



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA OPTIMASI TAHAPAN HANDOVER NTAP dan
AHOP PADA MOBILE WIMAX (IEEE 802.16E) UNTUK
LAYANAN VoD.**

TESIS

LEOPOLD LINGGAR

0706173420

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCA SARJANA
DEPOK
DESEMBER 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA OPTIMASI TAHAPAN HANDOVER NTAP dan
AHOP PADA MOBILE WIMAX (IEEE 802.16E) UNTUK
LAYANAN VoD.**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

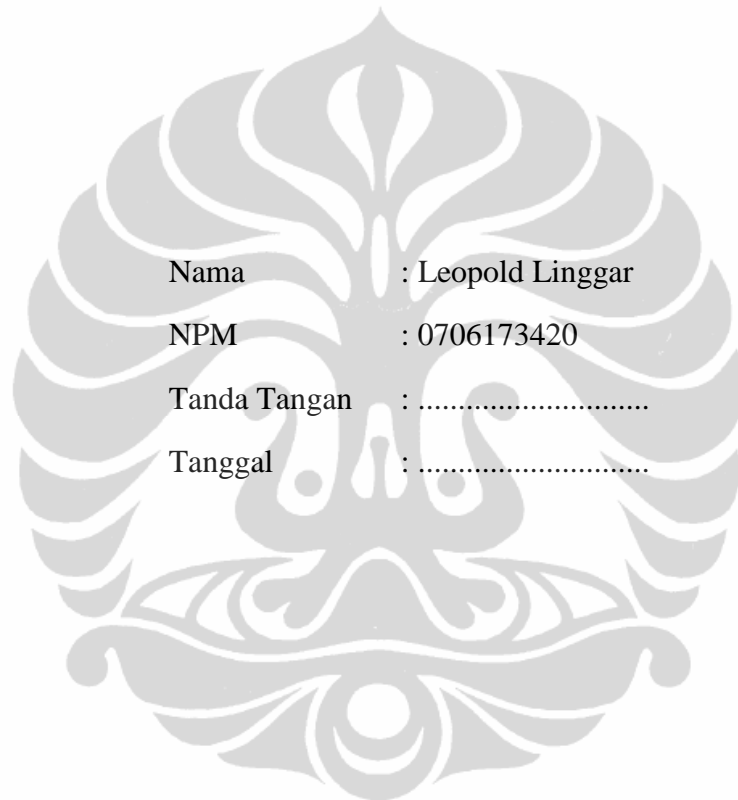
LEOPOLD LINGGAR

0706173420

**FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
DEPOK
DESEMBER 2010**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.



Nama : Leopold Linggar

NPM : 0706173420

Tanda Tangan :

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Leopold Linggar
NPM : 0706173420
Program Studi : Teknik Telekomunikasi
Judul Tesis :

ANALISA OPTIMASI TAHAPAN HANDOVER NTAP dan AHOP PADA MOBILE WIMAX (IEEE 802.16E) UNTUK LAYANAN VoD.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng., Ph.D.



Penguji : Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng



Penguji : Dr. Ir. Arman D Diponegoro



Penguji : Filbert Hilman Juwono, S.T., M.T.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Desember 2010

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Leopold Linggar
NPM : 0706173420
Program Studi : Kekhususan Teknik Telekomunikasi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA OPTIMASI TAHAPAN HANDOVER NTAP dan
AHOP PADA MOBILE WIMAX (IEEE 802.16E) UNTUK
LAYANAN VoD.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada : Desember 2010
Yang menyatakan

(Leopold Linggar)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan berkat dan kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan seminar ini. Penulisan seminar ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Selama proses penyelesaian seminar ini, penulis memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih terutama kepada:

- (1) Prof. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar membimbing serta memberikan ilmu dan kesempatan kepada penulis
- (2) Filbert Hilman Juwono, ST, MT sebagai pembimbing dalam memberikan masukan dalam penulisan maupun perencanaan dalam pembuatan simulasi.
- (3) Bpk, Boyke Marpaung dan Keluarga, Herbet, Andre, Ndru, Novi, serta teman – teman pasca sarjana teknik telekomunikasi yang memberikan bantuan dalam memberikan masukan dalam pembuatan simulasi maupun perencanaannya.
- (4) Keluarga penulis.

Tiada sesuatu yang sempurna. Akhir kata penulis berharap semoga Tuhan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga Thesis ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Depok, Desember 2010

Penulis

ABSTRAK

Nama : Leopold Linggar
Program Studi : Teknik Telekomunikasi
Judul : Analisa optimasi tahapan *handover* NTAP dan AHOP pada Mobile WiMAX (IEEE 802.16e) untuk layanan VoD.

IEEE 802. 16e-2005 dikenal juga dengan *Mobile WiMAX* merupakan versi *mobile* dari spesifikasi WiMAX 802.16d-2004 yang dikembangkan untuk aplikasi *fix WiMAX* pada transmisi data koneksi *Broadband Metropolitan Area Network* (MAN).

Mobile WiMAX memungkinkan *user* untuk mengakses layanan dalam keadaan bergerak sehingga memberikan “kebebasan” kepada *user* dalam hal mobilitas. Keadaan dimana seorang *user* harus berganti *base station* yang melayaninya dikenal sebagai *handover* (HO), *Handover* menjamin keberlangsungan layanan nirkabel (*wireless*) ketika *user* bergerak menuju batas-batas sel. Permasalahan pada *Mobile WiMAX* adalah prosedur *handover* yang lambat berdampak pada terganggunya proses transmisi data maupun suara terutama untuk *real time application* dan *voice quality* seperti VoD, VoIP, *video streaming*, dan *teleconfrence* sehingga menurunkan kualitas layanan yang diberikan. Permasalahan *handover* dapat diatasi dengan optimasi *handover* pada *Mobile WiMax*. memprediksi Target BS (TBS) yang berpotensi untuk di-*scan* sehingga mengurangi *delay* pada proses *handover* serta menggunakan prosedur *fast scan* untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses *scanning*.

Pada penelitian ini dibahas perbaikan proses *handover* pada jaringan *Mobile WiMAX*. Proses *handover* disimulasikan menggunakan *Opnet modeler* versi 14.A. dimana hasil simulasi memberikan perbaikan pada waktu yang dibutuhkan dalam proses *handover* yang dilihat berdasarkan grafik *throughput* serta grafik *handover time*. Hasil simulasi *handover* menunjukkan MS melakukan proses *handover* dari SBS menuju TBS dengan baik.

Kata Kunci:

Handover, AHOP, NTAP, IEEE 802.16e, *Mobile WiMAX*.

ABSTRACT

Name : Leopold Linggar

Studies Program : Telecommunication

Title : Analysis and optimization handover stages NTAP and AHOP on Mobile WiMAX (IEEE 802.16e) for VoD Services.

IEEE 802. 16e-2005 also known as Mobile WiMAX is a mobile version of WiMAX 802.16d-2004 specifications developed for fixed WiMAX applications in data transmission connection Broadband Metropolitan Area Network (MAN).

Mobile WiMAX allows user to access the service in motion so as to provide "freedom" to the user in terms of mobility. Circumstances in which a user must change the serving base station also known as handover (HO), Handover ensure the sustainability of wireless services when the user moves toward to the cell boundaries. Problems in Mobile WiMAX is a slow handover procedures have an impact on the disruption process data and voice transmission, especially for real time application and voice quality such as VoD, VoIP, video streaming, and teleconference could reduce the quality of services provided. Handover problems can be overcome by optimization of handover on Mobile WiMax. predict the target BS (TBS), which has the potential to be scanned, thereby reducing the delay in the handover process and the use of fast scan procedure to reduce the time required in the scanning process.

This research discuss about process improvement handover on Mobile WiMAX network. Handover process is simulated using OPNET modeler 14.A. version where the simulation results provide improvements to the time required in the process of handover as seen on the graph the throughput and handover time graph. The handover simulation results show MS handover process from the SBS to TBS working good.

Keywords:

Handover, AHOP, NTAP, IEEE 802.16e, Mobile WiMAX.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TEKNOLOGI JARINGAN DAN HANDOVER PADA MOBILE WIMAX	7
2.1 Standar WiMAX - IEEE 802.16.....	7
2.2 Arsitektur Jaringan WiMAX.....	11
2.3 Handover pada Teknologi Wireless.....	17
2.3 Tahapan pada Proses Handover.....	19
BAB III PERMODELAN SISTEM DAN SIMULASI	24
3.1 Tahapan Implementasi.....	24
3.2 Permodelan Sistem.....	26
3.3 Topologi Jaringan.....	27
3.4 Skenario Simulasi.....	28
3.5 Konfigurasi OPNET Mobile WiMAX.....	29

BAB IV	SIMULASI, HASIL DAN ANALISIS.....	50
4.1	Simulasi Jaringan IEEE 802.16e.....	50
4.2	Analisis Hasil Simulasi Jaringan IEEE 802.16e	53
BAB V	PENUTUP.....	50
DAFTAR REFERENSI.....		xiii



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 Gambaran komponen dasar WiMAX dan WiMAX Cell
- Gambar 1.2 Layanan *Full Mobility* pada *Mobile WiMAX*
- Gambar 2.1 Evolusi dari Teknologi WiMAX
- Gambar 2.2 Arsitektur IP-base WiMAX
- Gambar 2.3 Konfigurasi Point-to-Point dan Point-to-Multipoint
- Gambar 2.4 Standar MAC dan PHY (*physical*) layer IEEE 802.16
- Gambar 2.5 MAC dari IEEE 802.16 pada mode TDD
- Gambar 2.6 *Inter cell* (a) dan *Intra cell* (b) *handover*
- Gambar 2.7 Handover berdasarkan Signal Strength antara dua BS
- Gambar 3.1 Tahapan Proses *Handover*
- Gambar 3.2 Prosedur Handover pada MAC Layer
- Gambar 3.3 Rangkaian NTAP *message diagram*
- Gambar 3.4 MS initiated HO dilihat dari sisi MS
- Gambar 3.5 MS initiated HO dilihat dari sisi SBS
- Gambar 3.6 Contoh Proses *Scanning*
- Gambar 3.7 Rangkaian AHOP *message diagram*
- Gambar 3.8 Jarak transmisi maksimum vs frekwensi domain dari 2 – 66 GHz OFDM dengan skema modulasi yang berbeda
- Gambar 3.9 Rangkaian *Fast Pre-HO Network Topologi Acquisition Phase* (NTAP) *Message Diagram*


- Gambar 3.10 Rangkaian *Fast - Actual Handover Phase (AHOP) Message Diagram*.
- Gambar 3.11 Tahapan implementasi simulasi
- Gambar 3.12 Contoh Hasil *Throughput* antara *Proposed* dan *Concentional Scheme*
- Gambar 3.13 Contoh Hasil *Delay Time* antara *Proposed* dan *Concentional Scheme*
- Gambar 3.14 Model Simulasi HO pada Mobile WiMAX IEEE 802.16e
- Gambar 4.1 Gambaran Simulasi Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Subnet (Mobile WiMAX)*
- Gambar 4.2 Detail Tabel *Trajectory* dan *Trajectory Status*
- Gambar 4.3 Detail Konfigurasi IP pada *Mobile WiMAX Subnet & IP Cloud*
- Gambar 4.4 Hasil Simulasi Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*
- Gambar 4.5 Hasil Simulasi Delay Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*
- Gambar 4.6 Hasil Simulasi Load Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*
- Gambar 4.7 Hasil Simulasi throughput Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*
- Gambar 4.8 Hasil Simulasi *WiMAX mobility* serta *Advertisement receive* Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*
- Gambar 4.9 parameter *WiMAX mobility* untuk konfigurasi *Mobility* Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1 Perbandingan perkembangan teknologi wireless
- Tabel 2.1 Perbandingan Antara IEEE 802. 16, 802. 16a 802. 16d dan 802. 16e
- Tabel 4.1 Standar Delay beberapa aplikasi

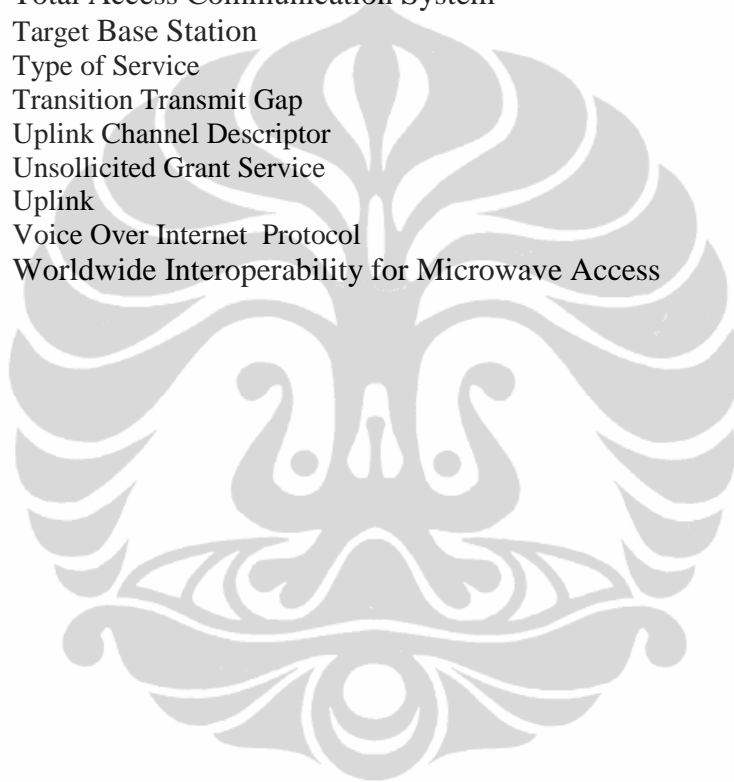


DAFTAR SINGKATAN



AHOP	Actual Handover Phase
AMPS	Advanced Mobile Phone System
AP	Access Point
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ASN	Access Service Network
BWA	Broadband Wireless Access
BS	Base Station
BSC	Base Station Controller
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BSC	Base Station Controller
CAP	Controlled Access Phase
CBR	Constant Bit Rate
CDF	Cumulative Distribution Function
CFP	Contention Free Period
CID	Connection Identifier
CL	Convergence Layer
CP	Contention Period
CPE	Consumer Premise Equipments
CPS	Common Part Sub layer
CPCS	Common Part Convergence Sub layer
CS	Convergence Sub layer
CSN	Core Service Network
DCF	Distributed Control Function
DCD	Downlink Channel Descriptor
DL	Downlink
DLC	Data Link Control
GSM	Global System Mobile
HO	Handover
HHO	Hard Handover
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineering
LAN	Local Area Network
LOS	Line of Sight
MAC	Medium Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MSDU	MAC SDU
MT	Mobile Terminal
MS	Mobile Station
NLOS	Non Line of Sight
NMT	Nordic Mobile Telephony
NTAP	Network Topology Acquisition Phase
nrtPS	non real-time Polling Service
P2P	Point-to-Point
PC	Point Coordinator
PCF	Point Control Function
PDU	Protocol Data Unit
PHY	Physical Layer

PMP	Point-to-Multipoint
QoS	Quality of Service
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying
RLC	Radio Link Control
RTG	Receive Transmit Gap
rtPS	real-time Polling Service
SAP	Service Access Point
SBS	Serving Base Station
SDU	Service Data Unit
SS	Subscriber Station
SSCS	Service Specific Convergence Sublayer
SOFDMA	Scalable Orthogonal Frequency Division Multiple Access
TACS	Total Access Communication System
TBS	Target Base Station
ToS	Type of Service
TTG	Transition Transmit Gap
UCD	Uplink Channel Descriptor
UGS	Unsolicited Grant Service
UL	Uplink
VoIP	Voice Over Internet Protocol
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan teknologi dan akses komunikasi serta inovasinya berkembang dengan pesat, perubahan itu selaras dengan kebutuhan masyarakat modern yang memiliki mobilitas tinggi, mencari layanan yang fleksibel, memuaskan dan mengejar efisiensi di semua aspek. Untuk mendukung hal tersebut teknologi jaringan *wireless* menjadi salah satu pilihan dan solusi bagi pengembangan layanan internet yang cepat, handal dan menjangkau daerah yang lebih luas.

Broadband wireless access (BWA) standar yang saat ini umum diterima dan secara luas digunakan adalah standar yang dikeluarkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE), umumnya masing-masing standar tersebut terus dikembangkan dengan varian-varian yang memiliki keunggulan pada penggunaan atau kondisi tertentu diantaranya standar 802.11 memiliki varian populer 802.11a, b, dan g. standar 802.16 memiliki perkembangan varian 802.16a, 802.16rev.d-2004, dan 802.16e [1].

Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) merupakan standar internasional BWA mengacu pada standar IEEE 802.16 yang dapat digunakan untuk kondisi *line of sight* (LOS) maupun Non LOS. Standar ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh forum gabungan antar perusahaan-perusahaan dunia terkait (produsen produk-produk *wireless*, produsen-produsen *chip*, operator-operator *wireless*), atau disebut dengan WiMAX Forum [1].

Pada awalnya standar IEEE 802.16 menspesifikasikan WiMax pada rentang frekuensi 10 sampai 66 Ghz. Kemudian 802.16a di *update* menjadi 802.16-4004 pada tahun 2004 (juga disebut 802.16d), yaitu dengan menambahkan dukungan untuk rentang frekuensi 2 sampai 11 GHz. IEEE 802.16d selanjutnya di *update* lagi menjadi 802.16e pada tahun 2005 dengan menggunakan *Scalable Orthogonal*

Frequency Division Multiple Access (SOFDMA) dimana memberikan kemampuan layanan mobilitas penuh. Tabel 1.1 memperlihatkan perbandingan perkembangan teknologi *wireless* yang telah ada dan terus berkembang saat ini.

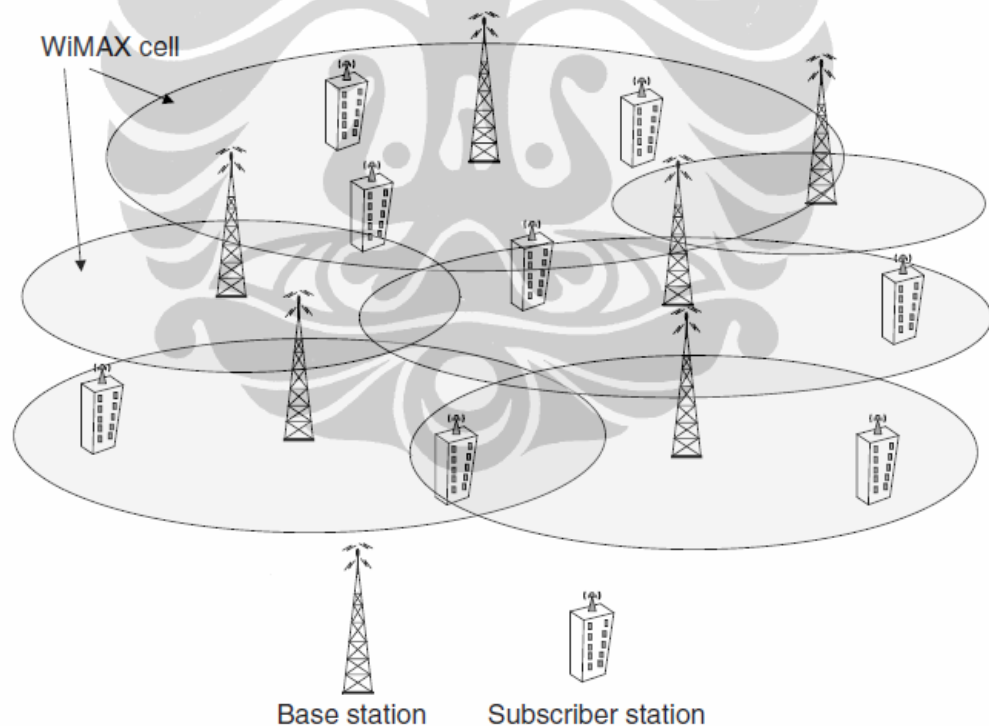
Tabel 1.1 Perbandingan Perkembangan Teknologi Wireless [1]

	WiFi 802.11g	WiMAX 802.16-2004*	WiMAX 802.16e	CDMA2000 1x EV-DO	WCDMA / UMTS
Approximate max reach (dependent on many factors)	100 meters	8km	5km	12km	12km
Maximum throughput	54 Mbps	75 Mbps (20 MHz band)	30Mbps (10 MHz band)	2.4 Mbps (higher for EV-DV)	2Mbps (10+ Mbps for HSDPA)
Typical Frequency bands	2.4 GHz	2-11 GHz	2-6 GHz	400,800,900, 1700, 1800, 1900 2100 MHz	1800, 1900, 2100 MHz
Availability	Now	Ratified in June 2004, products in 2005	Expected ratification in Q3 2005, products in 2006	Now	Now
Application	Wireless LAN	Fixed Wireless Broadband (eg-DSL alternative)	Portable Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband

Faktor utama dibalik pertumbuhan luar biasa medium nirkabel adalah kemampuan untuk memenuhi dua dari tiga komponen yang merupakan tujuan utama dari telekomunikasi : *any information, any time, any place*. Sistem komunikasi nirkabel menyediakan *anytime, anywhere communication*. Karakteristik menarik dari penjelasan di atas adalah perpindahan (*mobility*) memungkinkan *user/pengguna* mengakses informasi dari tempat mereka berada maupun saat melakukan perpindahan atau mobilitas dari suatu tempat ke tempat lain selama masih berada pada jangkauan/*coverage* dari jaringan komunikasi yang digunakan.

