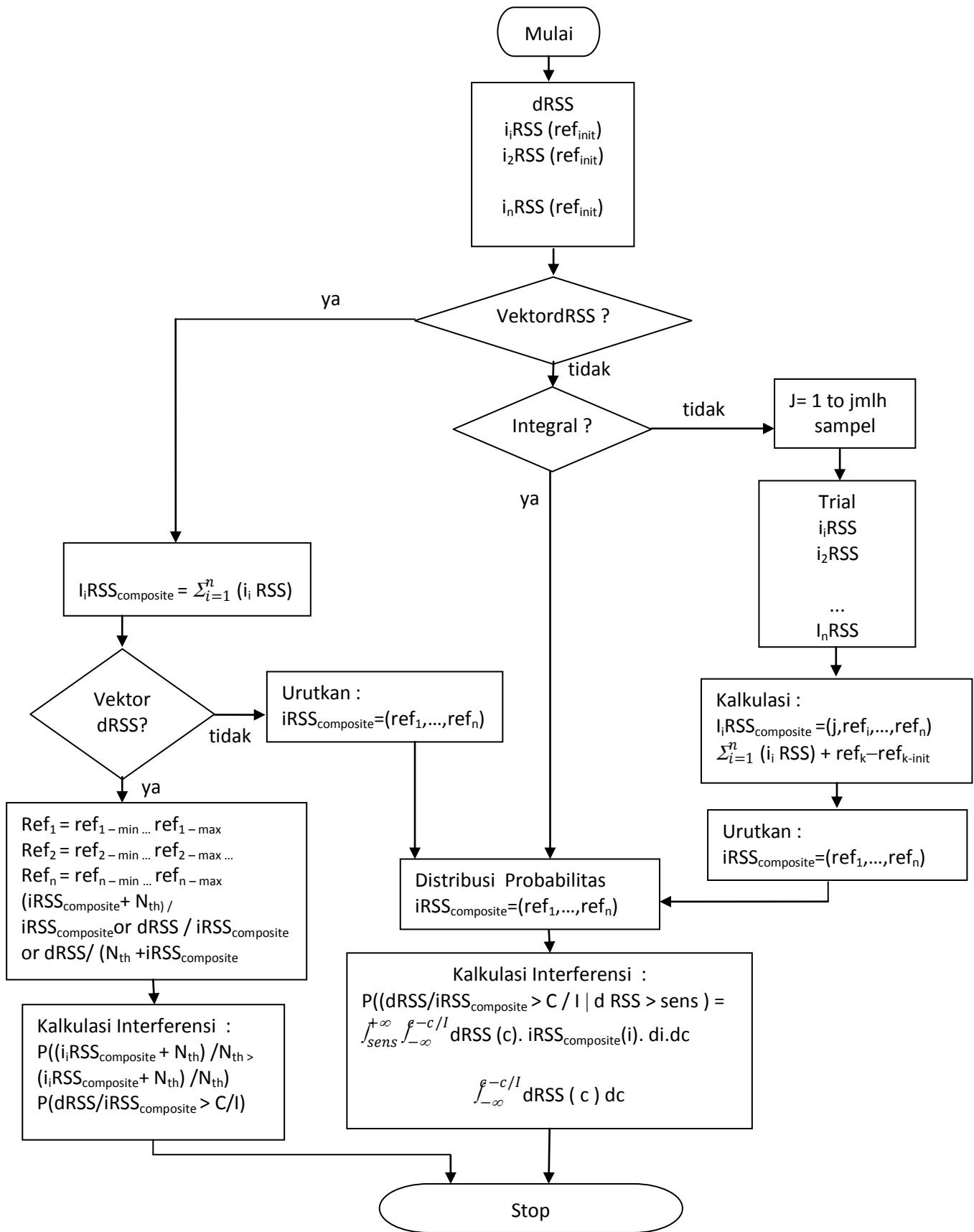
Secara keseluruhan proses yang terjadi dalam simulator semacam dapat ditungkan ke dalam diagram alir pada Gambar 2.17 untuk menghitung nilai dRSS, Gambar 2.18 untuk menghitung nilai iRSS dan Gambar 2.19 untuk menghitung nilai Probabilitas Intererensinya.



Gambar 2.17. Flowchart Kalkulasi nilai dRSS



Gambar 2.18 Flowchart kalkulasi nilai iRSS



Gambar 2.19 Kalkulasi Nilai Probabilitas Interferensi

E. Kerangka Konseptual

Indonesia sebagai Negara yang belum menerapkan regulasi mengenai alokasi frekuensi untuk teknologi mobile WiMAX diharapkan mampu memberikan alokasi kanal yang tepat untuk teknologi ini. Dengan pertimbangan bahwa Indonesia telah menerapkan BSS pada pita frekuensi 2,5 GHz maka diharapkan tidak terjadi interferensi baik bagi pengguna yang telah dulu ada (Cakrawarta) maupun pendatang baru dalam teknologi mobile WiMax.

F. Kerangka Pikir

Keterbatasan frekuensi sebagai sumberdaya alam yang sangat terbatas menyebabkan pentingnya penataan frekuensi oleh Negara demi kepentingan rakyat Indonesia. Dengan mengefesiensikan pemanfaatan kanal frekuensi maka akan dapat memaksimalkan pelayanan telekomunikasi di Negara kita dan agar Negara kita tidak tertinggal dari sisi penerapan teknologi dengan Negara - negara lain.

Pada akhir tesis ini akan memberikan kesimpulan mengenai pemanfaatan band frekuensi 2,5 GHz ini. Kesimpulan dari tesis ini akan sangat bermanfaat bagi pihak regulator sebagai bahan masukan dalam penerapan aturan alokasi frekuensi bagi teknologi Mobile WiMAX dan para investor yang ingin menerapkan teknologi ini di ndonesia.

G. Roadmap Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan memiliki keterkaitan dengan penelitian sebelumnya, yaitu :

1. Sharing Alokasi Frekuensi 3.5 GHz di Indonesia, BWA 3.5 GHz dan Satellite Ext-C (down link 3.4-3.7 GHz) FSS Oleh Yohan Suryanto, Rev.2, 9 November 2006[12]

Pada tulisan ini penulis membahas mengenai sharing frekuensi 3,5 GHz antara BWA dan FSS secara teoritis saja tanpa menggunakan simulasi.

2. Studi tentang alokasi pita frekuensi BWA Untuk teknologi Wimax oleh Eka Noperita, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok, Tahun 2008.[13]

Pada Penelitian ini penulis membahas mengenai alokasi frekuensi untuk teknologi Wimax secara literatur dengan membandingkan regulasi-regulasi yang telah ditetapkan oleh beberapa negara untuk teknologi ini.

3. Mitigasi Interferensi BWA dan FSS untuk Sharing Frekuensi 3,5 GHz oleh Hendra Cahya Mustafa, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok, Tahun 2008.[14]

Pada Penelitian ini penulis membahas mengenai mitigasi interferensi antara BWA dan FSS pada Sharing Frekuensi 3,5 GHz menggunakan software Spectra. Namun pada tahun 2005 kebijakan sharing Frekuensi 3,5 GHz ini telah dicabut dan BWA dipindahkan ke Frekuensi 3,3 GHz dinyatakan oleh White Paper: Penataan Spektrum

frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (BWA)
Oleh Ditjen Postel Depkominfo, November 2006.

4. Analisis Interferensi Penerapan DVB-H/T Terhadap TV PAL Analog Pada Masa Transisi Ke Sistem Penyiaran Dijital Di Jakarta Oleh Elvina Hasibuan, Program Studi Teknik Elektro Kekhususan Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, Tahun 2009.[25]

Penelitian ini menganalisis besarnya kemungkinan interferensi yang terjadi selama masa transisi dari penyiaran TV Analog ke penyiaran TV Dijital di daerah Jakarta menggunakan perangkat lunak simulasi SEAMCAT.

5. *REPORT ITU-R SM.2028-1, Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems, Question ITU-R 211/1, Tahun 2001-2002.* [21]

Report ini memberikan gambaran mengenai metodologi simulasi radio MonteCarlo. Tulisan ini memberikan gambaran secara garis besar mengenai software Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool (SEAMCAT) generasi pertama yang menerapkan metodologi Monte Carlo pada skenario komunikasi radio. SEAMCAT dikembangkan oleh beberapa organisasi, yaitu *CEPT administrations*, Anggota *European Telecommunications Standards Institute (ETSI)* dan *international scientific bodies*. SEAMCAT merupakan software umum

yang berkode objek yang didistribusikan oleh *CEPT European Radiocommunications Office (ERO)*, Copenhagen.

6. *RECOMMENDATION ITU-R M.1634, Interference protection of terrestrial mobile service systems using Monte Carlo simulation with application to frequency sharing, Question ITU-R 1/8, Tahun 2003. [22]*

Tulisan ini memberikan informasi hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan SEAMCAT dalam kasus sharing frekuensi yang sering terjadi. Dengan menggunakan SEAMCAT pengguna dapat memperoleh informasi Probabilitas Interferensi dalam kasus sharing frekuensi antara dua sistem telekomunikasi yang ditinjau kasusnya secara khusus.

7. *Report ITU-R M.2146, Coexistence between IMT-2000 CDMA-DS and IMT-2000 OFDMA-TDD-WMAN in the 2500-2690 MHz band operating in adjacent bands in the same area, Mei 2009. [23]*

Pada tulisan ini ITU menganalisa koeksistensi antara teknologi IMT-2000 CDMA-DS dengan IMT-2000 OFDMA-TDD-WMAN pada band 2500 – 2690 MHz yang beroperasi pada kanal yang bersebelahan di daerah yang sama. Tulisan ini menganalisa dengan beberapa skenario sehingga menghasilkan beberapa syarat yang dibutuhkan apabila kedua teknologi ini diterapkan pada kanal yang bersebelahan dan pada daerah yang sama menggunakan simulator SEAMCAT.

8. *ECC Report 122 - The Compatibility Between GSM Use Onboard Vessels And Land-Based Networks , Vilnius, September 2008.[24]*

Report yang diterbitkan oleh *Electronic Communications Committee*(ECC)- *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations* (CEPT) ini menganalisa koeksistensi sistem GSM yang beroperasi pada band 900 dan 1800 MHz menggunakan kapal laut, lebih dikenal dengan GSM On board Vessel (GSMOBV) atau sebagai Mobile Communication On Board Vessel (MCV) pada daerah perairan dengan sistem land-based GSM dan UMTS dengan menggunakan simulator SEAMCAT dan MCL. Report ini menghasilkan beberapa isu antara lain : (1) Kemungkinan digunakannya sistem GSMOBV pada daerah perairan, pelabuhan dan bandara; (2) Beroperasi pada daerah perairan menggunakan jalur backhaul (satellite link) antara GSMOBV dengan layanan jaringan yang ada di darat.

Penelitian yang akan dilakukan dengan judul : “ Analisis dan Simulasi Pemanfaatan bersama Alokasi Frekuensi 2,5 GHz untuk Teknologi IMT Mobile WiMAX dan TV Satelit di Indonesia” merupakan penelitian pemanfaatan alokasi frekuensi yang sama dengan menggunakan perangkat lunak SEAMCAT dan dianalisis dengan menggunakan metode Monte Carlo.

SEAMCAT(SpectrumAdvanced EngineeringMonteCarloAnalysis Tool) adalah model simulasi statistik yang menggunakan metode analisis yang disebut Monte Carlo untuk menilai potensi interferensi antara sistem komunikasi radio yang berbeda.[16]

Sehingga dengan menggunakan SEAMCAT kita dapat melakukan studi mengenai sharing frekuensi yang sama atau berdekatan untuk teknologi yang

berbeda, mengevaluasi sistem yang berbeda antara pemancar dan penerima,
mengevaluasi batas emisi yang tidak diinginkan, memblokir dan mengevaluasi
tingkat intermodulasi.

BAB III

PERANCANGAN SIMULASI SHARING FREKUENSI 2,5 GHz ANTARA MOBILE WIMAX DAN TV SATELIT

Berdasarkan tujuan dan batasan penelitian yang telah dijelaskan pada Bab Pendahuluan, penelitian yang akan dilaksanakan adalah menganalisis interferensi penerapan mobile Wimax terhadap pengguna TV Satelit dengan menganalisis berbagai metode yang paling tepat digunakan untuk sistem sharing frekuensi 2,5 Ghz pada Sub Band 2,6 GHz ini.

A. Rancangan Simulasi

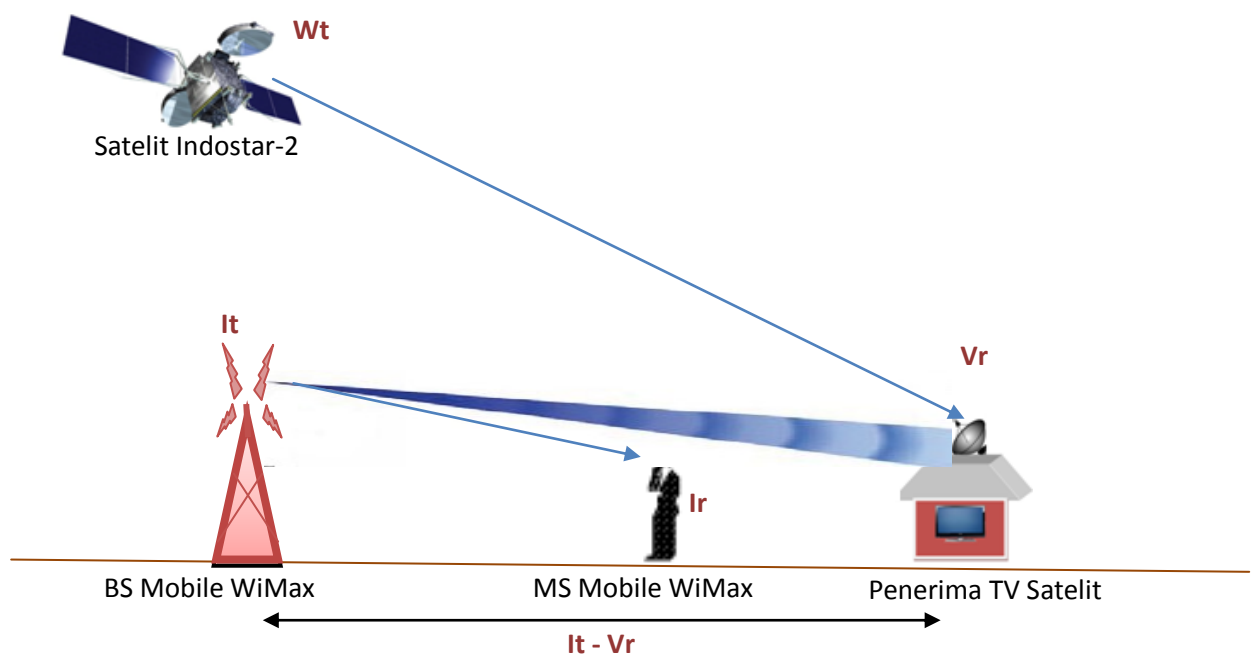
Perancangan model simulasi *Sharing* Frekuensi 2,5 GHz untuk teknologi *Mobile* WiMAX dan BSS pada penelitian ini menggunakan Opsi Zona Segmentation dan Opsi Band Segmentation. Hal ini disebabkan karena kedua opsi tersebut memberikan kemungkinan dapat diterapkannya teknologi Mobile WiMax pada band 2,5 GHz ini. Sebelum melakukan simulasi terlebih dahulu diawali dengan memodelkan sistem Mobile WiMax dan Sistem DTH-TV. Setelah itu dilakukan pemodelan propagasi dan lingkungan sesuai dengan opsi yang akan disimulasikan. Selanjutnya dilakukan proses kalkulasi dRSS dan iRSS serta probabilitas interferensi.

A.1. Rancangan Simulasi menggunakan Opsi Zona Segmentation

Pada Simulasi ini Parameter Frekuensi yang digunakan untuk kedua sistem adalah sama. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui jarak teraman untuk menerapkan sistem Mobile WiMax dan BSS.

Pada Opsi Zona Segmentation terdapat beberapa skenario yang dapat dibuat, yaitu :

1. Transmitter BS Mobile Wimax (Down Link) menginterferensi pelanggan TV Satelit;

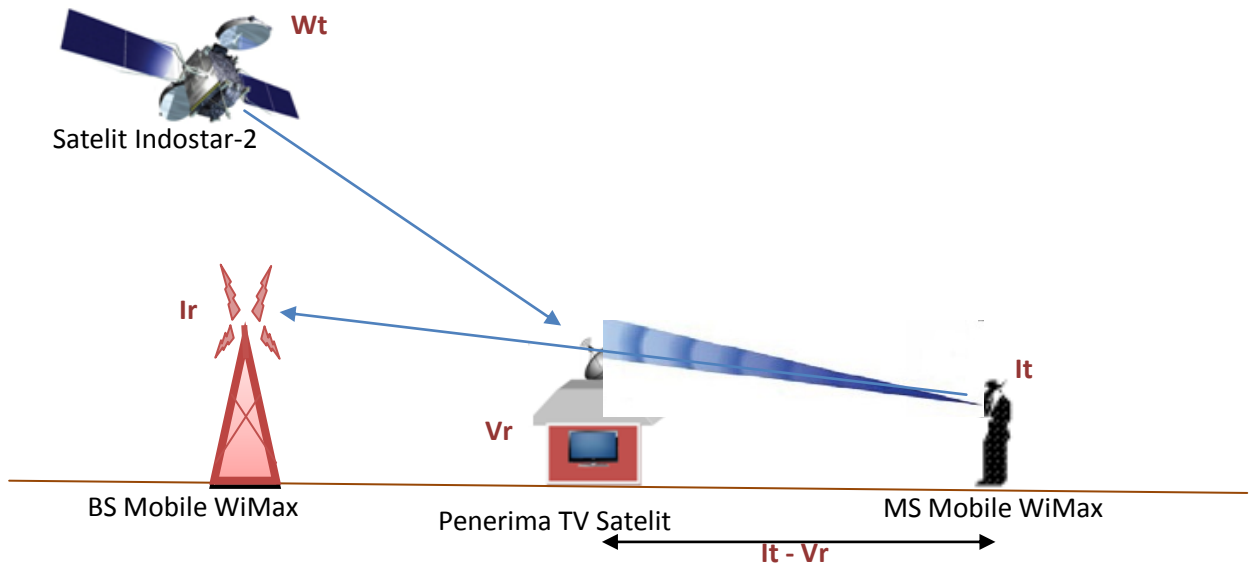


Gambar 3.1. Skenario 1 Opsi Zona Segmentasi

Tabel 3.1. Parameter Seamcat Pada Skenario 1 Opsi Zona Segmentasi

Parameter Seamcat	Interfering		Victim	
	Transmitter (BS Mobile WiMax)	Receiver (MS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2535		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	40	0	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	15	0	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	32	1,5	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	
Coverage (Km)	2,8		362,488,289.00	

2. MS Mobile WiMax (Up Link) menginterferensi pelanggan TV Satelit;



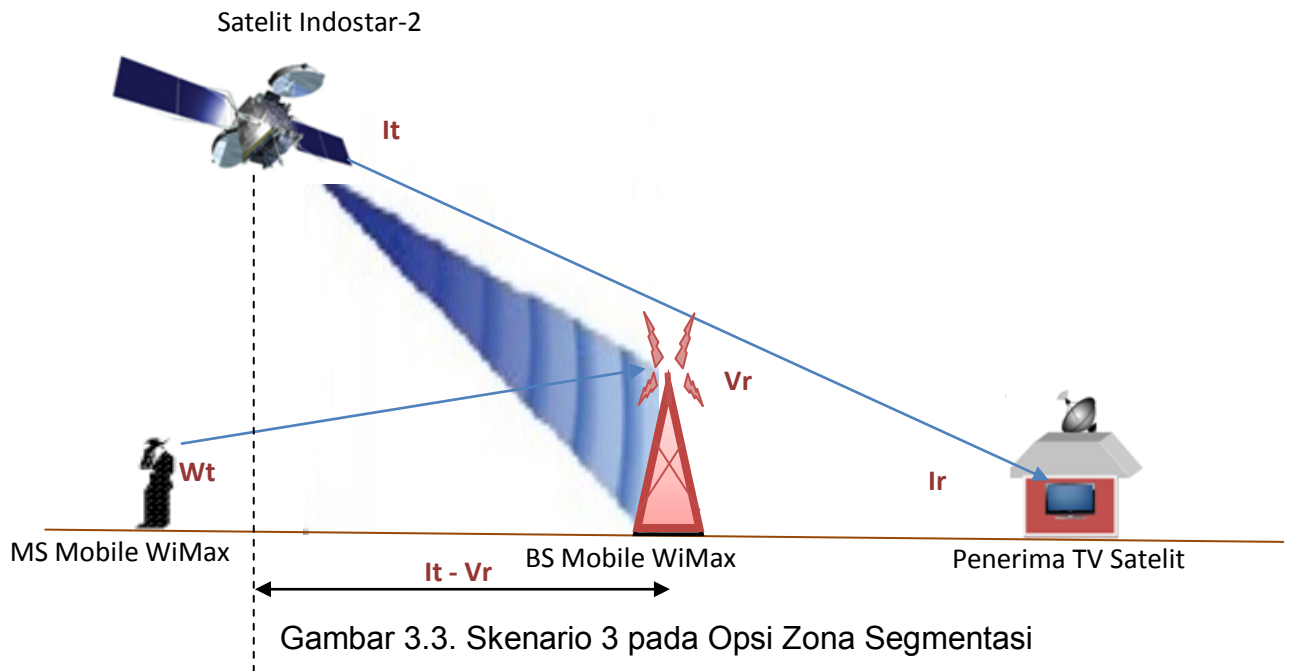
Gambar 3.2. Skenario 2 Opsi Zona Segmentasi

Tabel 3.2. Parameter Seamcat Pada Skenario 2 Opsi Zona Segmentasi

Parameter Seamcat	Interfering		Victim	
	Transmitter (MS Mobile WiMax)	Receiver (BS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2535		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	40	0	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	15	0	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	32	1,5	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	

Coverage (Km)		2,8	362,488,289.00
---------------	--	-----	----------------

3. Satelit Indostar-2 menginterferensi BS Mobile WiMax;



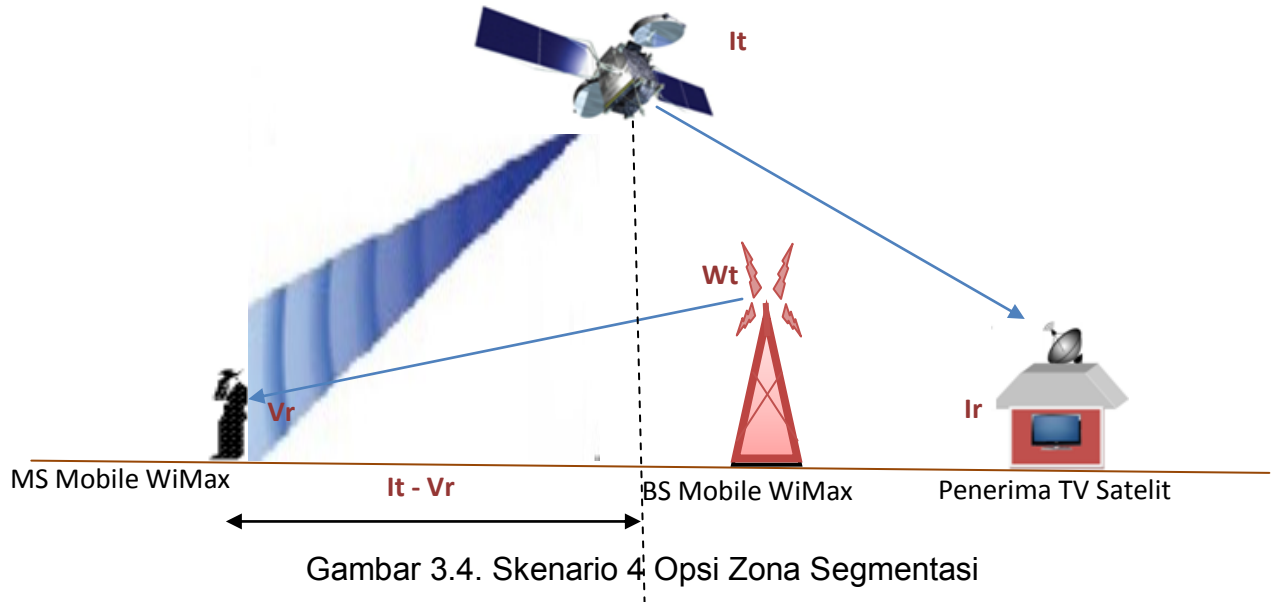
Gambar 3.3. Skenario 3 pada Opsi Zona Segmentasi

Tabel 3.3. Parameter Seamcat Pada Skenario 3 Opsi Zona Segmentasi

Parameter Seamcat	Victim		Interferer	
	Transmitter (MS Mobile WiMax)	Receiver (BS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2535		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	23	40	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	0	15	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	1,5	32	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	

Coverage (Km)		2,8	362,488,289.00
---------------	--	-----	----------------

4. Satelit Indostar-2 menginterferensi MS Mobile WiMax



Tabel 3.4. Parameter Seamcat Pada Skenario 4 Opsi Zona Segmentasi

Parameter Seamcat	Victim		Interferer	
	Transmitter (BS Mobile WiMax)	Receiver (MS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2535		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	40	23	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	15	0	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	32	1,5	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	

Coverage (Km)	2,8	362,488,289.00
---------------	-----	----------------

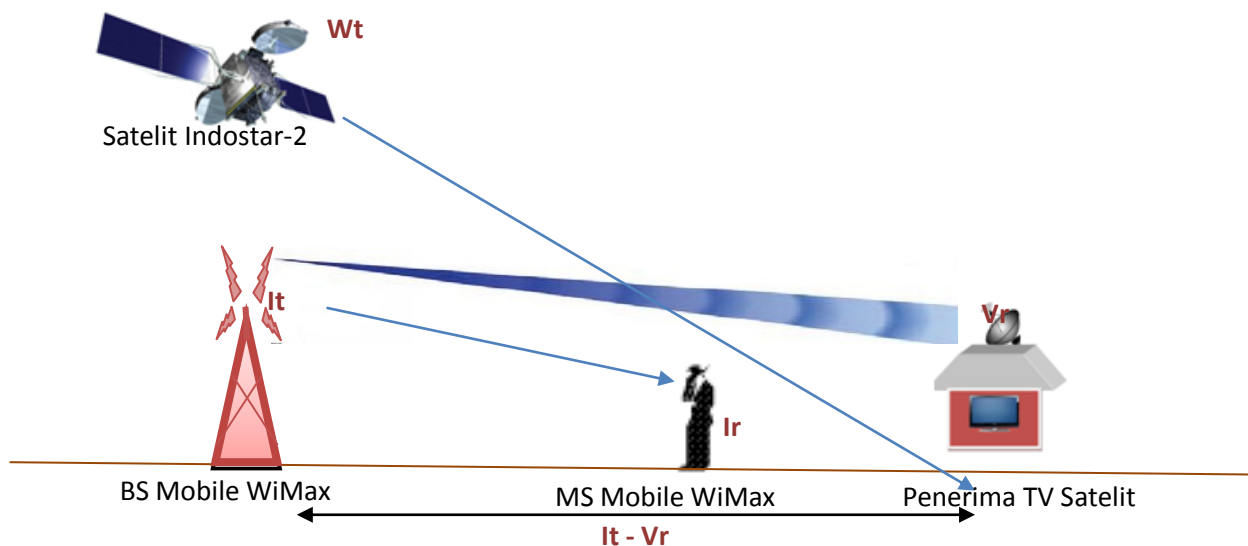
A.2. Rancangan Simulasi menggunakan Opsi Band Segmentation

Pada opsi segmentasi band, digunakan kanal-kanal yang berdekatan antara teknologi Mobile WiMax dan DTH-TV, oleh karenanya dibutuhkan teknik mitigasi interferensi antara kanal yang berdekatan dengan menerapkan nilai guard band yang berbeda.

Pada penelitian ini teknik mitigasi yang digunakan adalah pembatasan emisi dengan Block Edge Mask Transmitter dan Guardband, dimana frekuensi kerja antara Mobile WiMax dan Satelit Indostar-2 diberikan Guardband tertentu dan akan dianalisa pengaruh besar guardband dan pembentukan Block Edge Mask Transmitter terhadap probabilitas interferensinya.

Skenario simulasi yang digunakan pada Opsi Band Segmentation adalah sebagai berikut :

1. Transmitter BS Mobile Wimax (Down Link) menginterferensi pelanggan TV Satelit;

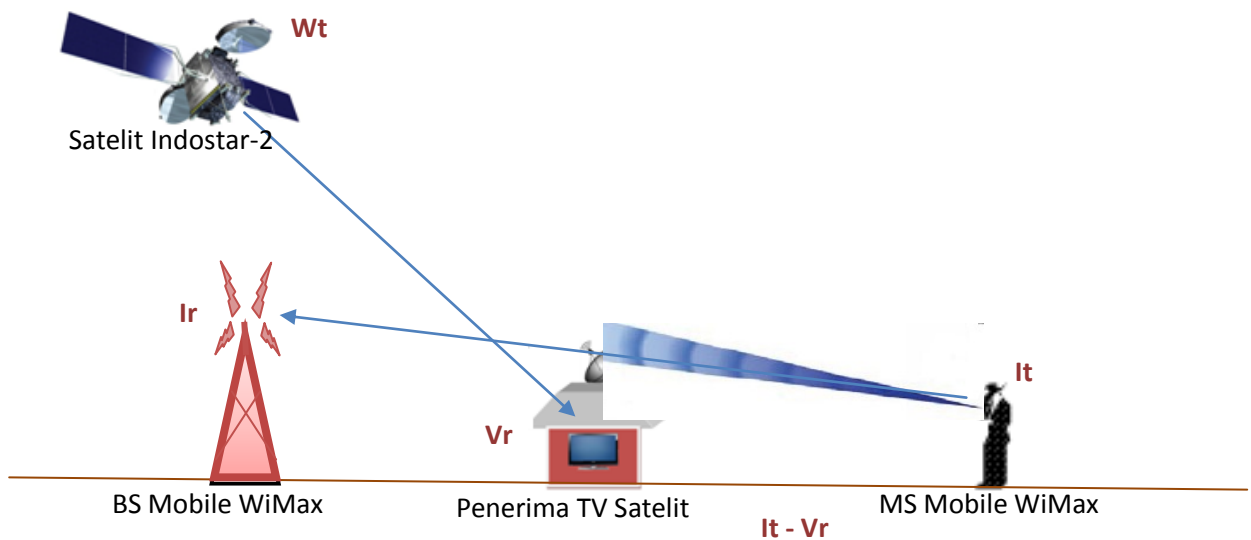


Gambar 3.5. Skenario 1 Opsi Band Segmentasi

Tabel 3.5. Parameter Seamcat Pada Skenario 1 Opsi Band Segmentasi

Parameter Seamcat	Interfering		Victim	
	Transmitter (BS Mobile WiMax)	Receiver (MS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2555, 2560, 2565, 2570, 2575		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	40	0	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	15	0	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	32	1,5	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	
Coverage (Km)	2,8		362,488,289.00	

2. MS Mobile WiMax (Up Link) menginterferensi pelanggan TV Satelit;





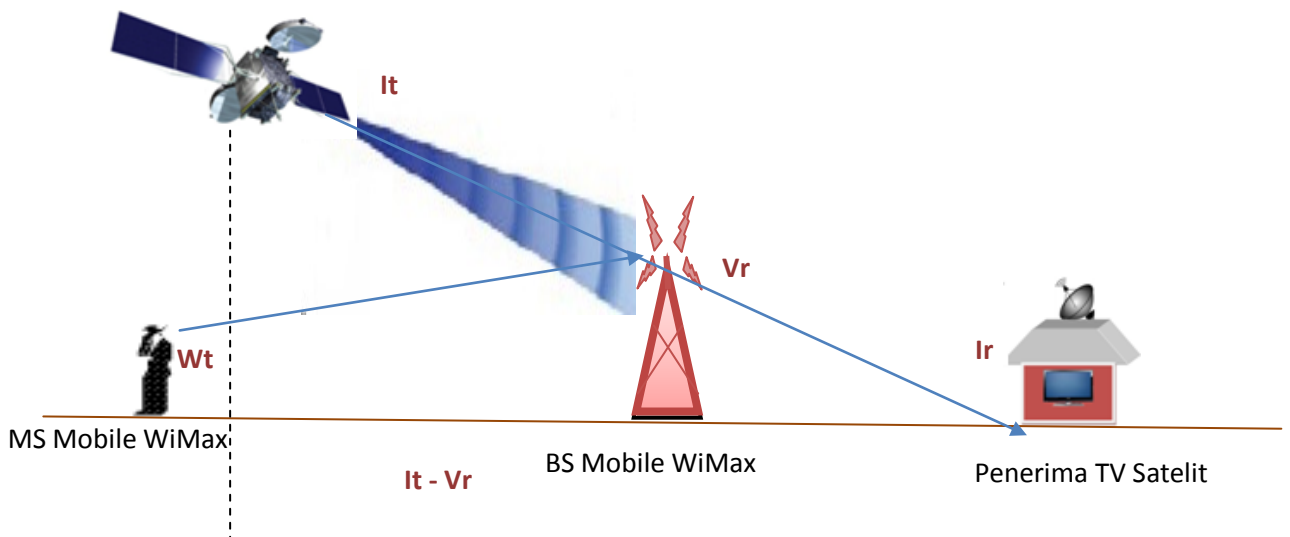
Gambar 3.6. Skenario 2 Opsi Band Segmentasi

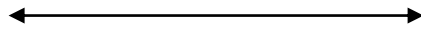
Tabel 3.6. Parameter Seamcat Pada Skenario 2 Opsi Band Segmentasi

Parameter Seamcat	Interfering		Victim	
	Transmitter (MS Mobile WiMax)	Receiver (BS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2555, 2560, 2565, 2570, 2575		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	40	0	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	15	0	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	32	1,5	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	
Coverage (Km)		2,8	362,488,289.00	

3. Satelit Indostar-2 menginterferensi BS Mobile WiMax;

Satelit Indostar-2



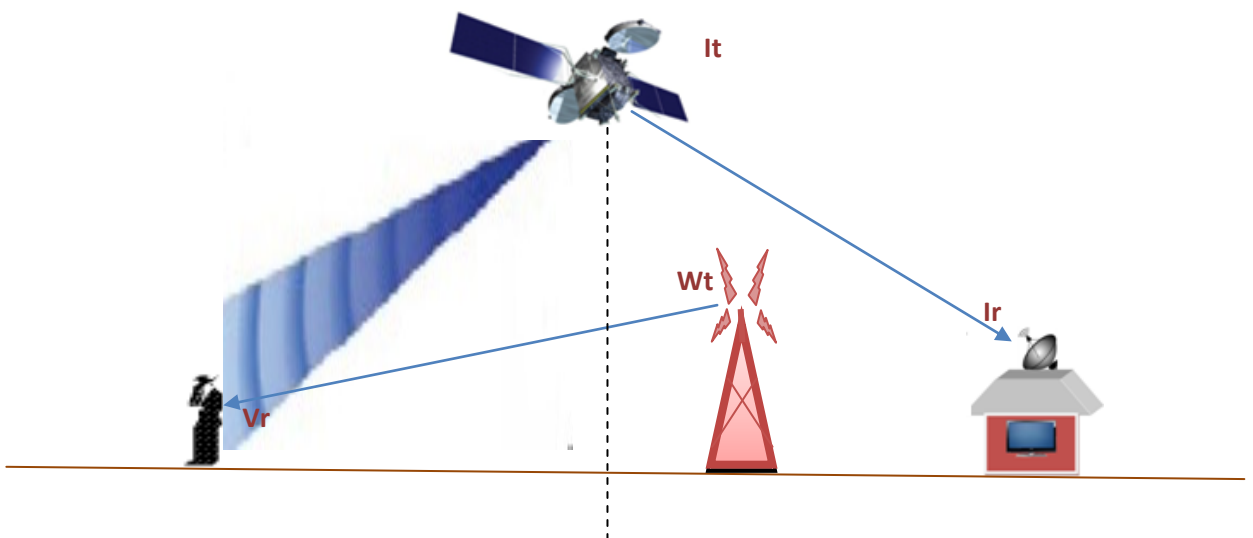


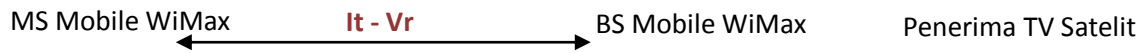
Gambar 3.7. Skenario 3 pada Opsi Band Segmentasi

Tabel 3.7. Parameter Seamcat Pada Skenario 3 Opsi Band Segmentasi

Parameter Seamcat	Victim		Interferer	
	Transmitter (MS Mobile WiMax)	Receiver (BS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2555, 2560, 2565, 2570, 2575		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	23	40	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	0	15	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	1,5	32	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	
Coverage (Km)		2,8	362,488,289.00	

4. Satelit Indostar-2 menginterferensi MS Mobile WiMax





Gambar 3.8. Skenario 4 Opsi Band Segmentasi

Tabel 3.8. Parameter Seamcat Pada Skenario 4 Opsi Band Segmentasi

Parameter Seamcat	Victim		Interferer	
	Transmitter (BS Mobile WiMax)	Receiver (MS Mobile WiMax)	Transmitter (Satelit Indostar-2)	Receiver (DTH-TV)
Frequency (MHz)	2555, 2560, 2565, 2570, 2575		2535	
Bandwidth (MHz)	10	10	30	30
Power (dBm)	40	23	79,4	-
Gain Antenna (dBi)	15	0	23,93	0
Azimuth (°)	-	-	26	157.13
Elevation (°)	-	-	2	92.97
Tinggi Antenna (m)	32	1,5	36.000.000	1,5
Noise Floor (dBm)	-	-	-	-110
Distance (It-Vr)	Tracking			
Propagation	Extended Hatta		Free Space	
Coverage (Km)	2,8		362,488,289.00	

B. Waktu dan Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data simulasi dapat dilakukan di lokasi manapun karena simulator yang digunakan telah diinstall di alat pengolah data yang portabel (Laptop). Waktu pengambilan data dilakukan setelah parameter-parameter awal

yang dibutuhkan untuk dimasukkan ke dalam simulator diperoleh sekitar akhir bulan Desember 2012 hingga awal bulan Juli 2013.

C. Populasi dan Teknik Sampel

Pada penelitian ini diperlukan data awal dan data akhir. Data awal berupa Parameter – parameter yang diperlukan dalam melakukan simulasi penelitian, baik pada sistem DTH-TV maupun pada sistem Mobile WiMax. Parameter yang digunakan pada sistem mobile WiMax diperoleh dari beberapa literatur, disebabkan karena sistem ini belum diterapkan di Indonesia. Sementara parameter pada sistem DTH-TV diperoleh dari literatur (Radio Regulation oleh ITU) maupun Query data pada Ditjen SDPPI.

Data akhir yang akan diperoleh dalam penelitian ini adalah berupa skema daerah cakupan kedua teknologi ini yang mengindikasikan kemungkinan terjadinya interferensi pada daerah layanan masing-masing.

D. Instrumen Pengumpul Data

1. Software SEAMCAT oleh ECO (European Communication Office) sebagai simulator.
2. Satu set perangkat komputer / laptop sebagai simulator dan alat pengolah data.
3. Jaringan Internet untuk mencari literatur penelitian.

4. Data yang diperoleh hasil dari simulator akan dianalisa dan dilakukan beberapa teknik mitigasi interferensi untuk mendapatkan rekomendasi yang paling sesuai.

E. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan memasukkan data parameter dasar yang berasal dari literatur sampel pengguna frekuensi 2,5 GHz pada simulator Software SEAMCAT. Simulasi dilaksanakan dengan 2 opsi dimana masing-masing opsi terdapat 8 skenario, sehingga secara keseluruhan terdapat 16 skenario pengambilan data.

Pada Opsi Pertama (Zona Segmentasi), variable tidak tetapnya berupa jarak antara stasiun kedua sistem (BSS dan Mobile wiMax), dari hasil simulasi diharapkan diperoleh jarak teraman yang bebas interferensi antara kedua sistem bila diterapkan bersama.

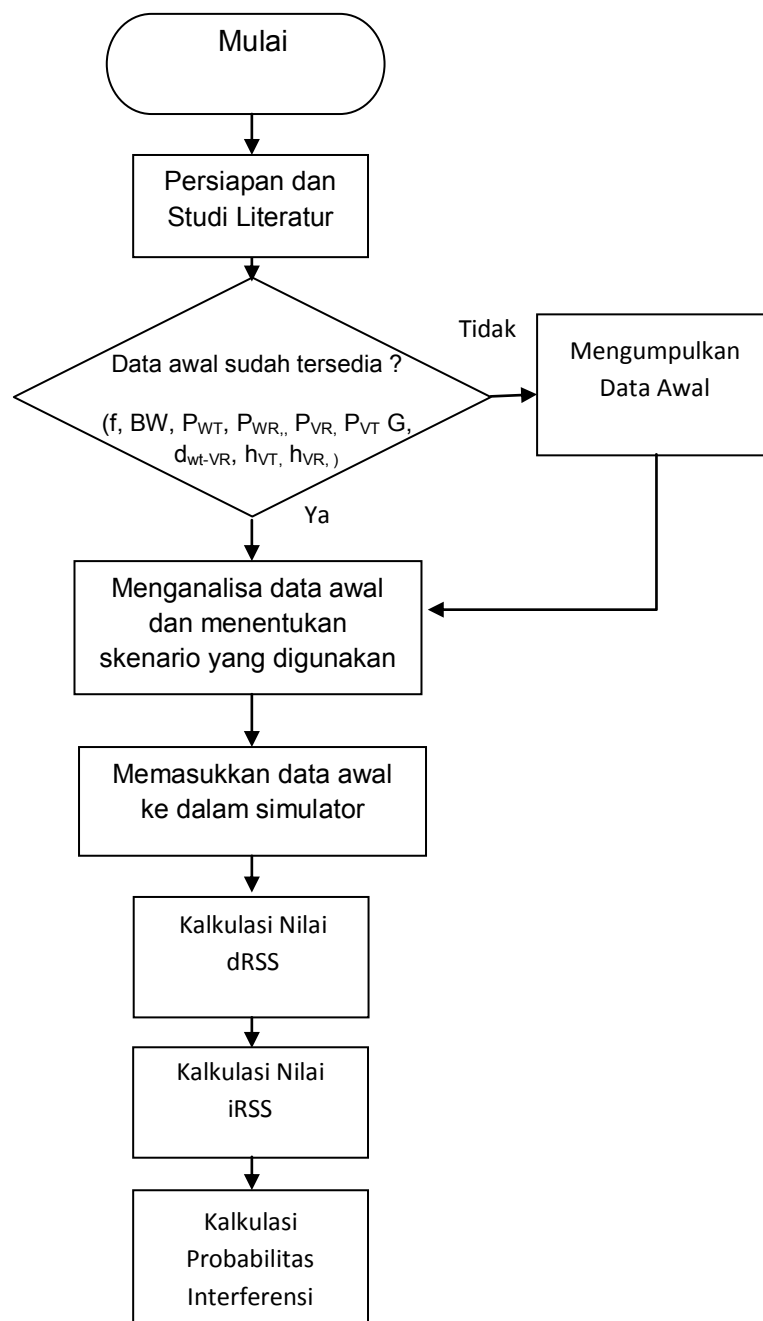
Pada Opsi Ke Dua (Band Segmentasi), Variabel tidak tetapnya berupa frekuensi dari kedua sistem untuk mengetahui spasi kanal antara kedua sistem agar tidak terjadi interferensi.

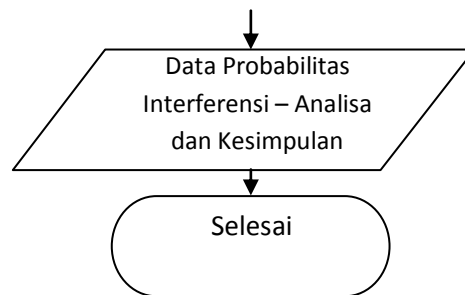
Dari kedua opsi yang disimulasikan akan disimpulkan nilai interferensi terkecil yang terbaik diterapkan.

F. Teknik Analisis Data

Analisa data dilakukan dengan mengamati hasil simulasi pada simulator Seamcat, dengan mengamati nilai C/I maupun probabilitas interferensi pada skenario 1 dan 2 dan mengamati pengaruh Block Edge Mask pada penerima. Pada scenario 3 dan 4 hasil yang diamati adalah nilai Capacity loss pada sistem yang menentukan tingkat keberhasilan komunikasi. Setelah mengamati seluruh hasil dilakukan beberapa teknik mitigasi interferensi yang lain, yaitu dengan menaikkan nilai Gain dan Power pada pemancar yang diinginkan (W_t).

Tahap – Tahap Penelitian





Gambar 3.9. Diagram Alir Tahap Penelitian

Tahapan – tahapan penelitian :

1. Dimulai dengan persiapan dan studi literatur mengenai hal-hal yang berhubungan dengan kedua sistem yang akan disimulasikan, baik sistem Mobile WiMax maupun sistem BSS DTH-TV satelit.
2. Menyiapkan data awal berupa
 - a. Frekuensi kerja masing-masing sistem (f);
 - b. Bandwidth masing-masing sistem (BW);
 - c. Daya pancar dan terima dari sistem yang menginterferensi dan sistem yang terinterferensi ($P_{WT}, P_{WR}, P_{VR}, P_{VT}$);
 - d. Gain pancar dan terima dari sistem yang menginterferensi dan sistem yang terinterferensi ($G_{WT}, G_{WR}, G_{VR}, G_{VT}$);
 - e. Jarak antara Pemancar yang menginterferensi dan Penerima yang terinterferensi. (d_{wt-vr})
 - f. Tinggi antenna pemancar dan penerima baik yang menginterferensi maupun yang terinterferensi ($h_{VT}, h_{VR}, h_{IT}, h_{IR},$).
 - g. Luas cakupan masing-masing sistem.

3. Apabila data awal sudah tersedia maka data tersebut dianalisa dan ditentukan skenario mana yang akan digunakan untuk dimasukkan ke dalam simulator.
4. Data awal yang sudah diperoleh dan dianalisa dimasukkan ke dalam simulator untuk dihitung nilai dRSS dan iRSS.
5. Setelah dRSS dan iRSS diketahui maka probabilitas interferensi dan nilai C/I dapat diperoleh.
6. Hasil tersebut kemudian dianalisa sehingga kesimpulan dapat diambil.
7. Selesai.

BAB IV

HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Kualitas sistem penyiaran (Broadcasting) ditentukan oleh seberapa besar sinyal yang diterima yang terindikasi dari nilai C/I, dimana nilai C/I pada penerima harus lebih besar dari nilai C/I yang dipersyaratkan (*C/I threshold* atau sering disebut level proteksi). Kondisi yang diisyaratkan oleh sistem untuk menjaga kualitas komunikasi penyiaran adalah level C/I pada sinyal penerima sebesar 90 % lebih besar dari C/I yang dipersyaratkan (C/I_{90}). Kondisi C/I_{50} juga dapat digunakan sebagai batas optimal (*worst case*) untuk menjaga kualitas sistem [25].

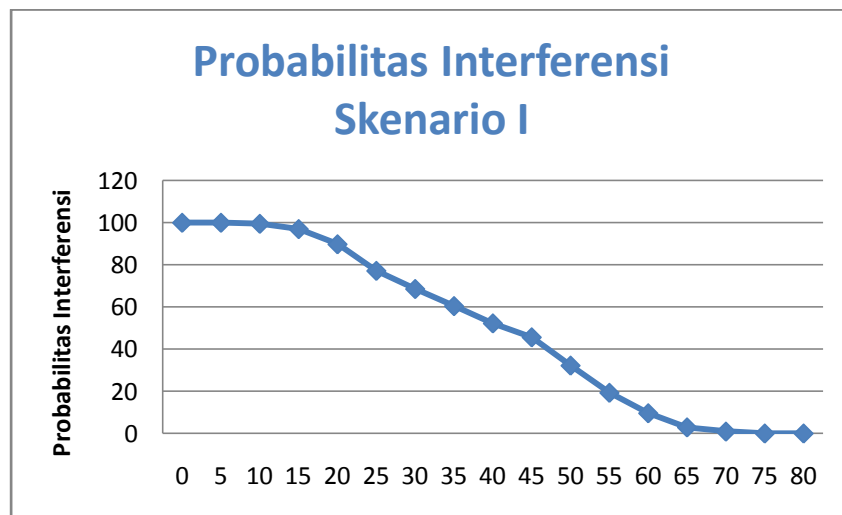
Untuk Kualitas sistem komunikasi pada sistem Komunikasi bergerak ditentukan oleh level sinyal yang diterima yang dapat terlihat pada persentasi

keberhasilan sambungan ataupun tingkat dropcall yang terjadi. Sistem komunikasi yang baik memiliki tingkat dropcall dibawah 60%.

A. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS PADA OPSI ZONA SEGMENTETATION

A.1 Hasil dan Analisa Simulasi skenario I

Pada Skenario I ini, Mobile WiMax pada arah down link menjadi *Interferer* bagi pengguna TV satelit (arah down link). Hasil simulasi skenario 1 dapat dilihat pada tabel 4.1 dan grafik Probabbilitas interferensinya dapat dilihat pada gambar 4.1



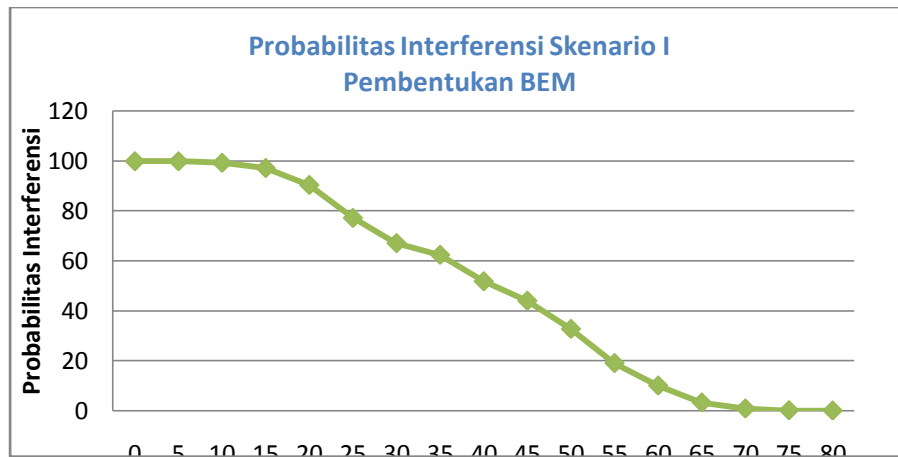
Gambar 4.1. Probabilitas Interferensi Skenario 1

Tabel 4.1. Hasil Simulasi Skenario I Pada Opsi Zona Segmentasi

Tinggi Antena		Daya TX		Jarak (Km)		dRss (dBm)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Probabilitas Interferensi		C/I (dB)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It(dBm)	Wt (dB m)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Unwanted (%)	Blocking (%)	
32	3.6 . E7	40	77	0	36,000	-64.85	-65.62	-37.91	-38.06	-92.95	-93.1	99.9	21.4	-26.94
32	3.6 . E7	40	77	5	36,000	-64.39	-65.25	-50.4	-49.46	-105.44	-104.5	99.9	3.2	-13.99
32	3.6 . E7	40	77	10	36,000	-64.63	-65.45	-57.1	-56.94	-112.14	-111.98	99.4	0	-7.53
32	3.6 . E7	40	77	15	36,000	-64.85	-65.8	-62.04	-60.43	-117.08	-115.47	96.9	0	-2.81

32	3.6 . E7	40	77	20	36,000	-64.76	-65.71	-67.37	-66.05	-122.41	-121.09	89.7	0	2.61
32	3.6 . E7	40	77	25	36,000	-64.54	-65.29	-72.27	-71.67	-127.31	-126.71	77.1	0	7.73
32	3.6 . E7	40	77	30	36,000	-64.51	-65.54	-76.21	-75.05	-131.25	-130.09	68.5	0	11.7
32	3.6 . E7	40	77	35	36,000	-64.71	-65.63	-80.17	-78.7	-135.21	-133.74	60.4	0	15.46
32	3.6 . E7	40	77	40	36,000	-64.47	-65.31	-83.94	-81.85	-138.98	-136.89	52.2	0	19.47
32	3.6 . E7	40	77	45	36,000	-64.77	-65.55	-86.91	-84.46	-141.95	-139.5	45.6	0	22.14
32	3.6 . E7	40	77	50	36,000	-64.61	-65.47	-91.44	-89.76	-146.48	-144.8	32.2	0	26.83
32	3.6 . E7	40	77	55	36,000	-64.44	-65.24	-93.84	-92.13	-148.88	-147.17	19.3	0	29.4
32	3.6 . E7	40	77	60	36,000	-64.72	-65.63	-97.37	-95.94	-152.41	-150.98	9.6	0	32.65
32	3.6 . E7	40	77	65	36,000	-64.67	-65.51	-99.93	-97.23	-154.97	-152.27	2.9	0	35.26
32	3.6 . E7	40	77	70	36,000	-64.62	-65.62	-102.44	-99.42	-157.48	-154.46	0.9	0	37.82
32	3.6 . E7	40	77	75	36,000	-64.57	-65.48	-106.27	-103.89	-161.36	-159.63	0	0	41.7
32	3.6 . E7	40	77	80	36,000	-64.48	-65.41	-108.68	-106.12	163.72	-161.15	0	0	44.2

Setelah pembentukan BEM di sisi *Victim Receiver* (VR) pada skenario 1, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2 dengan grafik probabilitas dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Probabilitas Interferensi Skenario 1 dengan Pembentukan BEM pada Victim Receiver

Tabel 4.2 Hasil Simulasi Skenario 1 dengan pembentukan BEM

Tinggi Antena		Daya TX		Jarak (Km)		dRss (dBm)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Probabilitas Interferensi		C/I (dB)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It(dB m)	Wt (dBm)	It – Vr	Wt – Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Unwanted (%)	Blocking (%)	
32	3.6 . E7	40	77	0	36,000	-64.66	-65.38	-37.16	-37.3	-33.2	-33.34	100	100	-27.5
32	3.6 . E7	40	77	5	36,000	-64.63	-65.53	-50.56	-50.13	-46.6	-46.7	100	100	-14.07

32	3.6 . E7	40	77	10	36,000	-64.89	-65.66	-58.43	-58.6	-54.47	-54.64	99.4	100	-6.46
32	3.6 . E7	40	77	15	36,000	-64.78	-65.51	-62.47	-62.43	-58.51	-58.47	97.3	99.2	-2.31
32	3.6 . E7	40	77	20	36,000	64.52	-65.5	-67.15	-66.51	-63.19	-62.55	90.5	95.5	131.67
32	3.6 . E7	40	77	25	36,000	-64.61	-65.49	-71.78	-70.37	-67.82	-66.41	77.3	88.4	7.17
32	3.6 . E7	40	77	30	36,000	-64.68	-65.61	-76.4	-75.04	-72.44	-71.08	67.2	77.3	11.72
32	3.6 . E7	40	77	35	36,000	-64.65	-65.59	-79.92	-78	-75.96	-74.04	62.5	70.4	15.27
32	3.6 . E7	40	77	40	36,000	-64.58	-65.52	-84.3	-82.4	-80.34	-78.44	51.9	59.9	19.72
32	3.6 . E7	40	77	45	36,000	-64.62	-65.6	-87.57	-85.92	-83.61	-81.96	44.1	53.1	22.95
32	3.6 . E7	40	77	50	36,000	-64.81	-65.59	-90.99	-89.06	-87.03	-85.1	32.8	45.9	26.18
32	3.6 . E7	40	77	55	36,000	-64.6	-65.49	-94.69	-93.14	-90.73	-89.8	19.1	33.2	30.09
32	3.6 . E7	40	77	60	36,000	-64.48	-65.36	-96.99	-94.82	-93.03	-90.86	10.1	22.6	32.51
32	3.6 . E7	40	77	65	36,000	-64.81	-65.73	-100.31	-98.13	-96.35	-94.17	3.3	12.5	35.5
32	3.6 . E7	40	77	70	36,000	-64.29	-65.13	-102.85	-100.86	-98.89	-96.9	0.9	4	38.56
32	3.6 . E7	40	77	75	36,000	-64.77	-65.56	-105.63	-103.17	-101.66	-99.21	0.2	1.9	40.86
32	3.6 . E7	40	77	80	36,000	-64.58	-65.35	-109.06	-106.88	-105.19	-102.68	0.1	0.1	44.48

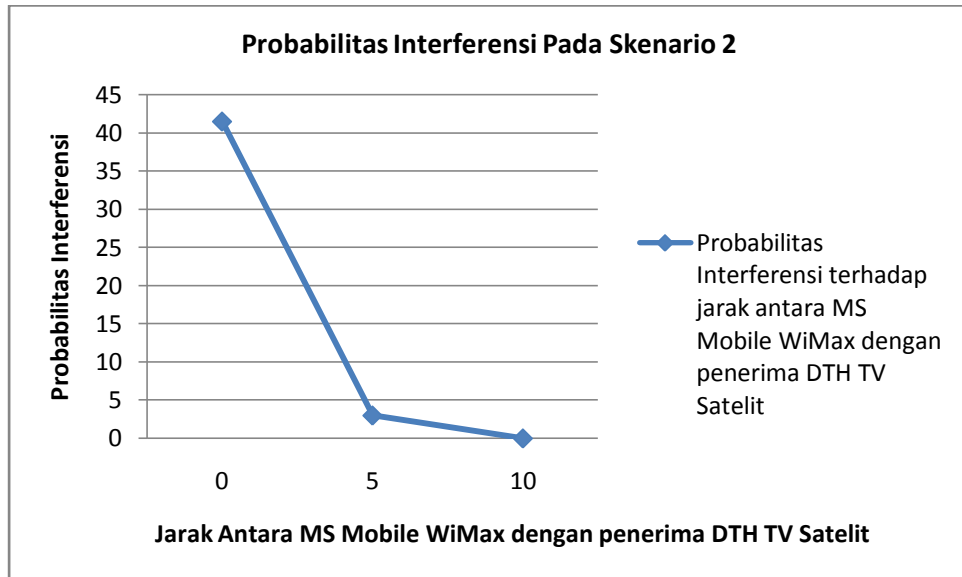
Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa Probabilitas Interferensi sangat dipengaruhi oleh jarak antara Interfering Transmitter (BS Mobile WiMax) dan Victim Receiver (DTH TV satelit / DVB-S). Pada Skenario I tanpa pembentukan BEM dapat dilihat bahwa kasus terburuk interferensi terjadi pada saat Jarak antara Base Station Mobile WiMax dan Penerima TV Satelit dari 0 Km hingga 40 Km, mulai pada jarak 45 Km penerimaan TV satelit mulai membaik dengan nilai C/I pada penerima sebesar 22.14 dB.

Demikian pula pada Gambar 4.2, skenario 1 dengan pembentukan BEM terlihat bahwa penerimaan DTH TV satelit mulai membaik ketika jarak antara BS Mobile WiMax dengan penerima TV satelit sejauh 45 Km dengan nilai C/I sebesar 22.95 dB.

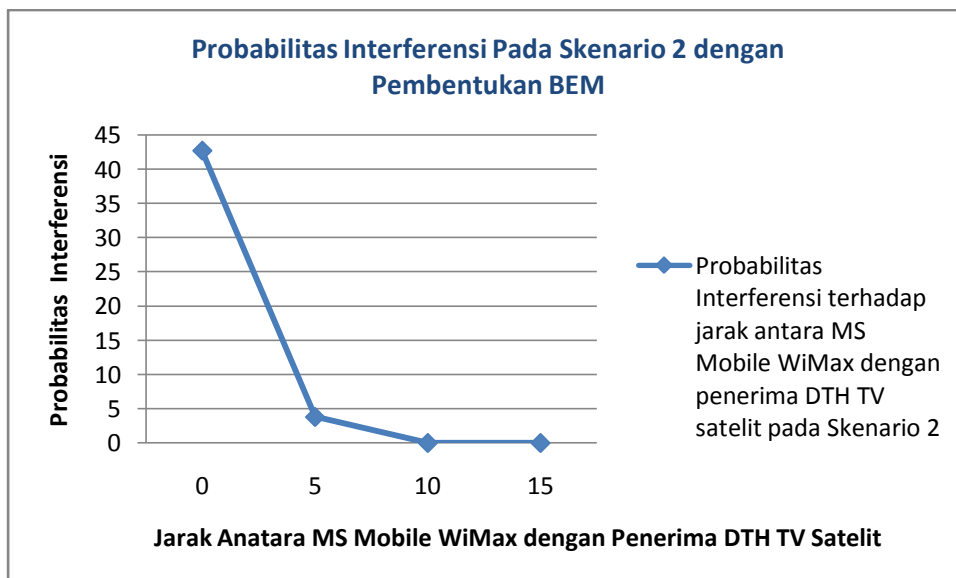
A.2. Hasil Simulasi Skenario 2.

Pada Skenario 2, sebagai interferer adalah MS Mobile WiMax dan Victim Receiver adalah penerima DTH TV Satelit. Hasil dari simulasi pada skenario 2 dapat dilihat pada tabel 4.3 dan grafik probabilitas interferensinya dapat dilihat

pada Gambar 4.3. Hasil simulasi skenario dengan pembentukan BEM pada receiver DTH TV Satelit dapat dilihat pada tabel 4.4 dengan grafik probabilitas interferensinya dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Probabilitas Interferensi pada Skenario 2.



Gambar 4.4. Grafik Probabilitas Interferensi Pada Skenario 2 dengan Pembentukan BEM

Tabel 4.3. Hasil Simulasi Skenario 2

Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		dRss (dBm)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Probabilitas Interferensi		C/I (dB)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It (dBm)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Unwanted (%)	Blocking (%)	
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	0	36,000	- 68.37	- 69.73	-87.83	-89.74	- 135.16	-137.18	41.5	0.6	19.46
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	5	36,000	- 68.42	-69.63	-100.07	-100.82	-148.97	-149.51	3	0	31.65
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	10	36,000	- 68.02	- 69.23	-107.72	-108.19	-157.02	-157.34	0	0	39.7

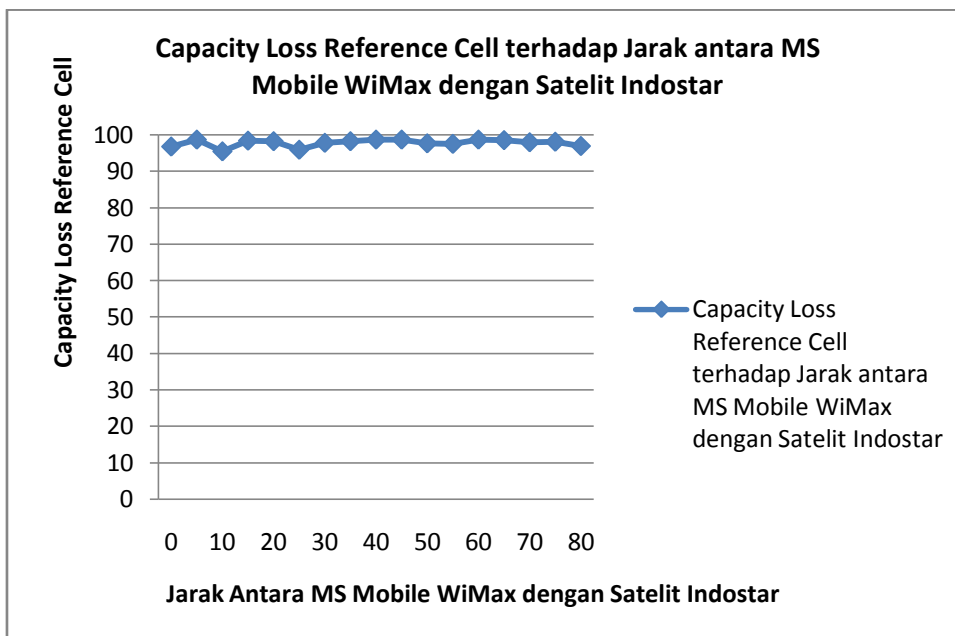
Tabel 4.4. Hasil Simulasi pada Skenario 2 dengan pembentukan BEM

Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		dRss (dBm)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Probabilitas Interferensi		C/I
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It(dB m)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Unwanted (%)	Blocking (%)	
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	0	36,000	- 68.54	- 69.79	- 87.97	- 89.5	- 76.55	- 77.96	42.7	91.6	19.43
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	5	36,000	-68.18	- 69.54	-100.08	- 100.79	-89.72	-90.53	3.8	33.1	31.9
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	10	36,000	-68.31	-69.54	-107.76	-108.39	-98.06	- 98.44	0	1.6	39.45
1.5	3.6 . E7	2.698	362,488,289	23	77	15	36,000	- 68.45	- 69.69	- 112.82	-113.39	- 103.33	103.65	0	0	44.37

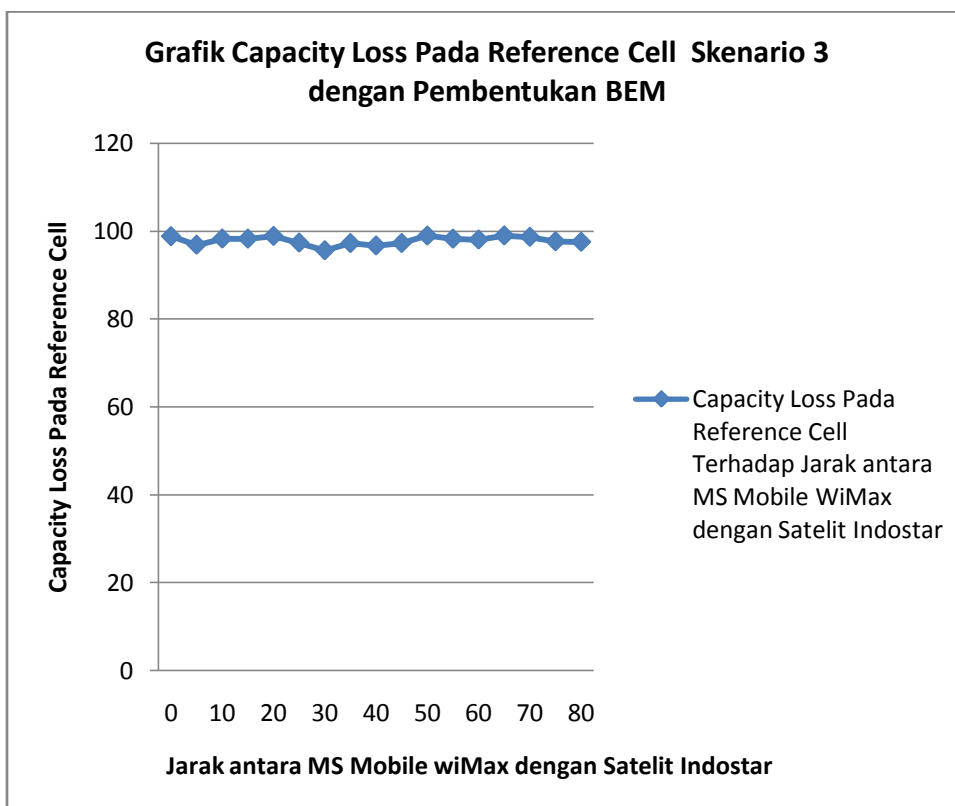
Dari hasil simulasi pada skenario 2, baik tanpa pembentukan BEM maupun dengan pembentukan BEM (Gambar 4.3 dan Gambar 4.4) terlihat bahwa pancaran sinyal pada MS Mobile WiMax tidak menginterferensi pengguna DTH TV Satelit walaupun berada pada lokasi yang sama. Nilai Probabilitas interferensi <math><50\%</math> walaupun jarak antara MS Mobile WiMax dengan penerima DTH-TV Satelit 0 Km menunjukkan tidak terjadinya interferensi pada kedua sistem.

A.3. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 3

Pada Skenario 3, Pemancar DTH TV Satelit menjadi Interferer terhadap MS Mobile WiMax. Hasil Simulasi pada skenario 3 ini dapat dilihat pada Tabel 4.5. dan Gambar grafik Capacity Loss Reference Cell dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil simulasi Skenario 3 dengan pembentukan BEM dapat dilihat pada Tabel 4.6, dan grafik Capacity Loss Reference Cell pada Skenario 3 dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5. Grafik Capacity Loss Pada Skenario 3



Gambar 4.6. Grafik Capacity Loss Pada Skenario 3 dengan Pembentukan BEM

Tabel 4.5. Hasil Simulasi Skenario 3 Pada Zona segmentasi

Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Reference Cell		OFDMA System		Percentage of dropped users in soft handover (%)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It(dB m)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	0	2	-74.55	-76.27	-120.05	-121.83	96.774	97.202	98.107	98.355	42.857
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	5	2	-77.91	-77.04	-123.46	-122.6	98.701	98.625	97.933	97.904	44.762
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	10	2	-70.7	-66.83	-116.25	-112.38	95.506	94.933	97.95	97.649	45.714
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	15	2	-79.68	-81.31	-125.23	-126	98.404	98.242	97.91	97.982	51.429
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	20	2	-78.71	-80.8	-124.26	-126.35	98.266	98.456	98.08	98.183	52.381
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	25	2	-71.66	-68.47	-117.22	-114.03	95.882	95.734	98.307	98.309	58.252
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	30	2	-70.57	-69.31	-116.12	-114.87	97.887	97.827	97.875	97.866	44.762
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	35	2	-69.61	-65.62	114.65	-111.17	98.225	98.431	98.222	98.101	48.571
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	40	2	-81.79	-81.53	-127.34	-127.09	98.773	98.685	97.809	97.777	43.81
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	45	2	-69.67	-69.46	-115.22	-115.01	98.684	98.48	97.924	98.034	52.381
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	50	2	-76.06	-75.61	-121.61	-121.16	97.647	97.83	98.325	98.337	53.33
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	55	2	-79.19	-78.94	-124.75	-124.49	97.5	97.91	98.193	98.131	49.524
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	60	2	-69.92	-68.01	-115.48	-113.56	98.773	98.665	98.044	97.413	53.333
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	65	2	-69.32	-69.05	-114.87	-114.6	98.519	98.426	97.76	97.849	41.905
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	70	2	-78.1	-79.76	-123.65	-125.31	98.052	98.163	97.805	97.763	45.192
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	75	2	-70.26	-65.19	-115.81	-110.74	98.137	98.311	98.178	98.376	47.619
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	80	2	-77.51	-80.59	-123.07	-126.14	97.041	97.221	98.146	98.103	43.81

Tabel 4.6. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan Pembentukan BEM

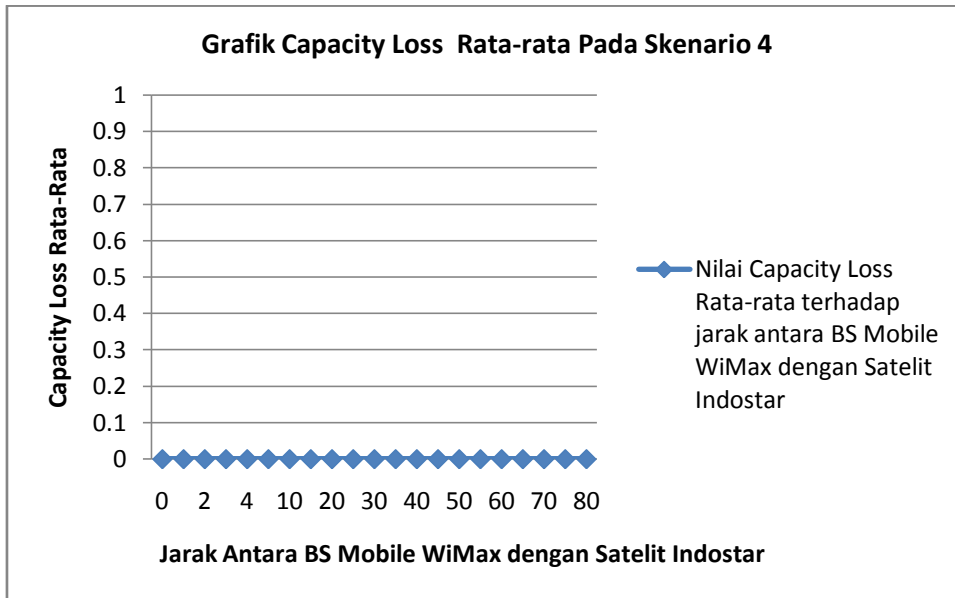
Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Reference Cell		OFDMA System		Percentage of dropped users in soft handover (%)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It(dB m)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	0	2	-74.72	-73.28	-87.27	-85.83	98.765	98.982	98.049	98.252	51.429
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	5	2	-71.63	-71.48	-84.19	-84.03	96.835	97.92	98.075	98.135	48.571
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	10	2	-70.74	-70.62	-83.3	-83.17	98.225	98.38	97.881	97.84	51.429
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	15	2	-70.8	-66.21	-83.35	-78.77	98.214	98.678	98.1	98.133	47.61
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	20	2	-81.58	-81.2	-94.14	-93.75	98.824	98.755	98.008	98.131	44.762
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	25	2	-72.08	-69.11	-84.63	-81.66	97.315	97.145	98.278	98.367	51.429
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	30	2	-77.24	-77.74	-89.79	-90.29	95.576	97.779	98.169	98.143	40.952
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	35	2	-73.67	-73.61	-86.18	-86.16	97.207	97.167	97.492	97.36	47.619
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	40	2	-72.44	-74.09	-84.99	-86.64	96.667	96.625	98.048	98.056	41.905
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	45	2	-72.26	-69.73	-84.81	-82.28	97.221	97.339	98.125	98.173	47.619
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	50	2	-74.28	-73.07	-86.83	-85.62	98.901	99.065	98.225	98.215	39.048
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	55	2	-78.6	-80.96	-91.15	-93.57	98.204	97.913	97.049	98.056	46.154
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	60	2	-67.96	-65.59	-80.51	-78.14	98.013	98.079	97.899	97.86	49.524
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	65	2	-74.36	-68.77	-86.91	-81.32	98.942	98.791	97.865	97.895	43.81
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	70	2	79.09	-78.83	-91.04	-91.38	98.63	98.854	98.365	98.484	40.952
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	75	2	-76.59	-74.07	-89.14	-86.62	97.605	97.502	98.084	98.251	50.476
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	80	2	-75.71	-77.08	-88.26	-89.64	97.5	97.814	97.908	97.948	42.857

Dari hasil simulasi pada Skenario 3 tanpa pembentukan BEM maupun dengan pembentukan BEM, pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 terlihat bahwa nilai *capacity loss* pada *reference cell* sangat tinggi >90%, ini menunjukkan tingkat interferensi yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena posisi BS Mobile WiMax masih pada daerah cakupan satelit Indostar.