Dalam memberikan layanan BWA yang dibutuhkan, jaringan *Mobile WiMAX* memberikan keuntungan-keuntungan baik pada *coverage* dan *data rates* serta menawarkan kualitas layanan jaringan yang tinggi (QoS) untuk *mobile user*. Jaringan *Mobile WiMAX* menggunakan teknologi yang sama dengan jaringan

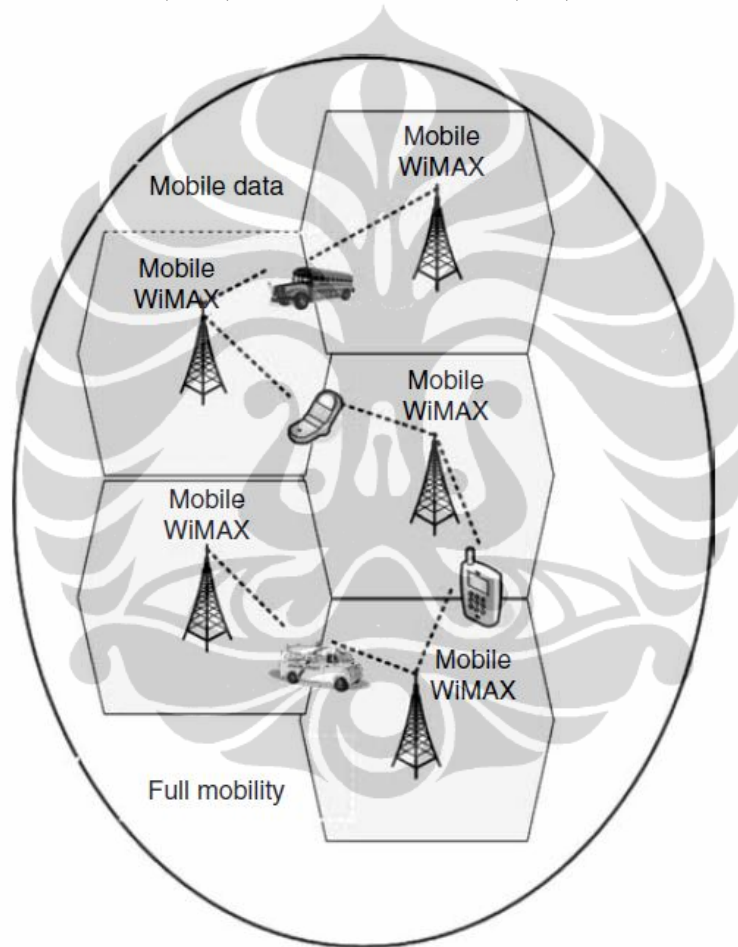
cellular dimana merupakan jaringan radio dibuat berdasarkan sel maupun beberapa sel yang dilayani oleh pemancar tetap (*fixed transmitter*) yang dikenal dengan *cell site* atau *base station*. Sel-sel ini digunakan untuk mencakup area-area yang berbeda dengan tujuan untuk memperluas daerah layanan dibandingkan dengan hanya menggunakan satu sel saja. Gambar 1.1 mengilustrasikan komponen dasar WiMAX yang terdiri dari *Base Station* (BSs) atau WiMAX *tower*, konsep penggunaannya sama dengan *cell-phone tower* dimana *Mobile Station* (MSs) atau disebut juga *Subscriber Station* (SSs) / *consumer premise equipments* (CPEs) berfungsi sebagai bagian penerima pada WIMAX (*WiMAX Receiver*), antena penerima dapat berupa kotak kecil, kartu PCMCIA, atau dibuat terpasang internal pada laptop dan *smart mobile phone* sama seperti yang digunakan pada akses WiFi saat ini.



Gambar 1.1 Gambaran Komponen dasar WiMAX dan Wimax Cell [2]

Penggunaan beberapa sel berarti jika penerima (*transceivers*) merupakan *mobile station* (MS) yang melakukan mobilitas dari satu tempat ke tempat yang lain, secara langsung melakukan pergantian dari satu sel menuju sel yang lain.

Gambar 1.2 dibawah ini menunjukkan mekanisme yang terjadi dimana *Mobile WiMAX* menawarkan mobilitas seperti yang terjadi pada komunikasi seluler. Mekanisme pergantian sel yang selanjutnya disebut *handover* bergantung pada jenis jaringan dan keadaan yang ada. Sebagai contoh, apabila ada komunikasi/percakapan yang sedang berlangsung dan tidak ingin untuk terputus maka perlindungan/pemeliharaan harus dibuat untuk menjaga kelangsungan komunikasi tersebut. Disini perlu koordinasi yang jelas antara *serving base station (SBS)*, *target base station (TBS)*, serta *mobile station (MS)*.



Gambar 1.2 Layanan *Full Mobility* pada *Mobile WiMAX* [2]

Dalam standar pada *mobile wimax*, total *handover* terjadi dalam tahapan. *Network Topologi Acquisition Phase (NTAP)* dan *Actual Handover Phase (AHOP)* merupakan dua tahapan utama. Saat NTAP, MS melakukan *scanning* dan sinkronisasi *downlink* dengan BS yang berdekatan bertujuan untuk memilih TBS

baru agar proses *handover* dapat terlaksana. Sementara selama AHOP, MS melepaskan koneksi dengan SBS dan melakukan sinkronisasi, serta prosedur registrasi dengan TBS baru yang dipilih untuk menyelesaikan proses *handover*. Bagaimanapun juga keseluruhan prosedur memberikan beberapa masalah yang perlu diatasi, proses *scanning* yang berlebihan dan aktivitas sinkronisasi dapat memberikan *handover delay* yang tidak diinginkan.

Selama proses *scanning*, semua *uplink* dan *downlink traffic* tertahan, dimana untuk *delay sensitive traffic* (*video bitstream* dan VoIP) akan memberikan dampak yang buruk terhadap kualitas layanannya.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan *mobility framework* dari IEEE 802.16e, *Mobile Station* (MS) sebaiknya melakukan proses pencarian “*scan*” untuk menentukan *Base Station* (BS) terdekat sehingga dapat memilih BS yang terbaik untuk proses *handover*. Namun standar di atas tidak menentukan jumlah BS yang harus di *scan* serta proses *scan* yang “lambat” dapat mengganggu transmisi data dan menurunkan QoS dari koneksi jaringan yang sedang berlangsung.

Pada *Mobile WiMAX* waktu yang dibutuhkan saat proses *handover* (*time consuming processes*) yang “lambat” tidak memberikan permasalahan yang berarti untuk penggunaan aplikasi seperti *web-browsing* namun akan memberikan pengaruh yang buruk pada kualitas *real time application* dan *voice quality* seperti VoIP, *video streaming* seperti *Video on Demand (VoD)*, dan *teleconference*. Dari penjelasan di atas maka diperlukan langkah-langkah perbaikan pada proses *handover* baik pada tahapan NTAP maupun AHOP. Pengurangan jumlah BS yang perlu untuk di *scan* serta pengembangan dari tahapan dalam pemilihan TBS diharapkan dapat meningkatkan *performance* dari keseluruhan proses *handover*.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengusulkan perbaikan proses *handover* pada *Mobile WiMAX IEEE 802.16e* dan mensimulasikan optimasi *Mobile WiMAX handover* dengan cara memprediksi *Target BS (TBS)* yang berpotensi untuk di-*scan* sehingga mengurangi *delay* pada proses *handover* serta menggunakan prosedur *fast scan* untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses *scanning*.

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang ada pada analisis diantaranya :

1. Analisa akan difokuskan pada waktu yang dibutuhkan (*time consuming*) saat proses *scanning*, *ranging* dan *re-entry* jaringan hingga proses *handover*, serta melihat hasil analisa *streaming video* yang diterima selama proses *mobilitas & handover* terjadi.
2. Implementasi simulasi menggunakan *streaming video* dari server VoD yang telah di aplikasikan dalam software simulasi.
3. Implementasi simulasi *handover* menggunakan software OPNET 14.0.A.

1.5 Sistematika Penulisan

Bab 1. Merupakan bagian pendahuluan yang terdiri dari latar belakang teknologi broadband wireless akses khususnya *Mobile WiMAX*, tujuan penulisan, batasan masalah yang dibahas, serta sistematika penulisan.

Bab 2. Menjelaskan tentang bagian dasar teori dari *WiMAX* serta *handover* pada *Mobile WiMAX* secara umum.

Bab 3. Menguraikan model sistem dan simulasi yang dibuat pada proses *handover* dan *streaming video* dari *Mobile Wimax 802.16e* menggunakan *Opnet*.

Bab 4. Membahas hasil simulasi dan analisa hasil simulasi pada proses *handover* dan layanan *streaming VoD*.

Bab 5. Kesimpulan dari hasil simulasi dan analisis.

BAB II

TEKNOLOGI JARINGAN DAN HANDOVER PADA MOBILE WIMAX

2.1 Standar WiMAX (IEEE 802. 16)

Internet merupakan model komunikasi yang digunakan saat ini, dimana terdapat beberapa cara untuk mengakses layanan internet diantaranya dengan menggunakan akses *broadband*, dan WiFi. Namun teknologi tersebut memiliki beberapa permasalahan yang mendasar, *broadband* akses membutuhkan biaya yang mahal serta tidak dapat menjangkau semua area, sedangkan WiFi akses memiliki *Hot Spot* yang sangat kecil sehingga terbatas dalam masalah area layanan..

Disini dibutuhkan teknologi yang bisa menyediakan :

- Kecepatan layanan *Broadband*
- *Broad coverage* seperti yang dimiliki oleh layanan jaringan telepon seluler
- Lebih murah dari segi investasi biaya serta menggunakan teknologi *wireless* akses daripada *wired* akses sehingga lebih mudah dalam implementasi pada daerah pinggiran kota (*suburban*) dan pedesaan (*rural*).

Teknologi ini terus dikembangkan dan telah di uji-coba pada beberapa negara, teknologi ini dikenal dengan WiMAX yang dikenal juga dengan nama IEEE 802.16. WiMAX saat ini terbagi menjadi 2 kategori besar yaitu IEEE. 802. 16d (sering disebut 802. 16-2004) dan IEEE 802.16e (disebut juga 802. 16-2005) [1]. Keduanya sangat berbeda dimana 802.16d diperuntukan bagi segmen *fixed* dan *nomadic* sedangkan 802. 16e bagi segmen *portable* dan *mobile*.

WiMAX merupakan standar BWA dengan kemampuan untuk menyalurkan data kecepatan tinggi (layaknya teknologi xDSL pada jaringan kabel). Secara sederhana pengembangan standar 802. 16 dapat diuraikan sebagai berikut :

1. 802.16

Termasuk di dalamnya standar IEEE 802.16.2-2001 yang dipublikasikan pada September 2001 serta IEEE 802.16c yang dipublikasikan pada Januari 2003. Standar ini mengatur pemanfaatan di band frekuensi 10-66GHz. Dengan spesifikasi *High data rate, high-power, Point-to-point* (P2P), *fixed* SSs serta Aplikasi yang mampu di dukung baru sebatas dalam kondisi LOS

2. 802.16a

Menggunakan frekuensi 2-11GHz, dapat digunakan untuk lingkungan NLOS. Standar ini difinalisasi pada Januari 2003 [1]. Terdapat 3 spesifikasi pada physical layer di dalam 802.16a yaitu:

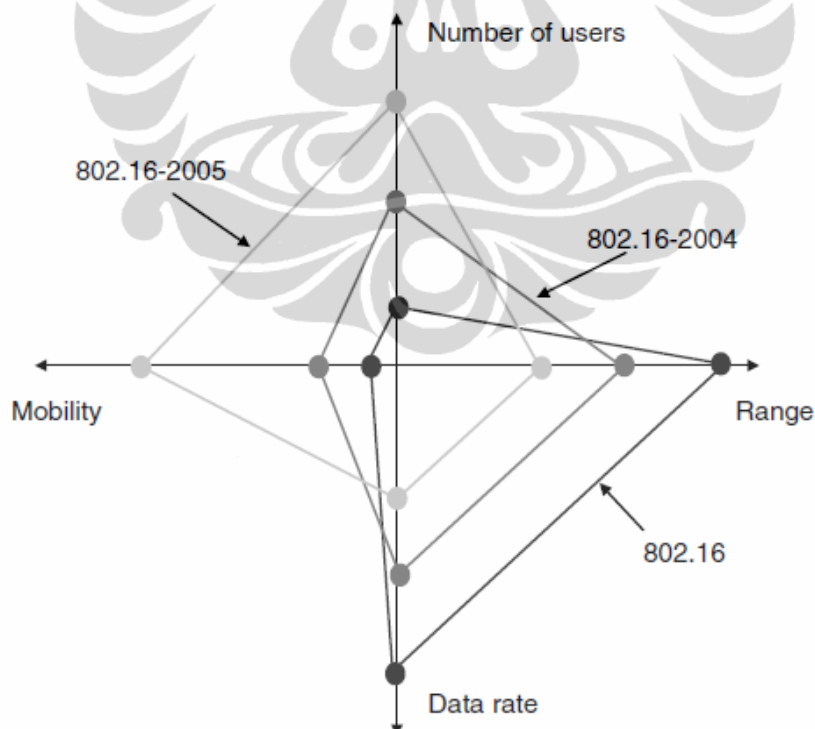
- *Wireless MAN-SC* : menggunakan format modulasi *single carrier*
- *Wireless MAN-OFDM* : menggunakan OFDM dengan 256 point FFT. Modulasi ini bersifat *mandatory* untuk *non licensed band*.
- *Wireless MAN-OFDMA* : menggunakan OFDMA dengan 2048 point FFT.

3. 802.16d

Merupakan standar yang berbasis 802.16 dan 802.16a dengan beberapa perbaikan. 802.16d, dengan spesifikasi medium data rate, P2P, *Point-to-Multipoint* (PMP), *fixed* SSs. frekuensi yang digunakan sampai 11 GHz. Standar ini telah difinalisasi pada 24 Maret 2004 [3]. Dimana terdapat dua opsi dalam transmisi pada 802.16d yaitu TDD maupun FDD.

4. 802.16e

Standar ini dikembangkan dengan tujuan untuk mendukung mobilitas pengguna serta jumlah *user* yang lebih banyak, perbandingan dengan standar sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2.1, pada standar 802.16 dan 802.16-2004 cakupan jarak layanan dan *data rate* yang lebih diutamakan dibandingkan *mobility* serta jumlah pengguna/*user*. Kunci dari pengembangan standar 802.16e terdapat pada penggunaan *scalable OFDMA (SOFDMA)* yang membuat standar ini tahan terhadap kemacetan dalam jaringan (*network congestion*) serta *degradasi* atau penurunan kualitas jaringan yang disebabkan oleh interferensi. Ditujukan untuk memenuhi kapabilitas untuk aplikasi *portability* dan *mobility*, dengan spesifikasi *low-medium data rate*, P2P, PMP, *fixed* dan *mobile* SSs. Standar ini telah difinalisasi di akhir tahun 2005.



Gambar 2.1 Evolusi dari Teknologi WiMAX [3]

Berbeda dengan standar sebelumnya, antara standar 802.16d dan 802.16e tidak bisa dilakukan *interoperability* sehingga diperlukan *hardware* tambahan bila akan mengoperasikan 802.16d dan 802.16e secara bersamaan. Secara umum evolusi dari teknologi WiMAX dikembangkan berdasarkan pertukaran kapasitas (*data rate*) dan jarak jangkauan untuk mendukung mobilitas dan jumlah pengguna (*scalability*). Tabel 2.1 merupakan perbandingan antara IEEE 802.16, 802.16a, 802.16d dan 802.16e.

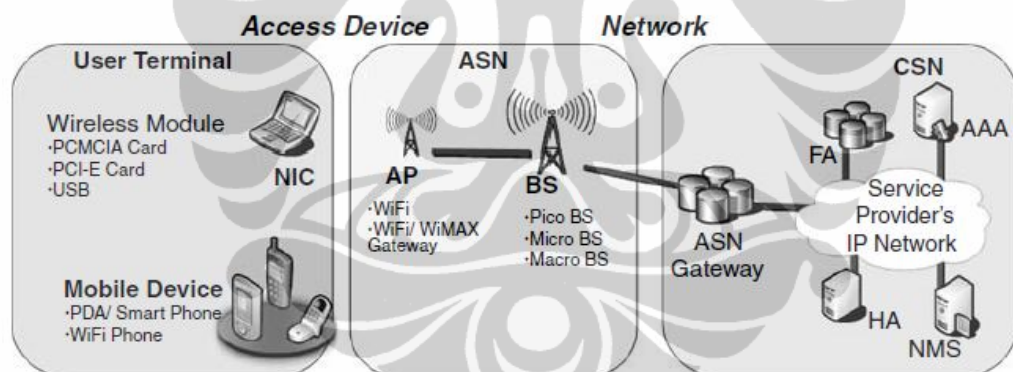
Tabel 2.1 Perbandingan Antara IEEE 802.16, 802.16a, 802.16d dan 802.16e [3]

	802.16	802.16a	802.16-2004	802.16e
Frequency range	10–66 GHz	2–11 GHz,	2–11 GHz, 10–66 GHz	2–6 GHz
Channel conditions	Line-of-sight only	Nonline-of-sight	Nonline-of-sight	Nonline-of-sight
Channel bandwidth	20, 25, and 28 MHz	1.25–28 MHz	1.25–28 MHz	1.25–20 MHz
Modulation scheme	QPSK, 16QAM, and 64QAM	OFDM, QPSK, 16QAM, and 64QAM	OFDM, QPSK, 16QAM, and 64QAM	OFDM, QPSK, 16QAM, and 64QAM
Network architecture supported	PTP, PMP	PTP, PMP, mesh	PTP, PMP, mesh	PTP, PMP, mesh
Bit rate	32–134 Mbps	Up to 75 Mbps	Up to 75 Mbps	Up to 15 Mbps
Mobility	Fixed	Fixed	Fixed	Pedestrian mobility—regional roaming, maximum mobility support: 125 km/h
Typical cell radius	1–3 miles	Maximum range is 30 miles on the basis of antenna height, antenna gain, and transmit power	Maximum range is 30 miles on the basis of antenna height, antenna gain, and transmit power	1–3 miles
Applications	Replacement of E1/T1 services for enterprises, backhaul for hot spots, residential broadband access, SOHO (small office/home office)	Alternative to E1/T1, DSL, cable backhaul for cellular and WiFi, VoIP, Internet connections	801.16 plus 802.16a applications	802.16-2004 applications plus fixed VoIP, QoS-based applications, and enterprise networking

2.2 Arsitektur Jaringan Wimax

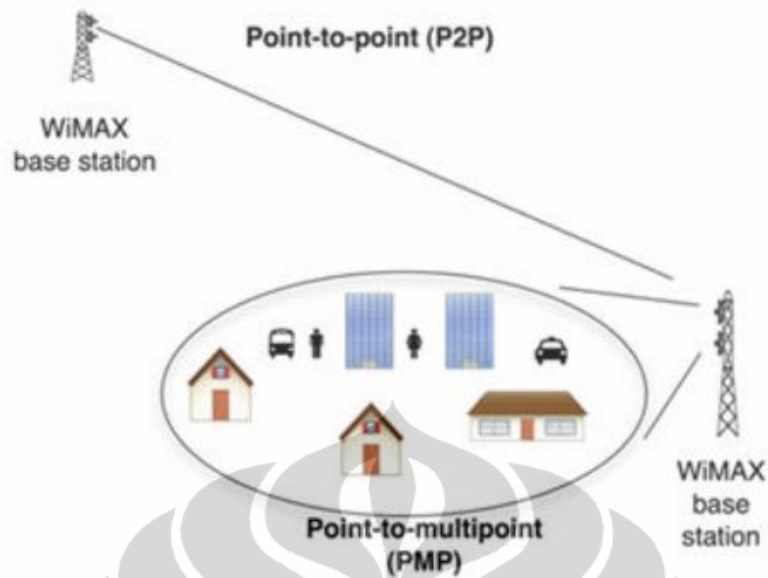
WiMAX menggunakan aksitektur *IP-based wireless* akses yang terdiri dari tiga bagian : *user terminal devices*, *access service network* (ASN), dan *core service network* (CSN) [3]. *User terminal devices* dapat berupa *fixed* atau *portable/mobile terminal device* yang mendukung penggunaan pada kondisi tetap, berpindah pindah maupun bergerak. Setiap perangkat pengguna dapat membangun hubungan dengan WiMAX *base station* (BS), dan melaksanakan autentifikasi dan registrasi melalui *access gateway* pada CSN seperti yang digambarkan pada Gambar 2.2.