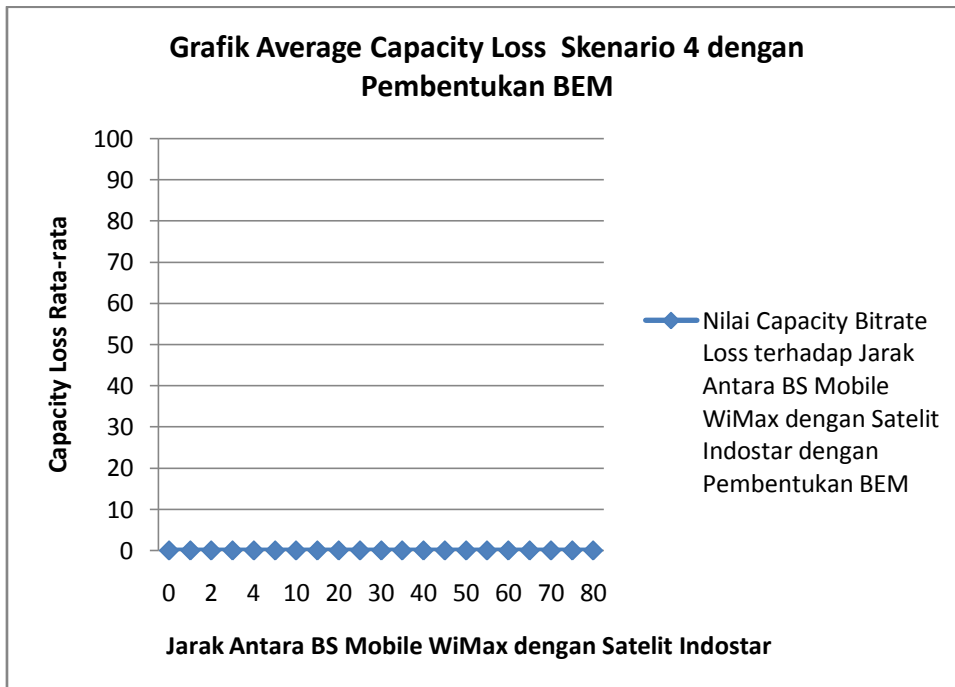
Ketika jarak antara BS Mobile WiMax ditingkatkan hingga 80 Km, nilai probabilitas interferensi cenderung konstan di atas 95 %. Nilai ini menunjukkan tingkat probabilitas interferensi yang sangat tinggi sehingga mengakibatkan kegagalan sambungan (drop call) yang tinggi juga.

A.4. Hasil dan Analisis Simulasi Skenario 4

Pada Skenario 4 yang menjadi interferer adalah Satelit Indostar dan yang menjadi Victim Receiver adalah BS Mobile WiMax. Hasil simulasi dari Skenario 4 dapat dilihat pada table 4.7 dan hasil simulasi dengan pembentukan BEM dapat dilihat pada Tabel 4.8. Grafik dari simulasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Grafik Capacity Loss Rata-Rata pada Skenario 4



Gambar 4.8. Grafik Capacity Loss Rata-Rata Skenario 4 dengan Pembentukan BEM

Tabel 4.7. Hasil Simulasi Skenario 4

Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Reference Cell		OFDMA System	
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It(dB m)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	0	2	-64.48	-64.83	-100.05	-100.39	0	99.995	0	99.989
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	1	2	-64.32	-64.02	-99.88	-99.58	0	99.997	0	99.984
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	2	2	-63.84	-63.93	-99.4	99.89	0	100	0	99.995
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	3	2	-63.94	-62.87	-99.5	-98.43	0	99.995	0	99.987
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	4	2	-63.53	-63.63	-99.1	-99.2	0	99.998	0	99.995
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	5	2	-62.52	-61.4	-98.08	-96.97	0	99.997	0	99.988
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	10	2	-61.9	-61.04	-97.46	-96.6	0	99.999	0	99.985
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	15	2	-62.09	-61.09	-97.66	-96.65	0	99.997	0	99.994
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	20	2	-60.08	-58.08	-95.65	-93.65	0	99.993	0	99.99
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	25	2	-59.35	-57.56	-94.91	-93.13	0	99.929	0	99.984
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	30	2	-58.5	-56.44	-94.07	-92.01	0	100	0	99.994
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	35	2	-57.42	-54.91	-92.98	-90.47	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	40	2	-57.44	-55.24	-93	-90.8	0	99.997	0	99.987
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	45	2	-56.45	-52.47	-92.01	-89.83	0	100	0	99.991
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	50	2	-55.75	-53.84	-91.32	-89.41	0	100	0	99.994
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	55	2	-55.46	-53.13	-91.02	-88.69	0	99.998	0	99.992
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	60	2	-55.52	-52.77	-91.08	-98.33	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	65	2	-55.01	-52.63	-90.57	-88.19	0	99.998	0	99.988
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	70	2	-55.04	-52.77	-90.6	-88.34	0	100	0	99.989
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	75	2	-54.41	-51.93	-89.97	-87.49	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	80	2	-55.3	-52.57	-90.86	-88.24	0	100	0	99.992

Tabel 4.8. Hasil Simulasi Skenario 4 dengan Pembentukan BEM

Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Reference Cell		OFDMA System	
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It(dB m)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	0	2	-64.13	-63.98	-69.69	-69.55	0	99.95	0	99.986
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	1	2	-63.59	-63.47	-69.15	-69.03	0	99.997	0	99.987
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	2	2	-64.03	-64.55	-69.59	-70.12	0	100	0	99.991
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	3	2	-63.87	-64	-69.44	-69.56	0	99.98	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	4	2	-63.21	-62.9	-68.77	-68.47	0	100	0	99.997
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	5	2	-62.77	-62.47	-68.34	-68.03	0	99.988	0	99.991
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	10	2	-61.78	-61.32	-67.35	-66.88	0	99.999	0	99.994
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	15	2	-60.97	-59.46	-66.54	-65.02	0	100	0	99.997
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	20	2	-59.96	-57.86	-65.52	-63.42	0	99.998	0	99.992
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	25	2	-58.55	-56.41	-64.12	-61.98	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	30	2	-58.26	-56.24	-63.82	-61.8	0	99.994	0	99.99
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	35	2	-58.06	-56.29	-63.62	-61.86	0	100	0	99.99
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	40	2	-56.29	-54.08	-61.85	-59.64	0	100	0	99.998
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	45	2	-56.26	-54.46	-61.82	-60.02	0	100	0	99.91
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	50	2	-55.62	-53.32	-61.18	-58.88	0	100	0	99.995
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	55	2	-55.83	-53.27	-61.4	-58.83	0	100	0	99.995
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	60	2	-55.43	-53.32	-60.99	-58.88	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	65	2	-55.49	-53.12	-61.05	-58.68	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	70	2	-54.83	-52.72	-60.39	-58.29	0	100	0	99.993
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	75	2	-54.52	-51.82	-60.08	-57.39	0	100	0	99.995
3.6 . E7	1.5	362,488,289	2.698	77	23	80	2	-54.87	-52.19	-60.43	-57.75	0	100	0	99.988

Dari hasil simulasi pada Skenario 4 (Tabel 4.7 dan Tabel 4.8), pada setiap jarak antara BS Mobile WiMax dengan satelit Indostar pada arah uplink nilai Average Capacity Loss pada reference cell menunjukkan nilai 0 %, hal ini menunjukkan tingkat keberhasilan komunikasi yang sangat baik pada skenario ini

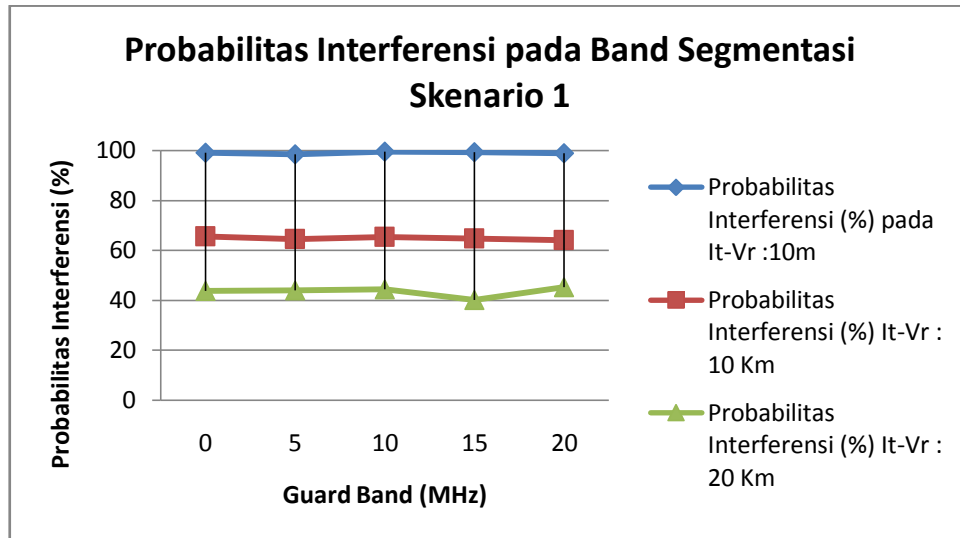
B. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS PADA OPSI BAND SEGMENTATION

B.1 Hasil Simulasi dan Analisis Pada Skenario 1

Pada Skenario I ini, Mobile WiMax pada arah down link menjadi *Interferer* bagi pengguna TV satelit (arah down link).

Tabel 4.9. Hasil Simulasi Skenario 1 pada Opsi Band Segmentasi.

Guard Band(MHz)	Jarak It-Vr = 10 m			Jarak It-Vr = 10 Km			Jarak It-Vr = 20 Km		
	Probabilitas Interferensi (%)		C/I	Probabilitas Interferensi (%)		C/I	Probabilitas Interferensi (%)		C/I
	Unwanted	Blocking		Unwanted	Blocking		Unwanted	Blocking	
0	99.1	17.9	-6.89	65.6	0.2	12.6	43.7	0	22.77
5	98.5	19.3	-7.13	64.5	0.1	13.1	44	0	23.01
10	99.6	18.7	-7.15	65.4	0	12.54	44.5	0	22.73
15	99.3	16.3	-6.69	64.8	0.1	12.28	40.2	0	23.14
20	99	17	-6.66	64	0.1	12.71	45.2	0	22.11



Gambar 4.9. Grafik Probabilitas Interferensi Pada Skenario 1 Opsi Band Segmentasi

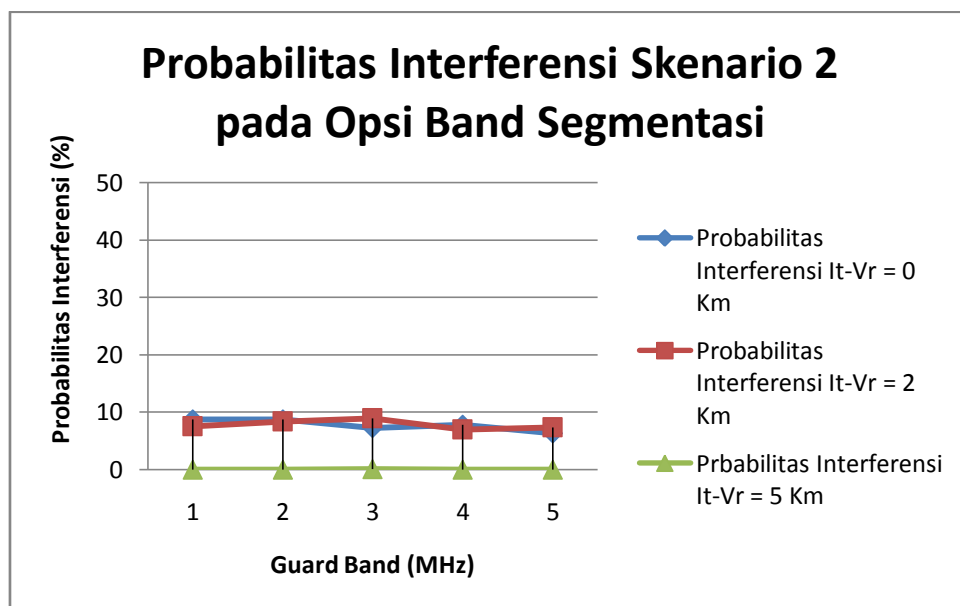
Dari Tabel 4.9 dapat kita lihat hasil simulasi pada skenario 1. Gambar 4.9 menunjukkan secara grafis bahwa pada skenario ini terlihat bahwa nilai probabilitas interferensi tidak terlalu dipengaruhi oleh besarnya guard band frekuensi yang digunakan, namun lebih dipengaruhi oleh Jarak antara I_t dengan V_r , dimana nilai probabilitas interferensi berada pada nilai diawah 50 % terjadi apabila jarak I_t ke V_r adalah 20 Km dan bukan co-channel. Sehingga dapat disimpulkan untuk penerapan nilai guardband berapapun nilainya, jarak teraman agar tidak terjadi interferensi adalah sebesar 20 Km.

B.2. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 2 Pada opsi Band Segmentasi

Pada Skenario 2, sebagai interferer adalah MS Mobile WiMax dan Victim Receiver adalah penerima DTH TV Satelit. Hasil dari simulasi pada skenario 2 dapat dilihat pada tabel 4.10 dan grafik probabilitas interferensinya dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Simulasi Skenario 2 pada Opsi Band Segmentasi

Guard Band(MHz)	Jarak It-Vr = 0 m			Jarak It-Vr = 2 Km			Jarak It-Vr = 5 Km		
	Probabilitas Interferensi (%)		C/I	Probabilitas Interferensi (%)		C/I	Probabilitas Interferensi (%)		C/I
	Unwanted	Blocking		Unwanted	Blocking		Unwanted	Blocking	
0	8.7	0.5	31.56	7.5	0.5	33.78	0	0	45.25
5	8.7	0.5	31.56	8.3	0.7	33.38	0	0	45.29
10	7.2	0.2	32.42	8.9	0.7	32.76	0.1	0	45.69
15	7.8	0.8	31.87	6.9	0.4	33.9	0	0	45.29
20	6.3	0.3	32.66	7.3	1	33.27	0	0	45.26



Gambar 4.10 Grafik Probabilitas Interferensi pada Skenario 2 Band Segmentasi

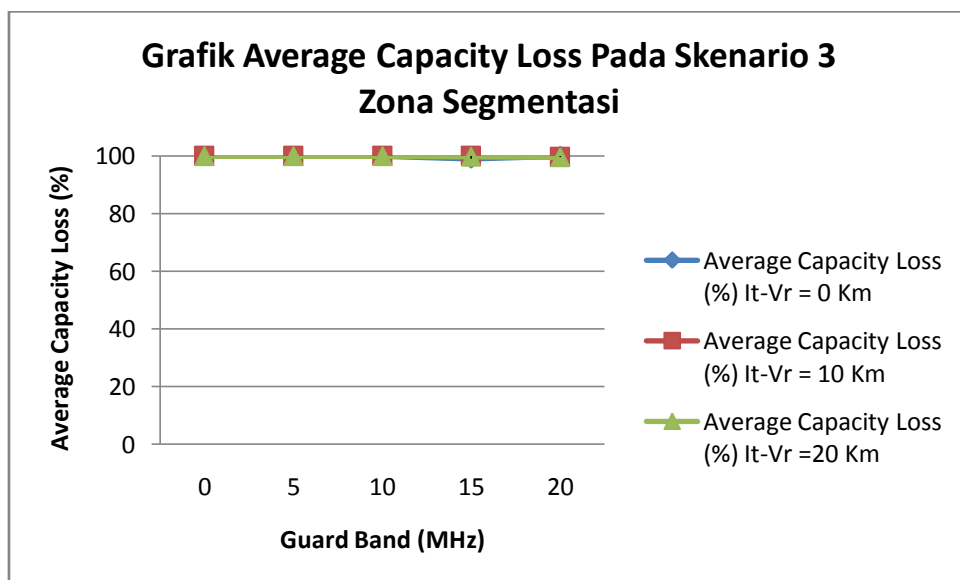
Dari tabel dan gambar grafik di atas dapat disimpulkan bahwa arah uplink Mobile WiMax tidak mengakibatkan interferensi pada penerima DTH-TV satelit walaupun jarak antara MS dengan penerima DTH-TV sangat dekat. Nilai C/I cenderung konstan walaupun nilai guard band bertambah dengan nilai <50% pada setiap simulasinya. Nilai tersebut memenuhi syarat penerimaan TV yang baik.

B.3. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 3 Pada opsi Band Segmentasi.

Pada Skenario 3, Pemancar DTH TV Satelit menjadi Interferer terhadap MS Mobile WiMax. Hasil Simulasi pada skenario 3 ini dapat dilihat pada Tabel 4.11. dan Gambar grafik Capacity Loss Reference Cell dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Simulasi Skenario 3 pada Opsi Band Segmentasi

Guard Band (MHz)	Jarak It-Vr = 0 m			Jarak It-Vr = 10 Km			Jarak It-Vr = 20 Km		
	Reference Cell		Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)	Reference Cell		Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)	Reference Cell		Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)
	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)		Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)		Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	
0	100	100	49.474	100	100	55.439	100	100	54.035
5	100	100	51.579	100	100	51.593	100	100	51.579
10	100	100	51.228	100	100	52.281	100	100	50.175
15	99.133	99.412	51.228	100	100	54.035	99.728	99.887	57.042
20	100	100	51.228	99.69	99.881	51.93	99.539	99.724	53.684



Gambar 4.11. Grafik Average Capacity Loss Skenario 3 Pada Opsi Zona Segmentasi.

Dari tabel 4.11 dan Gambar 4.11 menunjukkan nilai *capacity loss* yang sangat tinggi dengan rata-rata 100% pada setiap pertambahan nilai guard band dan

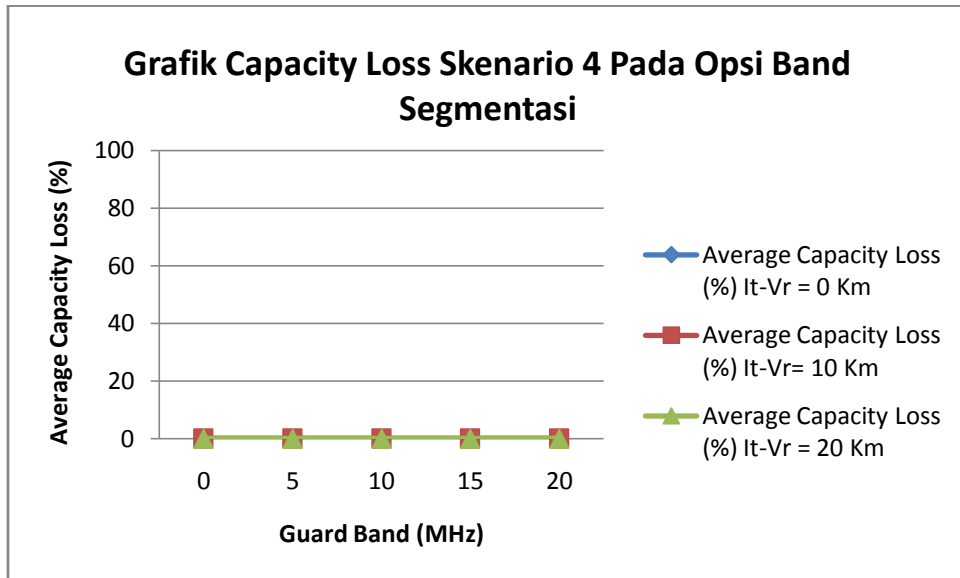
peningkatan jarak antara Satelit Indostar dan MS Mobile WiMax pada arah uplink. Nilai ini menunjukkan tingkat interferensi yang sangat besar yang menyebabkan terjadinya kegagalan komunikasi.

B.4. Hasil Simulasi dan Analisis Skenario 4 Pada opsi Band Segmentasi.

Pada Skenario 4 yang menjadi interferer adalah Satelit Indostar dan yang menjadi *Victim Receiver* adalah BS Mobile WiMax. Hasil simulasi dari Skenario 4 dapat dilihat pada table 4.12 dan gambar grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Tabel 4.12. Hasil Simulasi Skenario 4 Pada Opsi Band Segmentasi

Guard Band (MHz)	Jarak It-Vr = 0 m			Jarak It-Vr = 10 Km			Jarak It-Vr = 20 Km		
	Reference Cell		Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)	Reference Cell		Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)	Reference Cell		Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)
	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)		Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)		Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	
0	0	99.932	No Dropped user	0	99.925	No Dropped user	0	99.976	No Dropped user
5	0	99.916	No Dropped user	0	99.914	No Dropped user	0	99.914	No Dropped user
10	0	99.921	No Dropped user	0	99.966	No Dropped user	0	99.971	No Dropped user
15	0	99.911	No Dropped user	0	99.927	No Dropped user	0	99.9325	No Dropped user
20	0	99.969	No Dropped user	0	99.96	No Dropped user	0	99.903	No Dropped user



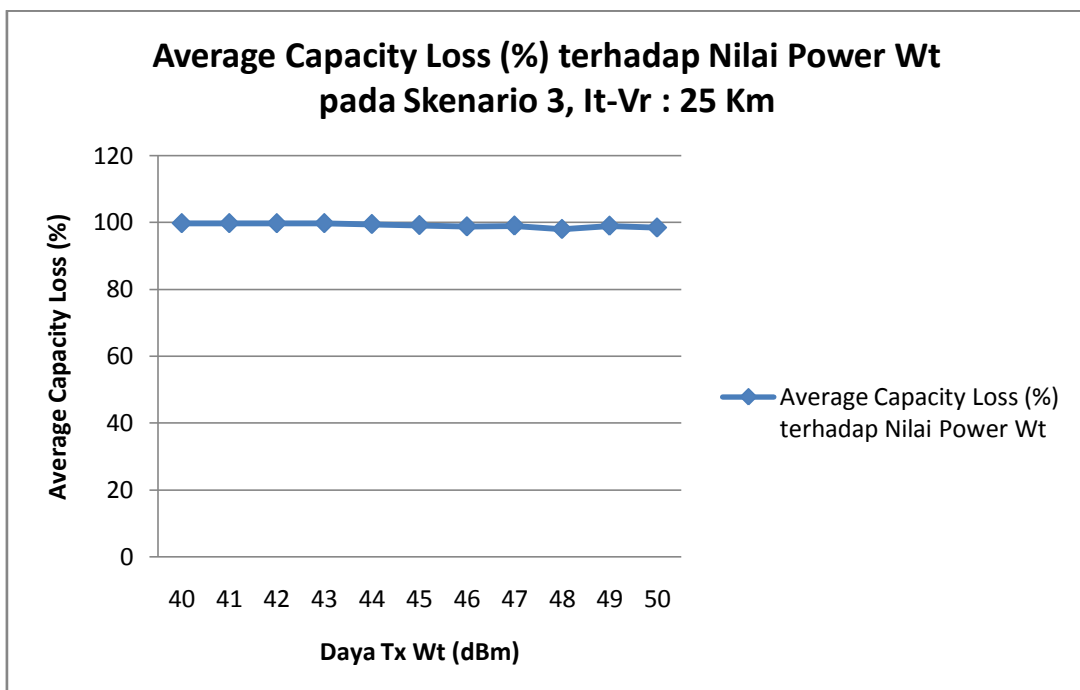
Gambar 4.12. Grafik Average Capacity Loss Skenario 4 Pada Opsi Band Segmentasi.

Dari Tabel 4.12 dan Gambar 4.12 terlihat bahwa seluruh nilai capacity Loss pada skenario 4 ini bernilai 0 %, hal ini menunjukkan bahwa pada skenario ini tidak terjadi interferensi antara kedua sistem yang juga ditandai dengan hasil “No Dropped User” pada tingkat “Percentage of Dropped User in Soft Handover (%)”.

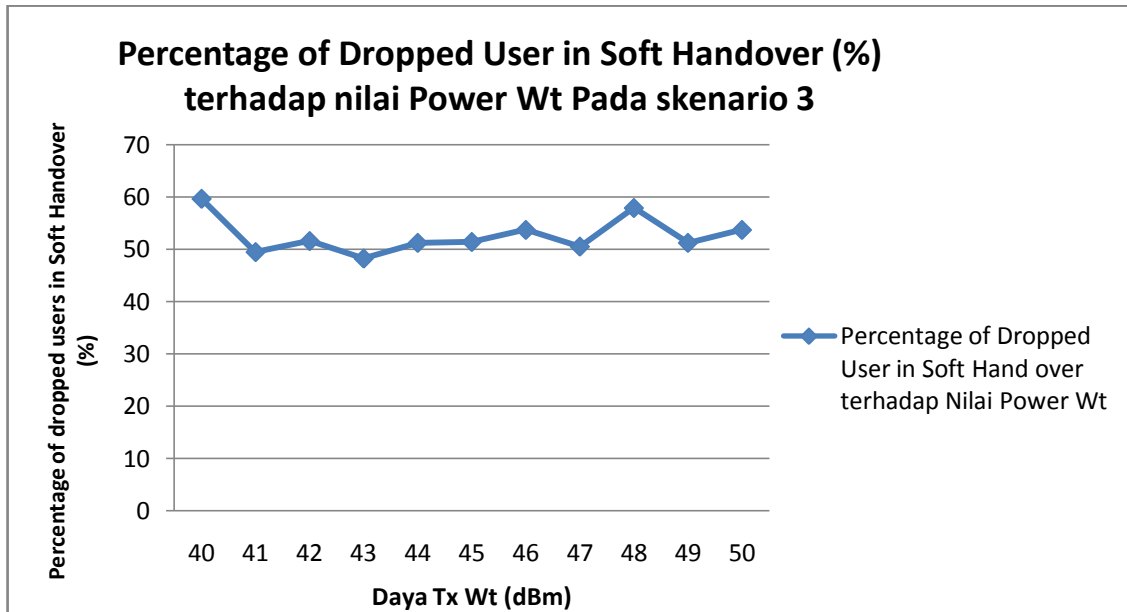
C. Mitigasi Interferensi Antara Sistem DTH-TV Satelit dengan Sistem Mobile WiMax

Dari hasil simulasi beberapa skenario dan Opsi dalam mengatasi interferensi pada kasus sharing frekuensi 2,5 GHz untuk teknologi DTH-TV Satelit dengan Mobile WiMax di atas, masih terdapat nilai probabilitas interferensi yang cukup tinggi pada kedua opsi, terutama pada skenario 3 dimana yang menjadi interferer adalah Satelit Indostar dan yang menjadi *Victim Receiver* adalah MS Mobile WiMax. Oleh karenanya dilakukan beberapa teknik mitigasi interferensi yang lain, berdasarkan persamaan 2-10 bahwa nilai C/I

akan semakin besar apabila nilai daya pada *Wanted Transmitter* ($p_{wt}^{supplied}$) dan Gain Antena *Wanted Transmitter* ($g_{wt-vr}(f_{vr})$) dinaikkan. Tabel 4.13 menunjukkan hasil simulasi pada skenario 3 dengan menaikkan nilai daya pada *Wanted Transmitter* dan Tabel 4.14 memperlihatkan hasil simulasi skenario 3 dengan menaikkan nilai Gain Antena pada *Wanted Transmitter* dengan asumsi jarak ideal antara *Interference Transmitter* (I_t) dan *Victim Receiver* sebesar 20 Km.

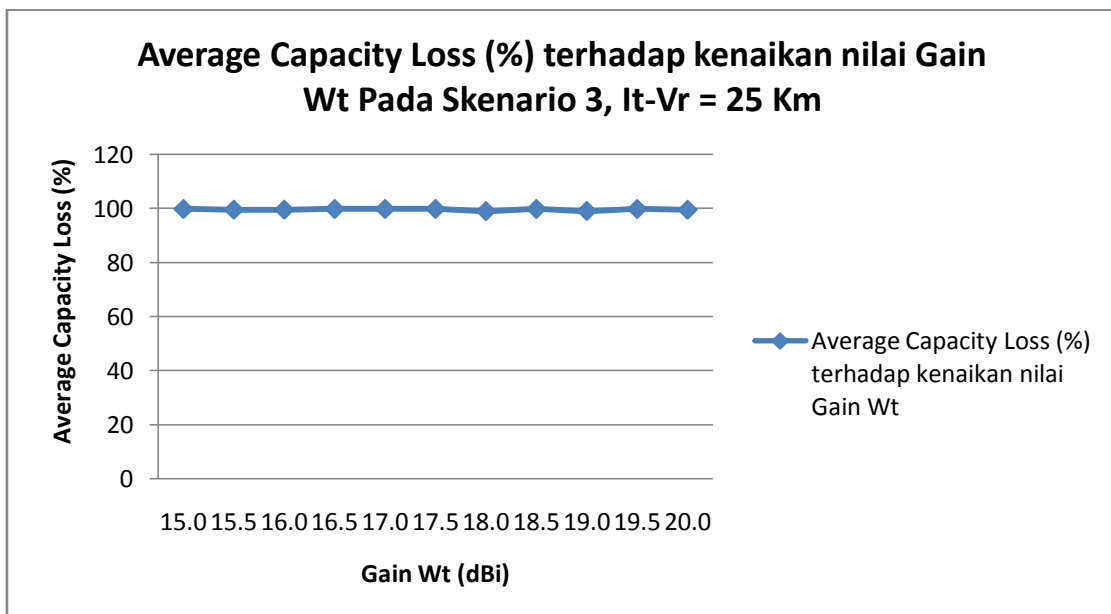


a. Average Capacity Loss terhadap nilai Power Wt

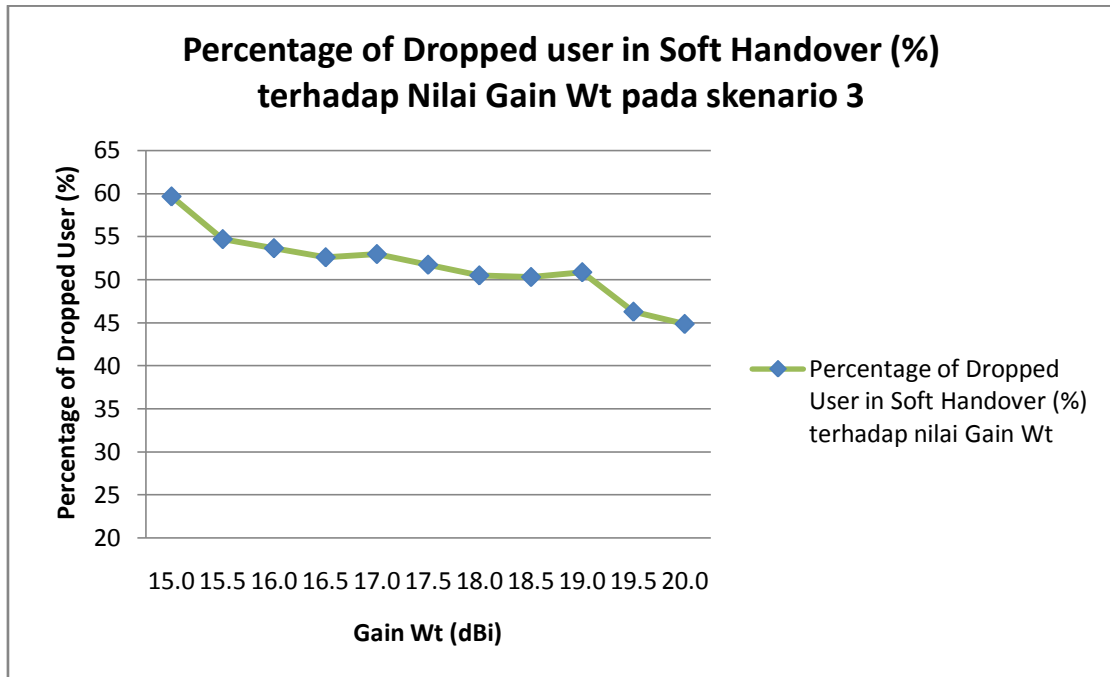


b. Percentage of Dropped User in Soft Handover (%) terhadap nilai Power Wt

Gambar 4.13. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Power pada Wt



a. Average Capacity Loss (%) terhadap nilai Gain Wt



b. Percentage of Dropped User (%) terhadap nilai Gain Wt

Gambar 4.14. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Gain pada Wt

Tabel 4.13. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai *Power Wanted Transmitter*.

Tinggi Antena		Coverage		Daya TX		Jarak (Km)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Reference Cell		OFDMA System		Percentage of dropped users in soft handover (%)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It (Km)	Wt (Km)	It(dB m)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	40	25	2	-31.47	-31.47	-74.02	-74.02	99.735	99.872	99.639	99.668	59.649
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	41	25	2	-30.85	-30.85	-73.4	-73.4	99.744	99.794	99.604	99.638	49.474
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	42	25	2	-26.11	-26.11	-68.66	-68.66	99.725	99.837	99.424	99.442	51.579
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	43	25	2	-23.88	-23.88	-66.43	-66.43	99.744	99.766	99.433	99.449	48.239
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	44	25	2	-26.82	-26.64	-69.38	-69.19	99.485	99.572	99.052	99.126	51.237
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	45	25	2	-26.44	-24.84	-68.99	-67.39	99.164	99.041	99.102	99.145	51.408
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	46	25	2	-25.32	-25.71	-67.88	-68.26	98.768	99.079	99.052	99.077	53.71
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	47	25	2	-28.29	-29.58	-70.84	-72.13	99.028	99.114	98.962	98.995	50.526
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	48	25	2	-29.39	-29.6	-71.94	-72.15	98	98.444	98.774	98.827	57.895
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	49	25	2	-29.66	-29.09	-72.22	-71.64	98.977	99.167	98.325	98.394	51.237
3.6 . E7	32	362,488,289	2.698	77	50	25	2	-27.97	-27.89	-70.52	-70.44	98.433	-98.378	-98.159	-98.203	53.71

Tabel 4.14. Hasil Simulasi Skenario 3 dengan menaikkan nilai Gain *Wanted Transmitter*

Tinggi Antena		GAIN (dBi)		Daya TX		Jarak (Km)		iRss unwanted (dBm)		iRss blocking (dBm)		Reference Cell		OFDMA System		Percentage of dropped users in soft handover (%)
Tx It (m)	Tx Wt (m)	It	Wt	It(dBm)	Wt (dBm)	It - Vr	Wt - Vr	Mean	Variance	Mean	Variance	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	Average Capacity Loss (%)	Average Bitrate Loss (%)	
3.6 . E7	32	23.93	15.0	77	40	25	2	-31.47	-31.47	-74.02	-74.02	99.735	99.872	99.639	99.668	59.649
3.6 . E7	32	23.93	15.5	77	40	25	2	-30.53	-30.12	-73.08	-72.67	99.483	99.492	99.593	99.616	54.737
3.6 . E7	32	23.93	16.0	77	40	25	2	-31.41	-31.41	-73.96	-73.96	99.49	99.319	99.526	99.559	53.687
3.6 . E7	32	23.93	16.5	77	40	25	2	-31.28	-31.28	-73.83	-73.83	99.752	99.81	99.538	99.577	52.632
3.6 . E7	32	23.93	17.0	77	40	25	2	-32.95	-32.95	-75.5	-75.5	99.744	99.835	99.46	99.484	52.982
3.6 . E7	32	23.93	17.5	77	40	25	2	-28.74	-28.74	-71.3	-71.3	99.756	99.833	99.459	99.476	51.761
3.6 . E7	32	23.93	18.0	77	40	25	2	-31.56	-31.97	-74.12	-74.52	98.947	99.187	99.368	99.401	50.526
3.6 . E7	32	23.93	18.5	77	40	25	2	-21.79	-21.79	-64.34	-64.34	99.749	99.865	99.315	99.359	50.333
3.6 . E7	32	23.93	19.0	77	40	25	2	-27.52	-27.1	-70.01	-69.65	99.02	99.083	99.222	99.273	50.883
3.6 . E7	32	23.93	19.5	77	40	25	2	-31.33	-31.33	-73.88	-73.88	99.735	99.85	99.273	99.323	46.316
3.6 . E7	32	23.93	20.0	77	40	25	2	-29.42	-28.03	-71.97	-70.58	99.471	99.643	99.064	99.093	44.876

Dari hasil simulasi dengan menaikkan nilai power pada Wt (Gambar 4.13 dan Tabel 4.13) terlihat bahwa nilai capacity loss cenderung konstan dengan nilai yang cukup tinggi (>98%). Hal ini menunjukkan pengaruh menaikkan power pada Wt pada skenario ini tidak ada dan tidak mengurangi nilai interferensi yang ada.

Sementara pada hasil simulasi dengan menaikkan nilai Gain pada Wt (Gambar 4.14 dan Tabel 4.14) memperlihatkan bahwa walaupun nilai *capacity loss* cenderung konstan dan tinggi (>98%), tetapi tingkat *dropped user* cenderung berkurang apabila nilai Gain dinaikkan. Walaupun demikian langkah ini tidak mengurangi tingkat interferensi pada kedua sistem.

D. Perbandingan Antara Kondisi di Lapangan dan Hasil Simulasi

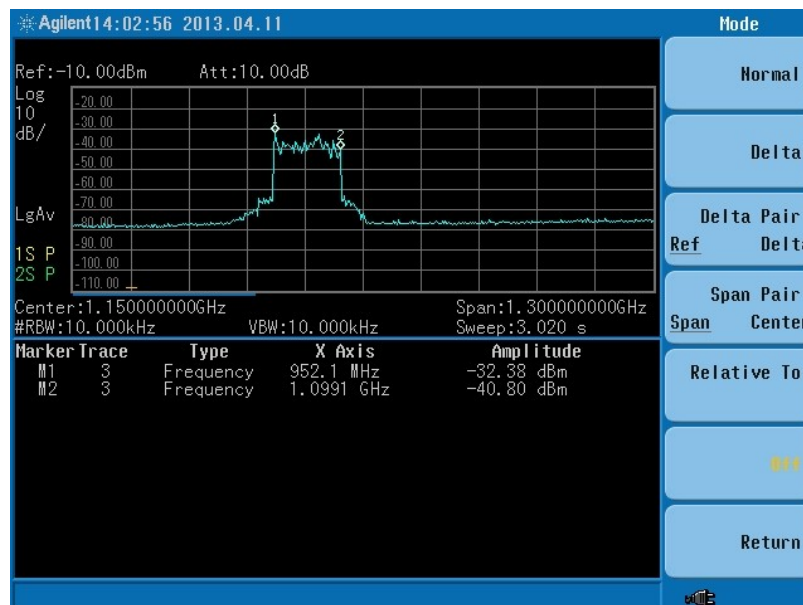
Belum adanya kasus di dunia yang sama persis membahas mengenai sharing frekuensi 2,5 GHz antara Mobile WiMax dan sistem BSS, hal ini disebabkan karena pita frekuensi 2,5 GHz di negara lain digunakan hanya untuk kepentingan layanan telekomunikasi BWA bukan untuk BSS. Hanya Indonesia yang menggunakan pita frekuensi 2,5 GHz (S-Band) untuk layanan BSS. Pada bagian ini penulis membandingkan teknik mitigasi frekuensi yang digunakan dalam menyelesaikan kasus interferensi pada frekuensi 2,5 GHz yang digunakan oleh PT.MCI yang terinterferensi dengan pengguna frekuensi dengan menggunakan teknologi Fix WiMax di band frekuensi 2,3 GHz.