Jaringan *Mobile WiMAX* memiliki kesamaan dengan arsitektur jaringan pada jaringan telepon seluler, dimana terbangun hubungan PMP antara BS dengan beberapa MS/SS. Setiap BS menyediakan frekwensi dan rekomendasi waktu untuk sinkronisasi hubungan yang akan dibangun.



Gambar 2.2 Arsitektur IP-base WiMAX [3].

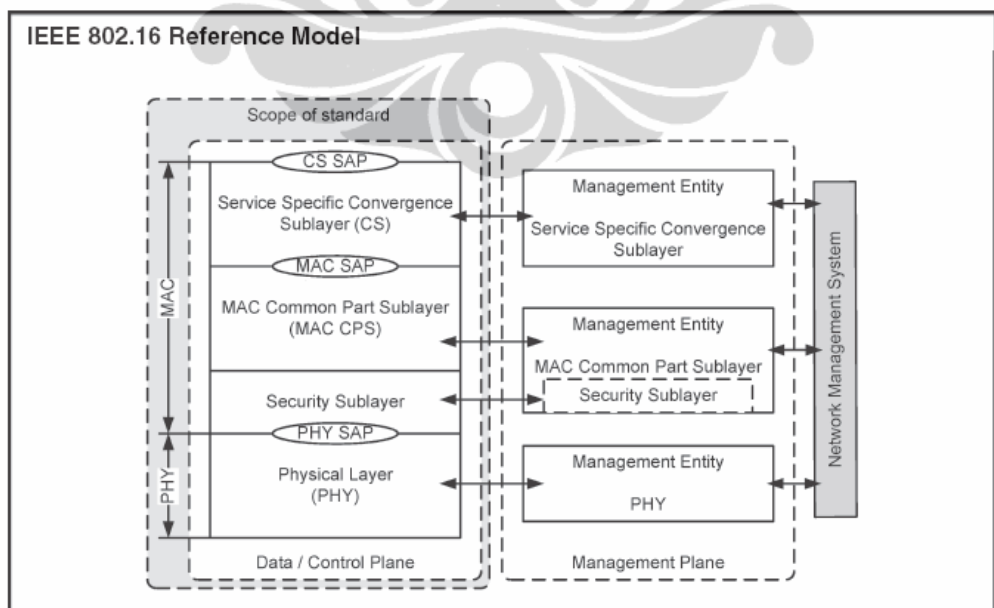
Untuk topologi pada pengembangan WiMAX dikenal *Point-to-Point* (P2P) dan *Point-to-MultiPoint* (PMP). Untuk P2P digunakan dimana ada dua titik *WiMAX base station* dihubungkan baik pada sisi pengirim dan penerima, model ini juga digunakan untuk *backhaul* atau transfer dari sumber data ke pelanggan. Pada arsitektur ini pancaran fokus antara dua *point* sehingga *throughput* yang didapat lebih tinggi daripada topologi PMP. Sedangkan untuk PMP satu *base station* dapat melayani ratusan pelanggan dalam batasan *bandwidth* dan layanan yang ditawarkan. Gambar 2.3 berikut menunjukkan hubungan antara P2P dan PMP seperti yang telah dijelaskan.



Gambar 2.3 Konfigurasi Point-to-Point dan Point-to-Multipoint [4]

2.2.1 MAC IEEE 802.16

Standar data dan *control plane* dari MAC IEEE 802.16 dapat di tunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4 Standar MAC dan PHY (*physical*) layer IEEE 802.16 [5]

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa MAC IEEE 802.16 terdiri dari tiga sublayer. Ketiga *sublayer* tersebut yaitu:

- a. MAC *Common Part Sublayer* (MAC CPS)
- b. MAC *Security Sublayer*
- c. MAC *Service Specific Convergence Sublayer* (CS)

2.2.1.1 MAC *Common Part Sublayer* (MAC CPS)

Layer MAC CPS melakukan sejumlah fungsi seperti sistem dan kanal akses, *connection management* dan aplikasi QoS. Fungsi-fungsi tersebut meliputi sistem akses, alokasi *bandwidth*, pembangunan hubungan, dan perbaikan hubungan. MAC CPS menerima data dalam bentuk CID dari CS (*convergence sublayer*). QoS dari IEEE 802.16 terdapat dalam transmisi dan penjadwalan (*scheduling*) data melalui PHY (*physical layer*).

IEEE 802.16 dioptimalkan untuk konfigurasi PMP (*point to multipoint*) dimana sejumlah SS (*subscriber station*) diakses oleh sebuah sentral yaitu BS (*Base Station*). Standar konfigurasi PMP ini memiliki *feature* pengembangan yaitu konfigurasi mata jala (*Mesh*) dengan kondisi komunikasi diantara SS akan tetap dapat dilakukan yang diterapkan untuk jaringan *backhaul* bagi IEEE 802.16.[10]. Pengembangan yang lain dari PMP adalah komunikasi *multi hop* yang menerapkan *relay station* untuk mendekodekan dan meneruskan pengiriman data, memperluas cakupan sinyal dari BS, atau pun meningkatkan kapasitas pada area cakupan.

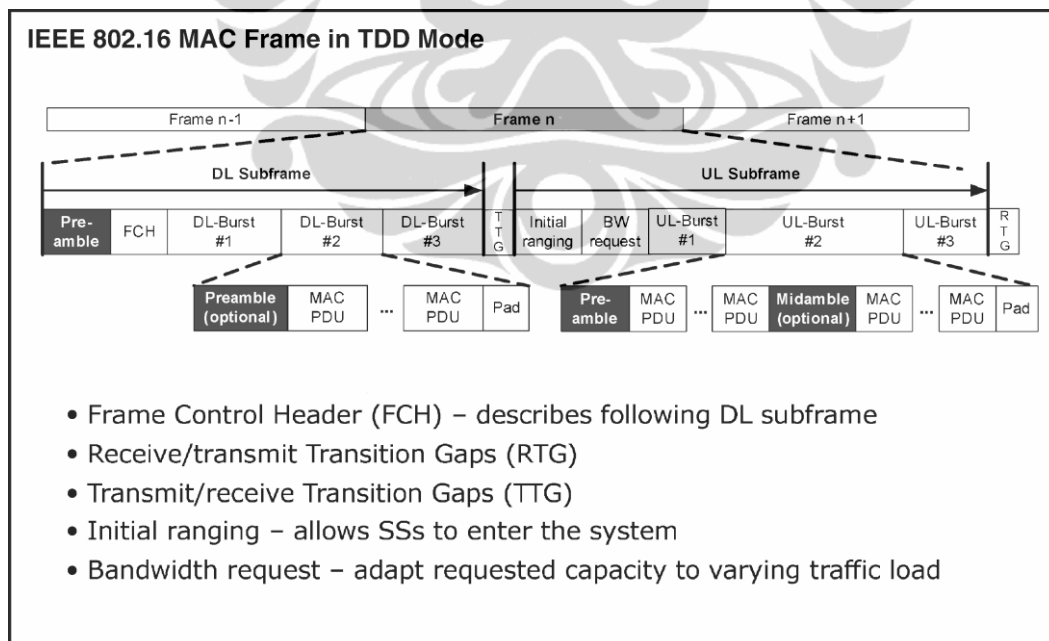
2.2.1.1.1 Mode Dupleks

Ada dua macam teknik dupleks pada system IEEE 802.16 yaitu FDD (*frequency division duplex*) dan TDD (*time division duplex*). Mode FDD menggunakan pita frekuensi yang berpasangan, biasanya dialokasikan pada spektrum *licensed*. DL (*down link*) dan UL (*uplink*) bekerja pada kanal frekuensi yang berbeda. Alokasi spektrum untuk DL dan UL bersifat asimetri.

TDD mengatasi masalah asimetri spectrum frekuensi pada FDD dengan cara membagi kanal frekuensi untuk transmisi DL dan UL pada domain waktu. Hal ini akan menyebabkan kapasitas untuk *switching point* DL dan UL dapat diubah karena SS tidak mengirim dan menerima pada waktu yang bersamaan. Namun penjadwalan MAC dari BS akan lebih rumit karena perlu adanya sinkronisasi waktu diantara SS untuk arah DL dan UL, untuk itu maka diperlukan adanya interval waktu atau *gap* diantara DL dan UL.

2.2.1.1.2 Struktur Frame

IEEE 802.16 memiliki transmisi yang berdasarkan *frame*. Panjang *frame* MAC dapat bervariasi mulai dari 2,5 – 20 *ms*. Struktur *frame* dari OFDM (*orthogonal frequency division multiplexing*) dengan dasar MAC layer yang bekerja pada mode TDD ditunjukkan pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 MAC dari IEEE 802.16 pada mode TDD [5]

Subframe DL selalu dikirim sebelum *subframe UL*. Kedua *subframe* dipisahkan oleh *Receive/Transmit Transition Gap* (RTG) dan *Transmit/Receive Transition Gap* (TTG). Pada saat *gap* ini maka SS akan mengatur *processornya* untuk keadaan *transmit* atau *receive*.

Subframe DL hanya terdiri dari sekali pengiriman PHY yang dimulai dengan *preamble*. Panjang *preamble* pada setiap *frame* ditentukan oleh dua buah simbol OFDM. Simbol tersebut akan digunakan oleh SS untuk sinkronisasi waktu dan frekuensi. Selanjutnya diikuti FCH (*frame control header*) yang menempati satu simbol OFDM. Setelah FCH maka dilanjutkan dengan sejumlah DL *burst*. DL *burst* tersebut akan menggunakan modulasi untuk PHY yang paling handal yaitu diawali oleh DL *burst* 1 menggunakan BPSK (*binary phase shift keying*), sampai dengan DL *burst* paling akhir akan menggunakan 64 QAM. Pengaturan modulasi ini dilakukan untuk menyederhanakan PHY dan meningkatkan sinkronisasi pada SS. Setiap DL *burst* akan terdiri dari MAC PDU (*protocol data unit*) yang telah dijadwalkan dalam transmisi DL. Setiap MAC PDU dari tiap DL *burst* akan menggunakan modulasi dan *encode* yang sama pada mode PHY sama, dimana satu MAC PDU dialokasikan untuk satu koneksi SS [5].

Subframe UL terdiri dari sejumlah interval dengan transmisi PHY yang dikirimkan oleh SS yang berbeda. Interval tersebut akan dijadwalkan diawal *frame UL* untuk kebutuhan pita frekuensi. Untuk menghindari terjadinya *collision* maka interval diletakan didalam *time domain*. Slot *initial ranging* mengijinkan SS untuk masuk ke dalam sistem dengan meminta manajemen dasar CID yaitu pengaturan level daya dan frekuensi *offset* melalui *timing offset*.

2.2.1.2 MAC Security Sublayer

MAC *security sublayer* terdapat di dalam layer MAC CPS. *Security sublayer* ini berfungsi untuk menyediakan prosedur autentikasi, dan fungsi enkripsi. *Security sublayer* memberikan privacy bagi pelanggan/SS di jaringan IEEE 802.16 dengan cara melakukan enkripsi untuk hubungan antara SS dan BS. Enkripsi dilakukan pada *payload* PDU yang terdapat pada MAC *header*. Tipe enkripsi yang digunakan dinegosiasikan pada saat pembangunan hubungan [5].

2.2.1.3 Service Specific Convergence Sublayer (CS)

MAC CS meliputi sejumlah *service-specific convergence sublayer* yang berfungsi sebagai *interface* bagi layer yang lebih tinggi Layer CS ini membagi SDU (*service data unit*) eksternal dan menyatukan SDU tersebut ke dalam koneksi MAC yang seharusnya. CS juga dapat memproses SDU dengan tujuan untuk mengurangi *overhead* yang terdapat pada *Payload Header Suppression* (PHS). Selain itu fungsi CS yang lainnya adalah sebagai *interface* bagi ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), protokol berbasis paket seperti IP (*internet protocol*), PMP (*Point to Point protocol*), atau pun IEEE 802.3 (*Ethernet*).

MAC CS akan melakukan transformasi dan pemetaan data untuk diteruskan ke CS *Service Access Point* (SAP). Pemetaan ini meliputi klasifikasi jaringan eksternal SDU ataupun membutuhkan proses SDU. Pemetaan terhadap SDU yang datang berarti menggabungkan SDU-SDU tersebut ke dalam *Connection Identifier* (CID) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5. CID ini akan menghubungkan SDU ke level QoS tertentu.

CS akan memproses SDU ke layer yang lebih tinggi dengan cara menekan informasi yang tidak digunakan ke layer yang lebih tinggi. Setelah memetakan data dan PHS maka SDU akan dikirim ke CS SAP. Pada saat menerima data dari CS maka *header* yang ditekan akan

direkonstruksi ulang melalui SAP sebelum dikirimkan ke layer protokol yang lebih tinggi.

2.3 Handover Pada Teknologi Wireless

Pada komunikasi seluler, proses *handover* didasarkan pada proses transfer pada percakapan yang sedang berlangsung (*ongoing call*) atau transfer data (*data session*) dari satu *channel* yang terkoneksi pada satu jaringan kepada jaringan lainnya. Terdapat beberapa alasan mengapa *handover* dapat terjadi :

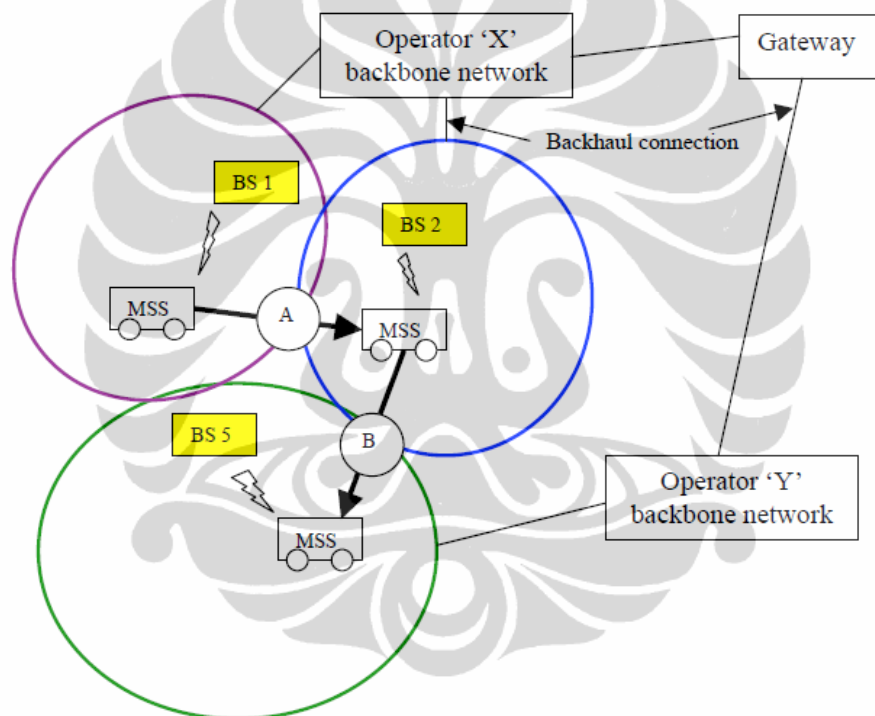
- Saat MS bergerak dari *coverage area* SBS yang melayaninya menuju *coverage area* TBS sehingga percakapan atau pengiriman data dari SBS ditransfer ke TBS. dengan tujuan untuk mencegah terjadinya pemutusan proses percakapan atau pengiriman data yang sedang berlangsung saat MS keluar area layanan SBS.
- SBS dengan kapasitas beban koneksi yang telah melewati batas yang ditentukan dapat mentransfer MS yang berada pada daerah layanan SBS yang juga *overlap* dengan daerah layanan BS terdekat dengan tujuan untuk memberikan kapasitas layanan kepada MS yang hanya terkoneksi atau dilayani oleh SBS tersebut.

Secara luas *handover* dapat di golongkan dalam dua kategori – *hard* dan *soft handover*. *Hard handover* selanjutnya dibagi atas dua jenis yang berbeda – *intra* dan *inter – cell handover*. Begitu juga dengan *soft handover* dimana digolongkan atas dua jenis – *multiway soft handover* dan *softer handover*.

Hard handover merupakan “*break before make*” *connection*. Dibawa kendali dari *Mobile Switching Center* (MSC), BS menjalankan proses *handover* pada MS dan kemudian memutuskan koneksi, dimana dapat dijelaskan bahwa koneksi antara MS dengan SBS lebih dulu diputuskan sebelum atau saat MS ditransfer menuju daerah layanan TBS. *Hard handover* digunakan pada *frequency division multiple access* (FDMA) dan *time division multiple access* (TDMA), dimana frekwensi yang berbeda digunakan pada *channel* yang berdekatan agar dapat

meminimalisir interferensi channel. MS hanya mungkin melakukan komunikasi dengan satu BS dikarenakan perbedaan frekwensi yang digunakan saat bergerak dari satu BS menuju BS lainnya. Gambar 2.6 mengilustrasikan proses *hard handover* antara MS dan BS.

Intra cell/domain handover menunjuk pada *handover* yang terjadi saat MS bergerak dari satu BS menuju BS lainnya yang berada pada layanan operator atau *backbone* yang sama (a), sedangkan pada *inter sel/domain handover* MS bergerak antara BS dengan layanan operator atau *backbone* yang berbeda (b).



Gambar 2.6 *Inter cell* (a) dan *Intra cell* (b) *handover* [6]

Hard handover memberikan keuntungan diantaranya hanya menggunakan satu *channel* pada satu percakapan sehingga MS *hardware* tidak memerlukan desain yang rumit untuk mampu menerima dua atau lebih *channel* secara *pararel* yang mana berdampak pada harga yang lebih murah serta bentuk yang lebih sederhana atau simpel, namun kelemahan yang ditimbulkan adalah saat terjadinya kegagalan

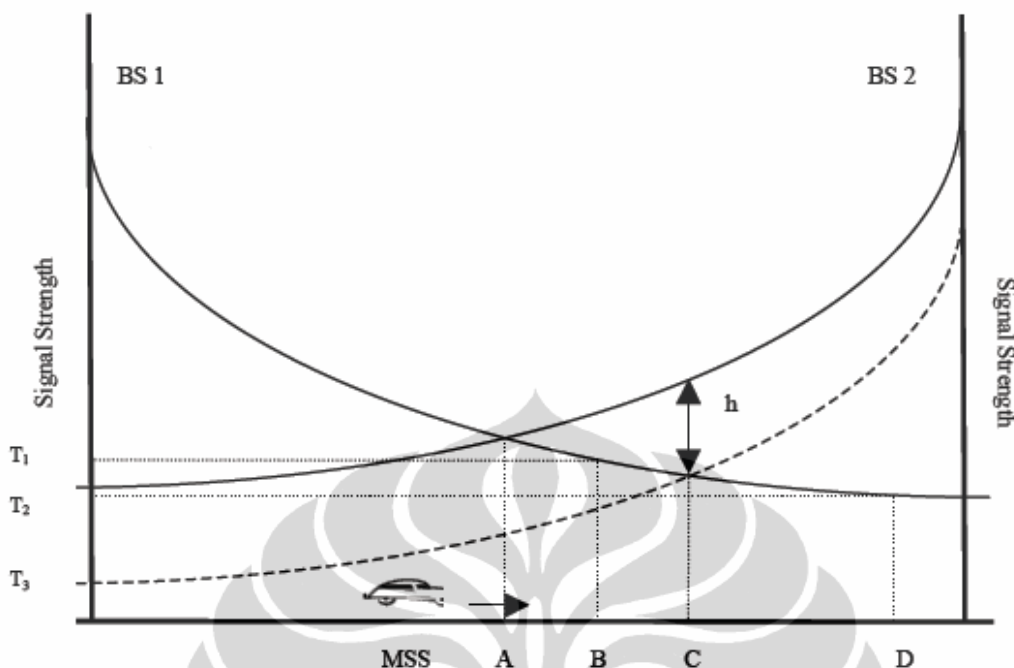
pada proses *handover* berdampak pada terganggu bahkan putusnya percakapan atau transfer data yang sedang berlangsung.