Terdapat kasus Interferensi di Wilayah Jabodetabek antara Penyelenggara BWA di pita frekuensi 2,3 GHz (First Media) dengan penyelenggara DTH-TV Satelit / BSS di pita frekuensi 2,5 GHz (PT. MCI). Dalam hal ini interferensi dapat disebabkan oleh beberapa kondisi sebagai berikut :

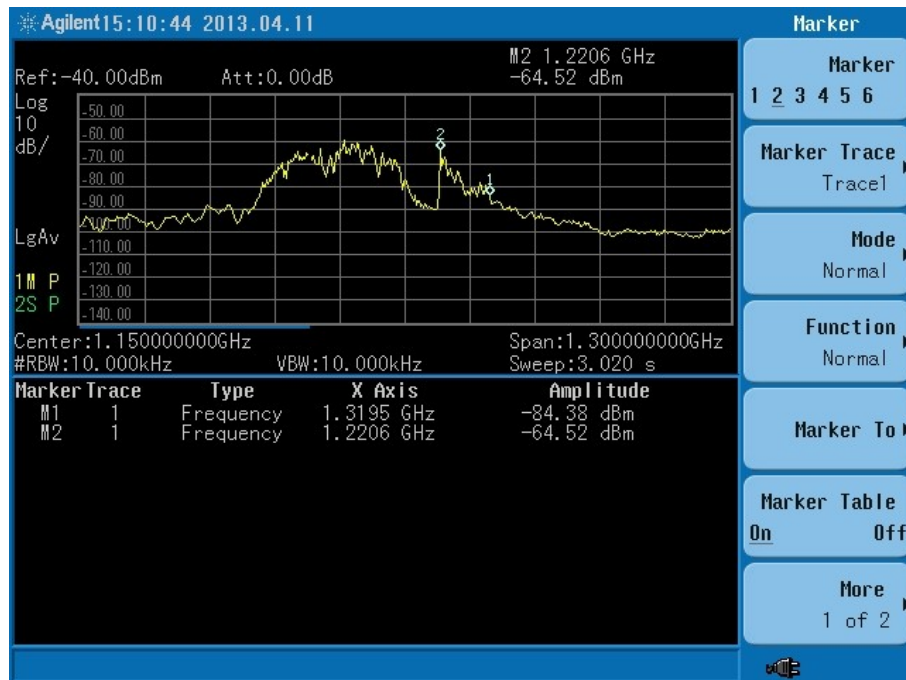
- a. Kondisi LNB dari BSS yang mampu menangkap range frekuensi yang lebar di sisi receivernya.
- b. Adanya intermodulasi dari perangkat BSS sendiri sebagai akibat sinyal yang dibangkitkan kembali.
- c. Spurious BWA yang kemungkinan sudah rendah, tetapi tetap lebih tinggi dari level penerimaan sinyal satelit.

Balmon DKI telah melakukan pengukuran dengan hasil sebagai berikut :

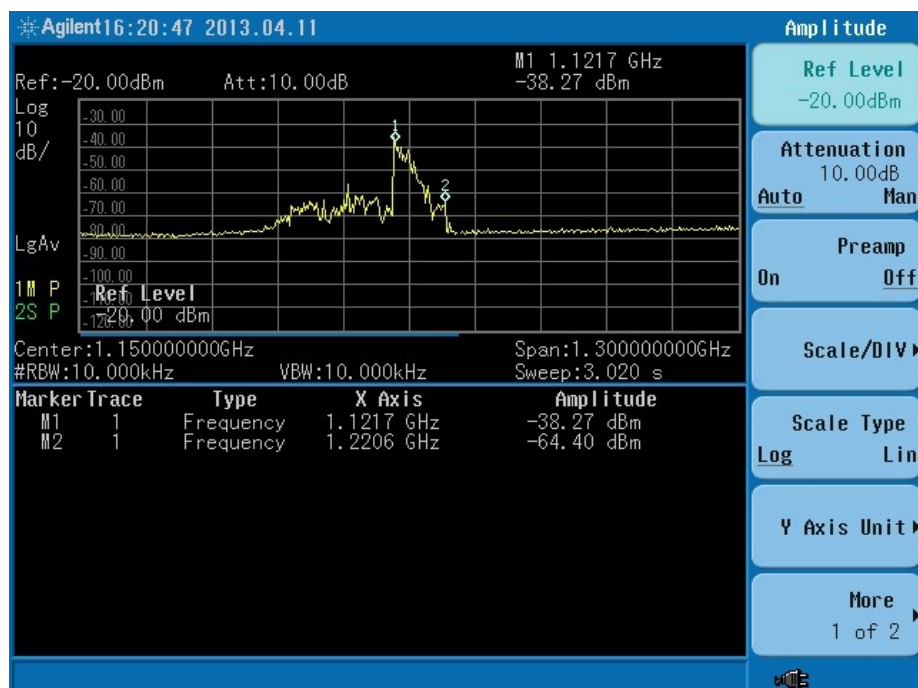
1. Tambahan Pengukuran LNB menggunakan Network Analyzer



Gambar 4.15. Network Analyzer dengan range 2520 s/d 2670 MHz

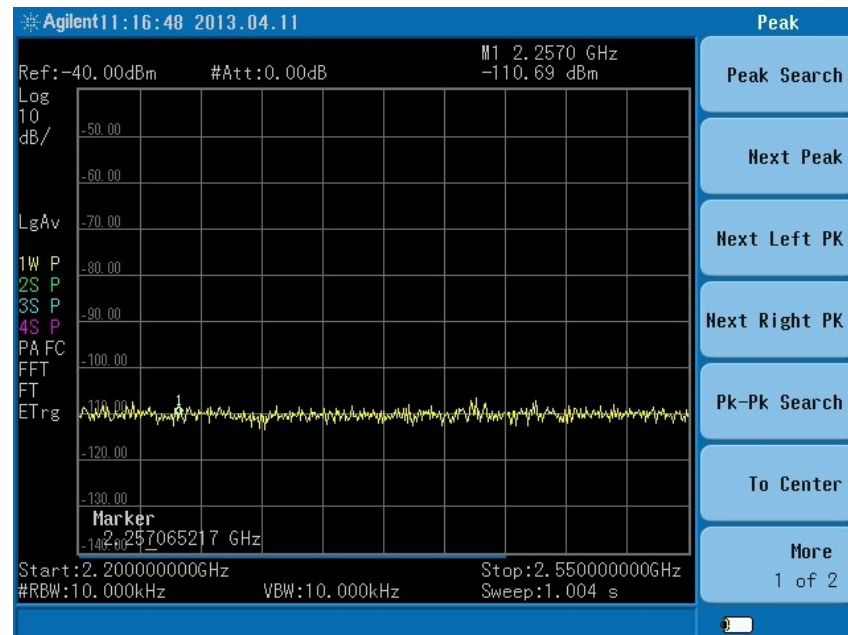


Gambar 4.16. Network Analyzer dengan range 2300 s/d 2240 MHz

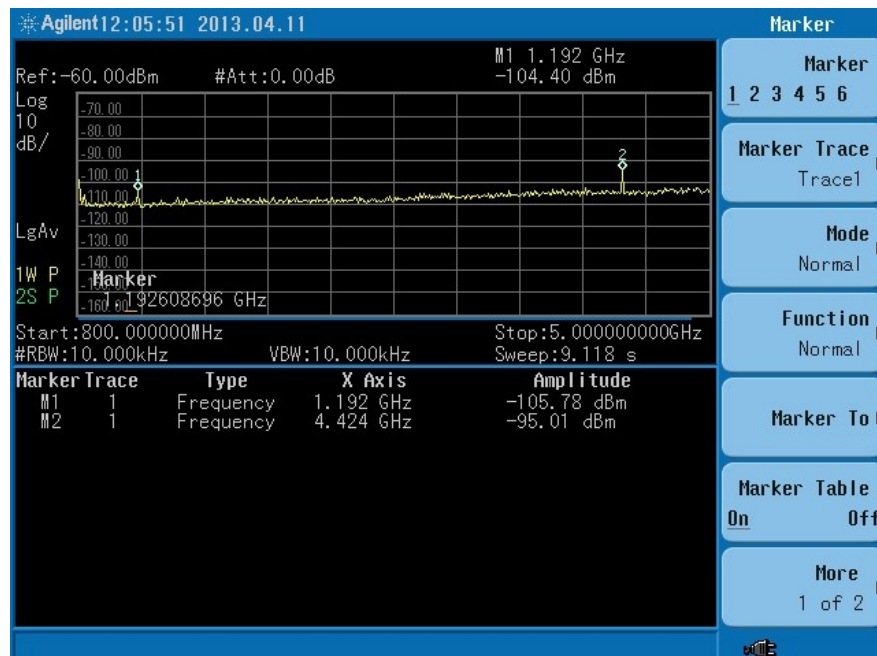


Gambar 4.17. Network Analyzer dengan range 2400 s/d 2500 MHz

2. Pengukuran Sebelumnya kondisi LNB OFF

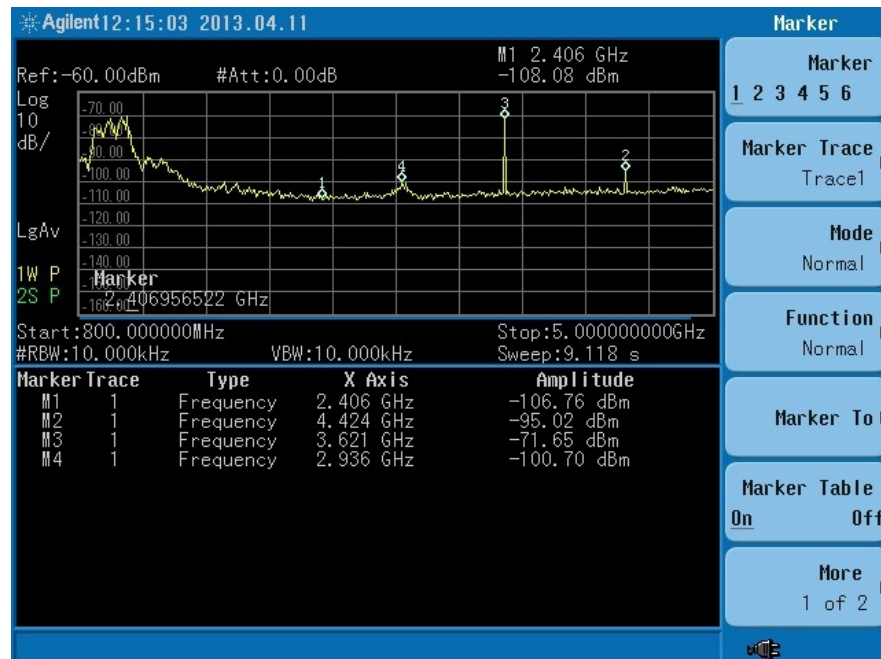


Gambar 4.18. Kondisi Luar Ruang Scanning dari 2200 MHz sampai 2550 MHz



Gambar 4.19. Kondisi Luar Ruang Scanning dari 800 MHz sampai 5000 MHz

3. Pengukuran Sebelumnya kondisi LNB ON



Gambar 4.20. LNB ON Output scanning dari 800 MHz sampai 5000 MHz

LNB ON Output scanning dari 800 MHz sampai 5000 MHz, Terdapat Noise internal di Frekuensi 3620 yang merupakan Freq Oscilator Mixer internal dari LNB sendiri.

Tabel 4.15. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Gangguan PT. MCI

No.	First Media	3G XL	DCS XL	INTERFERENCE	
				STATUS	LEVEL
1	ON	OFF	OFF	CLEAR	
2	OFF	ON	OFF	INTERFERENCE	MEDIUM
3	OFF	OFF	ON	CLEAR	
4	ON	ON	OFF	INTERFERENCE	HIGH
5	ON	OFF	ON	INTERFERENCE	LOW
6	OFF	ON	ON	INTERFERENCE	LOW
7	ON	ON	ON	INTERFERENCE	MEDIUM
8	OFF	OFF	OFF	CLEAR	

Sehingga dari hasil ukur di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Ada kemungkinan penyebab gangguan berasal dari First Media karena ketika First Media ON maka interferensi timbul.
2. Ada kemungkinan bahwa gangguan timbul karena adanya proses intermodulasi karena ketika penyelenggara 3G ON (ketika First Media OFF) maka interferensi juga terjadi.

Solusi yang dapat dilakukan dalam mengatasi kasus interferensi di atas adalah :

- a. Modifikasi LNB untuk penyelenggara BSS sehingga memiliki range penerimaan yang lebih sempit.
- b. Pemasangan antena receiver di sisi BSS yang lebih lebar dan menguncup sehingga mempersempit sudut kedatangan dari frekuensi BWA.

Pengukuran yang dilakukan di lapangan merupakan implementasi dari skenario 2 dengan penerapan band segmentasi. Dengan linterferer merupakan penyelenggara sistem Fix WiMax dan Victim merupakan penyelenggara BSS DTH-TV. Salah satu teknik mitigasi interferensi yang dilakukan pada kasus di atas dapat pula diterapkan pada kasus sharing frekuensi dengan opsi band segmentasi, namun dibutuhkan kajian lebih lanjut.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dari keseluruhan hasil simulasi terlihat bahwa metode Sharing frekuensi 2,5 GHz antara teknologi Mobile WiMax dan DTH-TV Satelit belum dapat dilakukan karena masih timbulnya interferensi.
2. Secara keseluruhan teknik mitigasi interferensi yang diterapkan pada simulasi baik pada opsi zona segmentasi, opsi band segmentasi maupun menaikkan daya dan gain pada W_t dapat diterapkan, namun pada skenario 3 dimana Satelit Indostar menginterferensi Mobile WiMax pada sisi Down Link, nilai probabilitas interferensi sangat besar yang dapat menyebabkan terjadinya tingkat dropped user yang cukup besar pula. Hal ini disebabkan karena sistem DTH-TV Satelit merupakan sistem Broadcast yang daerah cakupannya sangat luas meliputi daerah cakupan dari sistem mobile WiMax.
3. Banyak kasus Interferensi di lapangan antara Komunikasi Satelit dan Komunikasi Terrestrial, baik yang menggunakan frekuensi yang sama maupun frekuensi yang berbeda, hal ini disebabkan oleh banyak faktor dan perlu ditinjau secara khusus.

B. Saran

1. Teknik sharing frekuensi untuk BSS dan Mobile WiMax masih mungkin dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa teknik mitigasi interferensi, namun perlu pengkajian khusus lebih lanjut.
2. Untuk penetapan frekuensi layanan BWA dengan teknologi baru baik Mobile WiMax maupun LTE di Indonesia dapat diterapkan pada band frekuensi 2,5 GHz sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan baik oleh IEEE maupun ITU, dengan syarat pengguna frekuensi BSS / DTH-TV Satelit bermigrasi ke band frekuensi lain sesuai dengan alokasi frekuensi yang telah ditetapkan oleh ITU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ditjen Postel, Artikel “ *Regulasi Frekuensi dan Standarisasi*” ,
http://www.postel.go.id/artikel_c_3_p_93.htm.
- [2] Departemen Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, *Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Indonesia*, Lampiran Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Nomor : 29/PER/M.KOMINFO/07/2009 Tanggal : 30 Juli 2009.
- [3] WiMAX Forum White Papers, *Mobile WiMAX -- Part I: A Technical Overview and performance Evaluation*, August 2006.
- [4] Teemu Pesu, Panu Lähdekorpi dan Jukka Lempiäinen, *Deployment Of Mobile Wimax In Urban Environment*, The 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2008), 2008
- [5] S. R. Saunders, *Antennas and propagation for wireless communication systems*, John Wiley & Sons Ltd, 1999.
- [6] WiMAX forum, *Compatibility Of Services Using Wimax Technology With Satellite Services In The 2.3 - 2.7 GHz and 3.3 - 3.8 GHz bands*.
- [7] Wiley, *Handbook on Satellite Communications (HSC)*(Edition 3)
- [8] Elbert, Bruce R., *The Satellite Communication Application Handbook second edition*, Artech Houston Inc, Boston, London, 2004

- [9] Setiawan, Edy, *Masukan ASSI : Regulasi dan Prinsip Pemanfaatan Alokasi Spektrum 2,5 GHz*, Pokja Broadband MASTEL – Sub Pokja 2,5 GHz, 21 Januari 2010
- [10] Mulyadi, *Regulasi Persatelitan Indonesia dan Perencanaan Frekuensi Satelit*, Workshop Pengelolaan Orbit Satelit, Denpasar, 2 Desember 2011
- [11] Kasi Tata Kelola Hubungan Antar Penyelenggara, *Koordinasi Satelit dan Prosedur Penerbitan Hak Labuh*, Bali, Nopember 2011.
- [12] Suryanto, Yohan, *Sharing Alokasi Frekuensi 3.5 GHz di Indonesia, BWA 3.5 GHz dan Satellite Ext-C (down link 3.4-3.7 GHz) FSS Rev.2*, 9, November 2006
- [13] Noperita, Eka, *Studi tentang alokasi pita frekuensi BWA Untuk teknologi Wimax*, Universitas Indonesia Depok, Tahun 2008.
- [14] Mustafa, Hendra Cahya, *Mitigasi Interferensi BWA dan FSS untuk Sharing Frekuensi 3,5 GHz*, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok, Tahun 2008.
- [15] Depkominfo, *Work Group Spectrum 4G*, Yogyakarta, 5 – 7 Mei 2010
- [16] European Communications Office, *SEAMCAT Handbook*, Januari 2010
- [17] Davison, Edward M., *Spectrum Issue Related to Satellite Communications*, Satellite Coordination and Policy Office of Spectrum Management

- [18] ITU REPORT 631 —4, “ *Frequency Sharing Between The Broadcasting-Satellite Service (Sound And Television) And Terrestrial Services*”, Question 1/10 and 11, Study Programmes 1A, IC. 1D and 1E/10 and 11, Tahun 1974-1978-1982-1986-1990
- [19] ITU R-REP-634-4, “ *Broadcasting-Satellite Service (Sound and Television) Measured interference protection ratios for planning television broadcasting systems*”, Question 1/10 and 11, Study Programmes 1C/10 and 11, 1D/10 and 11 and 2C/10 and 11, Tahun 1974-1978-1982-1986-1990
- [20] ITU REPORT 215-7, “ *Systems for the Broadcasting Satellite Services (Sound and Television)*”, Question 2/10 dan 11, Study Programme 2A/10 dan 11, Tahun 1963, 1966, 1970, 1974, 1978, 1982, 1986, 1990.
- [21] *REPORT ITU-R SM.2028-1, “Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems”, Question ITU-R 211/1, Tahun 2001-2002.*
- [22] *RECOMMENDATION ITU-R M.1634, Interference protection of terrestrial mobile service systems using Monte Carlo simulation with application to frequency sharing, Question ITU-R 1/8, Tahun 2003.*

- [23] Report ITU-R M.2146, *Coexistence between IMT-2000 CDMA-DS and IMT-2000 OFDMA-TDD-WMAN in the 2500-2690 MHz band operating in adjacent bands in the same area*, Mei 2009.
- [24] ECC Report 122 - *The Compatibility Between GSM Use Onboard Vessels And Land-Based Networks* , Vilnius, September 2008.
- [25] Hasibuan, Elvina, *Analisis Interferensi Penerapan DVB-H/T Terhadap TV PAL Analog Pada Masa Transisi ke Sistem Penyiaran Dijital di Jakarta*, Universitas Indonesia Depok, Tahun 2009.

LAMPIRAN

- A. Parameter Teknis Antena Satelit Indostar-2
- B. Alokasi Frekuensi PT. MCI
- C. Hasil Simulasi Zona Segmentasi
- D. Hasil Simulasi Band Segmentasi

ANTENNA PERFORMANCE

Radiation pattern and gain measurements were conducted in the Labs' 75-foot farfield anechoic chamber. The results are shown in Table 1. Gain has been determined using two techniques:

- 1) Average of the 180° azimuth and elevation radiation pattern integration peak directivities, less an approximation of -0.75 dB for additional losses in the antenna including the following items:

Reflector:	-0.10
Feed:	-0.25
ABS plastic cover:	-0.25
Add'l. Spillover:	-0.10
Cross-pol:	-0.05
<u>Total:</u>	<u>-0.75</u>

- 2) Comparison of peak power level to that of a calibrated standard gain horn. An adjustment of +0.20 dB has been made to the gain values shown in Table 1. This is necessary to correct for the loss associated with a test adapter cable that was required during the measurement to attach to the feed.

Table 1: Swept Frequency On-Axis Gain

Freq. (GHz)	Pattern Integration		Gain-by-Comparison	
	V-pol (13 V)	H-pol (18 V)	V-pol (13 V)	H-pol (18 V)
2.520	24.14	24.19	23.93	23.99
2.535	—	—	24.02	24.10
2.550	—	—	24.06	24.09
2.565	—	—	24.16	24.13
2.580	—	—	24.21	24.12
2.595	24.65	24.12	24.26	24.10
2.610	—	—	24.39	24.15
2.625	—	—	24.38	24.06
2.640	—	—	24.49	24.10
2.655	—	—	24.53	24.05
2.670	24.72	24.34	24.60	24.08

Table 2 shows some of the various pattern quality measures as would pertain the specifications of the INDOSTAR ODU.

Table 2: Radiation Pattern Characteristics at 2595 MHz

Parameter	Radiation Pattern			
	V-pol Az.	H-pol Az.	V-pol El.	H-pol El.
Max. Co-pol Sidelobe	-25	-19	-26	-20
First Sidelobes	-26, -29	-19, -25	-26, -27	-20, -20
On-Axis X-pol	-41	-44	-39	-50
Max. X-pol ($\pm 180^\circ$)	-39	-34	-20	-20
Max. X-pol (1 dB BW)	-40	-41	-23	-24

0°C to 50°C		
Phase noise @ 1 kHz	-60 dBc/Hz ⁽¹⁾	-50 dBc/Hz
@ 10 kHz	-100 dBc/Hz ⁽¹⁾	-75 dBc/Hz
@ 100 kHz	-110 dBc/Hz ⁽¹⁾	-95 dBc/Hz
@ 1 MHz	-112 dBc/Hz ⁽¹⁾	-110 dBc/Hz
DC Power		
LNB power supply	Via output connector	Via output connector
DC voltage/polarization	< 14.5 V/Vertical	13 V normal/Vertical
	> 15.7 V/Horizontal	18 V normal/Horizontal
DC current	Not tested	350 mA max
Transient Protection	Not tested	yes
Interface		
Input port	50 Ω, integrated with feed	50 Ω or TBD
Output port	75 Ω type F female	75 Ω type F female

Antenna Performance (80 cm Antenna)

Parameter	Measured Performance	Specification
Operation frequency	2520 MHz to 2670 MHz	2520 MHz to 2670 MHz
Polarization Type	Dual linear	Dual linear
Gain in frequency band	23.93 dBi ⁽¹⁾	24.2 dBi
First sidelobe	-19 dB max	-20 dB max
Cross polarization level	-39 dB max on-axis	-25 dB max on-axis
	-23 dB max in 1 dB beamwidth	-20 dB max in 1 dB beamwidth
Antenna G/T including LNB (ambient)	4.6 dB/K min in Zenith 5.0 dB/K min @ 60° elevation	4.1 dB/K min @ 80° elevation

Mechanical

Parameter	Measured Performance	Specification
Antenna type	Offset reflector antenna	Offset reflector or flat antenna
Mount type	Elevation over azimuth	Elevation over azimuth
Elevation adjustment range	11.4° to 105.9°	50° to 90°
Azimuth adjustment range	Wall mount: ±90°	±90°
Polarization adjustment	360°	±90°

Environment

Wind: Operational	Not tested	40 miles/hour
Survival	Not tested	80 miles/hour
Temperature: Operational	OK	0° C to 55° C
Survival	Not tested	0° C to 70° C
Humidity	Not tested	Up to 100%

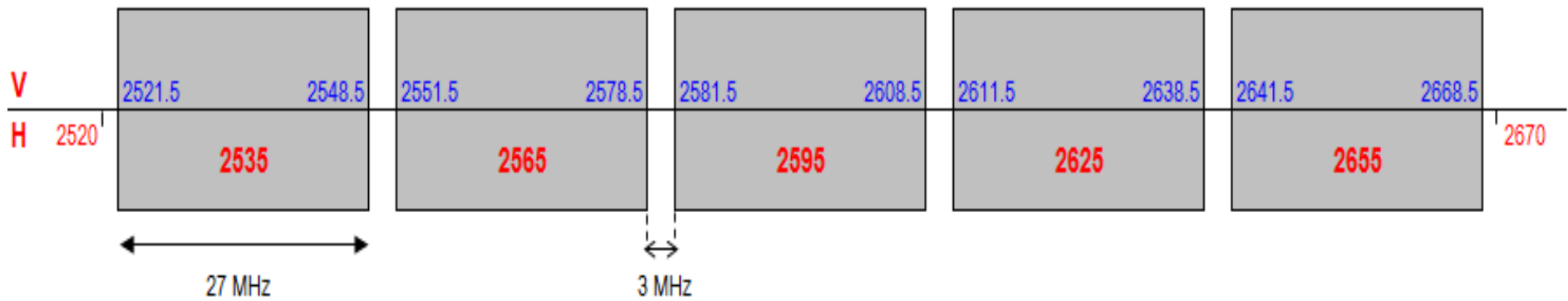
Note:

- 1) Image rejection, P_{1dB}, and phase noise test results are provided by RF-Link. The results are included in Attachment B.



VIDEO TRANSPONDERS LAY OUT OF INDOSTAR-2 SATELLITE

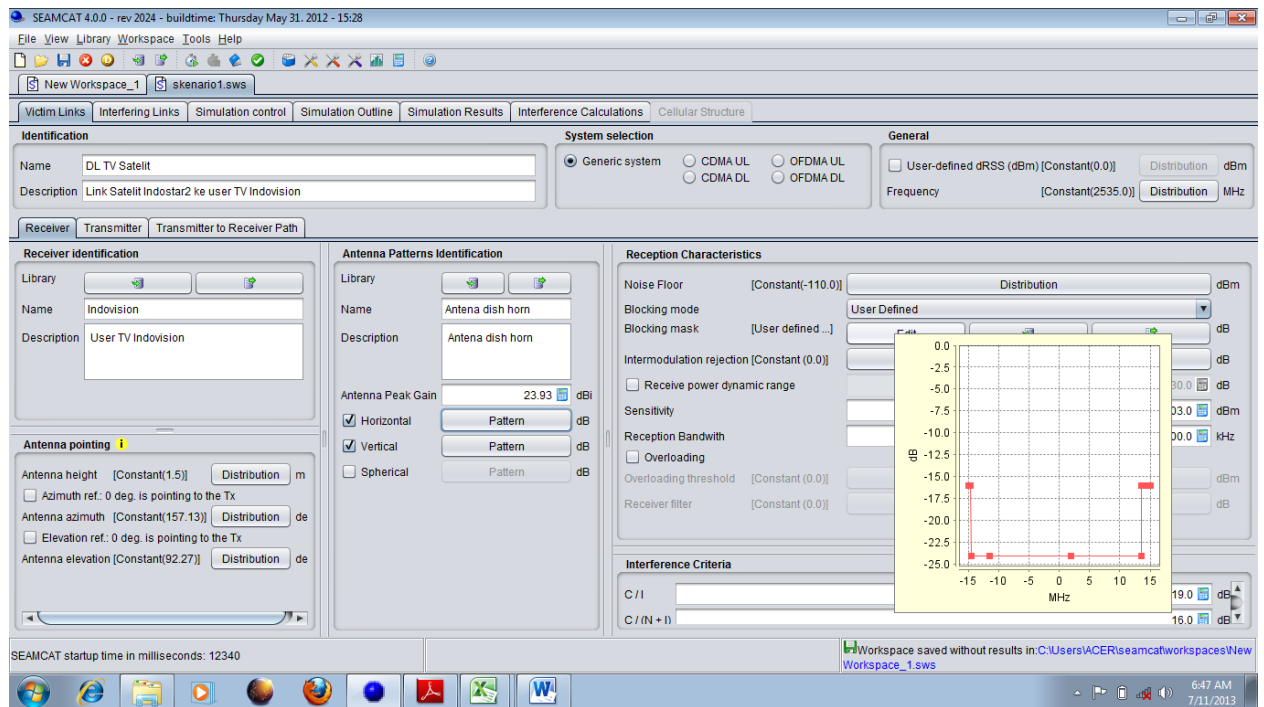
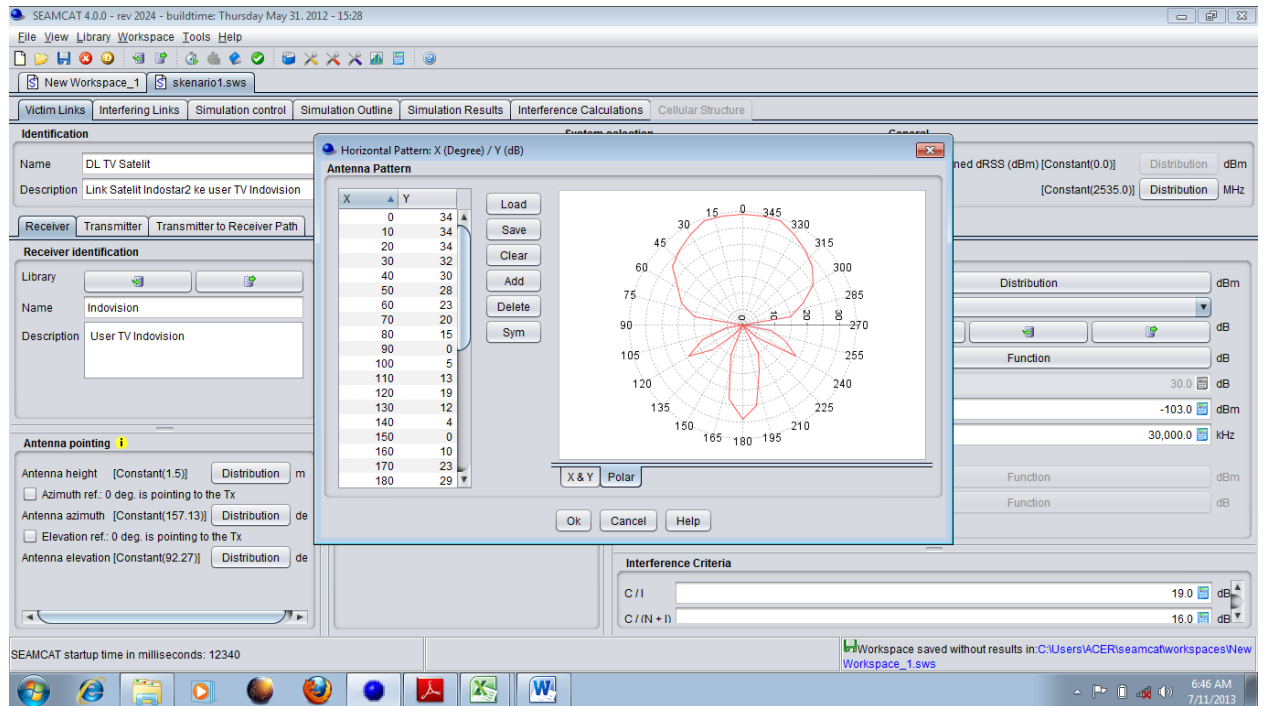
DOWNLINK

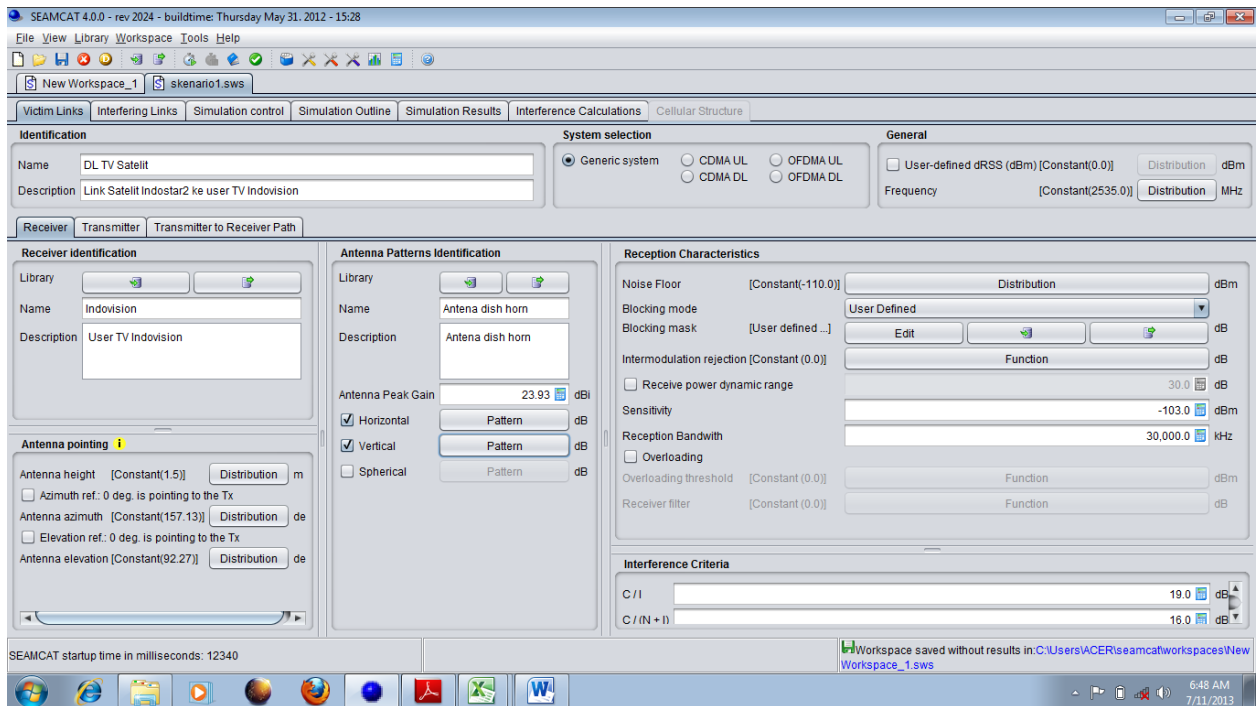
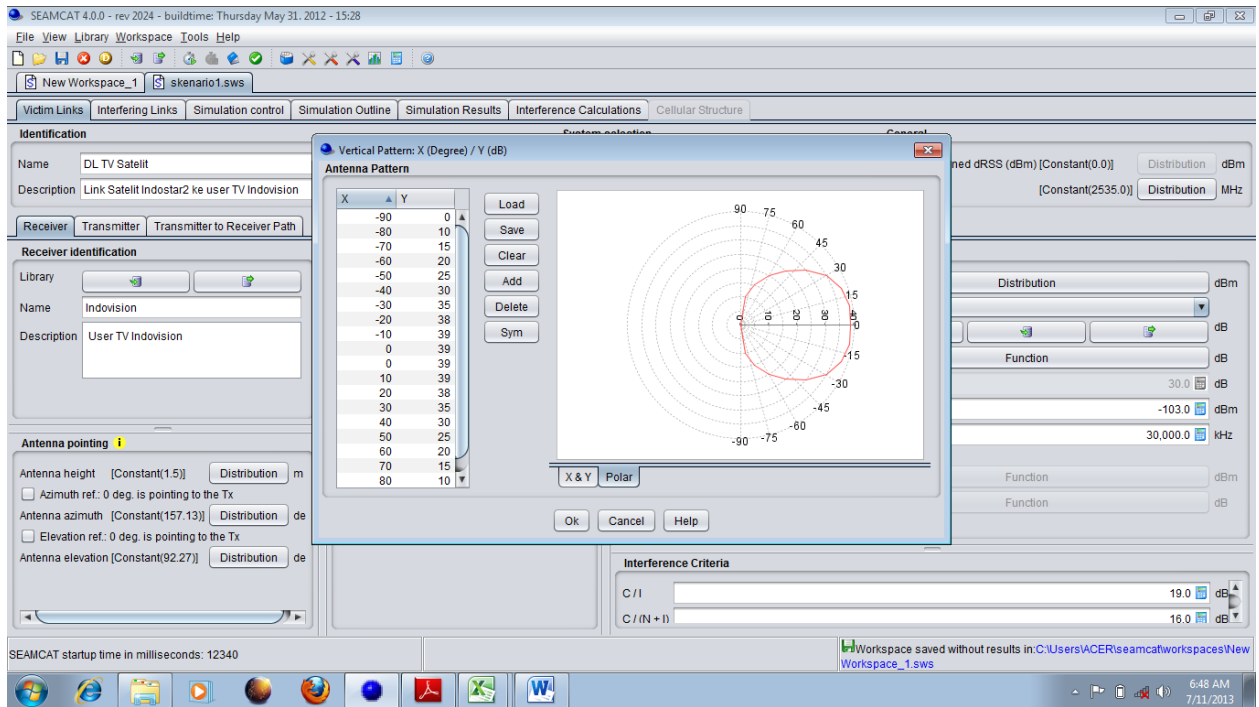


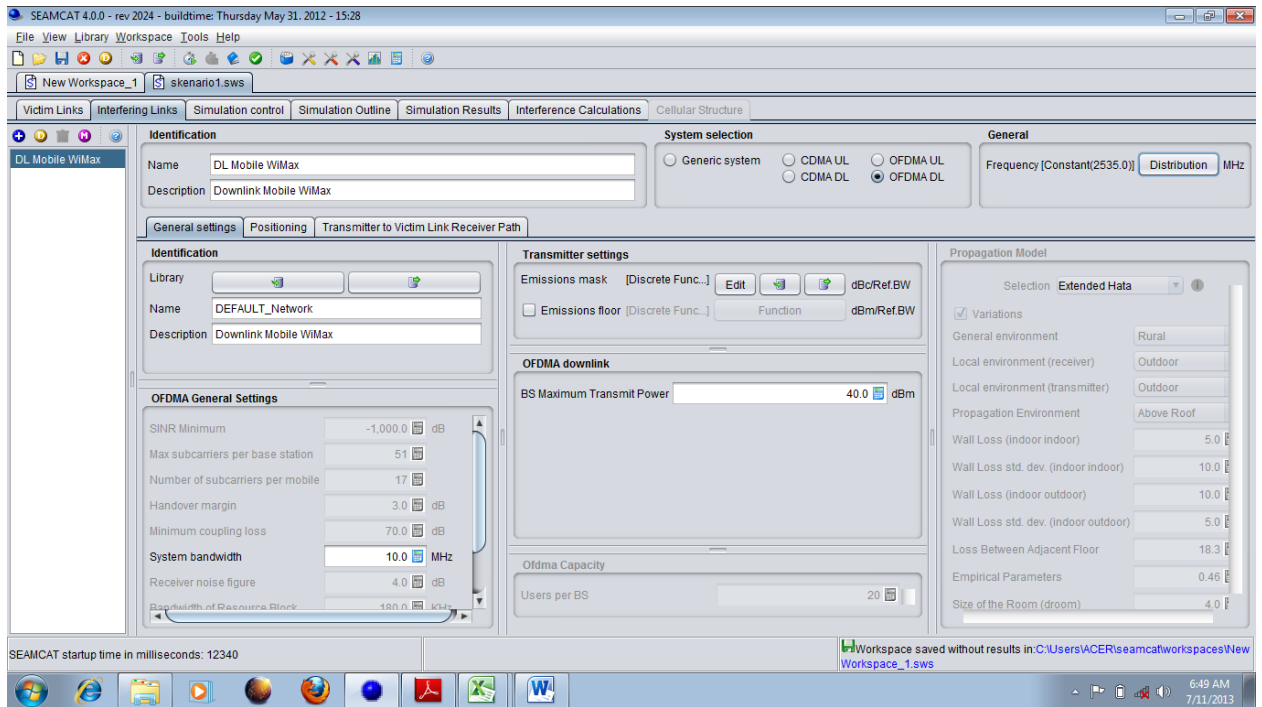
OPSI ZONA SEGMENTASI

SKENARIO 1

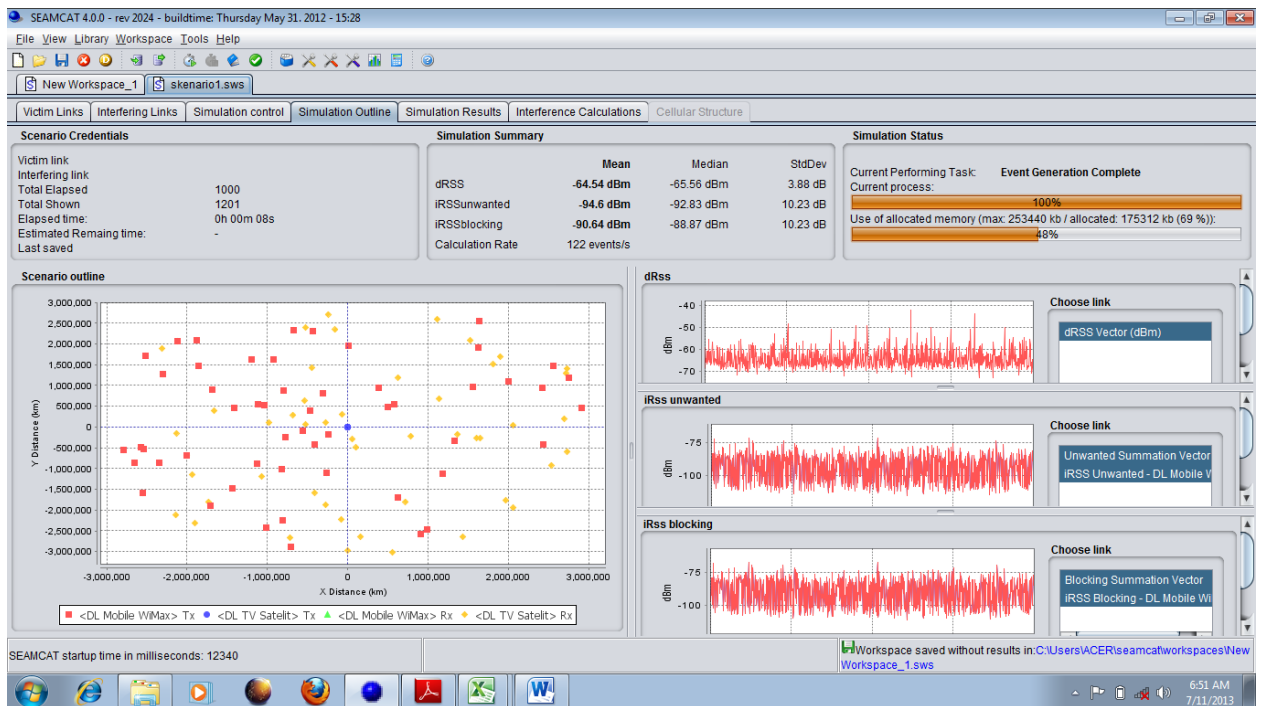
Parameter Yang diinput pada skenario 1 :







Hasil Simulasi skenario 1 pada Opsi Zona Segmentasi :



SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

New Workspace_1 | skenario1.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Calculation Mode

Compatibility

Translation

Signal type

Unwanted

Blocking

Overloading

Intermodulation

Interference Criterion

C / I 19.0 dB

C / (I + N) 16.0 dB

(N + I) / N 3.0 dB

I / N 0.0 dB

General

Events 1000

Events (dRSS > sensitivity) 1000

Sensitivity (dBm) -103.0

Interference Calculation Engine Control

Start Stop First Previous Next Last Delete ICEConfiguration 3 of 3 ICE status: Complete Current process: 100 %

Translation Parameters

Blocking response level / Victim link

Intermodulation response level / Victim link

Power supplied / DL Mobile WiMax

Min (dBm or dB) 0

Max (dBm or dB) 100

Results

Compatibility (single result)

Probability 18.00%

Translation (probability function of translation parameter)

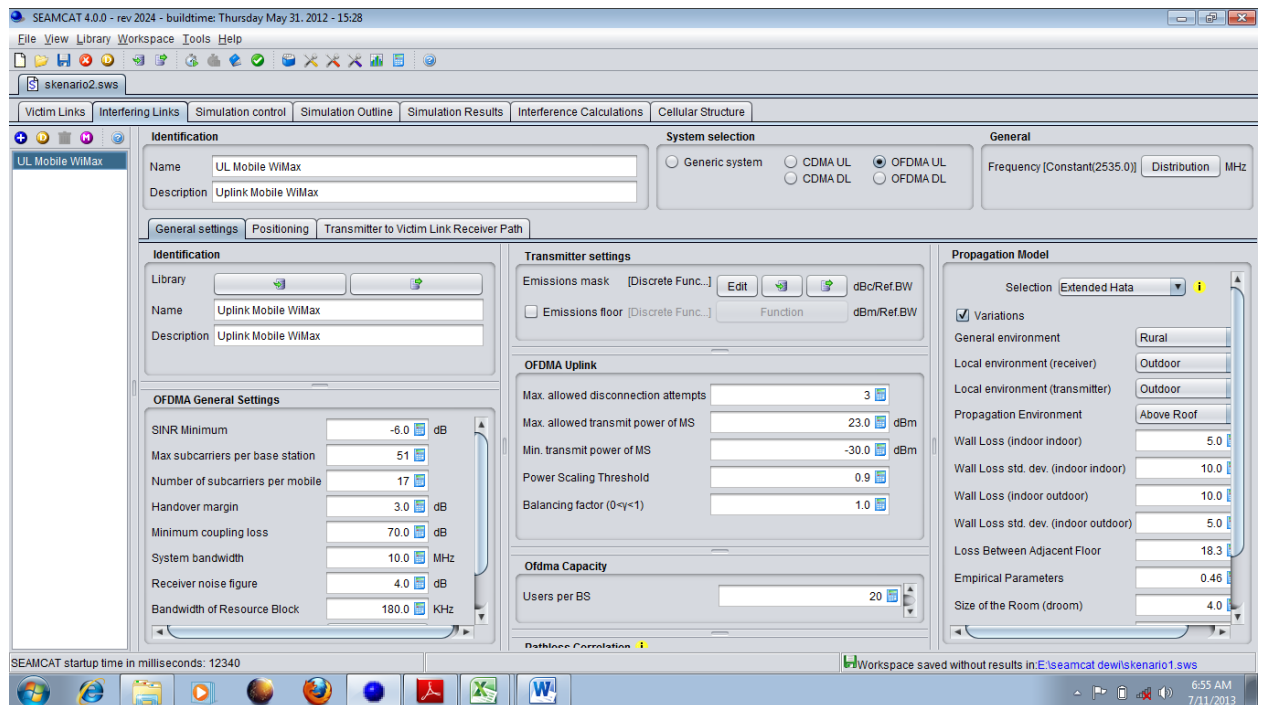
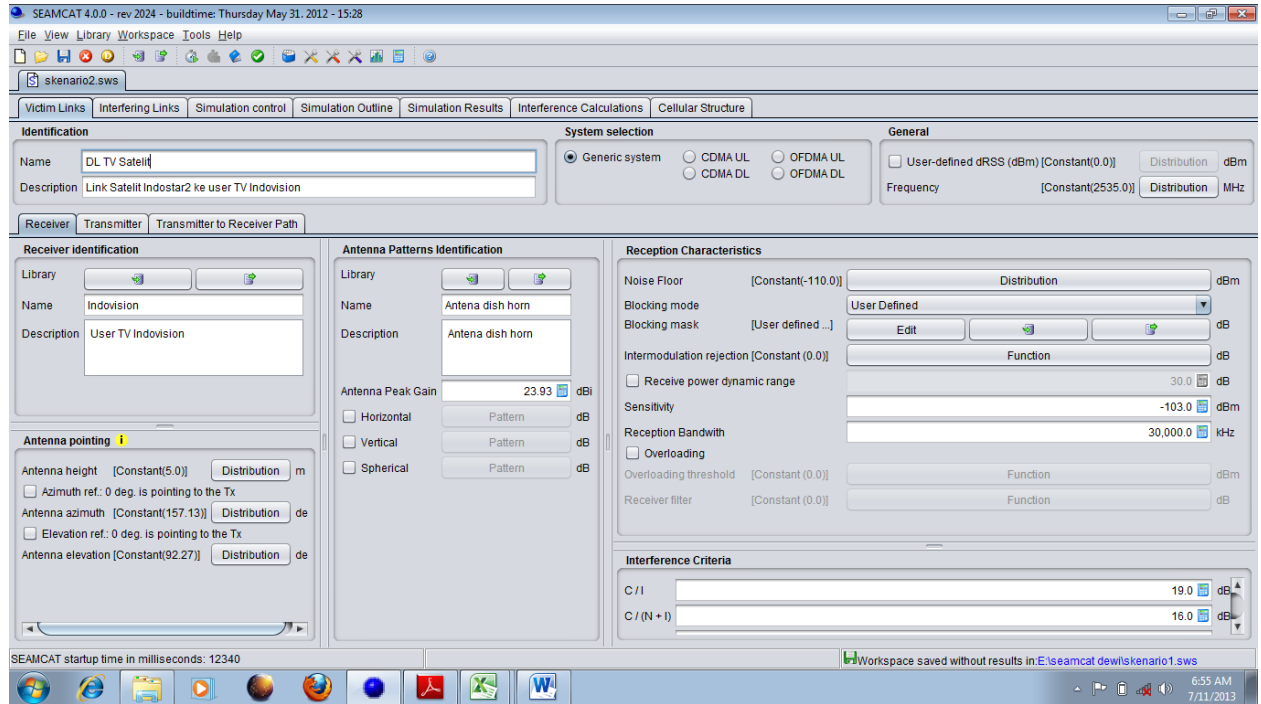
SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: C:\Users\ACER\seamcat\workspaces\New Workspace_1.sws

6:51 AM 7/11/2013

SKENARIO 2

Parameter yang diinput pada Skenario 2 Opsi Zona Segmentasi :



SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Identification
 Name: DL TV Satelit
 Description: Link Satelit Indostar2 ke user TV Indovision

System selection
 Generic system
 CDMA UL
 OFDMA UL
 CDMA DL
 OFDMA DL

General
 User-defined dRSS (dBm) [Constant(0.0)] Distribution dBm
 Frequency [Constant(2535.0)] Distribution MHz

Receiver Transmitter **Transmitter to Receiver Path**

Relative location
 Correlated distance (origin = Victim link transmitter)
 Delta X: 2.0 km
 Delta Y: 2.0 km
 Path azimuth [UniformDistri...] Distribution deg
 Path distance factor [Uniform Polar...] Distribution

Coverage Radius
 Calculation mode: Noise-limited network
 Propagation model: Free Space (ITU-R P.525)
 Ref. antenna height (Rx): 1.5 m
 Ref. antenna height (Tx): 36,000,000.0 m
 Ref. frequency (Tx): 2,535.0 MHz
 Ref. power (Tx): 79,450,980.4 dBm
 Minimum distance: 36,000.0 km
 Maximum distance: 362,488,289.0 km
 Availability: 99.0 %
 Fading Std. Dev.: 0.0 dB

Propagation Model
 Selection: Free Space (ITU-R...)
 Variations
 Variations Std. Dev.: 1.0 dB

SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: E:\seamcat\del\skenario1.sws

6:56 AM 7/11/2013

SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

UL Mobile WiMax

Identification
 Name: UL Mobile WiMax
 Description: Uplink Mobile WiMax

System selection
 Generic system
 CDMA UL
 OFDMA UL
 CDMA DL
 OFDMA DL

General
 Frequency [Constant(2535.0)] Distribution MHz

General settings Positioning Transmitter to Victim Link Receiver Path

Identification
 Library
 Name: Uplink Mobile WiMax
 Description: Uplink Mobile WiMax

OFDMA General Settings
 SINR Minimum: -6.0 dB
 Max subcarriers per base station: 51
 Number of subcarriers per mobile: 17
 Handover margin: 3.0 dB
 Minimum coupling loss: 70.0 dB
 System bandwidth: 10.0 MHz
 Receiver noise figure: 4.0 dB
 Bandwidth of Resource Block: 180.0 KHz

Transmitter settings
 Emissions mask [Discrete Func...] Edit
 Emissions floor [Discrete Func...]
OFDMA Uplink
 Max. allowed disconnection attempts
 Max. allowed transmit power of MS
 Min. transmit power of MS
 Power Scaling Threshold
 Balancing factor (0 ≤ α <math>< 1</math>)
Ofdma Capacity
 Users per BS: 20

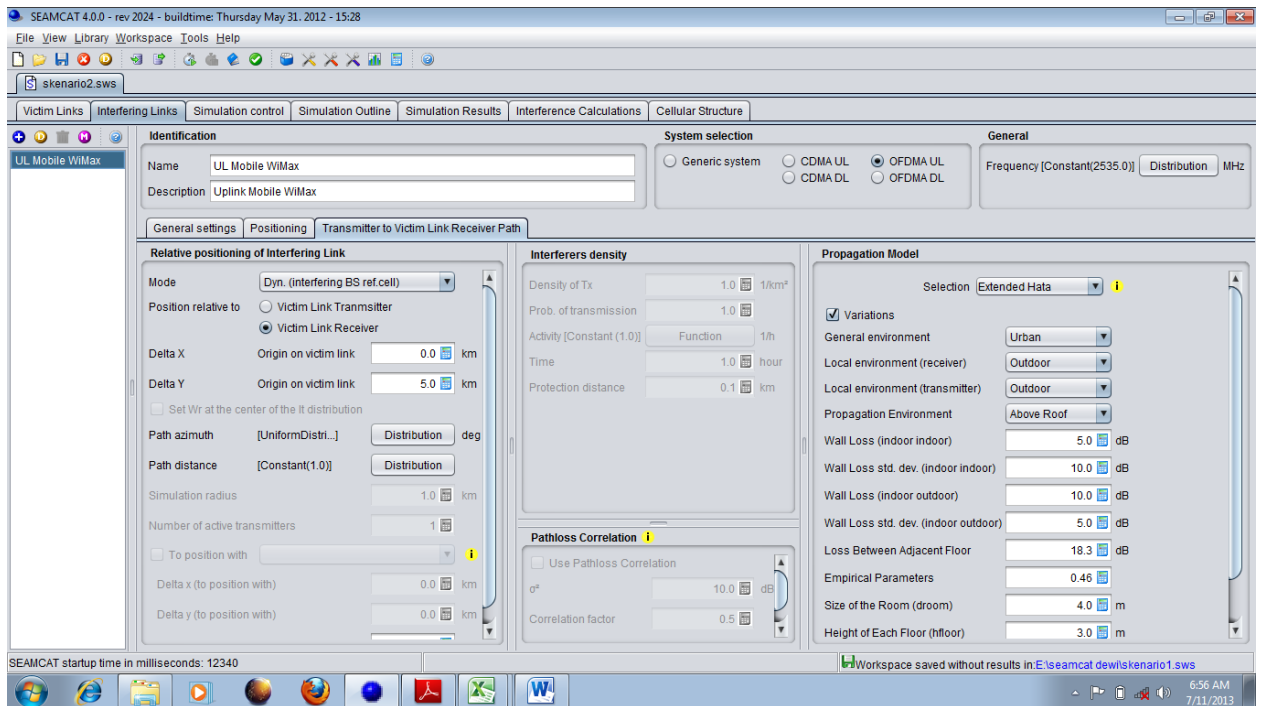
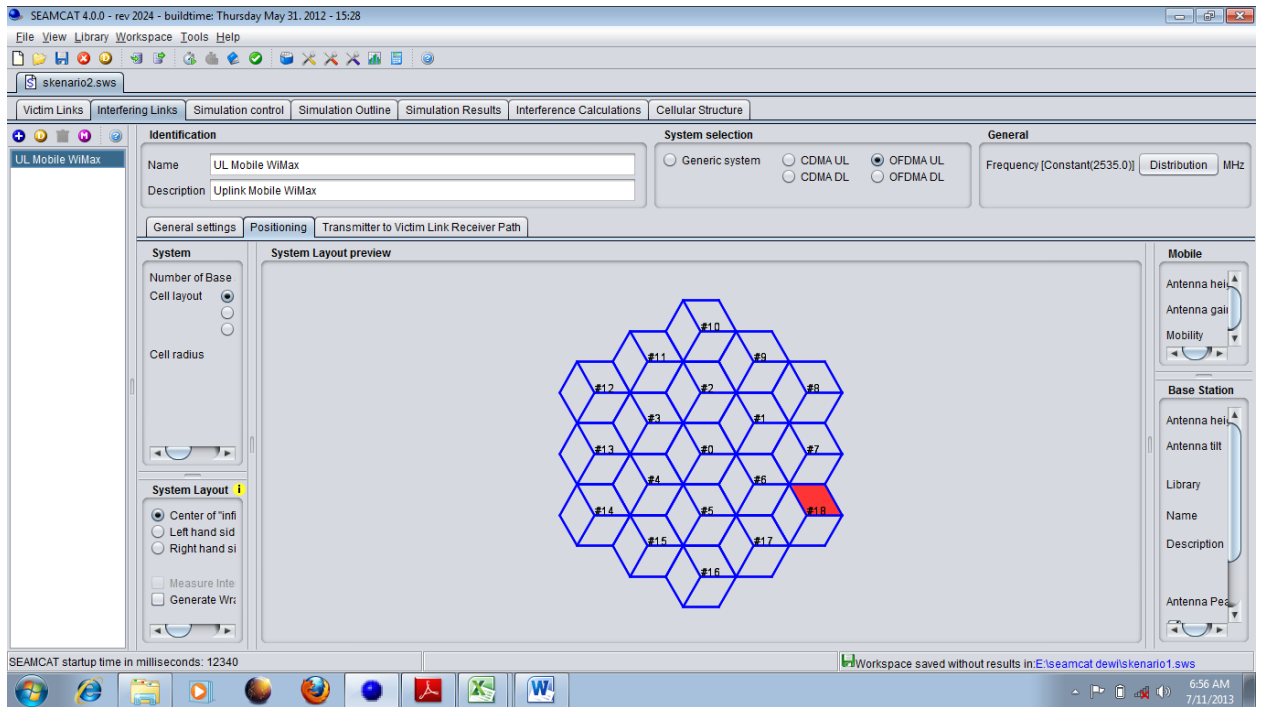
Propagation Model
 Selection: Extended Hata
 Rural
 Outdoor
 Outdoor
 Above Roof
 5.0
 indoor) 10.0
 outdoor) 10.0
 outdoor) 5.0
 18.3
 Empirical Parameters 0.46
 Size of the Room (droom) 4.0

Graph
 dBc vs MHz
 Legend: In Ref. BW, (1Hz) (red line with squares), Normalized in 1 MHz (blue line with circles)
 The graph shows a stepped spectrum mask. The red line (In Ref. BW, 1Hz) has values of -25 dBc from -15 MHz to -10 MHz, -10 dBc from -10 MHz to -5 MHz, 0 dBc from -5 MHz to 5 MHz, -10 dBc from 5 MHz to 10 MHz, and -25 dBc from 10 MHz to 15 MHz. The blue line (Normalized in 1 MHz) is constant at 0 dBc across the entire frequency range.

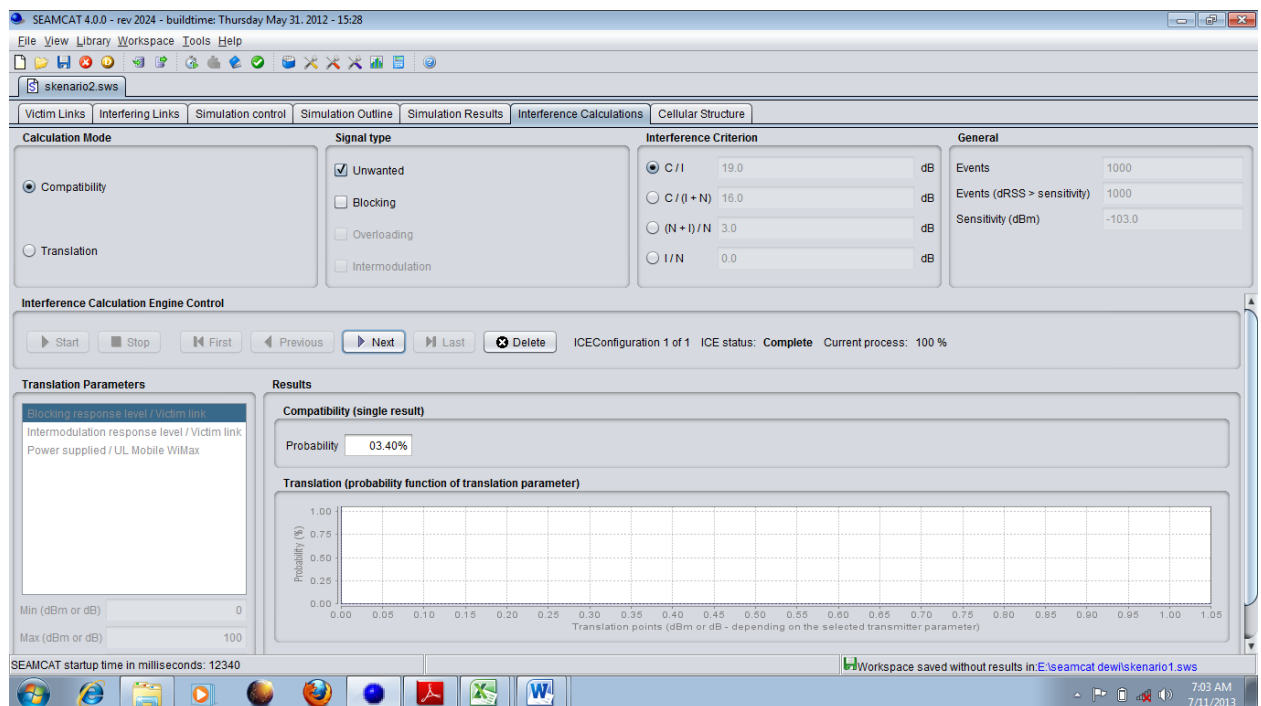
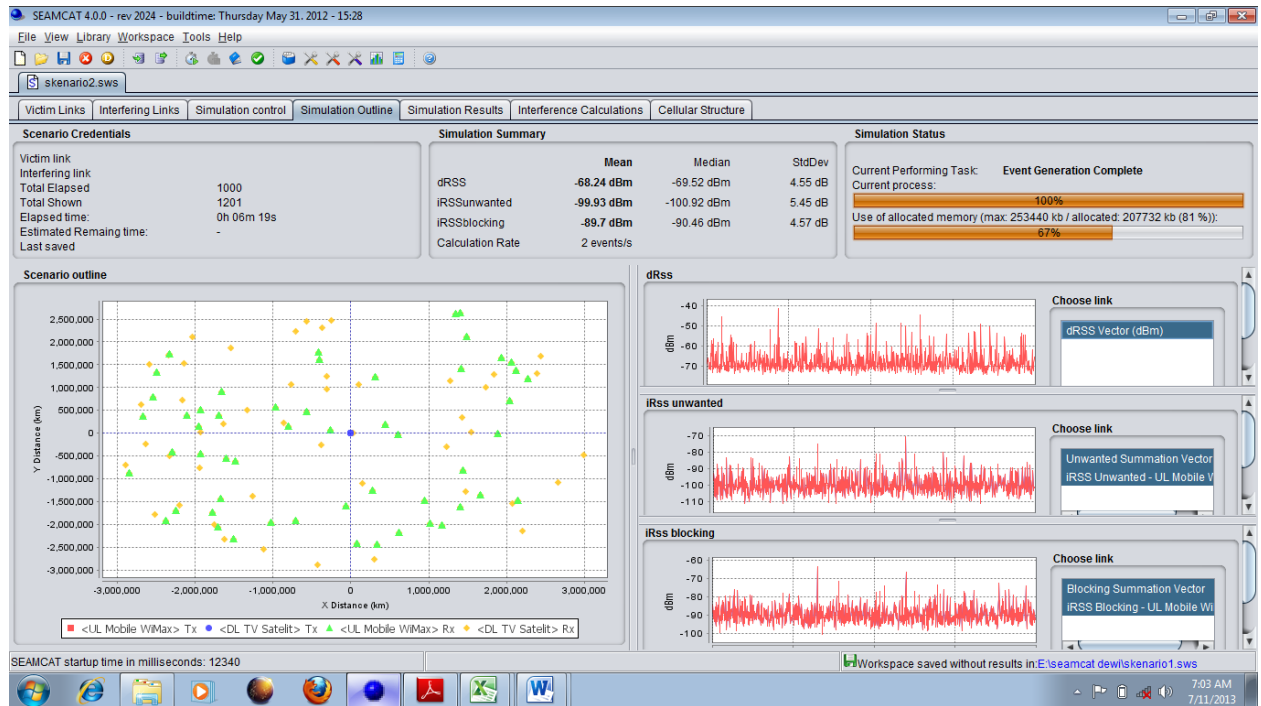
SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: E:\seamcat\del\skenario1.sws

6:56 AM 7/11/2013



Hasil Simulasi Skenario 2 pada Opsi Zona Segmentasi :



SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Plot: Users Dropped Users Connection Lines TX Stats Antenna Pattern Size of Activeist Cell Center External Interferers Cell ID# Legend Display tips

D = 4.673 km

- = voice active user
- = dropped user
- = external interferer

- Click on element to see details
- Zoom using mousewheel or slider
- Grab and drag to recenter
- Double Right click to reset to 100% zoom
- Select user and Ctrl-click any BS to see link data

Summary of last event

Total Users: 171

Connected Users [active / inactive]: 171 [171 / 0]

Dropped Users: 0

Selected System: Uplink Mobile WiMax (Uplink OFDMA System)

Select Sector: 1. (main beam: 60 deg)
 2. (main beam: 180 deg)
 3. (main beam: 300 deg)

Inspect Selected Element

Details Event Vectors Plots settings

Name	Value
Link Direction	Uplink
Frequency	2535.0 MHz
Bandwidth	10.0 MHz
Cell Radius	2.698 km
Number of External Interferers	0
Noise Floor (Thermal Noise)	-99.977 dBm
Propagation Model	Extended Hata
Percentage of active users in soft han...	56.725%
Percentage of dropped users in soft h...	No dropped Users
Processing Gain	0.0

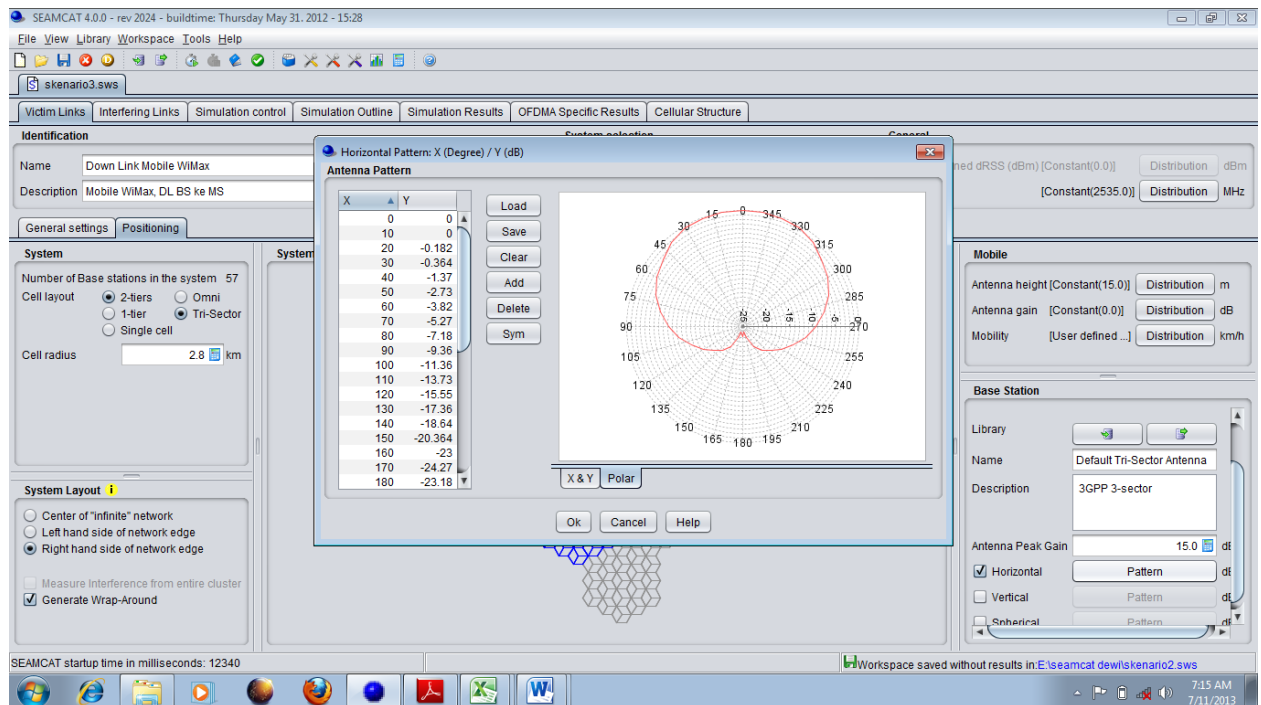
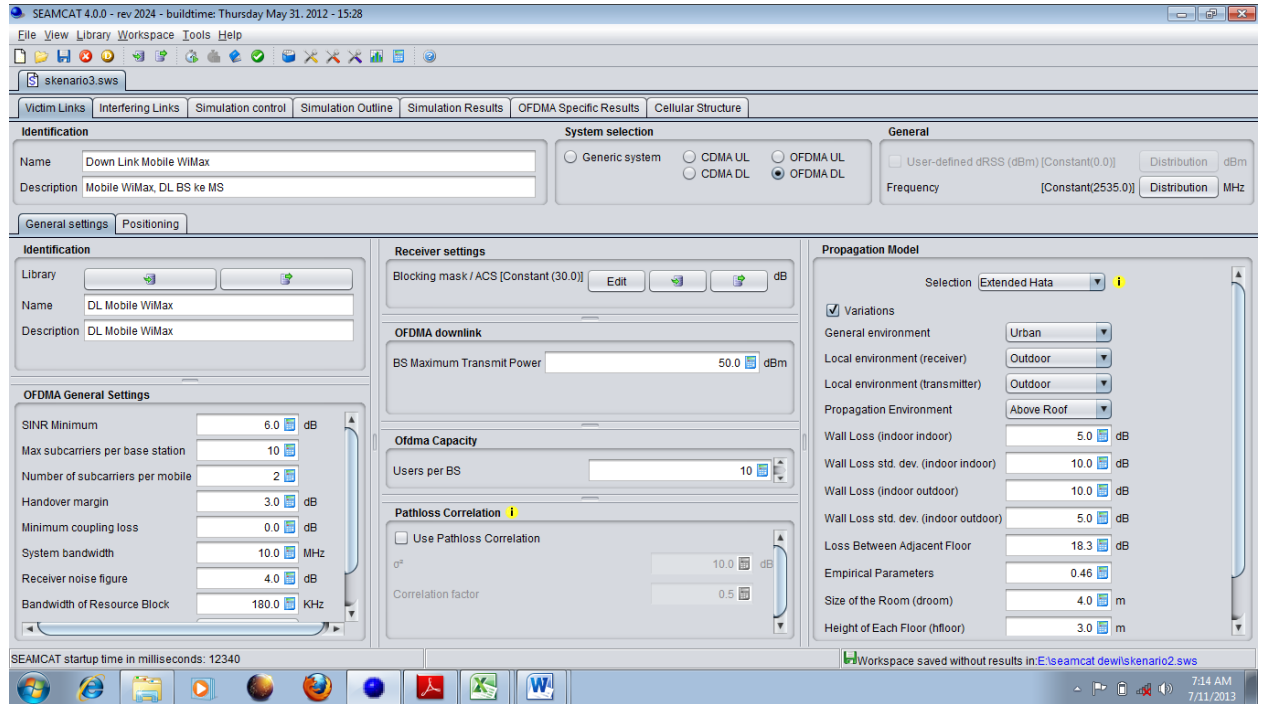
SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario1.sws

7:04 AM 7/11/2013

SKENARIO 3

Parameter yang diinput pada skenario 3 :



SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario3.sws

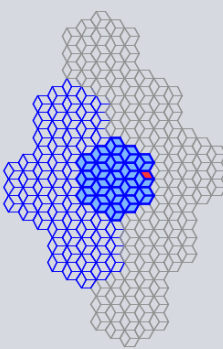
Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results OFDMA Specific Results Cellular Structure

Identification
 Name: Down Link Mobile WiMax
 Description: Mobile WiMax, DL BS ke MS

System selection
 Generic system CDMA UL OFDMA UL
 CDMA DL OFDMA DL

General
 User-defined dRSS (dBm) [Constant(0.0)] Distribution dBm
 Frequency [Constant(2535.0)] Distribution MHz

System
 Number of Base stations in the system: 57
 Cell layout: 2-tiers Omni 1-tier Tri-Sector Single cell
 Cell radius: 2.8 km

System Layout preview


Mobile
 Antenna height [Constant(15.0)] Distribution m
 Antenna gain [Constant(0.0)] Distribution dB
 Mobility [User defined ...] Distribution km/h

Base Station
 Library: Default Tri-Sector Antenna
 Name: Default Tri-Sector Antenna
 Description: 3GPP 3-sector
 Antenna Peak Gain: 15.0 dB
 Horizontal Pattern dB
 Vertical Pattern dB
 Spherical Pattern dB

System Layout
 Center of "infinite" network
 Left hand side of network edge
 Right hand side of network edge
 Measure Interference from entire cluster
 Generate Wrap-Around

SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario2.sws

7:15 AM 7/11/2013

SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario3.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results OFDMA Specific Results Cellular Structure

Identification
 Name: Down Link BSS
 Description: Interferer DVBS

System selection
 Generic system CDMA UL OFDMA UL
 CDMA DL OFDMA DL

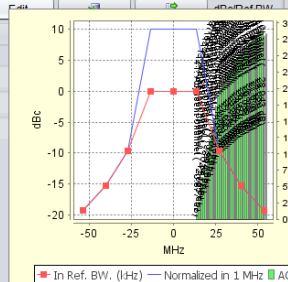
General
 Frequency [Constant(2535.0)] Distribution MHz

Transmitter identification
 Library: Satellite Indostar-2
 Name: Satellite Indostar-2
 Description: Satellite Indostar-2 arah down link

Antenna pointing
 Antenna height [Constant(3600.0)] Distribution m
 Azimuth ref.: 0 deg. is pointing to the Rx
 Antenna azimuth [Constant(2.0)] Distribution deg
 Elevation ref.: 0 deg. is pointing to the Rx
 Antenna elevation [Constant(-26.0)] Distribution deg