Pada *soft handover*, koneksi layanan dari SBS diputuskan bila telah terbangunnya koneksi yang baru antara MS dengan TBS yang ada, hal ini memperkecil kemungkinan terganggunya proses percakapan atau transfer data yang sedang berlangsung. Dengan alasan lain, kegagalan terjadi pada *soft handover* hanya bila interferensi terjadi secara bersamaan untuk semua *channels* pada TBS. ini menyebabkan daya tahan terhadap gangguan saat komunikasi pada *soft handover* sangat baik. Kelebihan ini berdampak pada kompleksnya desain *hardware* MS, dimana harus mempunyai kemampuan untuk memproses beberapa *channel* secara paralel. Kelemahan lain yang ditimbulkan akibat penerapan *soft handover* adalah penggunaan beberapa *channel* pada jaringan hanya untuk mendukung kestabilan satu komunikasi. Hal ini menurunkan kapasitas layanan dari jaringan.

2.4 Tahapan Proses Handover

2.4.1 Handover Initiation (permulaan)

Hard handover terjadi saat koneksi lama terputus sebelum aktifnya koneksi yang baru. Evaluasi performa *hard handover* didasarkan pada beberapa *initiation* kriteria. Gambar 2.7 berikut menunjukkan pergerakan MS dari BS (BS1) menuju (BS2). Dapat dilihat bahwa daya signal (*signal strength*) pada BS1 berkurang saat MS bergerak meninggalkan BS tersebut. Sebaliknya, daya signal pada BS2 meningkat saat MS mendekati area layanannya.



Gambar 2.7 *Handover* berdasarkan *Signal Strength* antara dua BS [6]

2.4.1.1 *Relative Signal Strength*

Metode ini digunakan untuk memilih BS yang memiliki sinyal terkuat setiap saat. Keputusan ini diambil berdasarkan pengukuran dari sinyal yang diterima. Pada Gambar 2.7, *handover* dapat terjadi pada posisi A. Metode ini dapat menghasilkan terjadinya *handover* yang tidak diperlukan, bahkan pada saat signal pada BS berada pada batas yang masih dapat diterima.

2.4.1.2 *Relative Signal Strength dengan Threshold*

Metode ini memungkinkan MS untuk melakukan *handover* hanya jika signal yang tersedia cukup lemah (kurang dari *threshold*) efek dari *threshold* bergantung pada nilai dari perbandingan daya signal yang ada pada dua BS digunakan, yang mana merupakan titik kedua BS memiliki daya sinyal yang sama. Bila *threshold* lebih besar dari nilai yang ada (T_1 pada Gambar 2.7) maka sama seperti *relative signal strength*, *handover* akan terjadi pada posisi A. Sedangkan jika *threshold* lebih kecil dari nilai

ini (T2 pada Gambar 2.7), MS akan menunda *handover* sampai pada batasan daya sinyal melewati *threshold* pada posisi B. Pada Gambar 2.7 (T3) menunjukkan *delay* yang terlalu lama sehingga MS bergerak jauh menuju sel yang baru, hal ini menurunkan kualitas dari komunikasi dari BS1 dan dapat menyebabkan putusnya komunikasi yang sedang berlangsung.

2.4.1.3 Relative Signal Strength dengan Hysteresis

Metode/rencana ini mengizinkan MS untuk melakukan *handover* hanya jika BS yang baru (BS2) memiliki sinyal yang cukup kuat (berdasarkan batasan hysteresis, h pada Gambar 2.7) dibandingkan dengan BS yang lama (BS1). Untuk kasus ini maka proses *handover* akan terjadi pada poin C. Teknik ini digunakan untuk mencegah terjadinya efek ping-pong atau pengulangan *handover* yang disebabkan perubahan daya sinyal yang cepat pada penerima daya sinyal dari kedua BS.

2.4.1.4 Relative Signal Strength dengan Hysteresis dan Threshold

Metode ini mengisaratkan MS berpindah pada BS yang baru hanya jika daya sinyal turun dibawah *threshold* dan sinyal pada TBS lebih kuat berdasarkan batasan *hysteresis* yang diberikan. Berdasarkan Gambar 2.7 *handover* dapat terjadi pada poin D jika *threshold* T3.

2.4.1.5 Prediction Techniques

Teknik prediksi adalah teknik pengambilan keputusan untuk melakukan *handover* berdasarkan nilai yang diharapkan atau telah diprediksikan terlebih dahulu pada penerimaan daya sinyal.

2.4.2 Handover Decision

Terdapat beberapa metode dalam melakukan *handover*, dimana pengambilan keputusan untuk proses *handover* dapat dipusatkan atau tidak dipusatkan (keputusan *handover* dapat dibuat oleh MS atau Jaringan).

Berdasarkan proses dalam pengambilan keputusan, setidaknya dapat dibagi atas tiga jenis berbeda dari *handover decision*.

2.4.2.1 Network-Controlled Handover

Pada *network-controlled handover protocol*, *network* menentukan keputusan untuk dilakukannya *handover* (termasuk transmisi data, *channel switching*, serta *network switching*) yang membutuhkan waktu 100-200 ms. Informasi mengenai kualitas sinyal untuk semua user tersedia pada satu poin pada jaringan yang memfasilitasi serta menyediakan alokasi resource. *Network-controlled handover* digunakan pada generasi pertama sistem analog seperti *Advanced Mobile Phone System* (AMPS), *Total Access Communication System* (TACS), dan *nordic mobile telephony* (NMT).

2.4.2.2 Mobile-Assisted Handover

Proses pada *mobile-assisted handover*, MS membuat ukuran dan jaringan/network yang menentukan keputusan. Pada *circuit-switched Global System Mobile* (GSM), *BS controller* (BSC) bertugas untuk mengatur *radio interface management* yang berfungsi untuk mengatur alokasi serta menentukan *radio channel* dan *handover management*.

2.4.2.3 Mobile-Controlled Handover

Pada *mobile-controlled handover*, MS sepenuhnya mengontrol proses terjadinya *handover*. Ini merupakan jenis *handover* yang terjadi dalam waktu yang singkat (0.1 detik). MS menentukan daya sinyal dari BS serta tingkat interferensi pada semua *channel*. *Handover* dapat diajukan apabila kuat sinyal dari SBS lebih rendah dari BS terdekat melewati batas *threshold* yang telah ditentukan.

BAB III

PERMODELAN SISTEM DAN SIMULASI

Permasalahan pada *Mobile WiMAX* adalah prosedur *handover* yang lambat berdampak pada terganggunya proses transmisi data maupun suara sehingga menurunkan kualitas layanan yang diberikan. Permasalahan *handover* pada *Mobile WiMAX* dapat diatasi dengan optimasi *handover* pada *Mobile WiMAX*, memprediksi Target BS (TBS) yang berpotensi untuk di-*scan* sehingga mengurangi *delay* pada proses *handover* serta menggunakan prosedur *fast scan* untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses *scanning*. Penelitian ini akan membahas mengenai proses *handover* pada *mobile WiMAX* (IEEE 802.16e) dengan menggunakan *Tools* simulasi OPNET (*OPTmized Network Engineering Tools*).

3.1 Tahapan Implementasi

Simulasi dibuat melalui tahapan perancangan model jaringan *Mobile WiMAX* untuk proses *handover* yaitu permodelan atau perencanaan sistem, pembuatan simulasi *Mobile WiMAX handover* serta evaluasi dan analisis hasil output dari simulasi yang di kerjakan. Tahapan-tahapan perancangan model jaringan *Mobile WiMAX* ini selanjutnya dijelaskan sebagai berikut.

a. Pemodelan sistem

Tahap awal pemodelan sistem ini dilakukan dengan merancang skenario jaringan *Mobile WiMAX*, dan mengimplementasikan model sistem tersebut ke dalam simulasi proses *handover* dengan menggunakan parameter sistem yang telah ditentukan atau dibuat untuk memberikan perbaikan kepada rancangan scenario jaringan.

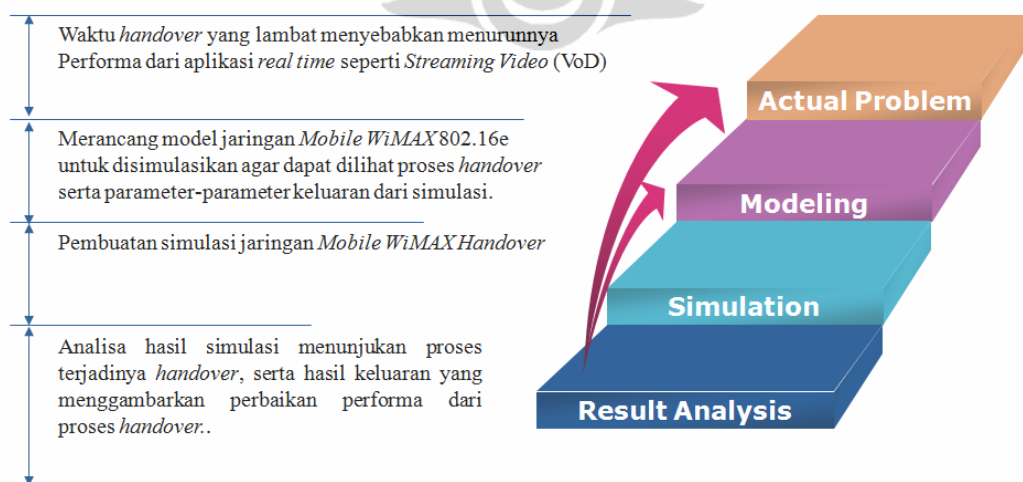
b. Pembuatan simulasi *Mobile WiMAX handover*

Simulasi *Mobile WiMAX handover* dibuat dengan menggunakan program OPNET 14.0.A. *educational version* dimana terdapat beberapa parameter yang tidak terdapat pada “lembaran kerja” program dan harus di konfigurasi secara *manual* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Standar yang digunakan dalam simulasi adalah standar IEEE 802.16e [14],[15] serta referensi [8],[9] yang telah mensimulasikan proses *handover* pada *Mobile WiMAX IEEE 802.16e*.

c. Evaluasi kinerja sistem

Evaluasi kinerja sistem dilakukan untuk melihat keberhasilan pada simulasi proses *handover* bagi jaringan *Mobile WiMAX*. Parameter yang menentukan keberhasilan sistem ini adalah proses *handover*, *inisiasi* dan *scanning*, *throughput*, *jiter*, *delay* serta beberapa parameter lainnya dari hasil *handover* pada jaringan yang akan dibahas pada bab berikutnya.

Berdasarkan keseluruhan tahapan implementasi perancangan model jaringan di atas maka proses simulasi dalam penelitian ini dapat diilustrasikan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.

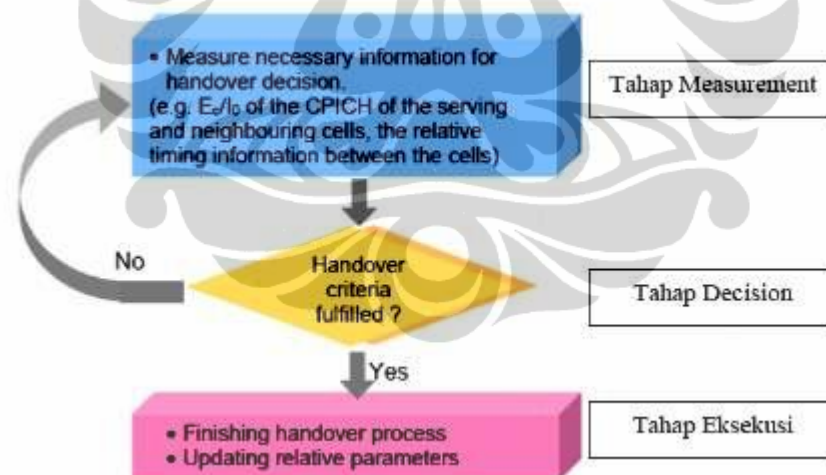


Gambar 3.1 Tahapan implementasi simulasi

3.2 Pemodelan Sistem

Jaringan *mobile* memungkinkan *user* untuk mengakses layanan dalam keadaan bergerak sehingga memberikan “kebebasan” kepada pengguna dalam hal mobilitas. Akan tetapi, kebebasan ini membawa ketidak-pastian bagi sistem *mobile*. Mobilitas dari pengguna mengakibatkan perbedaan dinamis baik dalam kualitas hubungan maupun *level* interferensi, kadang terjadi keadaan dimana seorang *user* harus berganti *base station* yang melayaninya. Proses ini dikenal sebagai *handover* (HO). *Handover* menjamin keberlangsungan layanan nirkabel (*wireless*) ketika *user* bergerak menuju batas-batas sel.

HHO adalah kelompok dari prosedur HO dimana semua hubungan yang lama dilepaskan sebelum hubungan radio yang baru dibentuk. Bagi pembawa (*bearer*) *real-time* hal ini berarti pemutusan-hubungan yang singkat dari *bearer*. Tahap-tahap dari proses *handover* dapat dibagi menjadi 3 seperti digambarkan pada Gambar 3.2, yaitu :



Gambar 3.2 Tahapan Proses *Handover*.

Tahap Pengukuran (*Measurement*), dilakukan pengukuran informasi penting yang dibutuhkan untuk tahap pengambilan keputusan (*decision*). Pengukuran parameter-parameter untuk proses *handover* dilakukan untuk mengetahui kriteria-kriteria *handover* yang ada pada sel yang sedang melayani

(SBS) dan sel-sel tetangga (TBS). Tahap Keputusan (*Decision*), hasil pengukuran di bandingkan dengan *threshold* yang telah di tetapkan sebelumnya. Kemudian akan diputuskan apakah akan dilakukan *handover* atau tidak. Algoritma *handover* yang berbeda akan memiliki kondisi pemicu (*trigger*) yang berbeda pula. Tahap Eksekusi (*Execution*), proses *handover* selesai dan parameter relatif diubah berdasarkan jenis *handover*. Sebagai contoh hubungan dengan SBS apakah dipertahankan atau diputuskan. Tahapan *handover* ini kemudian dibahas lebih lanjut pada *Network Topology Acquisition Phase (NTAP)* dan *Actual Handover Phase (AHOP)*.

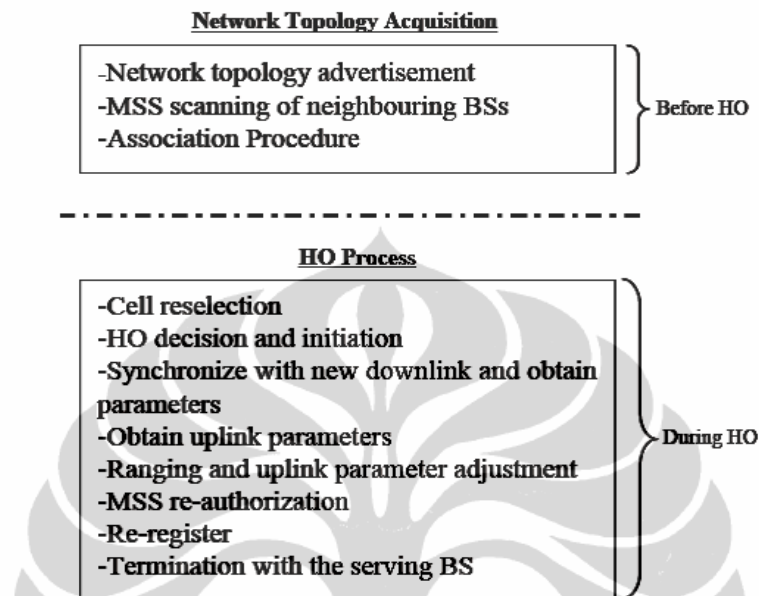
Pemodelan sistem yang digunakan untuk proses mobilitas yang menyebabkan terjadinya proses *handover* antara SBS dan TBS dengan sistem mengacu pada proses kerja OPNET *simulator*. Model jaringan *Mobile WiMAX handover* di bagi atas tiga bagian diantaranya *WiMAX Handoff Network*, *WiMAX Subnet* dan *Server Subnet*. Frekuensi yang digunakan oleh IEEE 802.16e 2,5 GHz. *WiMAX client station* atau MS menggunakan antena dengan 14dBi *gain antenna* yang mengirimkan 5MHz *channel bandwidth* serta *WiMAX BS* menggunakan 15dBi *gain antenna*.

3.2.1 Network Topology Acquisition Phase (NTAP)

Pada *WiMAX*, prosedur *handover* membutuhkan dukungan dari layer 1, 2, dan 3 dalam jaringan. Keputusan final untuk proses *handover* ditentukan oleh layer 3, MAC dan PHY layer berfungsi sebagai penyedia informasi dan pemicu yang dibutuhkan oleh layer 3 untuk mengeksekusi proses *handover*. BS menyediakan waktu untuk setiap MS sehingga dapat memonitor dan mengukur kondisi radio pada BS terdekat. Proses ini dikenal dengan *scanning*, serta waktu yang disediakan untuk setiap BS dikenal dengan *scanning interval*. proses *scanning* dimulai saat BS mengirimkan pesan MOB_SCN_REQ yang berisikan lamanya setiap *scanning interval*, panjang dari *interleaving interval* dan jumlah dari tiap proses *scanning* yang dibutuhkan oleh MS untuk mengeksekusi *handover*.

Total *handover* pada *Mobile WiMAX* terbagi dalam beberapa urutan, awalnya proses dalam *network topology acquisition* dijalankan sebelum

permintaan akan HO. Setelah itu proses HO termasuk di dalamnya keputusan untuk HO, permulaan (*initiation*), *ranging*, dan proses *re-entry* dijalankan, Gambar 3.3 menjelaskan prosedur urutan total *handover* ini.



Gambar 3.3 Prosedur *Handover* pada *MAC Layer* [6]

Pada saat NTAP, MS dan SBS serta *backbone* jaringan bersama-sama mengumpulkan informasi yang ada pada topologi jaringan. Dengan menggunakan pesan MOB_NBR_ADV, SBS pada waktu-waktu tertentu mengirimkan informasi topologi jaringan/informasi *channel* dari BS terdekat yang berpotensi untuk *handover*. Selanjutnya MS dapat mensinkronisasi dengan BS terdekat tanpa perlu mendengarkan pesan *downlink/uplink channel descriptor* (DCD/UCD).

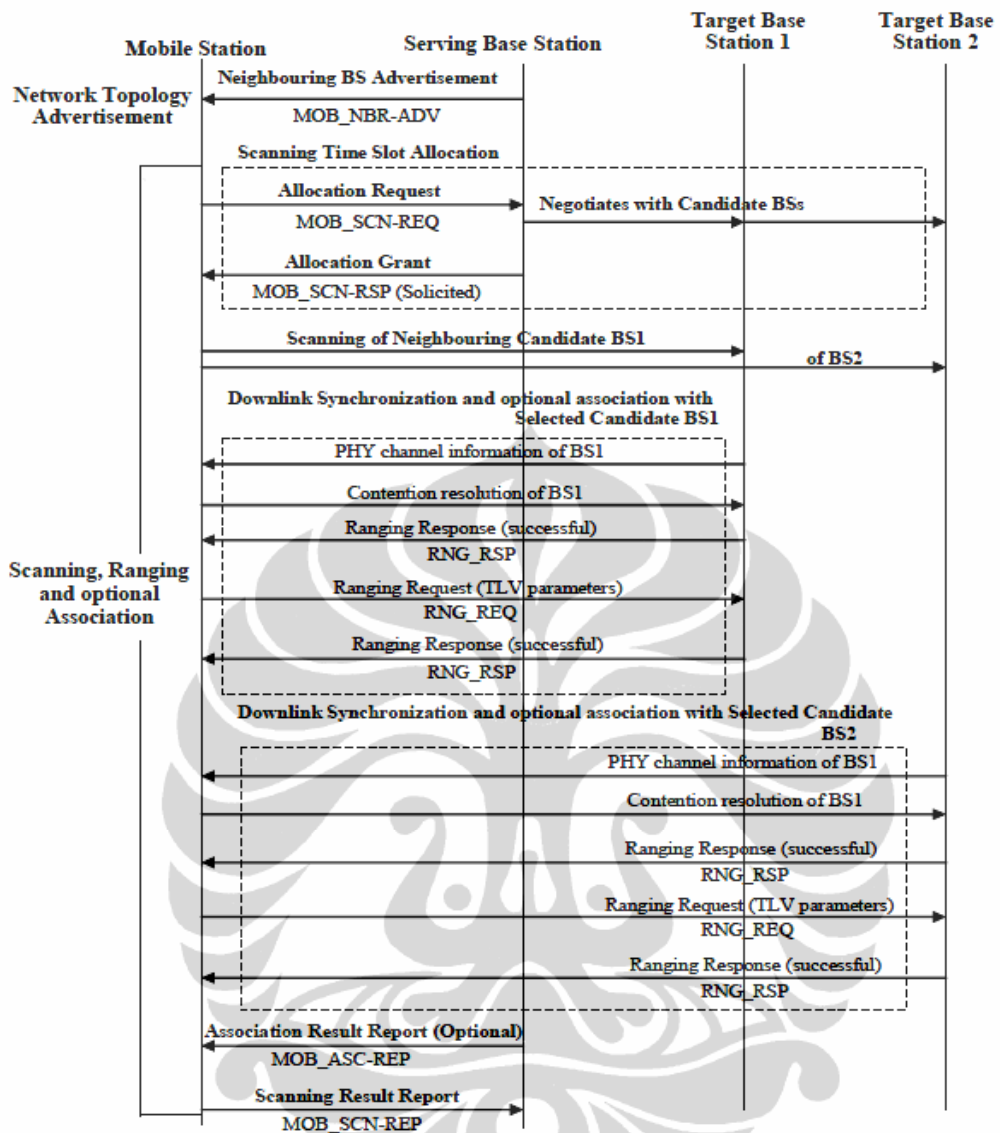
Langkah berikutnya adalah proses *scanning* untuk mencari BS terdekat. MS melakukan *initiates* untuk proses *scanning* dengan mengirimkan *scanning interval allocation request* (MOB_SCN_REQ). Pesan ini berisi perkiraan lamanya proses *scan*, untuk beberapa proses *scanning*, *interleaving interval* dan jumlah *iterations*. SBS men-respon permintaan *scanning* dengan pesan *scanning interval allocation response* (MOB_SCN_RSP) yang menentukan diterima atau ditolakny permintaan. Apabila *scanning interval* diterima maka respon akan dikirimkan berisikan waktu *start interval* dan waktu pertemuan dari setiap BS terdekat yang direkomendasikan. *Scanning* dapat dilakukan/diinisiasi oleh BS

maupun MS. Jika inisiasi dilakukan oleh BS, maka BS mengindikasikan *scanning interval* ke MS dengan hanya mengirimkan pesan MOB_SCN_RSP.