Antenna Patterns Identification
 Library: DEFAULT_ANT
 Name: DEFAULT_ANT
 Description:
 Antenna Peak Gain: 23.93 dB
 Horizontal Pattern dB
 Vertical Pattern dB
 Spherical Pattern dB

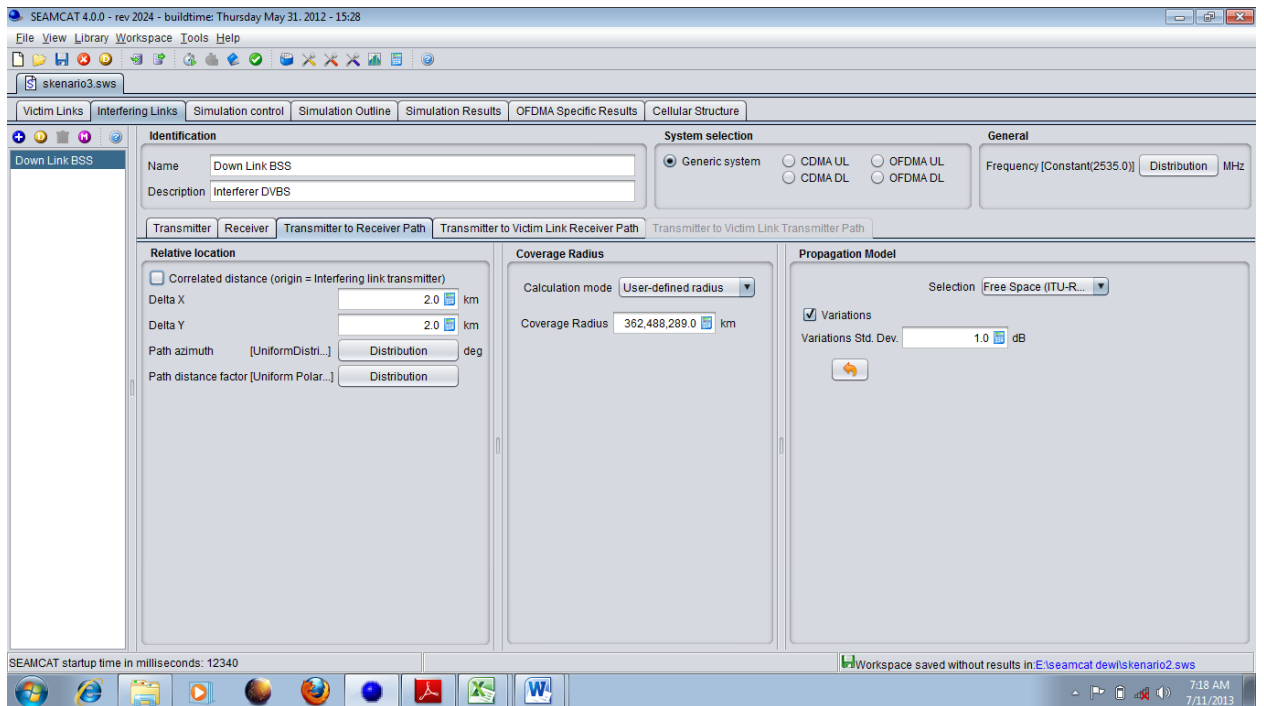
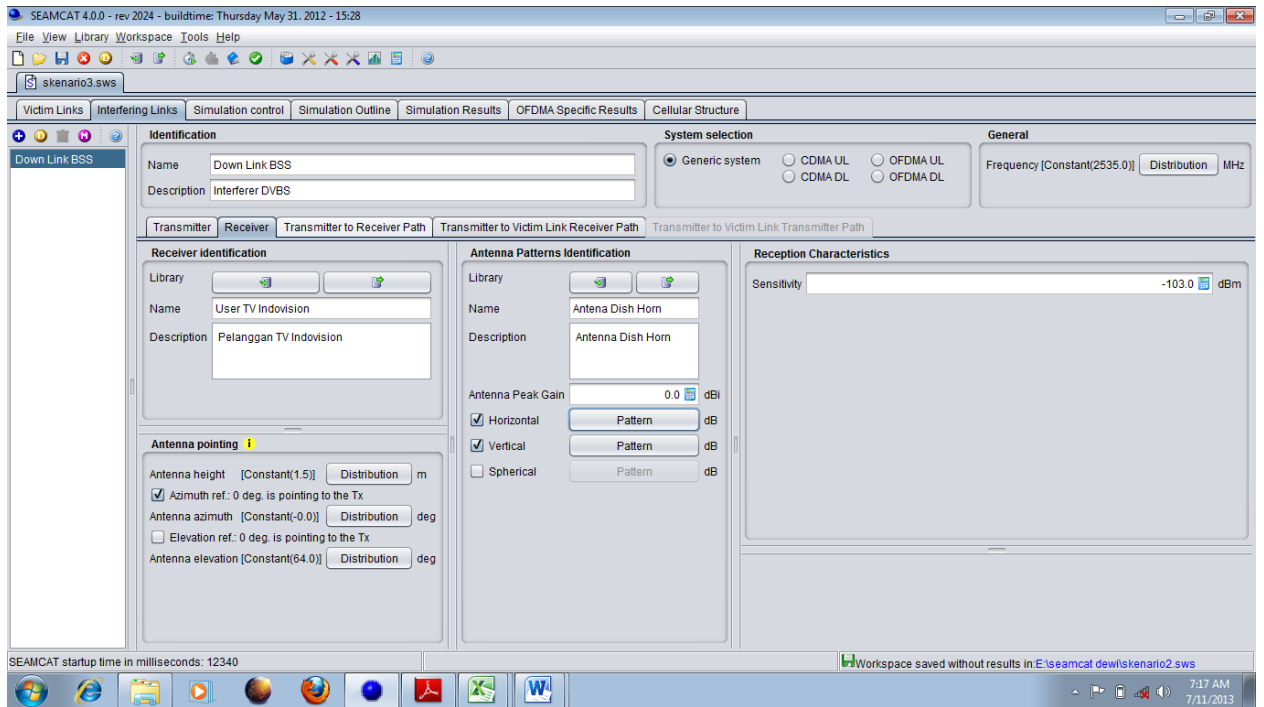
Emission characteristics
 Power [Constant(79.4...)] Distribution dBm
 Interferer is CR
 Emissions mask [Discrete Func.]
 Emissions floor [Discrete Func.]
 Power Control
 Power control step size
 Min threshold
 Dynamic range

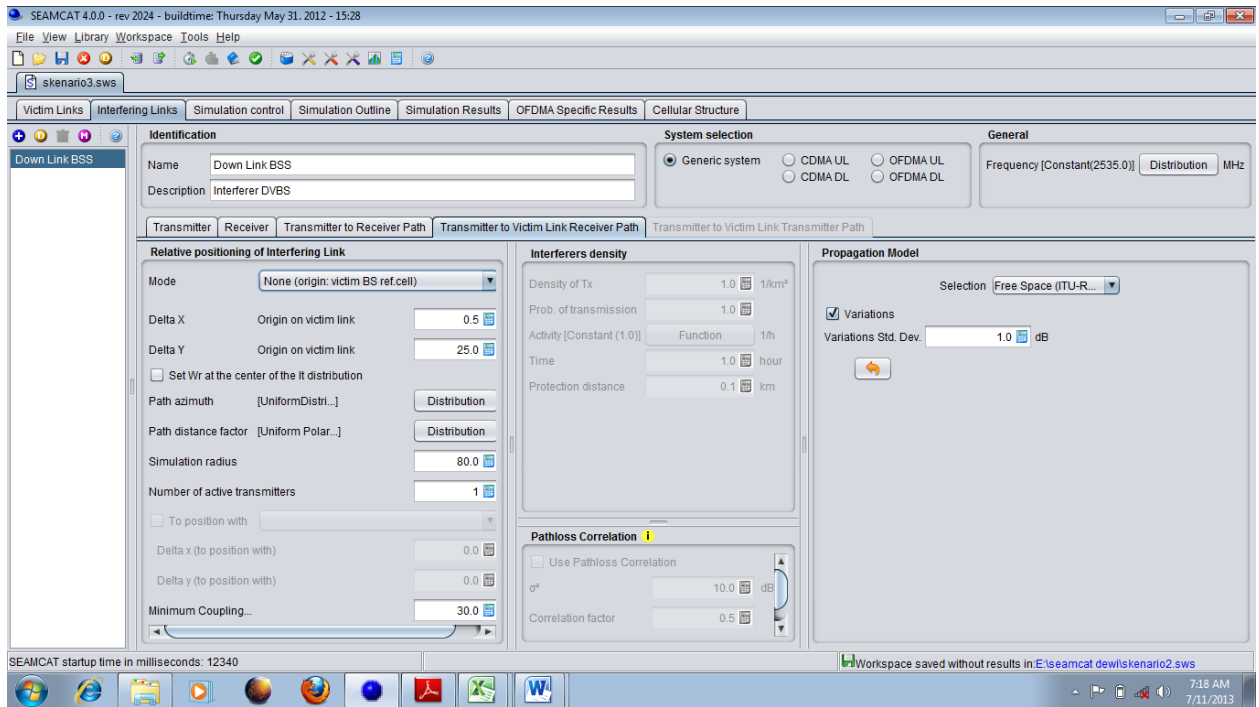
Graph


SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

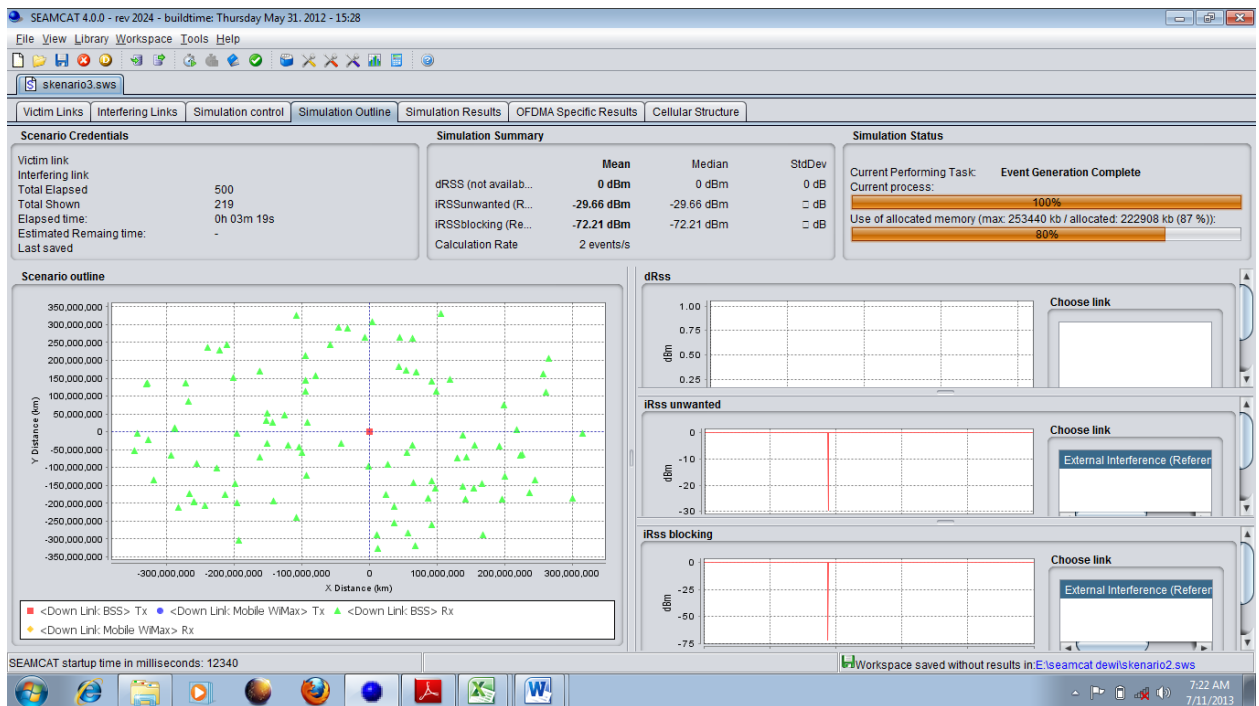
Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario2.sws

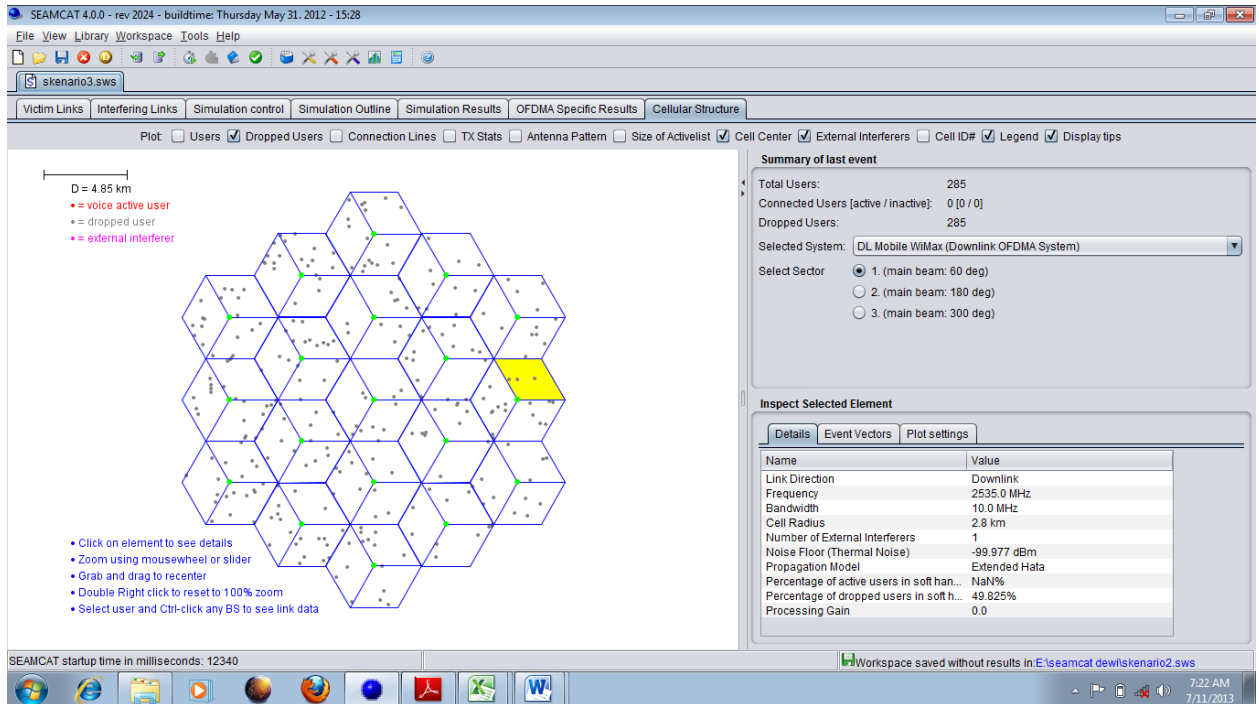
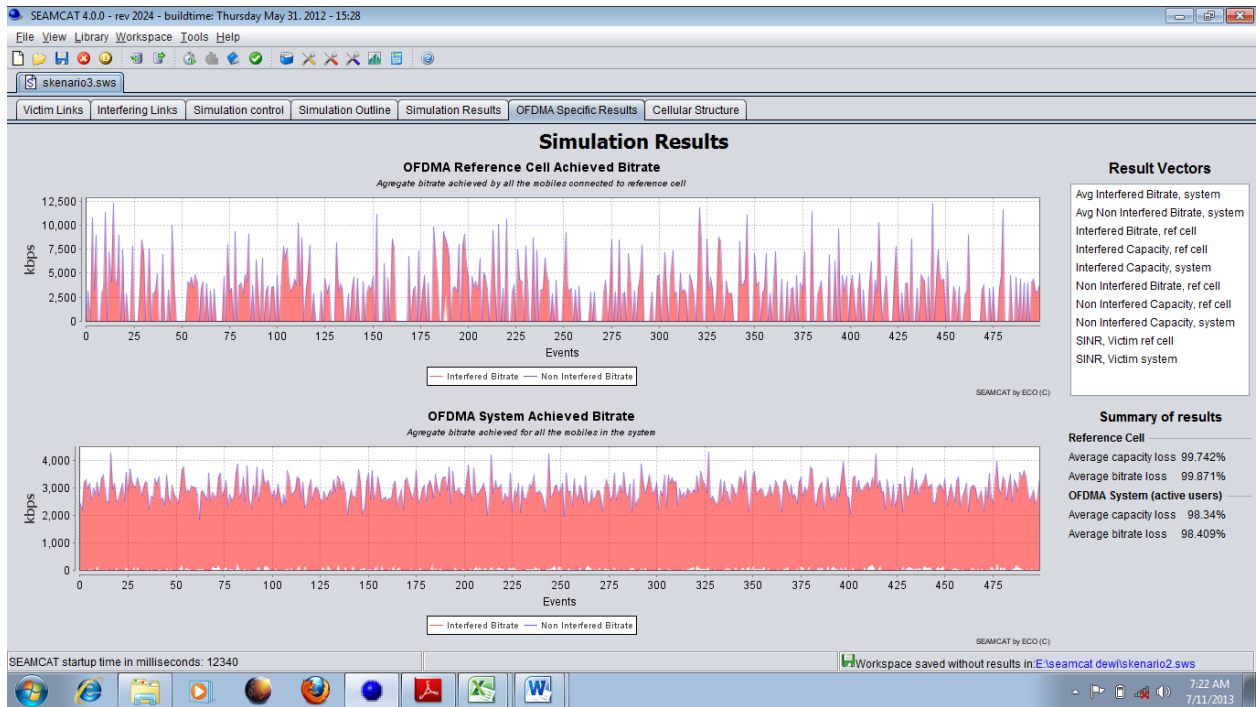
7:16 AM 7/11/2013





Hasil Simulasi Skenario 3 pada Opsi Zona Segmentasi :





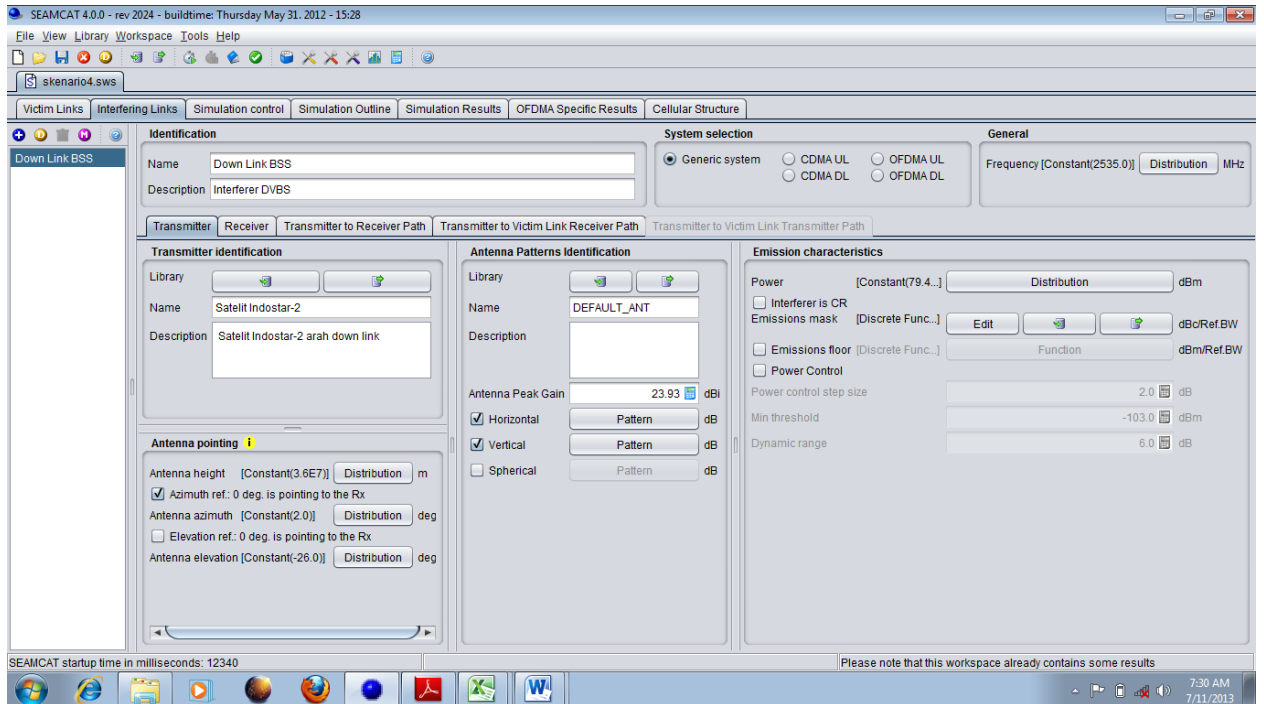
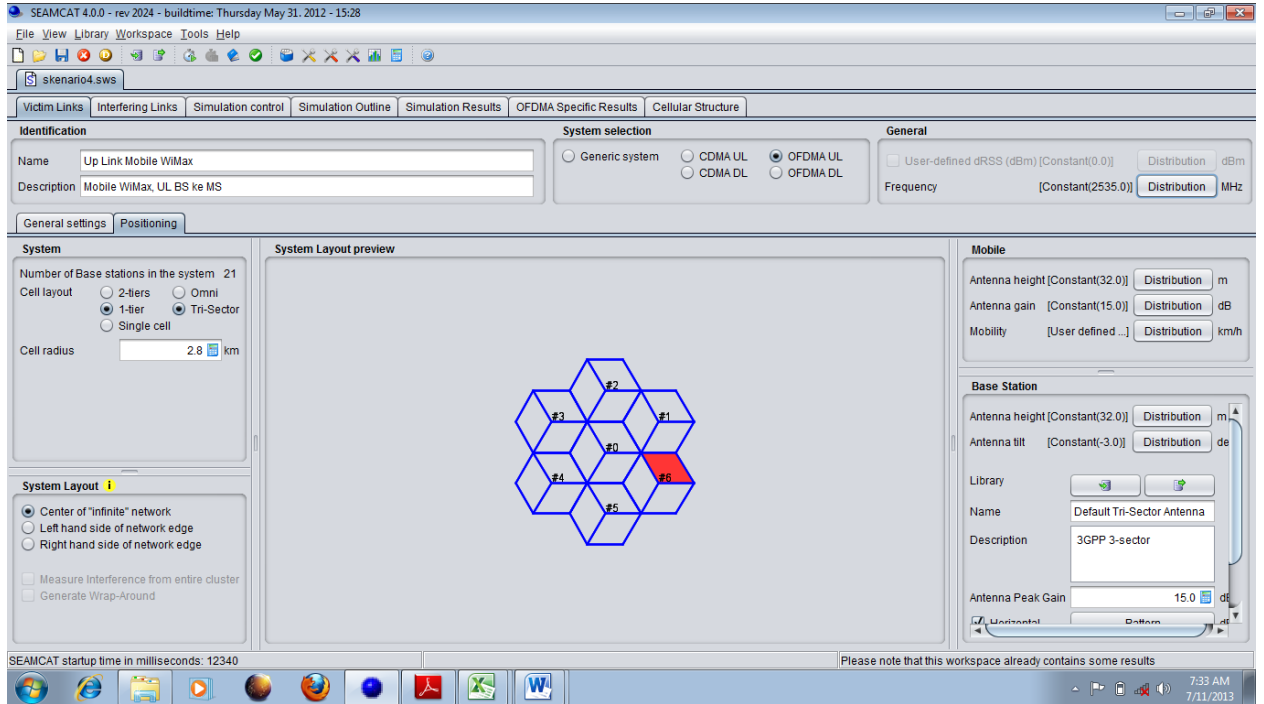
SKENARIO 4

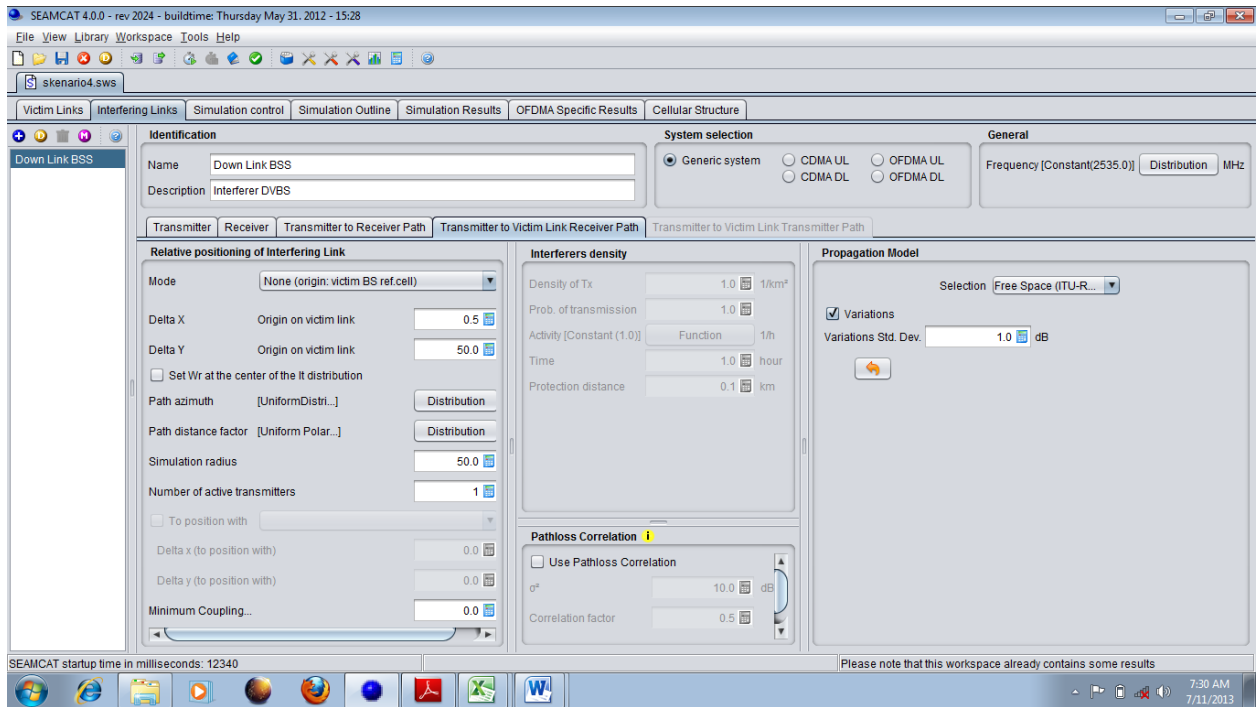
Parameter yang diinput pada skenario 4 :

The screenshot shows the SEAMCAT 4.0.0 interface with the following configuration parameters:

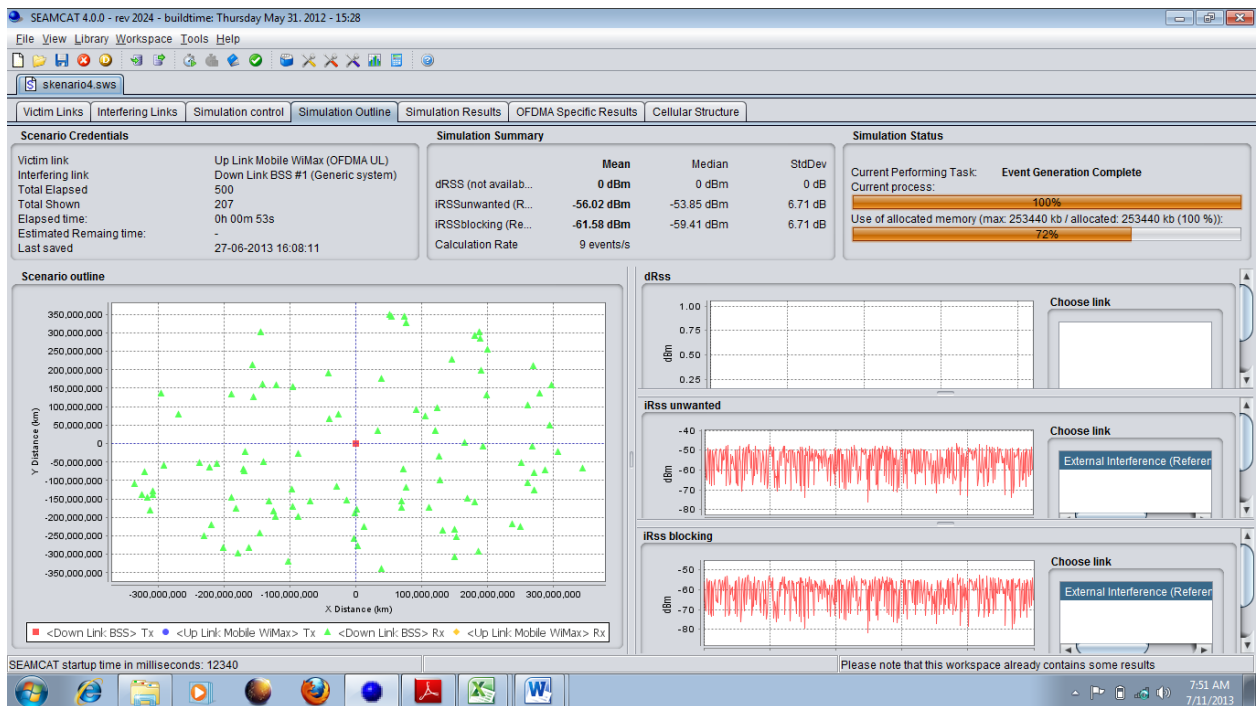
- Identification:** Name: Up Link Mobile WiMax, Description: Mobile WiMax, UL BS ke MS
- System selection:** OFDMA UL (selected)
- General:** User-defined dRSS (dBm) [Constant(0.0)], Frequency [Constant(2535.0)]
- OFDMA General Settings:** SINR Minimum: 6.0 dB, Max subcarriers per base station: 10, Number of subcarriers per mobile: 2, Handover margin: 3.0 dB, Minimum coupling loss: 0.0 dB, System bandwidth: 10.0 MHz, Receiver noise figure: 4.0 dB, Bandwidth of Resource Block: 180.0 KHz
- Receiver settings:** Blocking mask / ACS [User defined...], OFDMA Uplink: Max. allowed disconnection attempts: 3, Max. allowed transmit power of MS: 23.0 dBm, Min. transmit power of MS: -30.0 dBm, Power Scaling Threshold: 0.9, Balancing factor (0\leq1): 1.0, OFDMA Capacity: Users per BS: 10, Pathloss Correlation: Use Pathloss Correlation (unchecked)
- Propagation Model:** Selection: Extended Hata, Variations: checked, General environment: Urban, Local environment (receiver): Outdoor, Local environment (transmitter): Outdoor, Propagation Environment: Above Roof, Wall Loss (indoor indoor): 5.0 dB, Wall Loss std. dev. (indoor indoor): 10.0 dB, Wall Loss (indoor outdoor): 10.0 dB, Wall Loss std. dev. (indoor outdoor): 5.0 dB, Loss Between Adjacent Floor: 18.3 dB, Empirical Parameters: 0.46, Size of the Room (droom): 4.0 m, Height of Each Floor (hfloor): 3.0 m

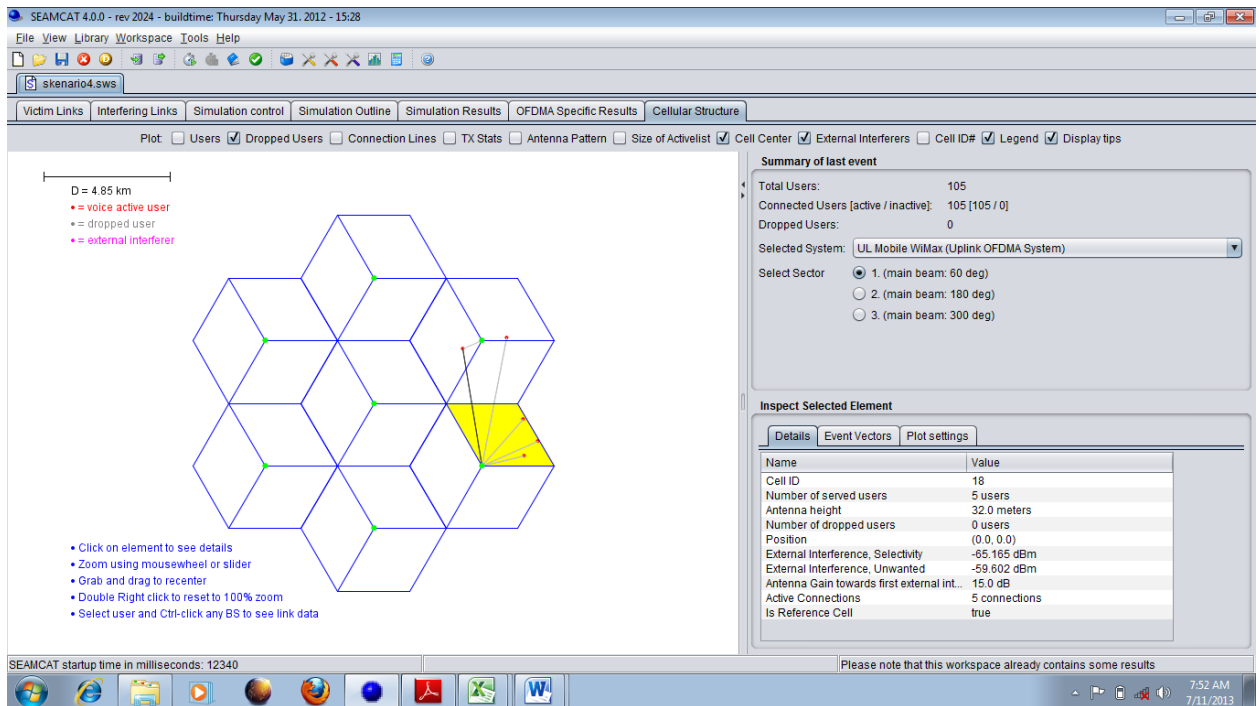
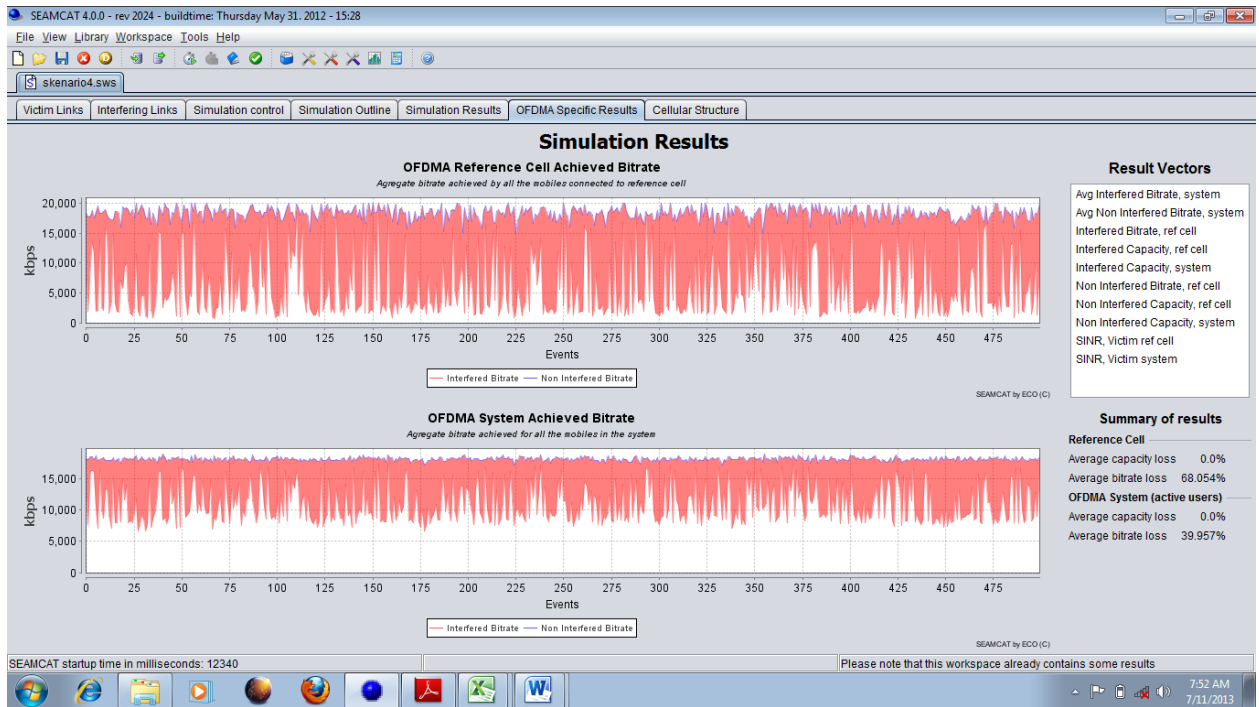
The screenshot shows the SEAMCAT 4.0.0 interface with the same configuration parameters as the first image, but with a graph overlay in the Receiver settings section. The graph plots dBm (y-axis, 0 to 45) against MHz (x-axis, -15 to 15). The graph shows a series of red dots connected by lines, representing a signal profile. The signal is at 45 dBm at -15 MHz, drops to 35 dBm at -10 MHz, then to 30 dBm at -5 MHz, rises to 35 dBm at 0 MHz, drops to 30 dBm at 5 MHz, rises to 35 dBm at 10 MHz, and finally to 45 dBm at 15 MHz.





Hasil Simulasi Skenario 4 pada opsi Zona Segmentasi :





OPSI BAND SEGMENTASI

SKENARIO1

Parameter – parameter yang diinput :

SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

New Workspace_1 skenario1.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Identification

Name DL TV Satelit

Description Link Satelit Indostar2 ke user TV Indovision

Receiver Transmitter Transmitter to Receiver Path

Receiver identification

Library

Name Indovision

Description User TV Indovision

Antenna pointing

Antenna height [Constant(1.5)] Distribution m

Antenna azimuth [Constant(157.13)] Distribution de

Antenna elevation [Constant(92.27)] Distribution de

Horizontal Pattern: X (Degree) / Y (dB)

Antenna Pattern

X	Y
0	34
10	34
20	34
30	32
40	30
50	28
60	26
70	20
80	15
90	0
100	5
110	13
120	19
130	12
140	4
150	0
160	10
170	23
180	29

Interference Criteria

C / I 19.0 dB

C / (N + 1) 16.0 dB

SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

New Workspace_1 skenario1.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Identification

Name DL TV Satelit

Description Link Satelit Indostar2 ke user TV Indovision

Receiver Transmitter Transmitter to Receiver Path

Receiver identification

Library

Name Indovision

Description User TV Indovision

Antenna pointing

Antenna height [Constant(1.5)] Distribution m

Antenna azimuth [Constant(157.13)] Distribution de

Antenna elevation [Constant(92.27)] Distribution de

System selection

Generic system

Reception Characteristics

Noise Floor [Constant(-110.0)] Distribution dBm

Blocking mode User Defined

Blocking mask [User defined ...]

Intermodulation rejection [Constant(0.0)]

Sensitivity

Reception Bandwidth

Overloading

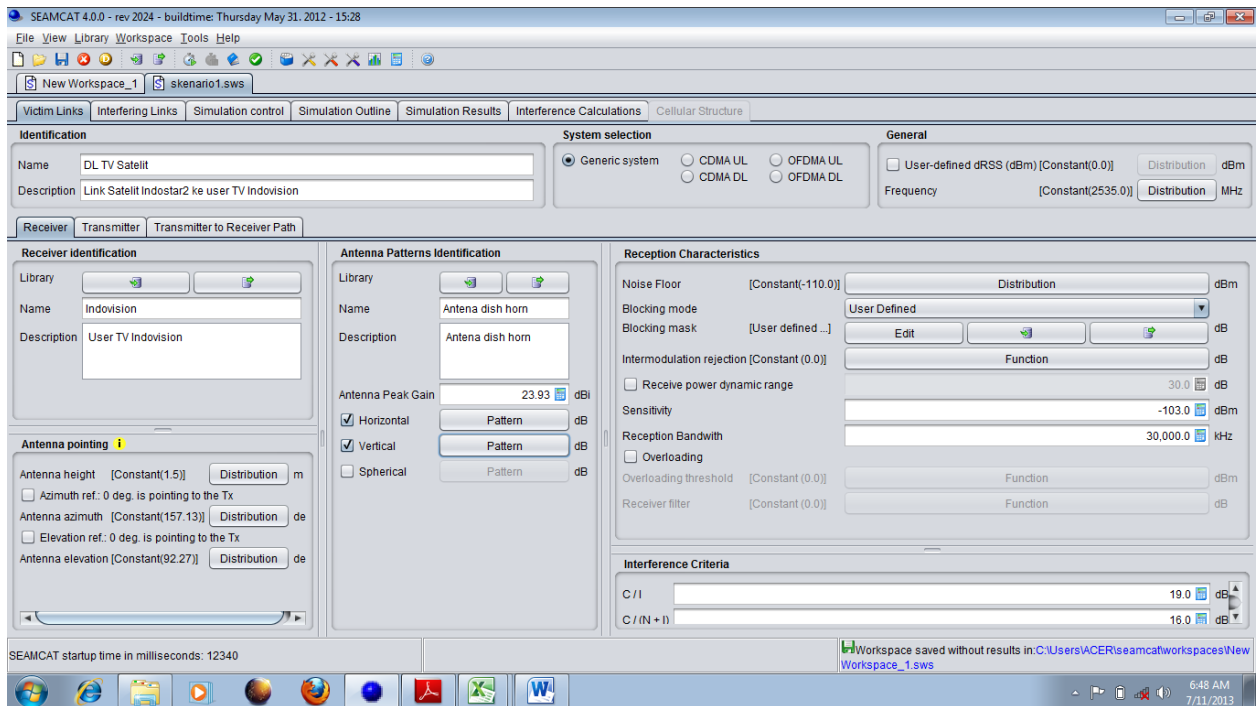
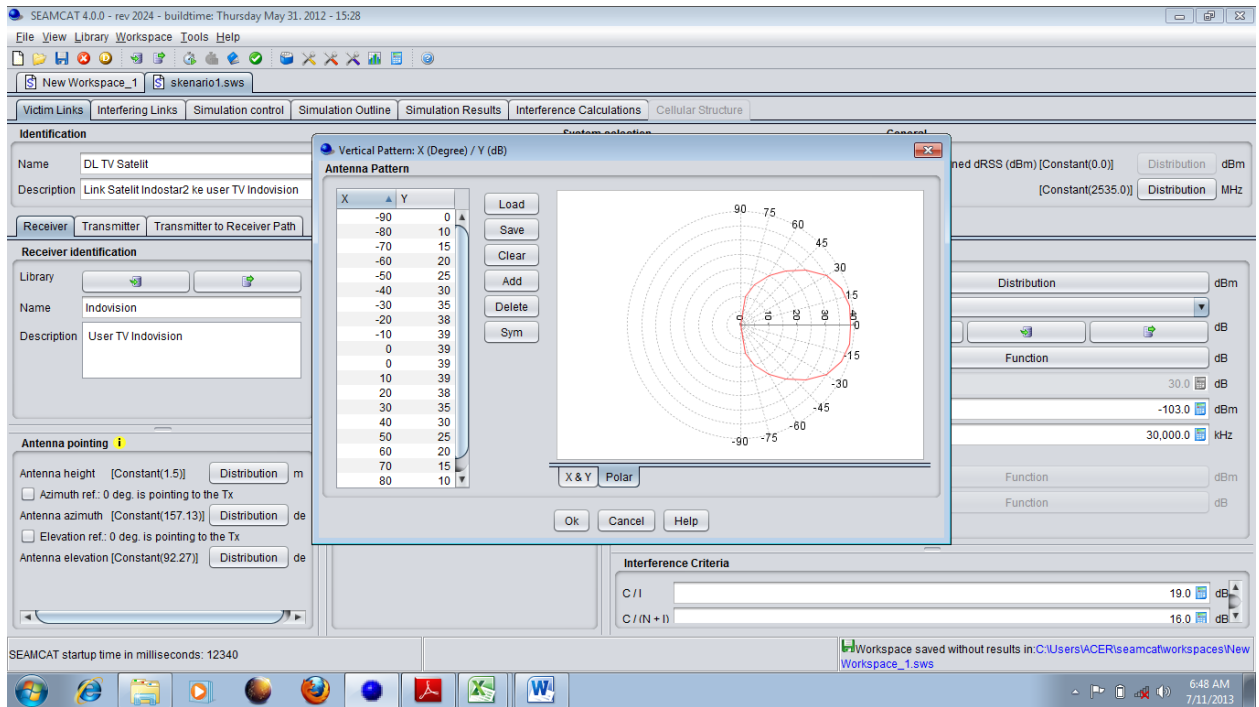
Overloading threshold [Constant(0.0)]

Receiver filter [Constant(0.0)]

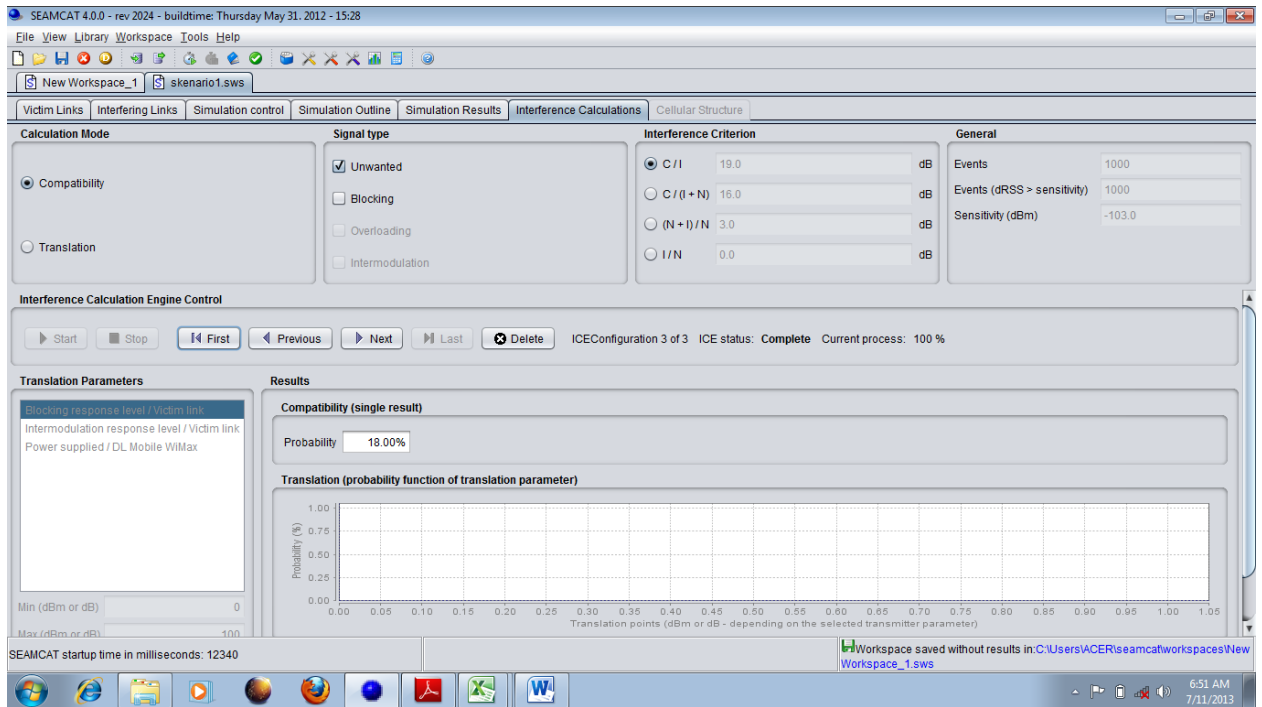
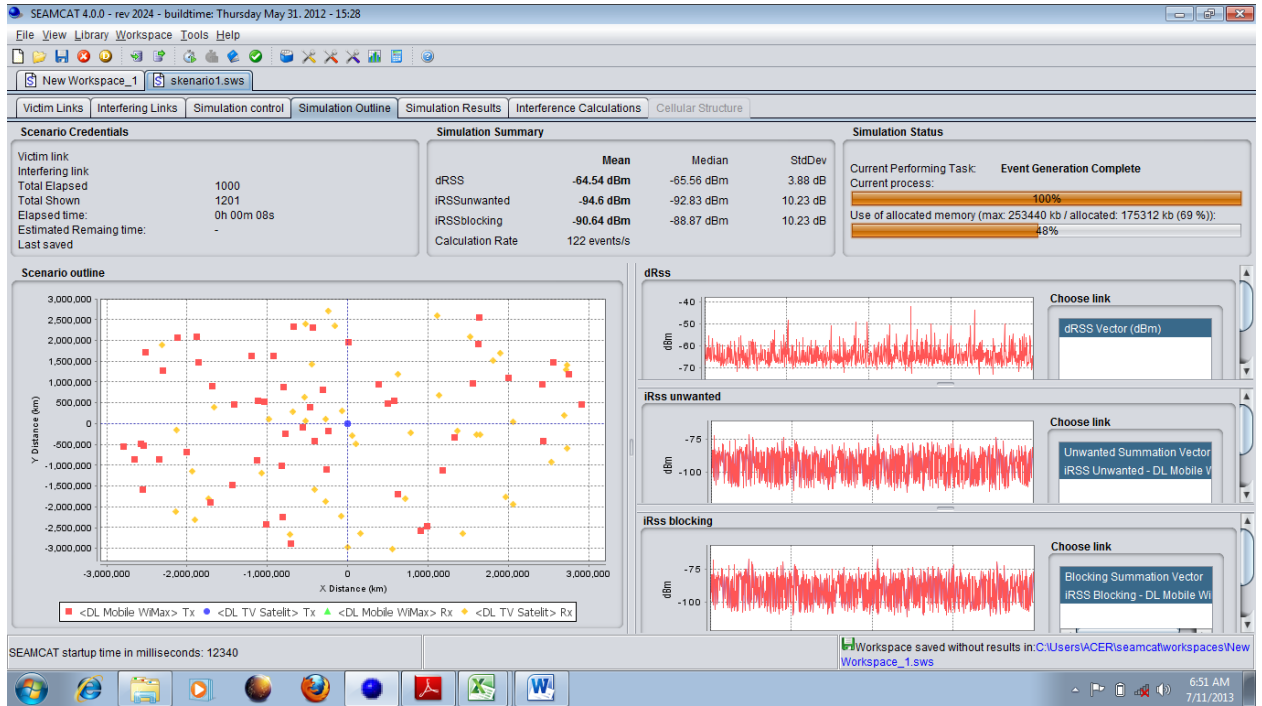
Interference Criteria

C / I 19.0 dB

C / (N + 1) 16.0 dB

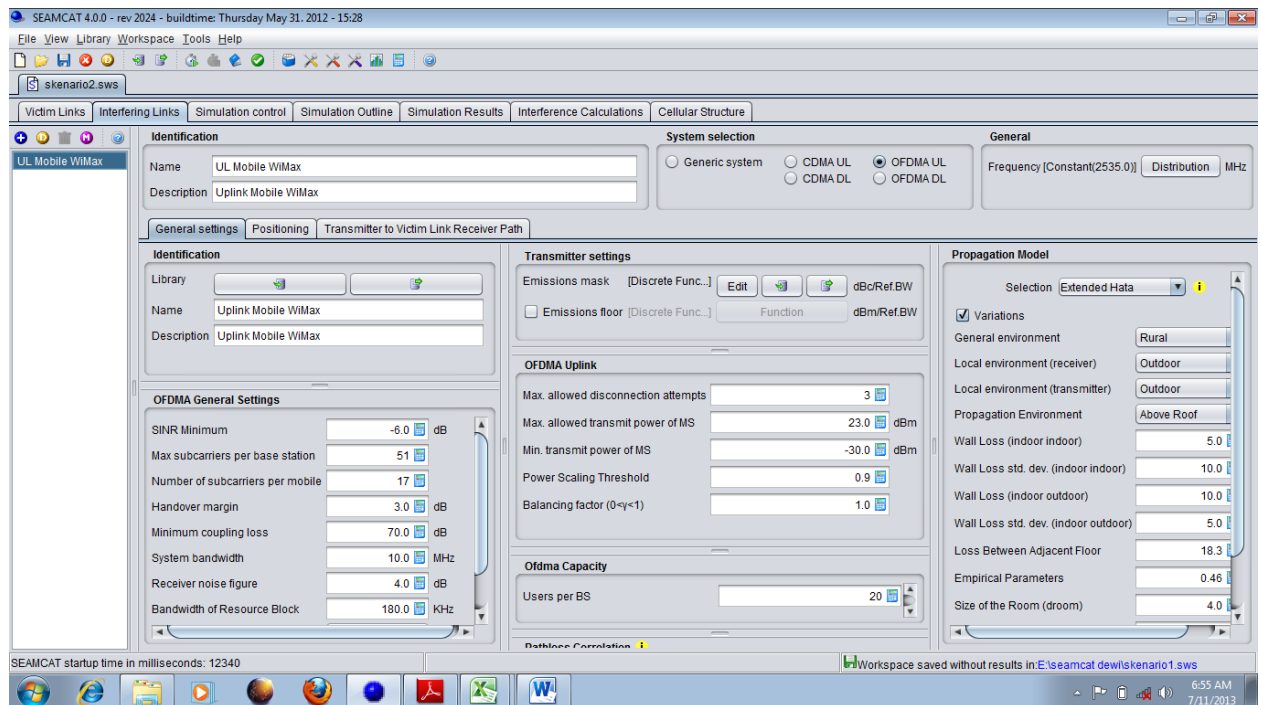
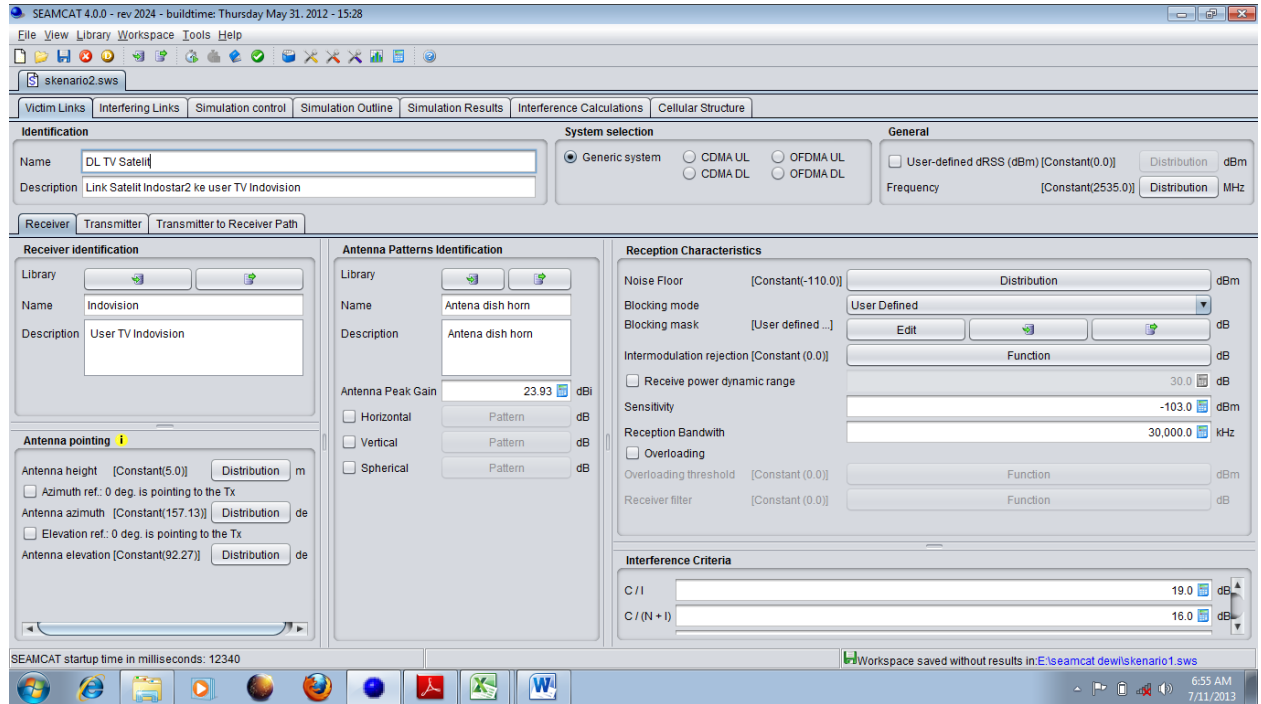


Hasil Simulasi Skenario 1 pada Band Segmentasi :



SKENARIO 2

Parameter – parameter yang diinput :



SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Identification
 Name: DL TV Satelit
 Description: Link Satelit Indostar2 ke user TV Indovision

System selection
 Generic system
 CDMA UL
 OFDMA UL
 CDMA DL
 OFDMA DL

General
 User-defined dRSS (dBm) [Constant(0.0)] Distribution dBm
 Frequency [Constant(2535.0)] Distribution MHz

Receiver Transmitter **Transmitter to Receiver Path**

Relative location
 Correlated distance (origin = Victim link transmitter)
 Delta X: 2.0 km
 Delta Y: 2.0 km
 Path azimuth [UniformDistri...] Distribution deg
 Path distance factor [Uniform Polar...] Distribution

Coverage Radius
 Calculation mode: Noise-limited network
 Propagation model: Free Space (ITU-R P.525)
 Ref. antenna height (Rx): 1.5 m
 Ref. antenna height (Tx): 36,000,000.0 m
 Ref. frequency (Tx): 2,535.0 MHz
 Ref. power (Tx): 79,450,980.4 dBm
 Minimum distance: 36,000.0 km
 Maximum distance: 362,488,289.0 km
 Availability: 99.0 %
 Fading Std. Dev.: 0.0 dB

Propagation Model
 Selection: Free Space (ITU-R...)
 Variations
 Variations Std. Dev.: 1.0 dB

SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario1.sws

6:56 AM 7/11/2013

SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

UL Mobile WiMax

Identification
 Name: UL Mobile WiMax
 Description: Uplink Mobile WiMax

System selection
 Generic system
 CDMA UL
 OFDMA UL
 CDMA DL
 OFDMA DL

General
 Frequency [Constant(2535.0)] Distribution MHz

General settings Positioning Transmitter to Victim Link Receiver Path

Identification
 Library
 Name: Uplink Mobile WiMax
 Description: Uplink Mobile WiMax

OFDMA General Settings
 SINR Minimum: -6.0 dB
 Max subcarriers per base station: 51
 Number of subcarriers per mobile: 17
 Handover margin: 3.0 dB
 Minimum coupling loss: 70.0 dB
 System bandwidth: 10.0 MHz
 Receiver noise figure: 4.0 dB
 Bandwidth of Resource Block: 180.0 KHz

Transmitter settings
 Emissions mask [Discrete Func...] Edit
 Emissions floor [Discrete Func...]
OFDMA Uplink
 Max. allowed disconnection attempts
 Max. allowed transmit power of MS
 Min. transmit power of MS
 Power Scaling Threshold
 Balancing factor (0 ≤ α <math>< 1</math>)
Ofdma Capacity
 Users per BS: 20

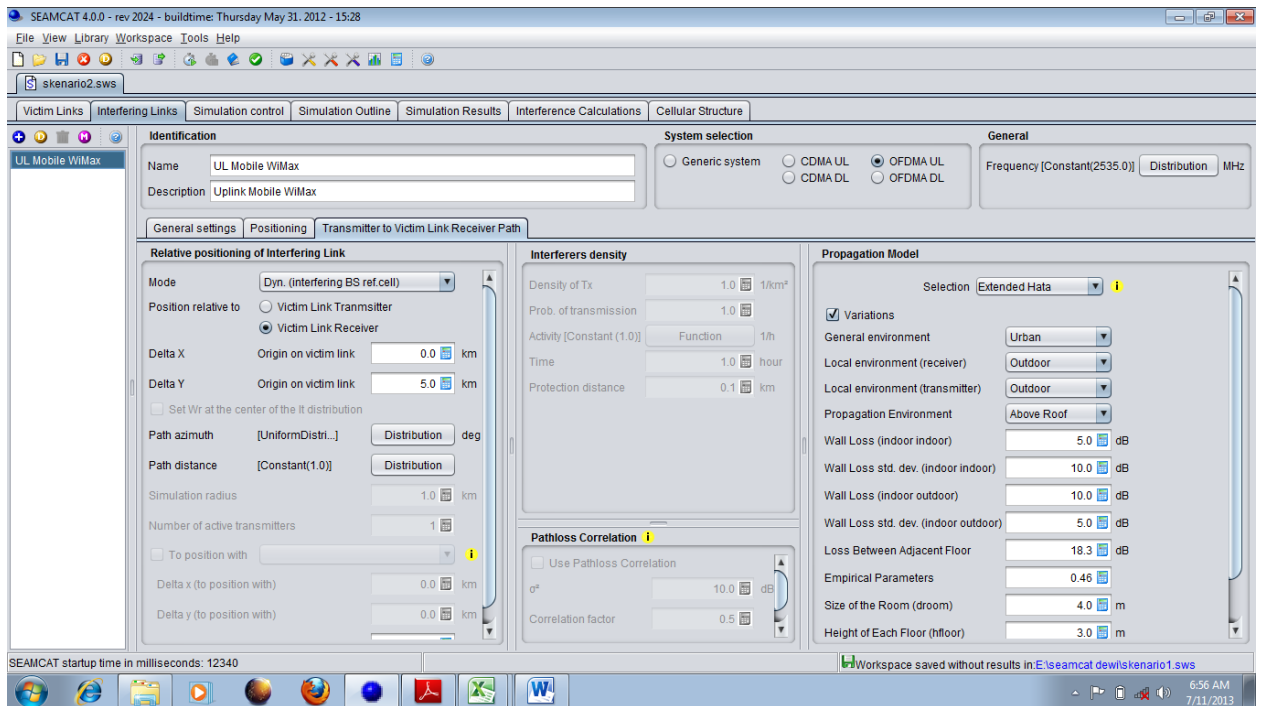
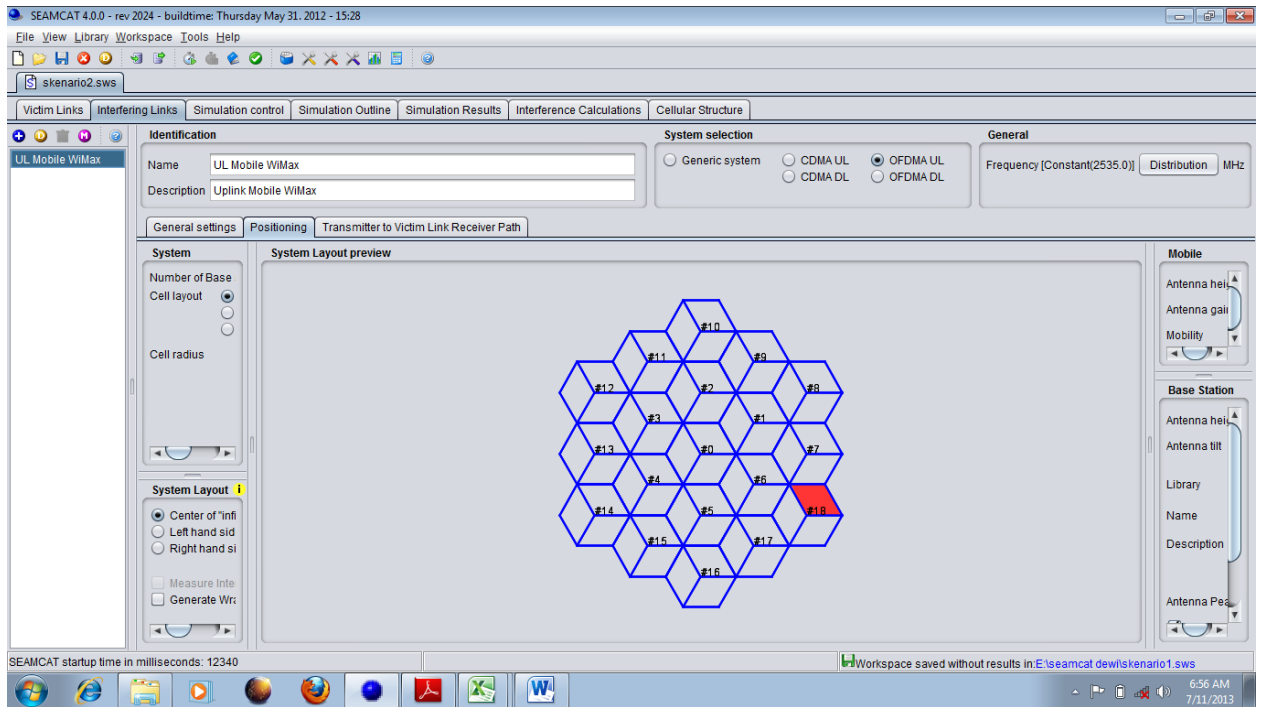
Propagation Model
 Selection: Extended Hata
 Environment: Rural
 Scenario: Outdoor
 Antenna height (m): Outdoor, 10.0; Indoor, 10.0; Above Roof, 5.0
 Size of the Room (droom): 4.0
 Empirical Parameters: 0.46

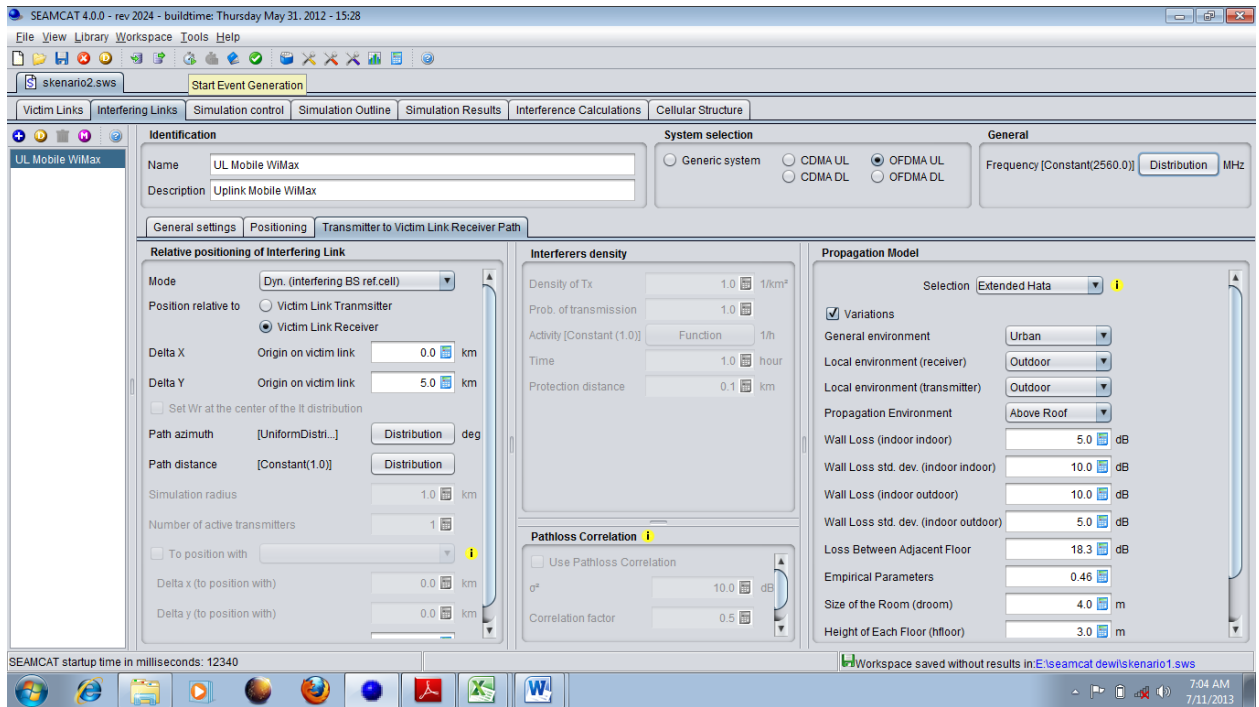
Graph
 Y-axis: dBc
 X-axis: MHz
 Legend: In Ref. BW, (1Hz) (red line with squares), Normalized in 1 MHz (blue line with circles)
 The graph shows a stepped spectrum mask with values ranging from -25 dBc to 10 dBc across a frequency range from -15 MHz to 15 MHz.

SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

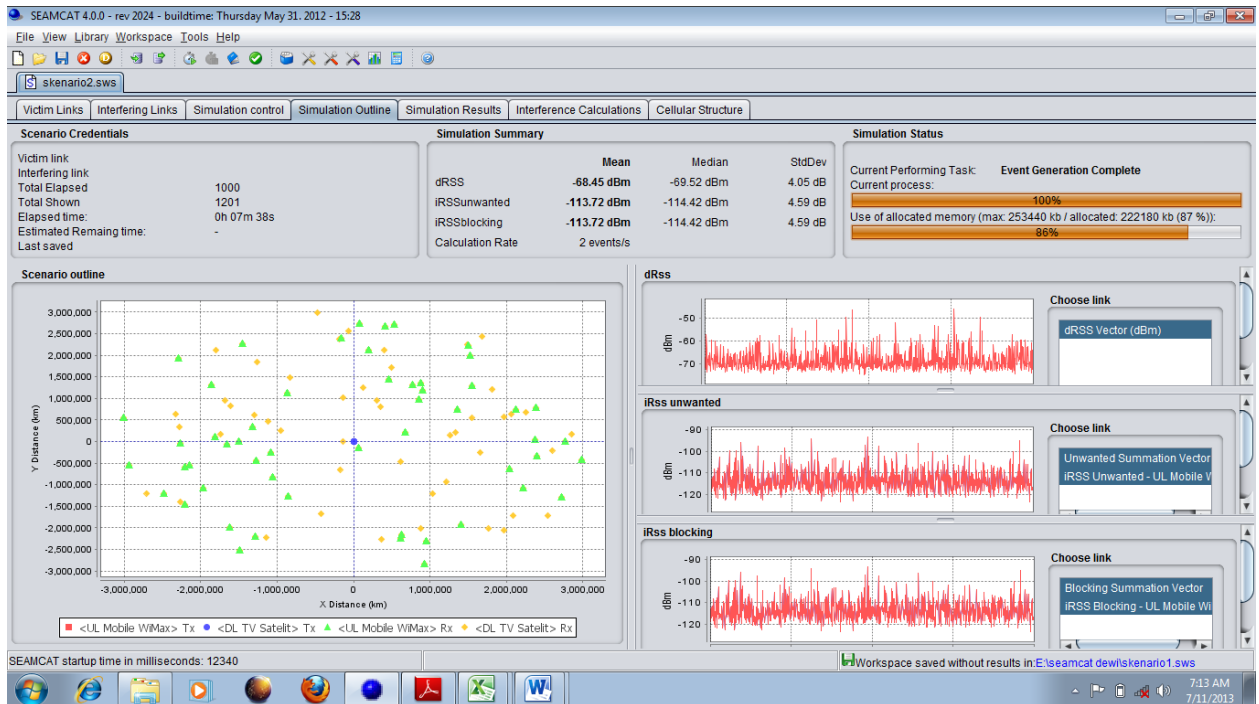
Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario1.sws

6:56 AM 7/11/2013





Hasil Simulasi Skenario 2 pada Opsi Band Segmentasi :



SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Calculation Mode

Compatibility

Translation

Signal type

Unwanted

Blocking

Overloading

Intermodulation

Interference Criterion

C/I 19.0 dB

C/(I+N) 16.0 dB

(N+I)/N 3.0 dB

I/N 0.0 dB

General

Events 1000

Events (dRSS > sensitivity) 1000

Sensitivity (dBm) -103.0

Interference Calculation Engine Control

Start Stop First Previous **Next** Last Delete ICEConfiguration 1 of 1 ICE status: Complete Current process: 100 %

Translation Parameters

Blocking response level / Victim link

Intermodulation response level / Victim link

Power supplied / UL Mobile WiMax

Min (dBm or dB) 0

Max (dBm or dB) 100

Results

Compatibility (single result)

Probability 00.10%

Translation (probability function of translation parameter)

SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario1.sws

7:13 AM 7/11/2013

SEAMCAT 4.0.0 - rev 2024 - buildtime: Thursday May 31, 2012 - 15:28

File View Library Workspace Tools Help

skenario2.sws

Victim Links Interfering Links Simulation control Simulation Outline Simulation Results Interference Calculations Cellular Structure

Plot Users Dropped Users Connection Lines TX Stats Antenna Pattern Size of Activelist Cell Center External Interferers Cell ID# Legend Display tips

D = 4.673 km

- = voice active user
- = dropped user
- = external interferer

Click on element to see details

Zoom using mousewheel or slider

Grab and drag to recenter

Double Right click to reset to 100% zoom

Select user and Ctrl-click any BS to see link data

Summary of last event

Total Users: 171

Connected Users [active / inactive]: 171 [171 / 0]

Dropped Users: 0

Selected System: Uplink Mobile WiMax (Uplink OFDMA System)

Select Sector:

1. (main beam: 60 deg)

2. (main beam: 180 deg)

3. (main beam: 300 deg)

Inspect Selected Element

Details Event Vectors Plot settings

Name	Value
Link Direction	Uplink
Frequency	2550.0 MHz
Bandwidth	10.0 MHz
Cell Radius	2.698 km
Number of External Interferers	0
Noise Floor (Thermal Noise)	-99.977 dBm
Propagation Model	Extended Hata
Percentage of active users in soft han...	53.801%
Percentage of dropped users in soft h...	No dropped Users
Processing Gain	0.0