MS melakukan *scanning* pada BS untuk memilih kandidat BS yang sesuai untuk aktifitas potensial *handover*. *Scanning* dapat selesai dilakukan dalam waktu yang khusus (*frames*) yang telah dialokasikan oleh SBS atas pemesanan yang dilakukan oleh MS. Selama proses *scanning*, transmisi data dihentikan sementara sehingga semua transfer data menuju MS ditahan oleh SBS. perlunya perhatian pada saat *scanning interval* agar *throughput* pada MS tidak turun lebih dari yang seharusnya, MS dapat mengakhiri *scanning* dengan mengirimkan pesan PDU seperti permintaan BW ke SBS.

Untuk pemilihan TBS yang tepat, MS perlu untuk mendapatkan dan menyimpan ketersediaan informasi layanan. Selain kualitas dari *DL channel* MS dapat secara bebas memilih BS terdekat dengan melakukan *initiating ranging* (*contention/non-contention-based*) melalui setingan dan penyimpanan nilai *initial ranging* selama *scanning interval*. BS ranging response (RNG_RSP) berisikan prediksi dari tingkat layanan (*service level*) mengindikasikan ketersediaan layanan dan tingkat QoS yang diharapkan. Jenis *scanning* dinegosiasikan selama pertukaran pesan MOB_SCN_REQ/MOB_SCN_RSP.

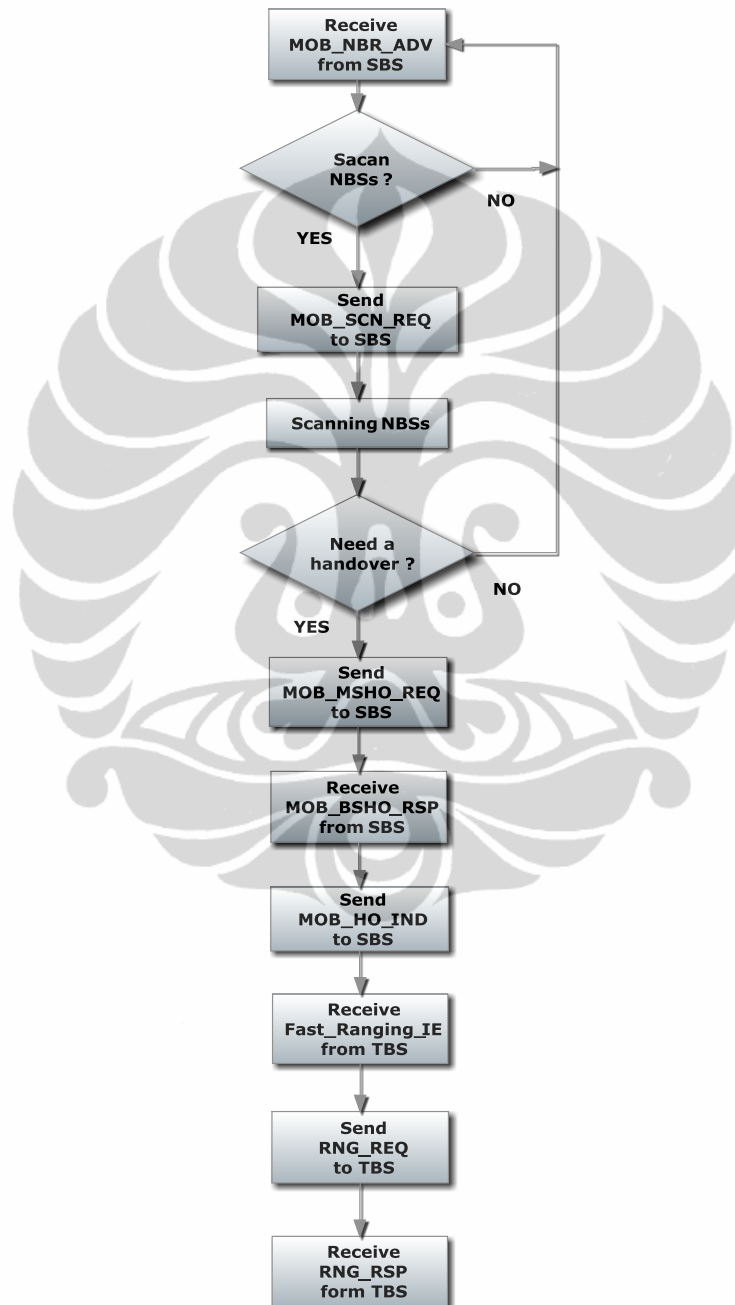
Langkah langkah pada *Network Topology Acquisition Phase (NTAP)* yang telah dijelaskan dapat digambarkan secara detail melalui rangkaian NTAP *message diagram* pada Gambar 3.4 berikut ini.



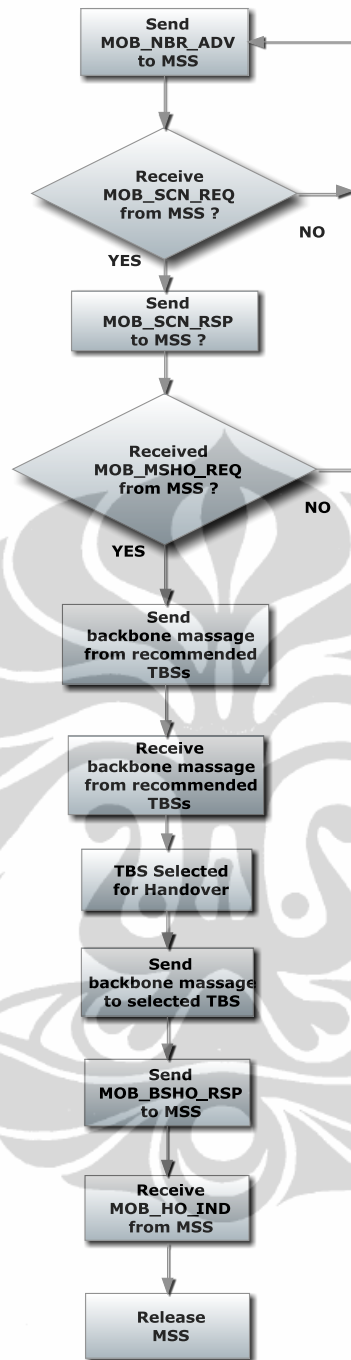
Gambar 3.4 Rangkaian NTAP *message diagram* [6]

3.2.2 Actual Handover Phase (AHOP)

Saat pergerakan MS dari SBS menuju TBS, proses HO dijalankan sesuai dengan tahapan pada detail diagram Gambar 3.5. dan Gambar 3.6 dibawah ini



Gambar 3.5 MS initiated HO dilihat dari sisi MS [6]



Gambar 3.6 MS initiated HO dilihat dari sisi SBS [6]

3.2.2.1 cell reselection

MS mengadakan pemilihan sel berdasarkan *network topology acquisition stage*. Dimana bila pemilihan sel menggunakan operasi yang sama dengan *network topologi acquisition* maka tahapan ini dapat dipersingkat.

3.2.2.2 handover decision and initiation

Proses *handover* dimulai pengambilan keputusan MS untuk perpindahan koneksi dari SBS menuju TBS terdekat. Keputusan ini dapat diambil oleh MS, SBS, maupun bagian lain dari jaringan WiMAX tergantung dari implementasinya. Apabila keputusan *handover* diambil oleh MS maka akan dikirimkan MOB_MSHO_REQ ke BS untuk menandakan satu atau beberapa BS sebagai target *handover*. SBS kemudian mengirimkan pesan MOB_BSHO_RSP kembali ke MS sebagai indikasi untuk target BS yang dapat digunakan pada proses *handover*. MS mengirimkan pesan MOB_MSHO_IND untuk mengidentifikasi BS mana yang akan digunakan untuk *handover* berdasarkan pesan pada MOB_BSHO_RSP.

Bila keputusan *handover* diambil oleh BS, maka dikirimkan pesan MOB_BSHO_REQ menuju MS yang mengindikasikan satu atau beberapa BS sebagai target *handover*. MS kemudian mengirimkan pesan MOB_MSHO_IND mengindikasikan menerima keputusan *handover* serta memilih TBS.

3.2.2.3 Synchronization to the TBS.

Setelah penentuan TBS, MS melakukan *Synchronization* dengan mengirimkan transmisi DL diawali dengan memproses DL *frame preamble* untuk TBS. DL *frame preamble* menyediakan waktu dan sinkronisasi frekwensi antara MS dengan TBS. MS kemudian mengdecode DL-MAP, UL-MAP, pesan DCD dan UCD untuk mendapatkan informasi tentang *ranging channel*. Tahapan ini dapat dipersingkat apabila

TBS telah mengetahui tentang proses *handover* yang akan terjadi serta telah menyediakan *unicast ranging resource* untuk MS.

3.2.2.4 Ranging dengan TBS.

MS menggunakan *ranging channel* untuk melaksanakan proses *initial ranging* dan meng-sinkronise transmisi UL dengan BS dan mendapatkan informasi mengenai waktu *initial advance* dan *power level*.

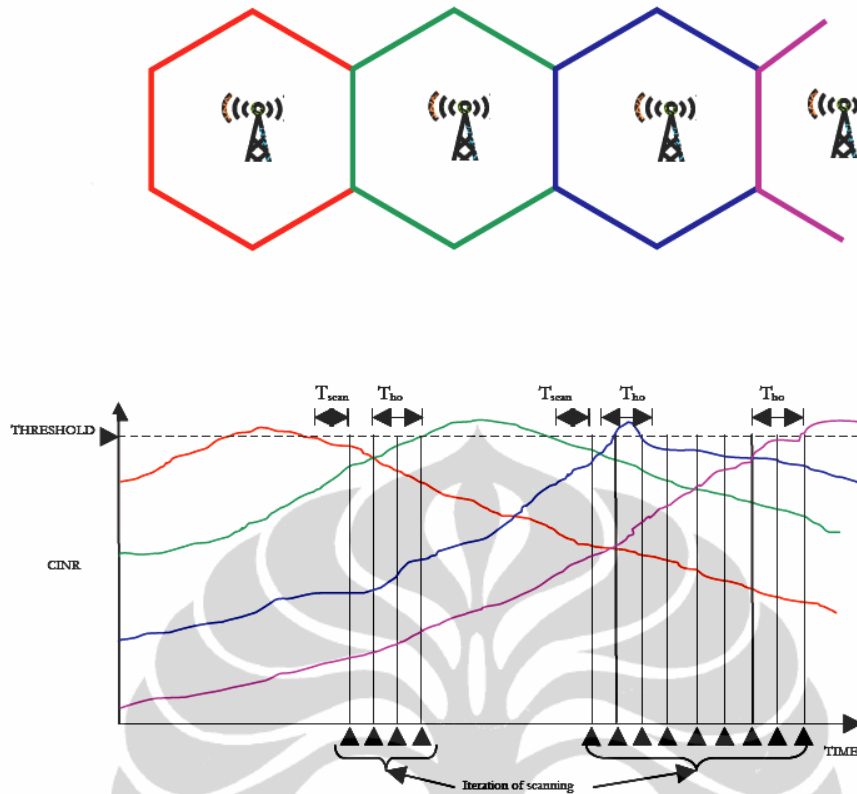
3.2.2.5 Terminating serving BS.

Setelah proses penetapan koneksi dengan TBS, MS dapat menentukan untuk memutuskan hubungan dengan SBS dengan cara mengirimkan pesan MOB_HO_IND. Setelah menerima pesan ini, SBS melakukan *resource-retain timer* dan memelihara semua MAC *state machines* serta *buffered* MAC PDUs yang diasosiasikan dengan MS hingga berakhirnya waktu yang ditentukan. Setelah waktu yang ditentukan berakhir maka BS membuang semua MAC *state machines* dan MAC PDUs dengan asumsi bahwa proses *handover* telah berjalan dengan sempurna.

Call drop selama proses *handover* merupakan situasi dimana MS tidak dapat melakukan komunikasi dengan SBS baik dengan DL/UL sebelum urutan normal *handover* berjalan dengan sempurna. Saat MS mendeteksi *call drop*, maka dilakukan prosedur *network re-entry* dengan TBS untuk membangun hubungan dengan jaringan.

3.2.3 Scanning.

Pengoperasian MS dapat dijelaskan atau dapat dianggap sebagai implementasi untuk menentukan waktu dimana MS memulai proses *scanning* BS terdekat dan memulai *handover* menuju BS lainnya. Gambar 3.7 merupakan contoh Proses *Scanning*



Gambar 3.7 Contoh Proses Scanning [6]

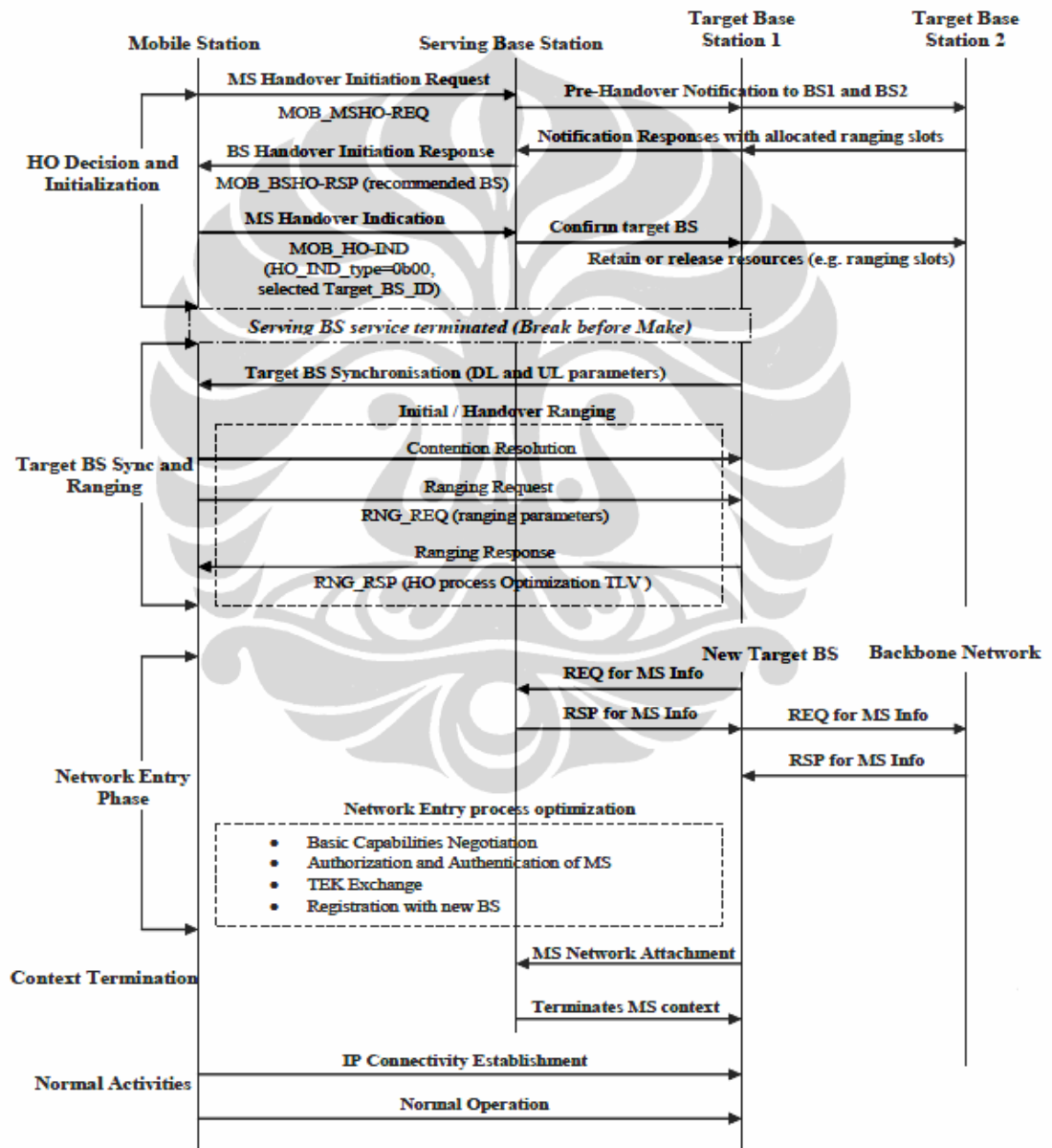
Seperti digambarkan pada Gambar 3.7 di atas, setiap BS memiliki area layanan yang diilustrasikan dengan grafik warna & *cellsite* dimana terdapat batasan kuat sinyal (*threshold*), dapat di jelaskan bahwa MS melakukan *scanning* BS terdekat, jika daya sinyal dari SBS lebih rendah dari *threshold* yang telah ditetapkan (*Tscan Time*) serta Prosedur *handover* dimulai saat daya sinyal dari TBS lebih tinggi dari SBS (*Tho Time*).

3.2.4 Ranging.

Saat *initiated*, diperlukan proses *ranging* pada BS untuk memperkirakan kekuatan/daya *channel* dan waktu *arrival* untuk diketahui MS. Pada WiMAX, terdapat empat jenis prosedur *ranging*: *initial ranging*, *periodic ranging*, *bandwidth request* dan *handover ranging*. Apabila prosedur *ranging* berjalan dengan baik, BS mengirimkan pesan *ranging* tanggapan (RNG_RES) yang menginstruksikan MS untuk kondisi *timing-offset adjustment*, perbaikan *frequency-offset* dan

setingan tingkat daya serta mengirimkan pesan *ranging* yang baru, kemudian melanjutkan proses ini hingga berhasil.

Rangkaian urutan mekanisme *Actual Handover Phase (AHOP)* dapat dilihat pada Gambar 3.8 yang menjelaskan proses terjadinya inisiasi dan pengambilan keputusan pada *handover*, proses *ranging* pada TBS, *network entry*, hingga *normal operation* antara MS, SBS dan TBS.