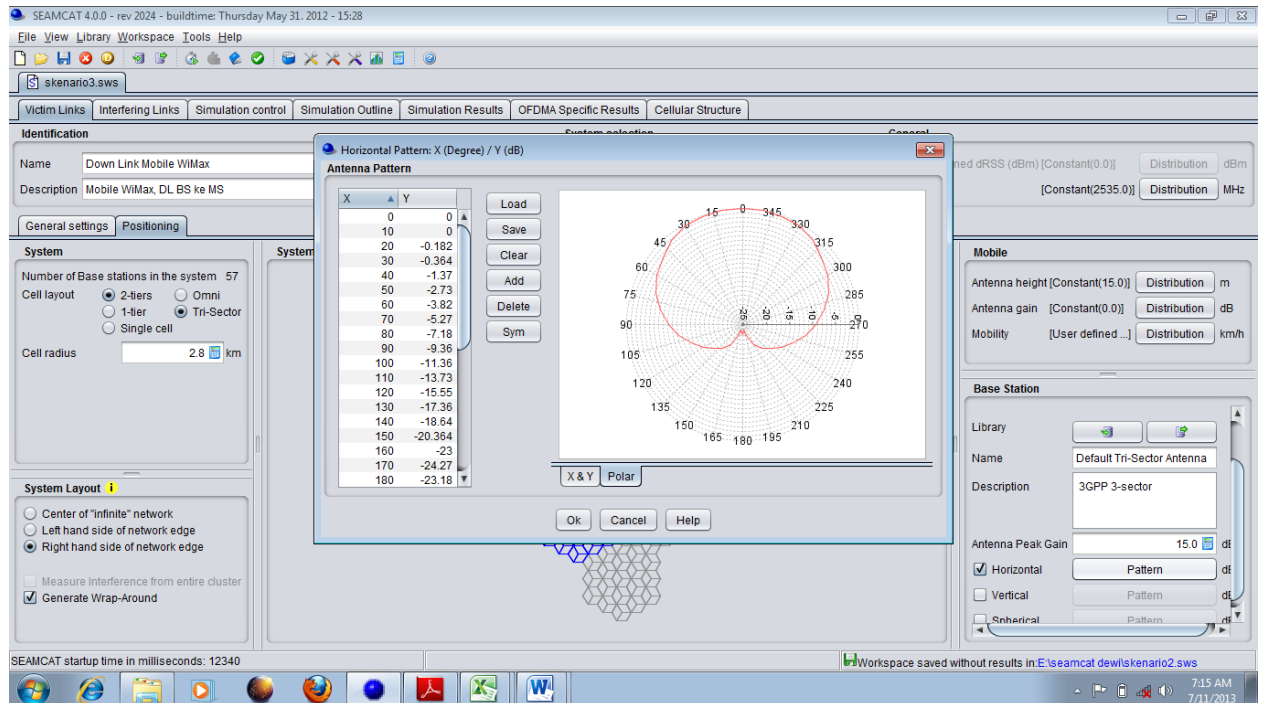
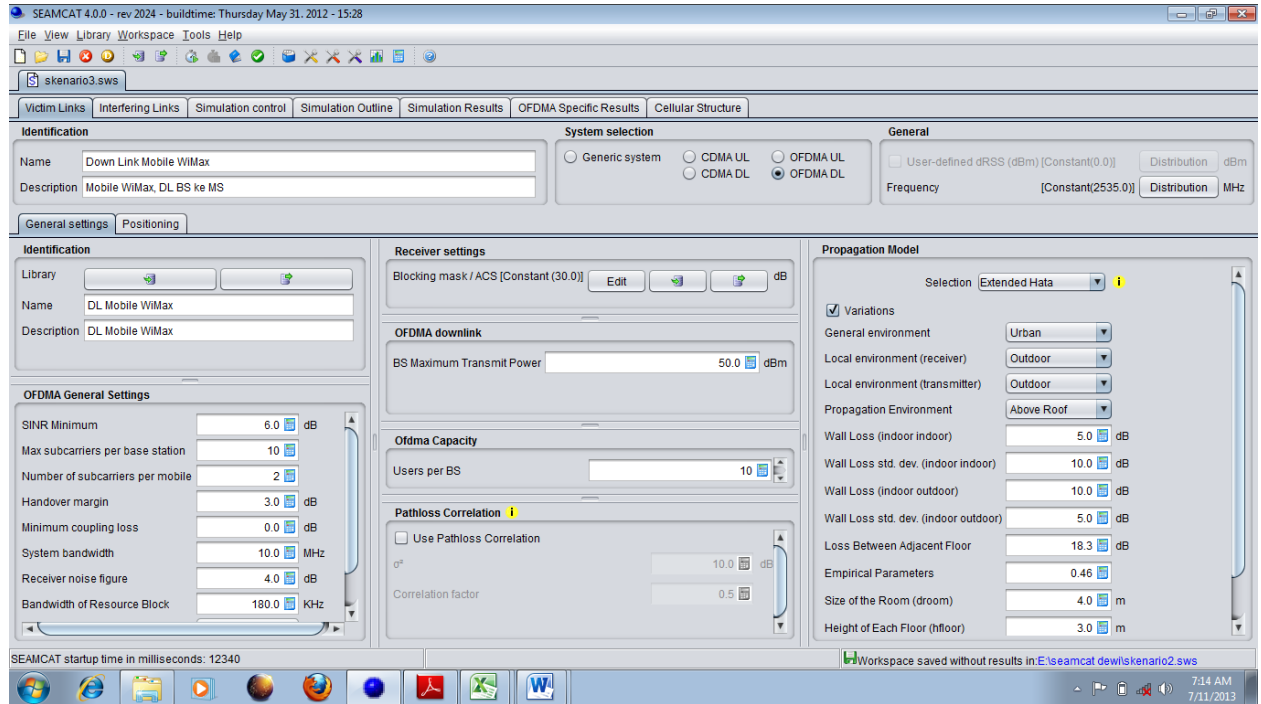
SEAMCAT startup time in milliseconds: 12340

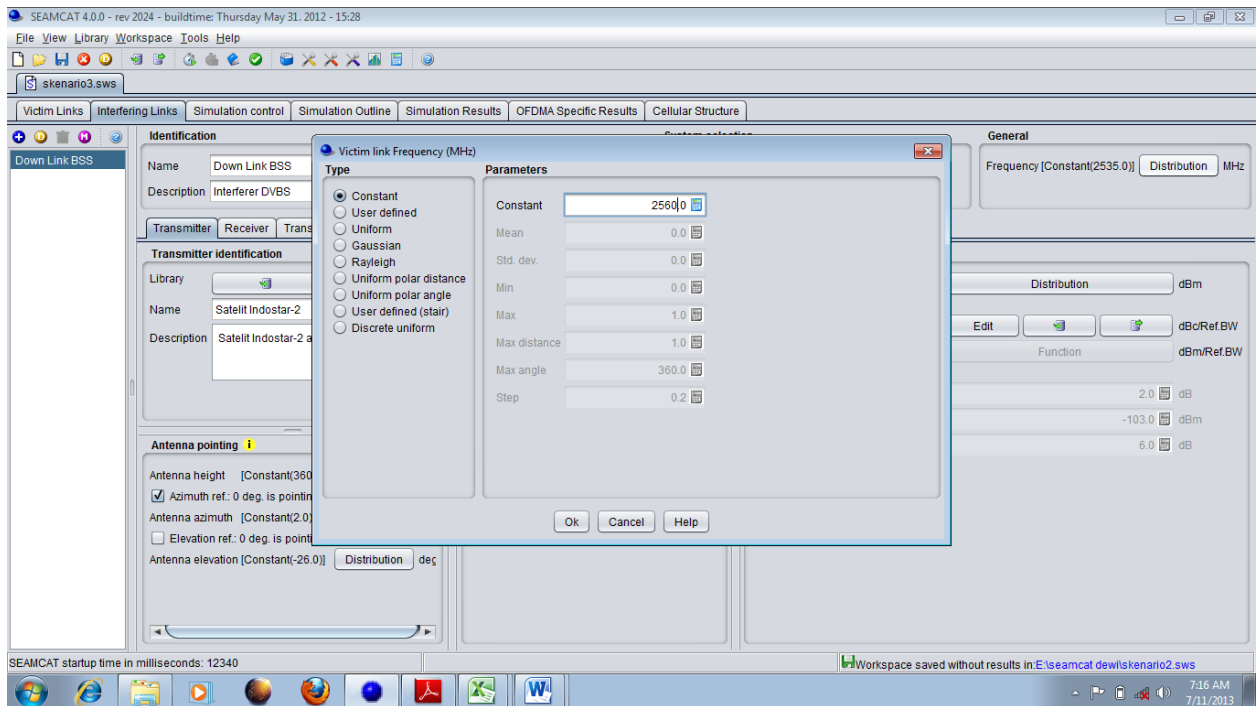
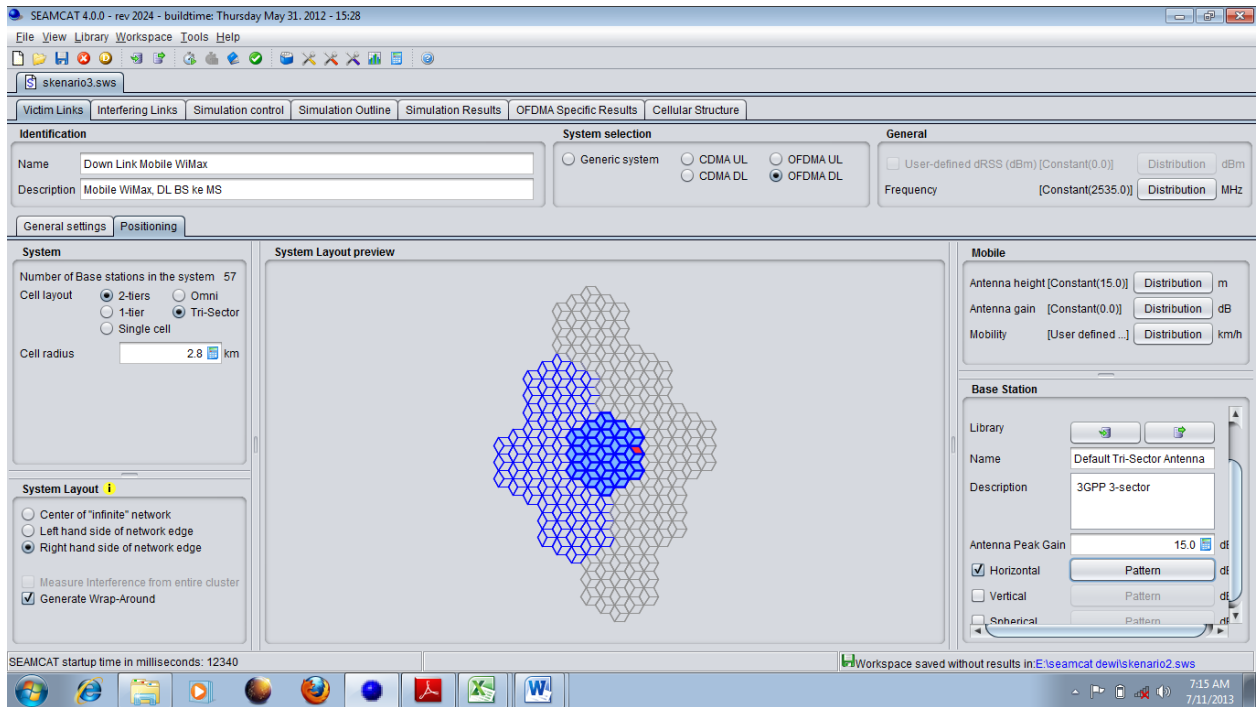
Workspace saved without results in: E:\seamcat\dev\skenario1.sws

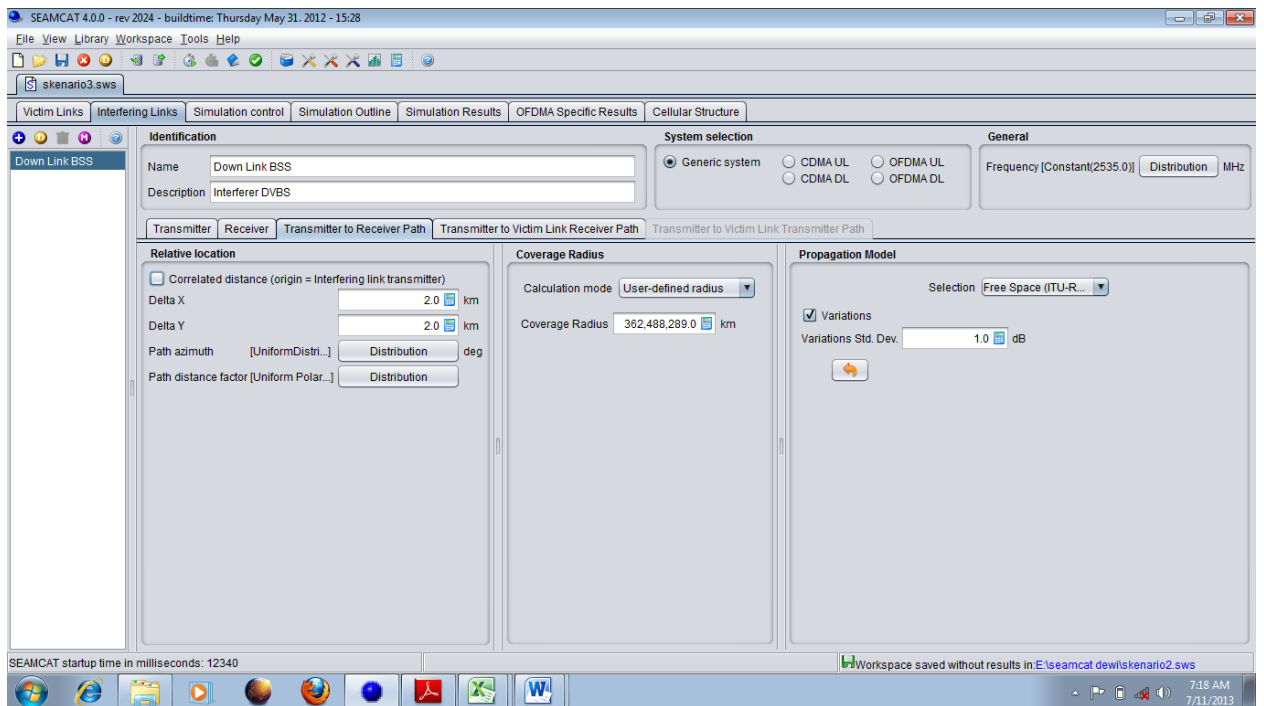
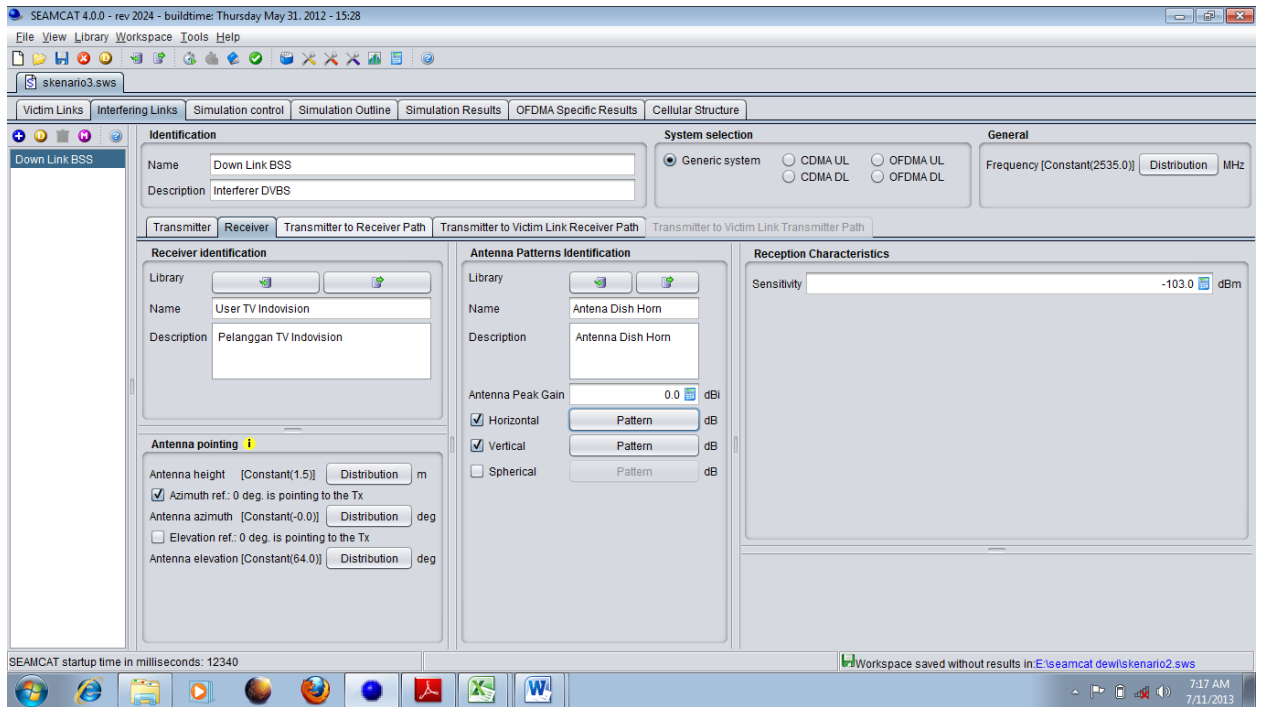
7:13 AM 7/11/2013

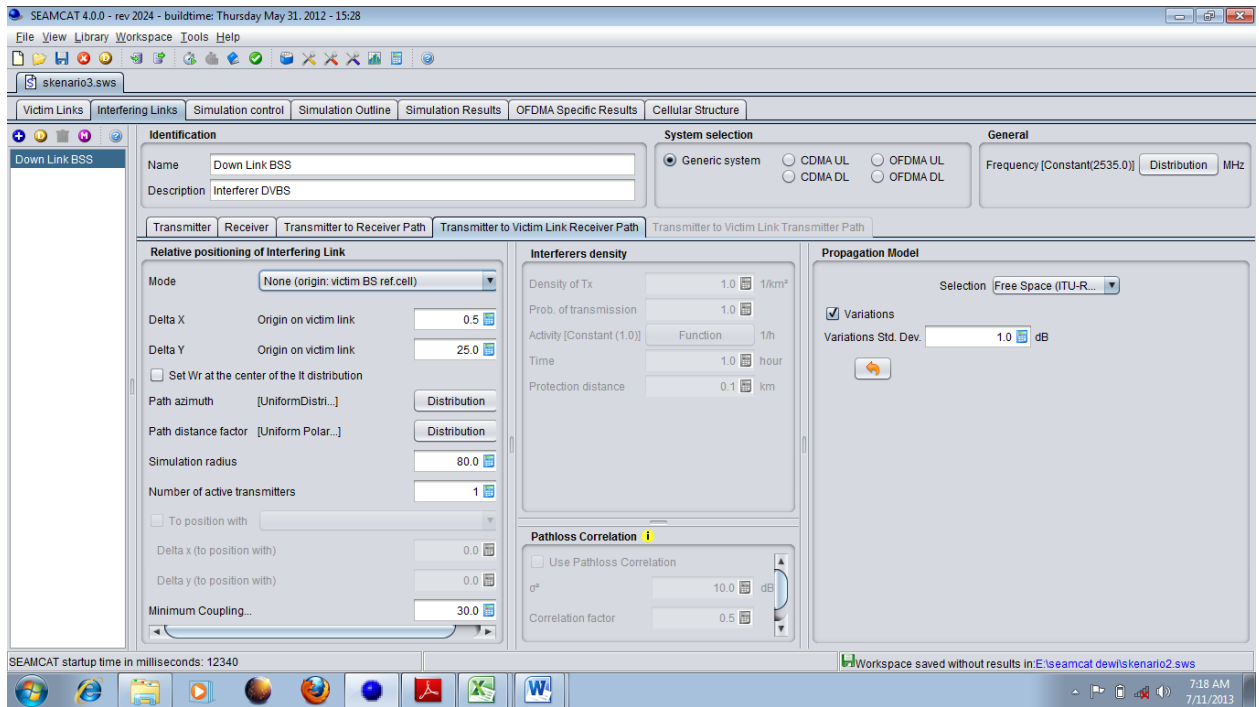
SKENARIO 3

Parameter yang diinput pada skenario 3 :

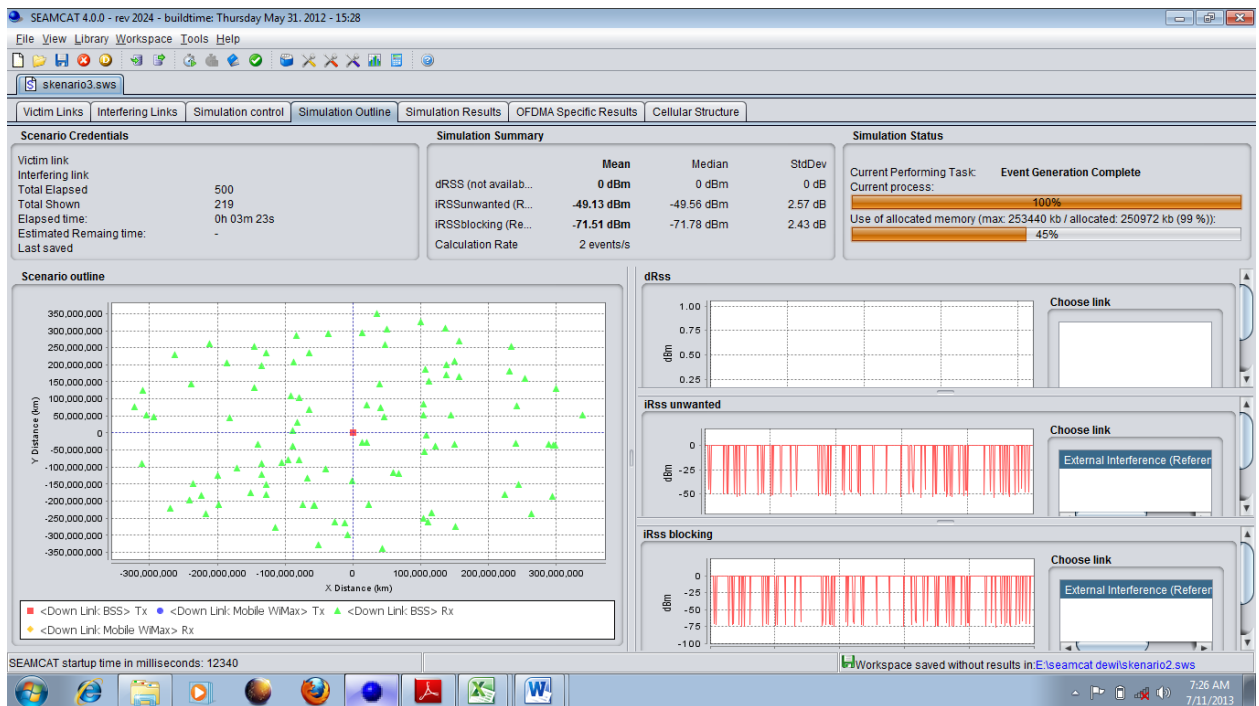


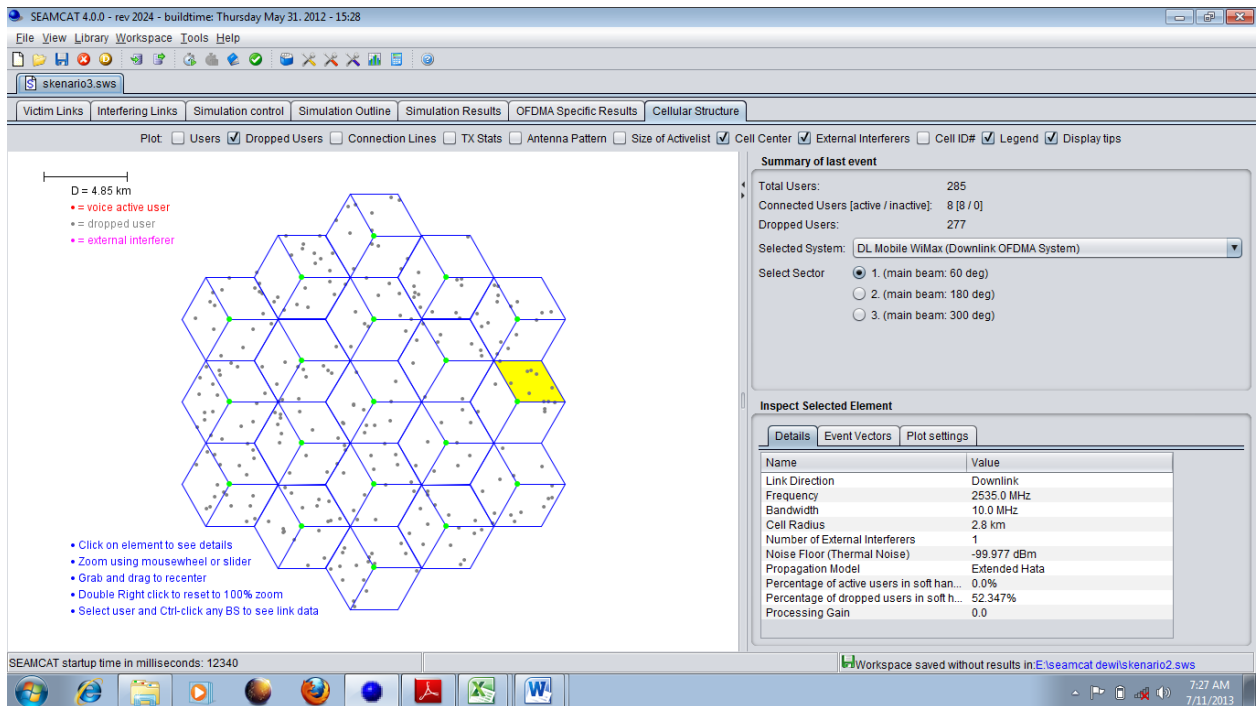
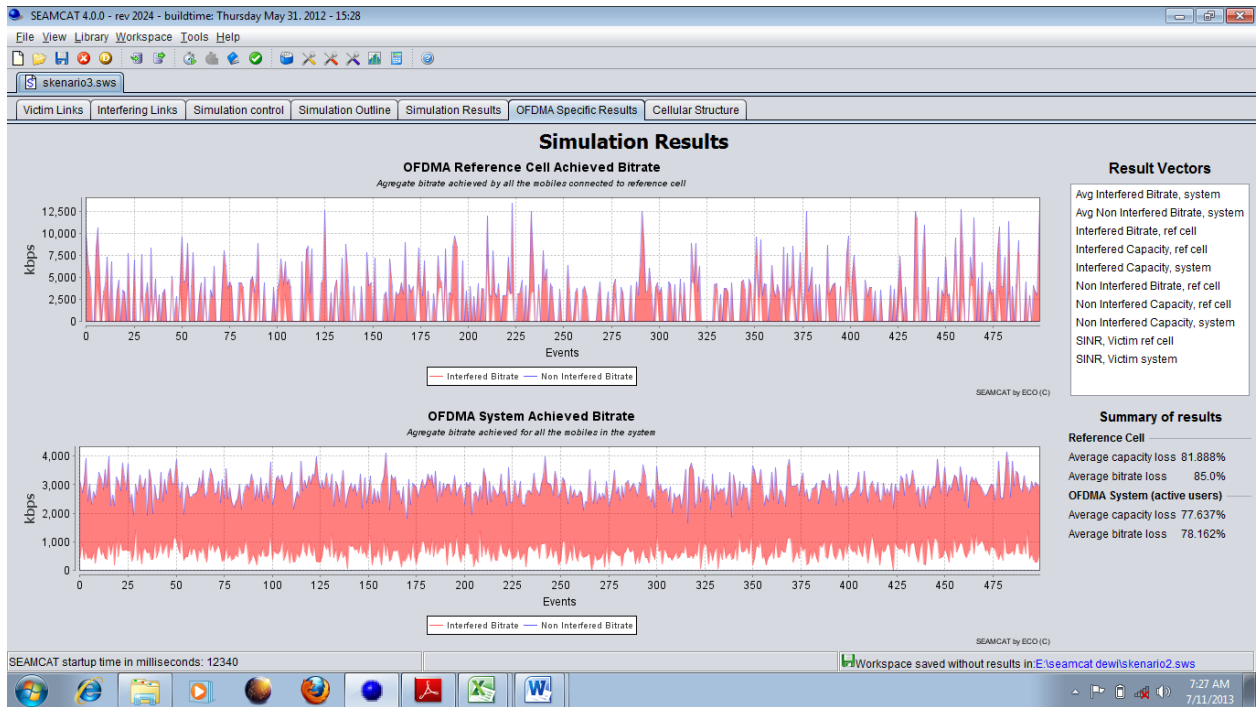






Hasil Simulasi pada skenario 3 Opsi Band Segmentasi :





SKENARIO 4

Parameter yang diinput pada skenario 4 :

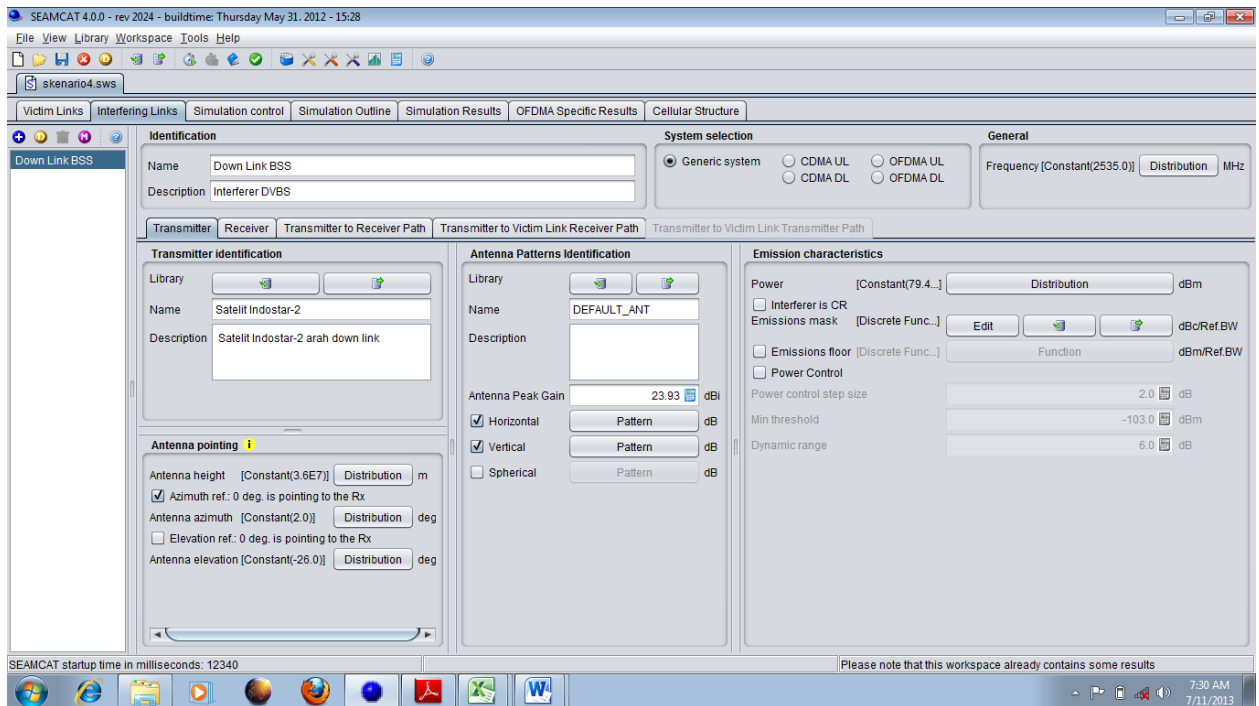
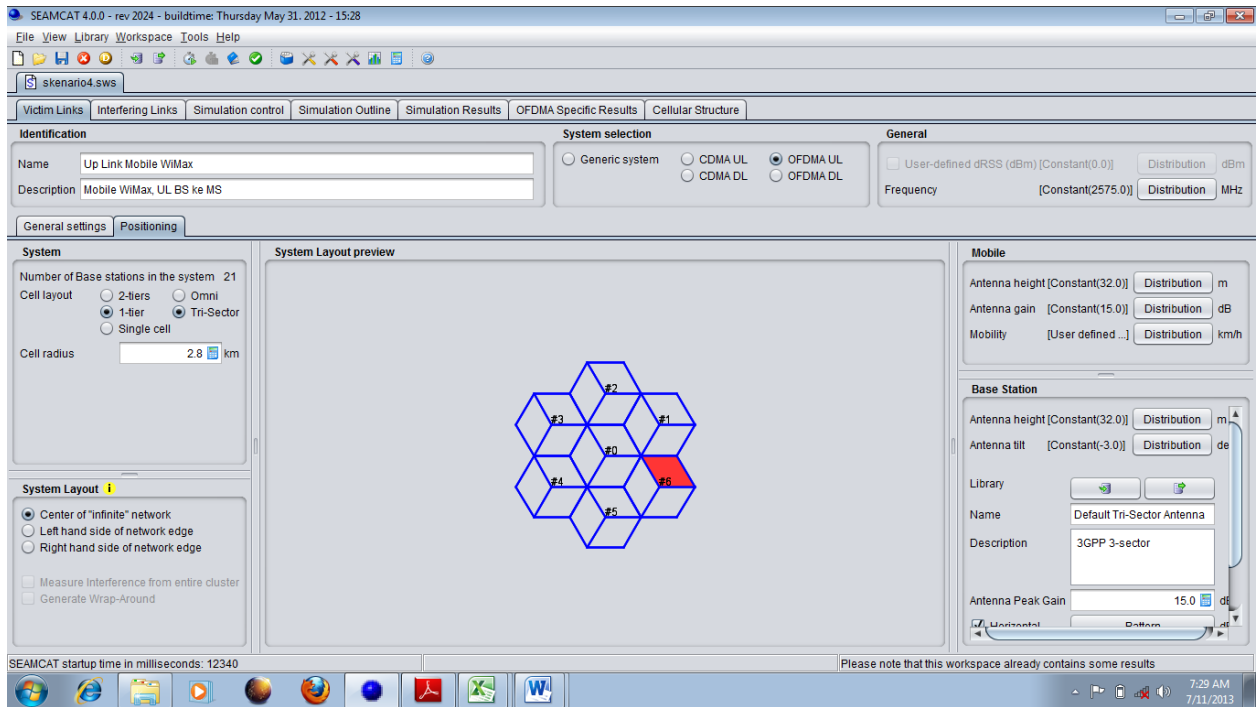
The screenshot shows the SEAMCAT 4.0.0 software interface with the following configuration parameters:

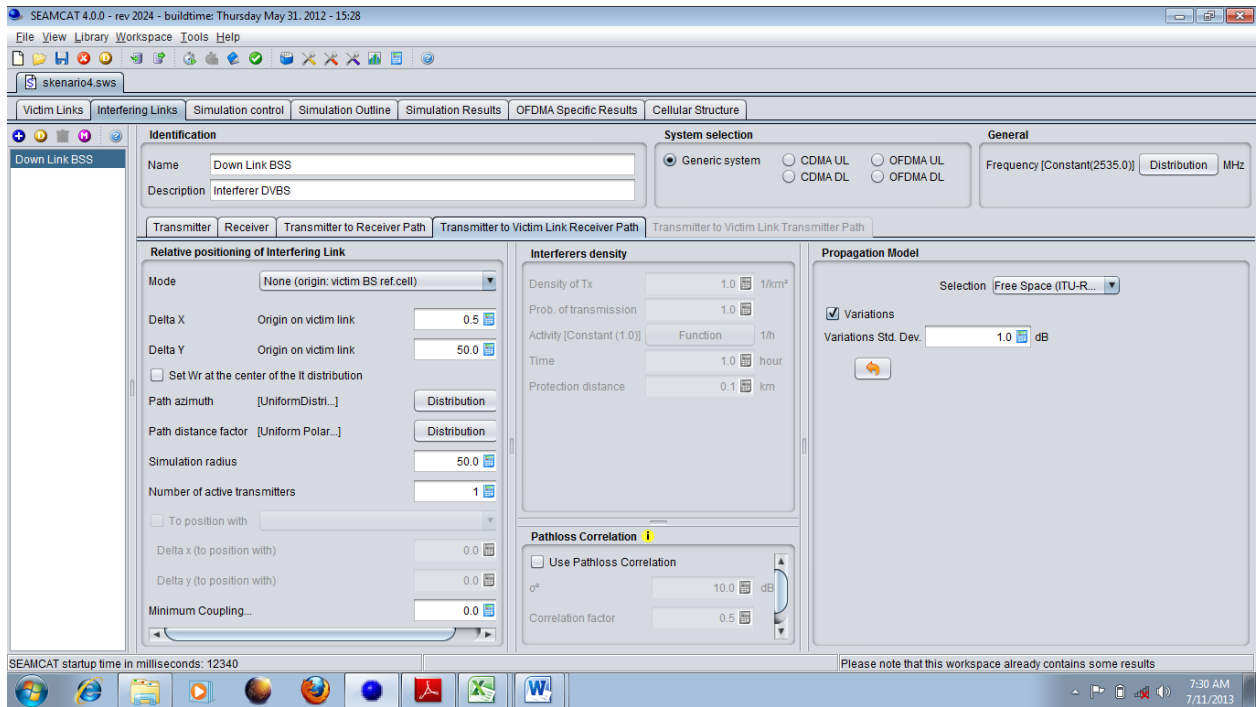
- Identification:** Name: Up Link Mobile WiMax, Description: Mobile WiMax, UL BS ke MS
- System selection:** OFDMA UL (selected)
- General:** User-defined dRSS (dBm) [Constant(0.0)], Frequency [Constant(2575.0)]
- OFDMA General Settings:** SINR Minimum: 6.0 dB, Max subcarriers per base station: 10, Number of subcarriers per mobile: 2, Handover margin: 3.0 dB, Minimum coupling loss: 0.0 dB, System bandwidth: 10.0 MHz, Receiver noise figure: 4.0 dB, Bandwidth of Resource Block: 180.0 KHz
- Receiver settings:** Blocking mask / ACS [User defined...], OFDMA Uplink: Max. allowed disconnection attempts: 3, Max. allowed transmit power of MS: 23.0 dBm, Min. transmit power of MS: -30.0 dBm, Power Scaling Threshold: 0.9, Balancing factor (0\leq1): 1.0, OFDMA Capacity: Users per BS: 10, Pathloss Correlation: Use Pathloss Correlation (unchecked)
- Propagation Model:** Selection: Extended Hata, Variations: checked, General environment: Urban, Local environment (receiver): Outdoor, Local environment (transmitter): Outdoor, Propagation Environment: Above Roof, Wall Loss (indoor indoor): 5.0 dB, Wall Loss std. dev. (indoor indoor): 10.0 dB, Wall Loss (indoor outdoor): 10.0 dB, Wall Loss std. dev. (indoor outdoor): 5.0 dB, Loss Between Adjacent Floor: 18.3 dB, Empirical Parameters: 0.46, Size of the Room (droom): 4.0 m, Height of Each Floor (hfloor): 3.0 m

The screenshot shows the SEAMCAT 4.0.0 software interface with the same configuration parameters as the previous image. A graph is overlaid on the interface, showing the relationship between Frequency (MHz) and a parameter value (likely dBm or dB).

The graph data is as follows:

Frequency (MHz)	Parameter Value
-15	45
-10	40
-5	35
0	30
5	35
10	40
15	45





Hasil Simulasi Skenario 4 pada Opsi Band Segmentasi :