Gambar 3.8 Rangkaian AHOP *message diagram* [6]

3.2 .1 *Development Environment*

3.2.1.1 *Hardware.*

Dalam simulasi ini digunakan komputer PC dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Intel Pentium Core2Duo *processor* 2.0 GHz
- 2 GB RAM
- 250 GB HDD

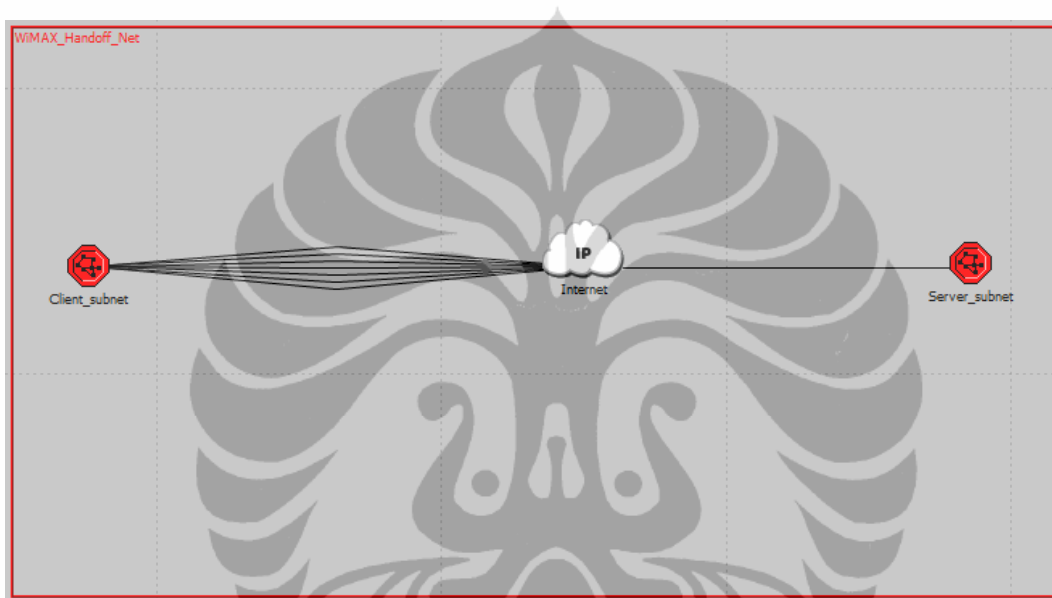
3.2.1.2 *Software.*

Beberapa software yang digunakan dalam simulasi :

- OPNET *Modeler* 14.0A *Educational Version*
- Microsoft Visual Studio .NET 2005
- Microsoft Windows 7 OS
- *Boson IP Calculator* [17]

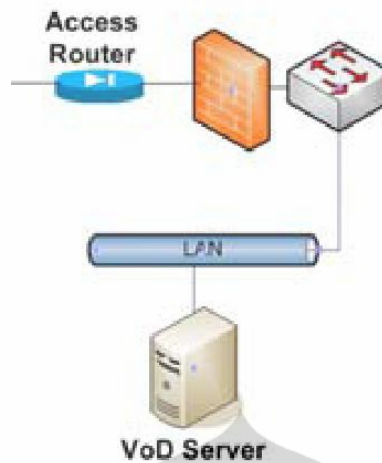
3.3 Topologi Jaringan.

Topologi jaringan dalam simulasi dibuat dengan standar *Mobile WiMAX* IEEE 802.16e dengan implementasi mendekati kehidupan nyata dimana topologi jaringan dibuat dalam dua bagian *subnetwork* yang mewakili jaringan *Mobile WiMAX* dan jaringan *server*. Pada Gambar 3.9 dapat dilihat konfigurasi jaringan *Mobile WiMAX* dan *Server* yang terhubung lewat *IP Cloud router* dalam *parent view* pada simulasi OPNET



Gambar 3.9 Parent View Subnet pada Simulasi Jaringan IEEE 802.16e *Mobile WiMAX*.

Server subnet berada pada jaringan yang berbeda dengan *Mobile WiMAX subnet* dimana VoD server disimulasikan mampu menyimpan dan memberikan layanan *streaming video* sesuai dengan permintaan dari *Clients*. Server subnet menggunakan rancangan arsitektur sederhana dimana VoD server terhubung pada *switch* yang di lindungi *firewall* dan terhubung dengan router lewat kabel 100Mbps IP serta 45 Mbps PPP DS3 WAN link. Gambar 3.10 menunjukkan jaringan server dalam simulasi.



Gambar 3.10 *Video Service Subnet* pada [11].

3.4 Skenario *Simulasi*.

Skenario terjadinya proses *handover* dirancang dengan membuat *WiMAX Subnet* dimana MS melakukan proses mobilitas dari SBS menuju TBS berdasarkan *Trajectory* atau lintasan mobilitas yang telah ditentukan. MS akan melewati beberapa TBS dengan tujuan untuk terciptanya proses *handover*, selain itu kecepatan dari MS akan di rubah ubah untuk mengetahui pengaruh kecepatan terhadap proses *handover* dalam simulasi.

Penambahan jumlah MS serta penggunaan metode *scanning* dan inisiasi pada proses NTAP dan AHOP juga menjadi pertimbangan dalam proses *handover*. Pengaturan IP address pada tiap node juga merupakan suatu hal penting yang diperhatikan dimana aplikasi *streaming video* menjadi aplikasi yang digunakan untuk menunjukkan *traffic* dalam jaringan *Mobile WiMAX*. *streaming video* atau VoD tersimpan pada *server subnet* yang dihubungkan oleh *router* serta *IP Cloud*. MS akan melakukan *streaming video* yang tersimpan pada *Server VoD* dan sekaligus melakukan mobilitas dalam *WiMAX Subnet*. Sebagai pembanding *traffic* yang terjadi pada proses mobilitas dan *handover* maka akan ditambahkan satu *fix WiMAX station* ebagai pembanding dalam analisa *traffic* jaringan.

Tahapan dan parameter simulasi yang dibuat adalah sebagai berikut :

- I. Pembuatan Model Jaringan IEEE 802.16e
 - Model Jaringan mendukung penggunaan Mobile WiMAX dan konfigurasi yang mendukung proses *handover*.
- II. Konfigurasi Parameter Sistem IEEE 802.16e
 - Parameter sistem diatur melalui konfigurasi setingan pada BS dan MS.
- III. Konfigurasi Statistik Simulasi.
 - Konfigurasi Statistik dilakukan untuk mengatur hasil keluaran dari simulasi yang dilakukan.
 - Waktu *scanning*
 - Variasi kecepatan mobilitas/*velocity*
 - Penambahan jumlah MSs.

3.5 Konfigurasi OPNET *Mobile WiMAX*

OPNET merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk mensimulasikan jaringan komunikasi dengan analisis performansi dan pemodelan protokol[16]. Beberapa fitur yang terdapat dalam OPNET antara lain:

1. Pemodelan grafik
2. *Dynamic, Event-Scheduled Simulation Kernel*
3. *Integrated Data Analysis Tools*
4. *Hierarchical, Object-Based Modeling*

OPNET adalah simulator yang bekerja berdasarkan paket data yang dapat digunakan untuk menganalisis jaringan. OPNET terdiri dari *interface* yang menggunakan bahasa C dan C++ sebagai kode bloknya. Sementara berdasarkan fungsinya OPNET dapat dibedakan menjadi :

1. Struktur hirarki

Model dari struktur hirarki ini dibedakan menjadi 3 domain:

- Domain jaringan (*network domain*)

- Domain titik (*node domain*)
- Domain proses

2. Modul tunggal dan *source code* di dalam jaringan

Secara umum pembuatan simulasi dengan menggunakan OPNET akan memiliki prosedur seperti di tunjukkan oleh Gambar 3.11.

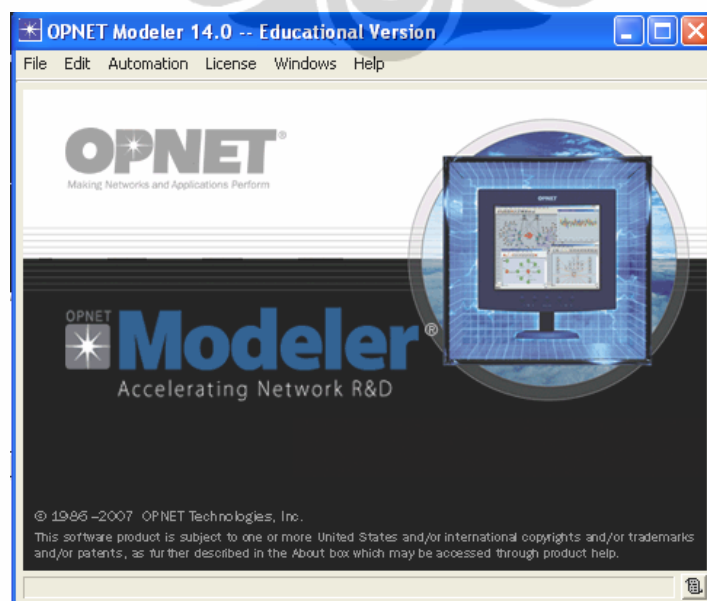


Gambar 3.11 Prosedur Simulasi OPNET [18]

Program OPNET yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah OPNET 14.0.A yang dikeluarkan pada tahun 2007 oleh OPNET *Technologies Inc.* Instalasi OPNET membutuhkan *software-software* lain untuk menjalankan programnya yaitu:

1. Borland C++ versi 5.0.2
2. *Java Virtual Machine*
3. *Visual Studio 2005*

Program OPNET dijalankan melalui perintah DOS sehingga muncul tampilan seperti di tunjukkan pada Gambar 3.12



Gambar 3.12. Program OPNET Modeler [18]

Program diawali dengan membuat *Project* baru dengan nama WiMAX_Handoff dengan memilih lingkungan untuk menerapkan project WiMAX_Handoff yaitu *World*. Sementara teknologi yang akan digunakan untuk simulasi ini adalah *WiMAX* yang mendukung penggunaan *Mobile WiMAX*. Pemilihan teknologi dilanjutkan dengan pemilihan node-node yang akan digunakan dalam jaringan yaitu meliputi *workstation* dan *base station WiMAX*.

Pada jaringan IEEE 802.16e *Mobile WiMAX* akan digunakan tujuh buah base station yang mendukung proses *Handover* serta *MS mobile* pada pemilihan node. Simulasi jaringan IEEE 802.16d ini membutuhkan tiga komponen utama untuk pengaturan jaringan secara umum yaitu:

1. WiMAX configuration

Komponen ini digunakan untuk mengatur konfigurasi jaringan IEEE 802.16e.

2. Application Profiles

Komponen ini digunakan untuk mengatur profil layanan yang akan digunakan di dalam jaringan IEEE 802.16e.

3. Application Configuration

Komponen ini digunakan untuk mengatur jenis layanan yang dapat diberikan bagi pengguna IEEE 802.16e.

Model jaringan yang dibuat untuk IEEE 802.16e maka dalam simulasi ini dibuat MS adalah *mobile workstation*.

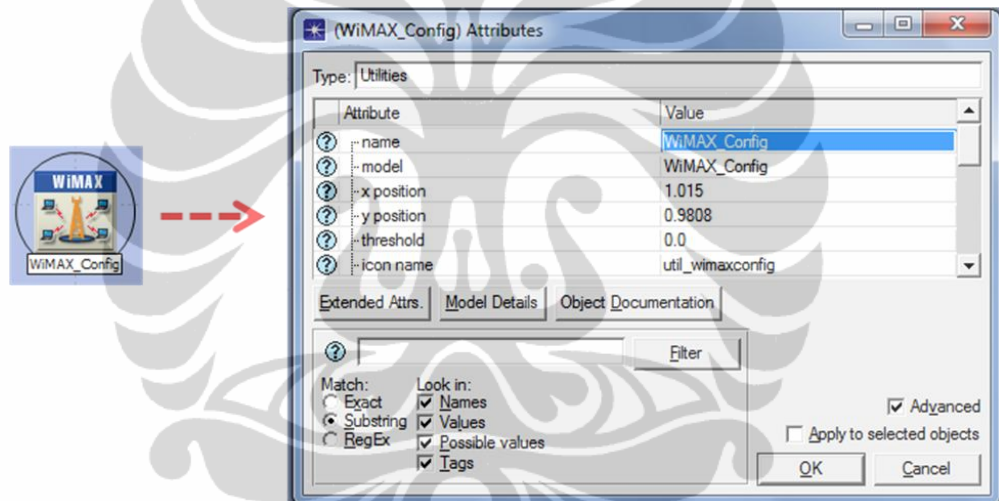
3.5.1 Pengaturan Parameter Sistem IEEE 802.16e Mobile WiMAX

Model jaringan IEEE 802.16e yang sudah ada diatur parameter sistem IEEE 802.16e melalui komponen-komponen yang ada maupun node-node yang digunakan. Tidak semua parameter tersedia di dalam simulasi ini sehingga perlu dibuat parameter tambahan di dalam jaringan yang meliputi layanan yang akan diberikan oleh sistem IEEE

802.16e, jenis kelas layanan, dan trafik layanan. komponen utama pengaturan jaringan secara umum, antara lain :

1. Parameter Sistem *WiMAX Configuration*.

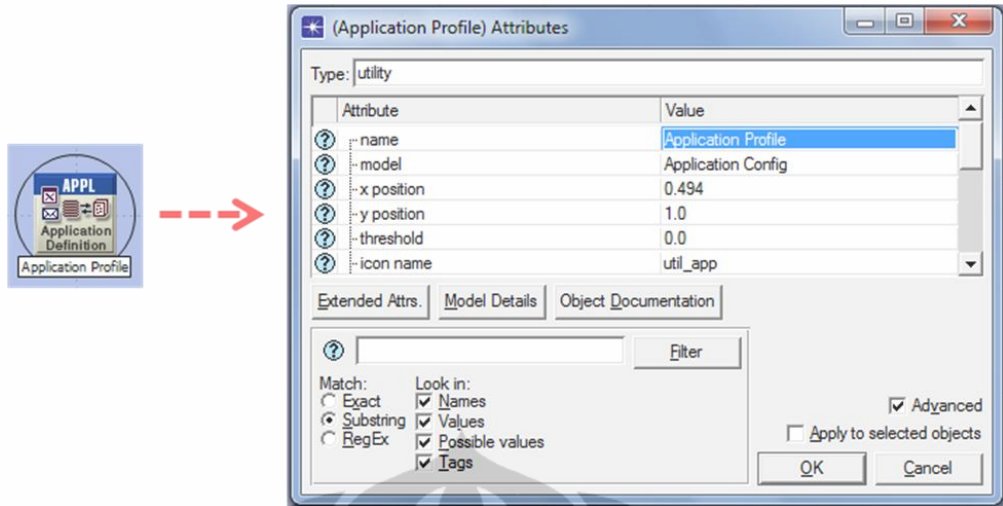
Parameter ini digunakan untuk mengatur konfigurasi jaringan IEEE 802.16e secara umum yaitu meliputi kelas layanan yang akan diberikan, frekuensi yang akan digunakan, lebar pita frekuensi, dan profil layer fisik yang akan menjadi referensi bagi semua node dalam jaringan IEEE 802.16e, untuk penggunaan *Mobile WiMAX* maka pada *contention parameter tab* dipilih *mobility and ranging enabled*.



Gambar 3.13 Gambaran Parameter *WiMAX Configuration*

2. Parameter Sistem *Application Profile*

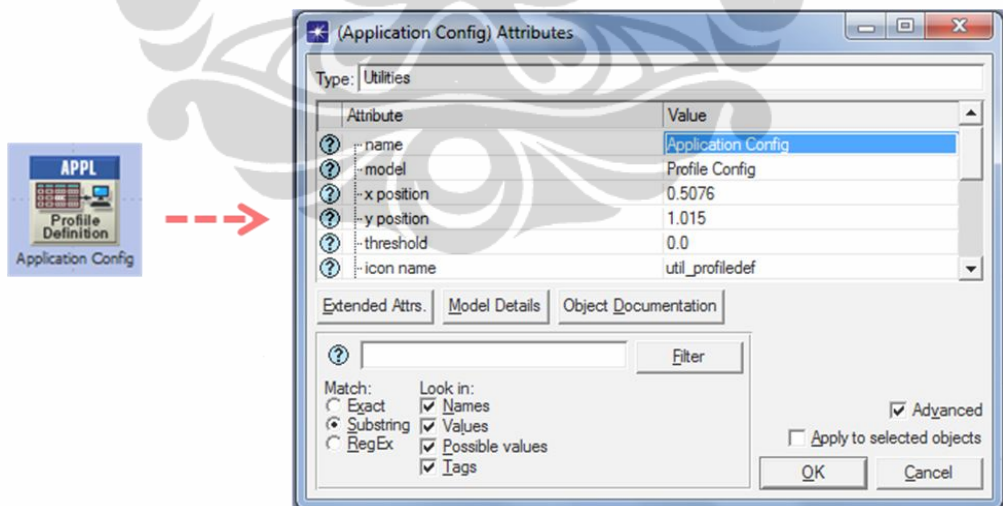
Parameter ini digunakan untuk pengaturan penggunaan dari jaringan IEEE 802.16e.



Gambar 3.14 Gambaran Parameter *Application Profile*.

3. Parameter Sistem *Application Configuration*

Parameter ini digunakan untuk membuat jenis layanan yang dapat diberikan oleh jaringan IEEE 802.16e yang dibutuhkan oleh BS dan MS.



Gambar 3.15 Gambaran Parameter *Application Configuration*.

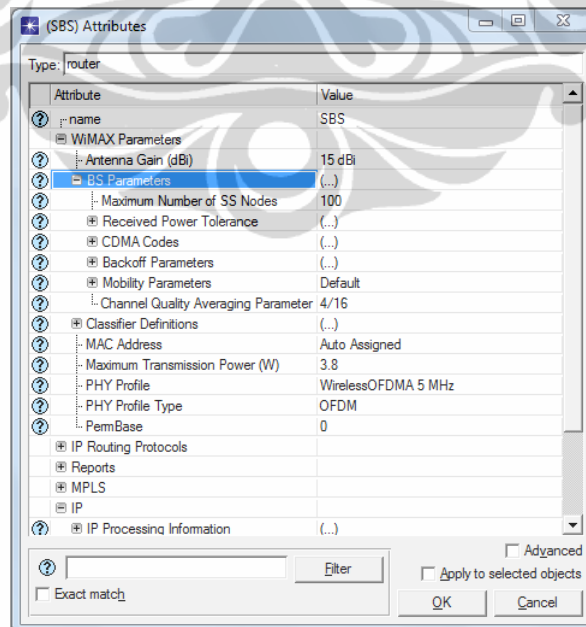
Pengaturan statistik simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan hasil *output* dari model jaringan IEEE 802.16e serta proses-proses skenario *handover* sehingga hasil *output* seperti *delay*, *throughput*, *network load* pada proses *handover* dapat dianalisa.

3.5.2 Pengaturan Parameter Sistem Pendukung Simulasi

Bagian sistem dalam simulasi saling berkaitan satu dengan yang lainnya, untuk itu perlu kesinambungan dalam konfigurasi sistem. Hal ini sangat berpengaruh terhadap hasil dari simulasi yang dibuat. Beberapa tambahan konfigurasi parameter sistem IEEE 802.16e dapat dijelaskan sebagai berikut :

1). Parameter Sistem *Mobile WiMAX Base Station*

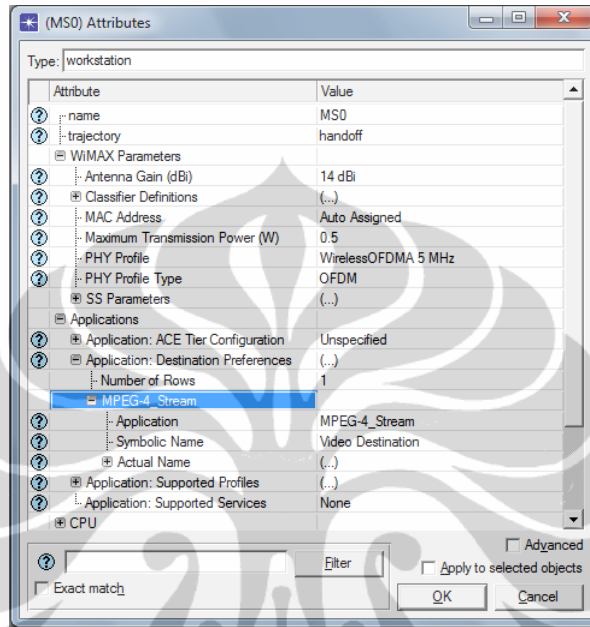
Parameter sistem *mobile WiMAX Base Station* digunakan untuk mengatur layer fisik dan jenis layanan yang dapat diberikan kepada *mobile station*.



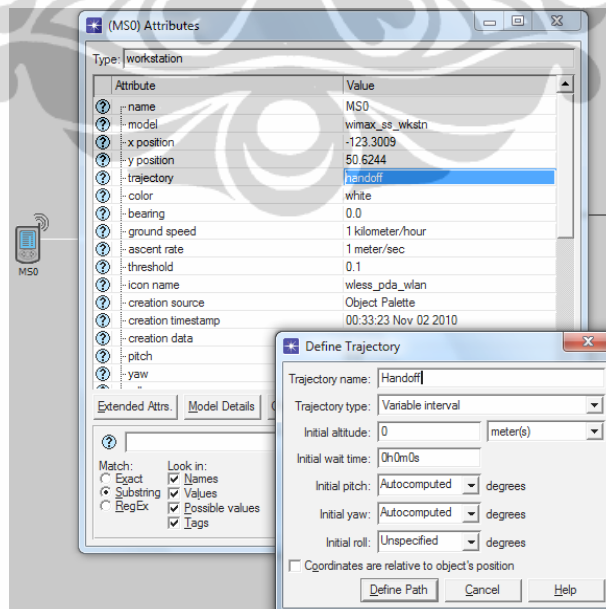
Gambar 3.16 Parameter Sistem *Mobile WiMAX Base Station*

2). Parameter Sistem *Mobile WiMAX Mobile Station*

Parameter sistem *Mobile WiMAX Mobile Station* digunakan untuk mengatur layer fisik MS dan jenis layanan yang digunakan, serta setingan *handover*.



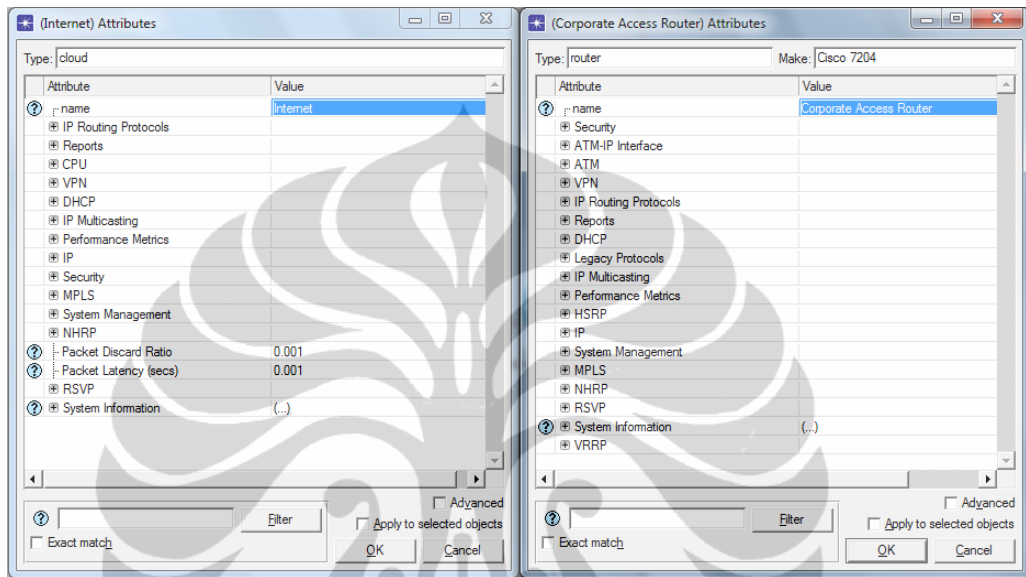
Gambar 3.17 Parameter Sistem *Mobile WiMAX Mobile Station Trajectory*



Gambar 3.18 Parameter Sistem *Mobile WiMAX Mobile Station Trajectory*

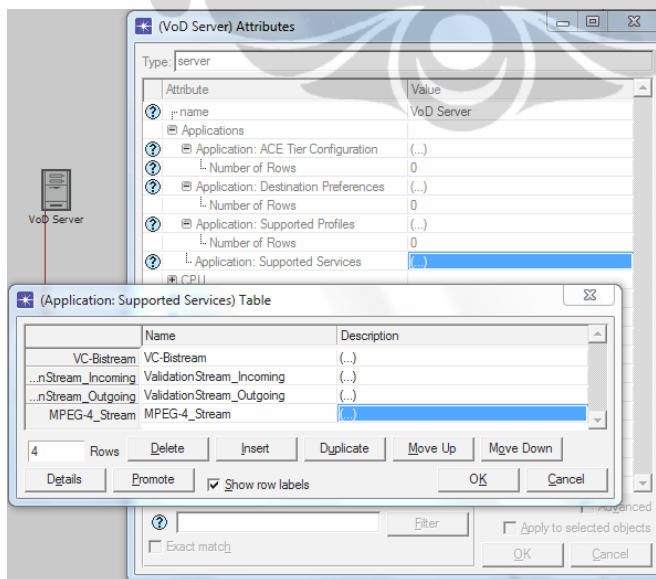
3). Parameter Sistem internet dan router

Parameter ini berfungsi untuk menghubungkan jaringan *mobile WiMAX* dengan Internet atau *Video on Demand Service* dalam proses *streaming* serta menjadi penghubung apabila terdapat beda alamat IP *subnet* dalam jaringan yang dilayani.



Gambar 3.19 Parameter Sistem internet dan router

4). Parameter Sistem VoD Server

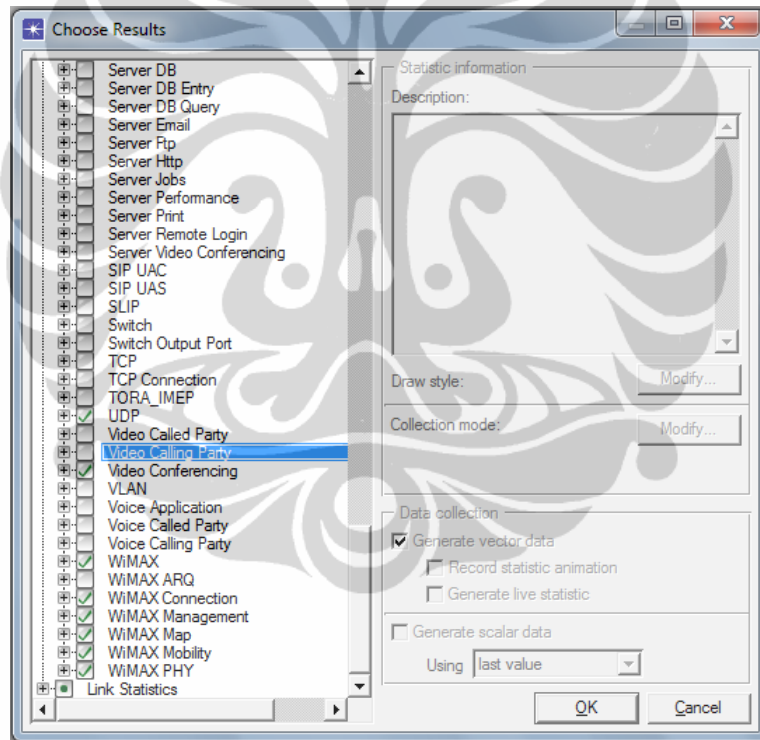


Gambar 3.20 Parameter Sistem VoD Server

Pada Gambar 3.20 Parameter Sistem VoD Server, merupakan parameter yang digunakan untuk menyediakan layanan *streaming video* yang digunakan dalam simulasi (VoD). Layanan ini disimpan dan didistribusikan saat diminta oleh MS dalam simulasi.

5). Parameter Sistem *individual statistic*.

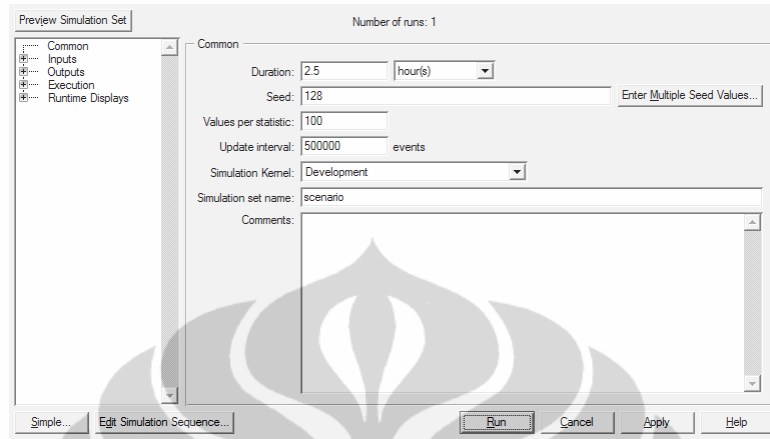
Pada parameter ini, dilakukan pemilihan aplikasi aplikasi hasil *output* yang akan dianalisa berdasarkan jenis layanan serta konfigurasi jaringan dalam simulasi. Pada parameter ini, statistic dibagi atas tiga bagian. *Global statistic*, *node statistic* serta *link statistic*, yang masing – masing *statistic* berfungsi menunjukkan hasil dari simulasi yang dilakukan.



Gambar 3.21 Parameter Sistem *individual statistic*.

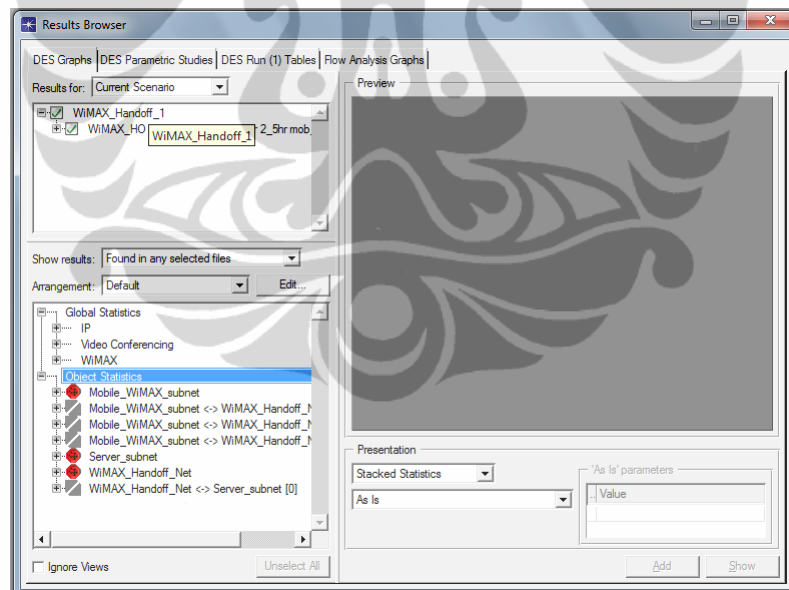
6). Parameter Sistem *Create/Run Discrete Event Simulation*.

Merupakan parameter yang digunakan untuk mengkonfigurasi baik lamanya waktu simulasi, *input* dan *output* yang dihasilkan serta parameter parameter lainnya yang dibutuhkan saat menjalankan simulasi.



Gambar 3.22 Parameter Sistem Create/Run Discrete Event Simulation.

7). Parameter Sistem View Result



Gambar 3.23 Gambaran Parameter View Result.

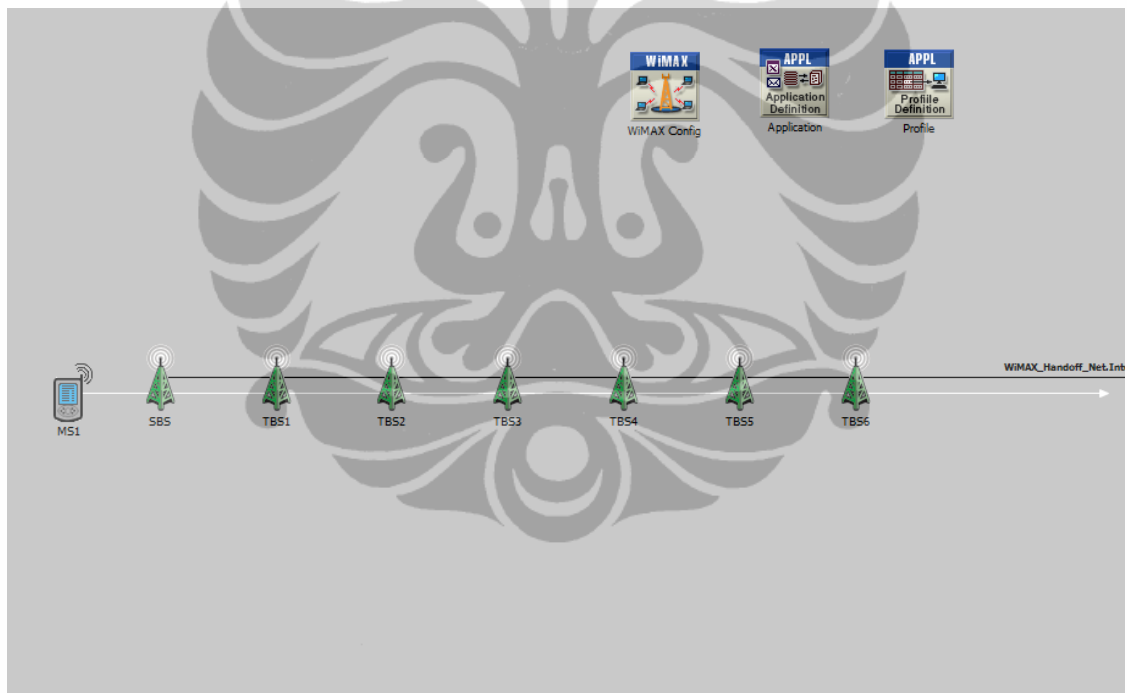
Pada Gambar 3.23 parameter *View Result* merupakan parameter yang digunakan untuk melihat hasil keseluruhan simulasi berdasarkan permintaan hasil output dari parameter *system individual statistic*. Hasil pada parameter inilah yang digunakan sebagai acuan analisa dalam simulasi yang dilakukan.

BAB IV

SIMULASI, HASIL DAN ANALISIS

4.1 Simulasi Jaringan IEEE 802.16e

Jaringan *Mobile WiMAX* dalam simulasi ini dibuat berdasarkan pemodelan sistem. Model jaringan yang diawali dengan membuat *Project* dengan nama *WiMAX_Handoff* yaitu jaringan yang menggunakan teknologi *Mobile WiMAX* 802.16e sehingga node-node yang digunakan merupakan BS dan MS yang mendukung kinerja IEEE 802.16e. Gambaran simulasi jaringan dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Gambaran Simulasi Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Subnet* (Mobile WiMAX)

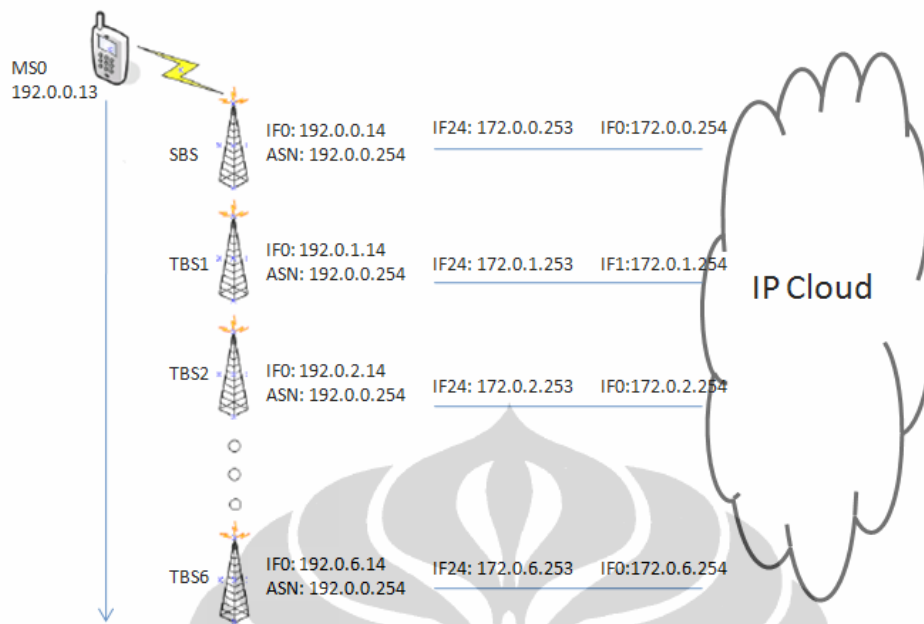
Client subnet pada gambar diatas merupakan jaringan Mobile WiMAX yang terdiri dari *WiMAX Base Station* yang memberikan layanan kepada *WiMAX Mobile Station*. BS secara langsung terhubung dengan internet lewat jaringan *backbone* yang disimulasikan melalui jaringan PPP_DS3 WAN. *Mobile Station*

melakukan *Mobilitas* dari SBS menuju TBS diatur lewat *trajectory* yang telah dibuat searah dengan posisi dari SBS dan TBS sehingga MS melakukan mobilitas meninggalkan area layanan SBS dan memasuki area layanan TBS. *OPNET Modeler* memungkinkan spesifikasi jalur lintasan atau *trajectory* sebagai jalur *mobility* untuk digunakan MS. *OPNET* menyimpan data lintasan yang telah ditentukan dalam *file trj* yang dapat diakses lewat *option trajectory* untuk digunakan oleh satu atau lebih MS. Tabel 4.1 merupakan rincian *variable* jarak *trajectory* yang digunakan dalam simulasi, lintasan lurus melewati beberapa BS digunakan dalam simulasi ini. Posisi posisi awal *trajectory* serta jarak dan kecepatan mobilitas MS digunakan dalam km/jam.

	X Position	Y Position
1	0.000000	0.000000
2	8.634860	0.025547

Gambar 4.2 Detail Tabel *Trajectory* dan *Trajectory Status*

proses *handover* yang terjadi akibat dari mobilitas MS yang telah ditentukan lewat *trajectory* akan dibahas pada bagian berikut dalam bab ini.



Gambar 4.3 Detail Konfigurasi IP pada *Mobile WiMAX Subnet & IP Cloud*

Gambar diatas merupakan konfigurasi ASN yang mana menggunakan IPv4 dalam simulasi, konfigurasi IP merupakan salah satu bagian simulasi yang menjadi parameter penentu hasil simulasi, karena kesalahan dalam penentuan IP maka simulasi yang dijalankan tidak memberikan hasil seperti yang diharapkan. Konfigurasi IP dibantu dengan penggunaan IP calculator dalam menghitung serta memahami penggunaan IP dalam jaringan *Mobile WiMAX* ini.

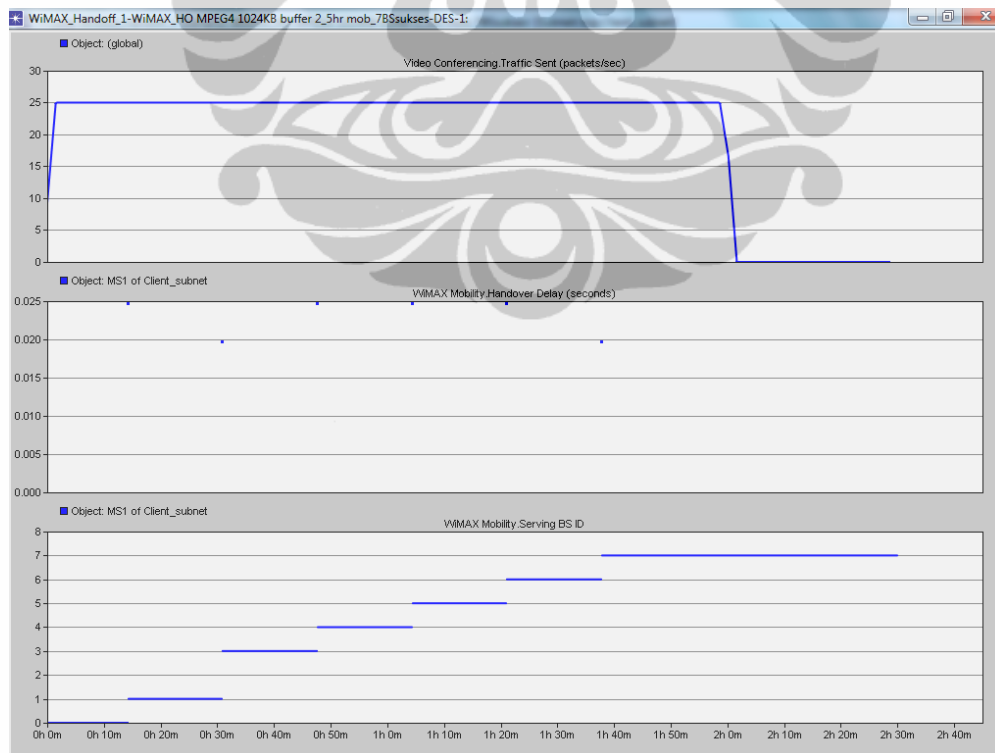
4.2 Analisis Hasil Simulasi Jaringan IEEE 802.16e

Pada Jaringan simulasi *Mobile WiMAX* IEEE 802.16e, digunakan tujuh BS yang melayani satu dan tiga MS dalam dua skenario simulasi. Dimana MS berada pada area layanan SBS yang kemudian melakukan mobilisasi hingga TBS6, MS pada saat melakukan mobilisasi dan handover juga mengakses layanan streaming video MPEG4 dari jaringan server VoD [11]. Adapun layanan yang digunakan oleh MS hanya layanan rtPS (*real time pooling service*) dengan tipe layanan *silver* yang membutuhkan layanan *real time*, namun dengan toleransi delay untuk

layanan *streaming video* pada server VoD. Simulasi rata-rata dilakukan selama 2.5 jam yang dikonfigurasi pada parameter *Run Discrete Event Simulation*.

4.2.1 Hasil Simulasi Jaringan *Mobile WiMAX IEEE 802.16e*

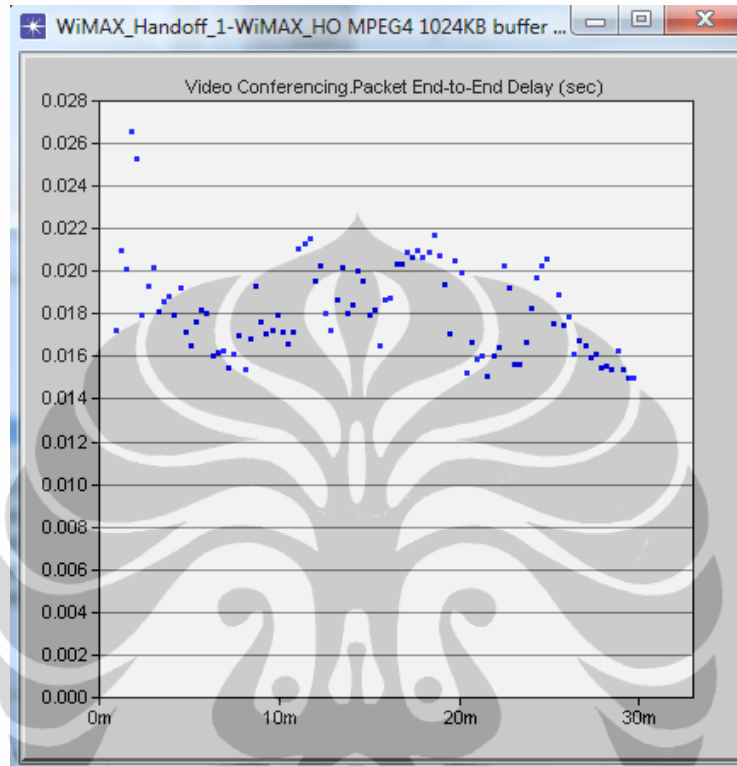
Hasil simulasi pada Gambar 4.4 menunjukkan tiga hasil simulasi berupa *video streaming traffic* yang merupakan layanan dari *server VoD*, *WiMAX Mobility Handover Delay* serta *WiMAX Mobility Serving BS ID* yang dianalisa dari MS1. Hasil simulasi ini memberikan gambaran MS0 sukses melakukan proses *mobility* dan *handover* pada ke tujuh BS yang dibuat dalam simulasi, hal ini dapat dilihat pada *WiMAX Mobility Serving BS ID* yang menunjukkan proses perpindahan layanan MS1 dari SBS sampai pada TBS6. MS melakukan mobilitas dari SBS menuju TBS6 dengan kecepatan 7.6 Km/Jam dengan jarak 19Km yang merupakan kecepatan *default* OPNET pada saat membuat *trajectory* digambarkan pada Gambar 4.2. *WiMAX Mobility Handover Delay* menunjukkan terjadinya delay pada setiap proses handover dengan nilai 0,025 s serta 0,020 s.



Gambar 4.4 Hasil Simulasi Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*

4.2.2 Hasil Simulasi *Delay* Jaringan *Mobile WiMAX IEEE 802.16e*



Delay pada hasil simulasi merupakan end-to end dari semua paket video streaming yang di terima oleh *mobile station* dari server VoD



Gambar 4.5 Hasil Simulasi *Delay* Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*

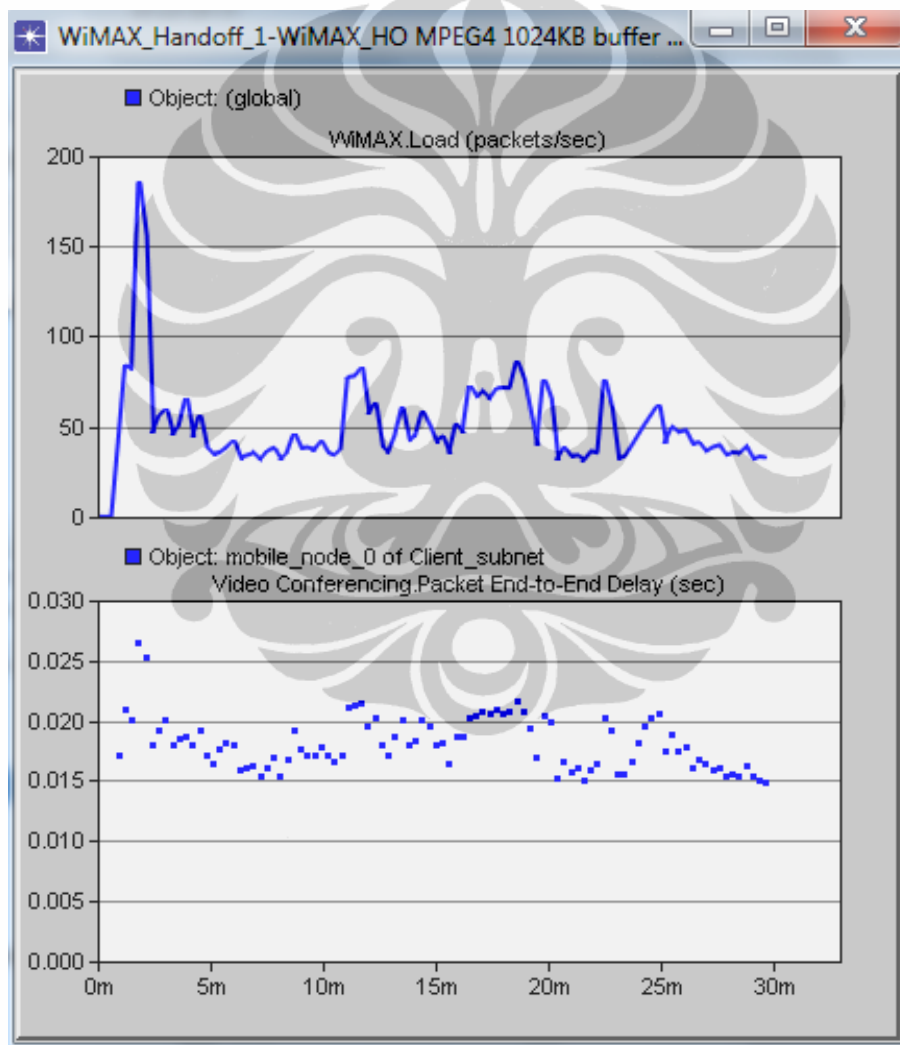
Delay merupakan salah satu parameter yang menentukan performansi suatu sistem. Apabila *delay* dari hasil simulasi adalah *delay end to end* dari semua paket streaming video yang ditransmisikan sampai dengan di terima oleh MS maka di dalam jaringan IEEE 802.16e terdapat cukup banyak *delay* mengingat layanan video streaming dilakukan pada saat MS melakukan proses *mobility* dan *handover*. Layanan rtPS yang di simulasikan memenuhi kriteria QoS apabila memiliki *delay* kurang dari maksimal 100 ms. Apabila dibandingkan dengan tabel 4.1 untuk *delay* bagi *video streaming* maka dapat dianalisis bahwa *delay* yang terjadi pada simulasi Mobile WiMAX masih sangat baik dimana berada pada rata-rata 14-26 ms

Tabel 4.1 Standar Delay beberapa aplikasi [17]

Traffic Class	Conversational	Streaming	Interactive	Background
Fundamental Characteristics	Preserve time relation (variation) between information entities of the stream Conversational pattern (stringent and low delay)	Preserve time relation (variation) between information entities of stream	Request response pattern Preserve payload content	Destination is not expecting the data within a certain time Preserve payload content
Example of the Application	Voice	Streaming Video	Web browsing	Background download of email
Allowed delay	< 150ms(high quality) < 400ms(minimum)	< 10 sec(initial delay)	< 4sec/page	unspecified
Allowed error rate	< 3%(frame error rate)	< 2%(packet loss rate)	0%	0%
Maximum Bitrate	Very low rate Data: ≤ 16 kbps Low rate Data & Low Multimedia: ≤ 144 kbps Medium multimedia: ≤ 2 Mbps High multimedia: ≤ 30 Mbps Super high multimedia: 30 Mbps ~ 100 Mbps / 1 Gbps			
Transfer Delay (ms)	100 ~ maximum value	280 ~ maximum value		

4.2.3 Hasil Simulasi *load* Jaringan *Mobile WiMAX IEEE 802.16e*

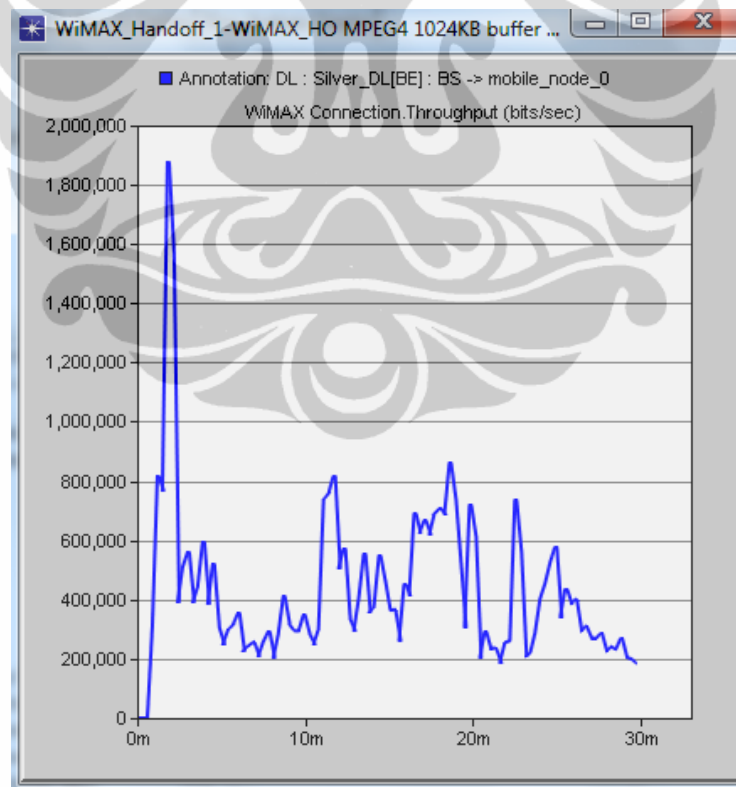
Total beban data di dalam jaringan IEEE 802.16e meliputi transmisi paket data yang *Streaming video*. Simulasi dilakukan selama 30 menit dan berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pada saat menit ke 3 terjadi beban transmisi data paling tinggi di dalam jaringan IEEE 802.16e sehingga dari beban yang tinggi ini menimbulkan *delay* di dalam jaringan yang masih dapat ditoleransi. Beban paket/second yang mencapai 180 paket/detik terjadi saat MS melakukan proses *handover*.



Gambar 4.6 Hasil Simulasi Load Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*

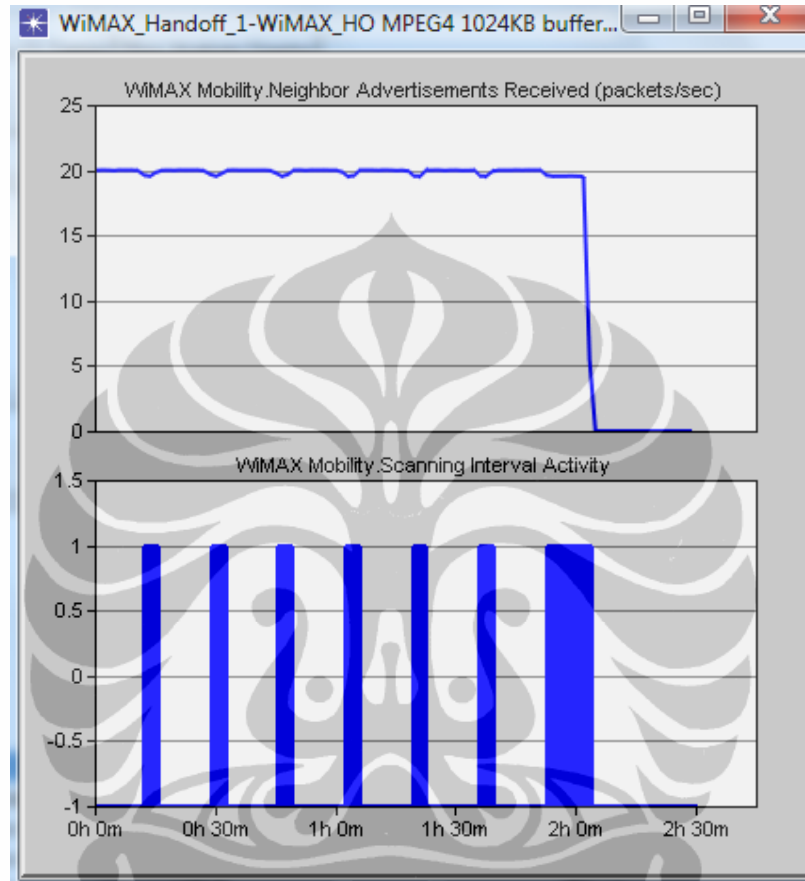
4.2.4 Hasil Simulasi *Throughput* Jaringan *Mobile WiMAX IEEE 802.16e*

Throughput merupakan salah satu ukuran performansi suatu jaringan dalam proses pengiriman data. *Throughput* di dalam jaringan menyatakan efisiensi pita frekuensi dalam memberikan layanan bagi MS dan BS. *Throughput* yang dihasilkan dipengaruhi oleh beban di dalam jaringan. Selama menjalankan simulasi selama 30menit maka terjadi *throughput* paling tinggi pada menit ke-3 dengan nilai *throughput* 1.900.000 bit/detik atau sebesar 19.000 Mbit/detik. *throughput* dinyatakan sebagai kemampuan kecepatan dalam pengiriman data maka nilai *throughput* ini akan dikategorikan sebagai *high multimedia* artinya mampu membawa layanan untuk *multimedia* dengan *bit rate* lebih rendah dari 30 Mbit/detik. Nilai *throughput* ini dipengaruhi oleh total beban paket data di dalam jaringan, dan jenis modulasi yang digunakan oleh sistem.



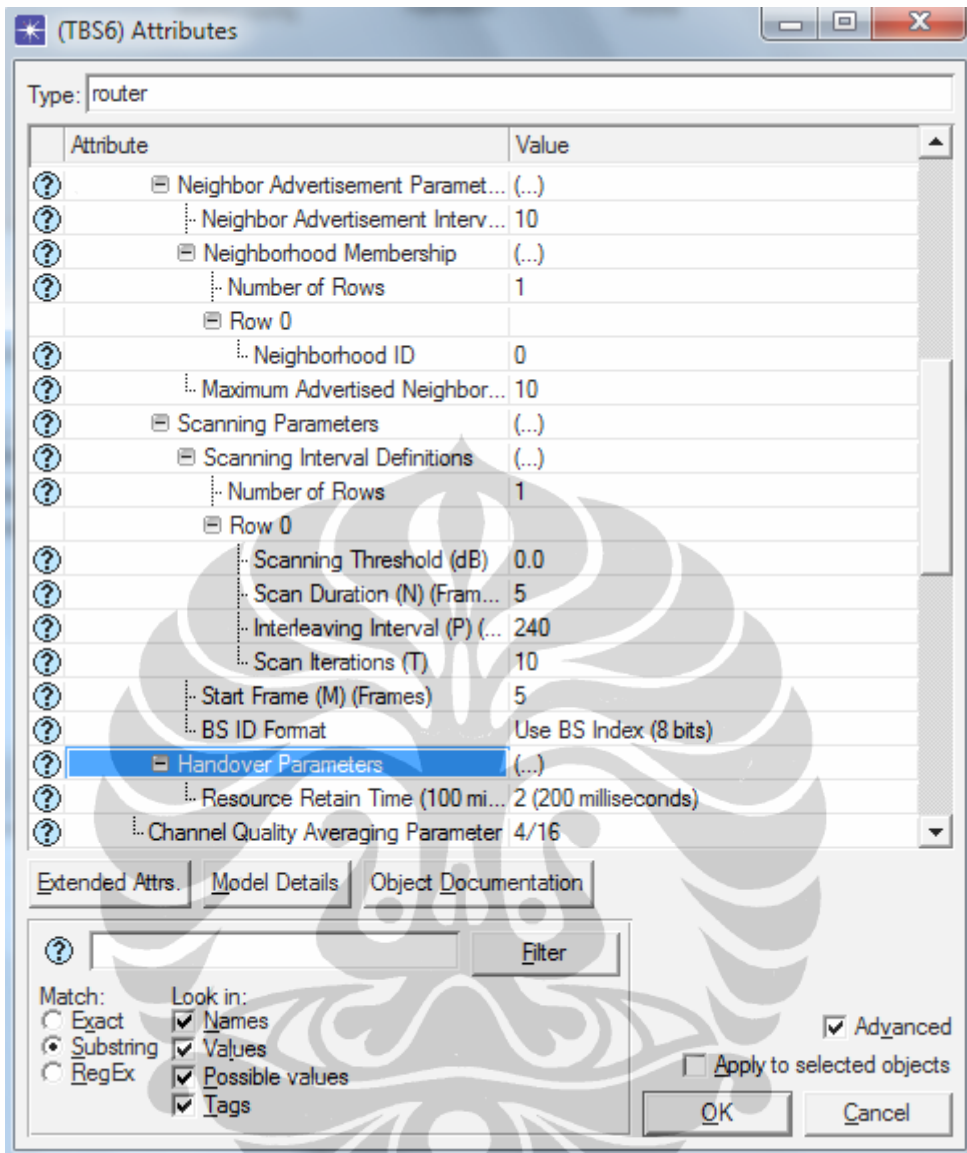
Gambar 4.7 Hasil Simulasi throughput Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*

4.2.5 Hasil Simulasi *WiMAX Scanning & advertisement* pada Jaringan *Mobile WiMAX IEEE 802.16e*



Gambar 4.8 Hasil Simulasi *WiMAX mobility* serta *Advertisement receive* Jaringan IEEE 802.16e pada *Mobile_WiMAX Handover*

Selanjutnya, Gambar 4.8 menunjukkan hasil aktifitas *Scanning interval* dari MS1 terhadap BS pada saat melakukan proses *handover*. Waktu durasi *Scan* dan *interval interleaving* menunjukkan waktu, dimana MS menghabiskan waktu untuk proses *scanning* dan pengukuran dari TBS. parameter konfigurasi waktu durasi *Scan* dan *interval interleaving* dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini



Gambar 4.9 parameter WiMAX mobility untuk konfigurasi Mobility Jaringan IEEE 802.16e pada Mobile_WiMAX Handover

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil simulasi serta analisis yang dilakukan saat proses handover dan streaming video pada *Mobile WiMAX*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Simulasi memberikan hasil throughput yang sangat baik diterima oleh MS0 dengan *throughput* paling tinggi pada menit ke-3, nilai throughput 1.900.000 bit/detik atau sebesar 19.000 Mbit/detik. nilai *throughput* ini dikategorikan sebagai *high multimedia* serta mengindikasikan proses mobilitas barjalan dengan baik.
2. Simulasi memberikan hasil beban paket/second tertinggi mencapai 180 paket/detik terjadi saat MS melakukan proses *handover* hal ini berhubungan dengan *delay* yang terjadi pada simulasi Mobile WiMAX dimana masih sangat baik, berada pada rata-rata 14-26 ms.
3. Seluruh jaringan *Mobile WiMAX* berjalan dengan baik, dimana MS menerima *streaming video* yang dikirimkan dari jaringan server. Proses handover dapat dilakukan dimana SBS dan TBS mampu memberikan layanan kepada MS.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Gunawan Wibisono, Gunadi Dwi Hantoro. September 2006. Wimax Teknologi Broadband Wireless Access (BWA) Kini dan Masa Depan. Informatika Bandung.
- [2] Mainak Chatterjee, Shamik Sengupta, edit by : Syed Ahson, Mohammad Ilyas. 2008. *WiMAX Applications - Chapter 4 Voip over WiMAX*. Taylor and Francis Group LLC.
- [3] Leijia Wu, Kumbesan Sandrasegaran, edit by : Syed Ahson, Mohammad Ilyas. 2008. *WiMAX Applications - Chapter 2 Overview of WiMAX Standards and Applications*. Taylor and Francis Group LLC.
- [4] “_____”, Konfigurasi Point-to-Point (P2P) dan Point-to-Multipoint (PMP). http://www.wimax.com/education/wimax/wireless_architectures, akses terakhir : 15 Febuary 2010.
- [5] Walke, Bernhard H. ; Mangold , Stefan, & Berlemann, Lars. (2006). *IEEE 802 Wireless Systems Protocols, Multi-Hop mesh/Relaying, Performance and Spectrum Coexistence*. Ebook.
- [6] Arpan Mandal. 2008. *Mobile Wimax : Pre-Handover Optimization Using Hybrid Base Station Selection Procedure*. University of Canterbury.
- [7] Jenhui Chen, Chih-Chieh Wang, edit by : Syed Ahson, Mohammad Ilyas. 2008. *WiMAX Stndards and Security - Chapter 7 Measured Signal-Aware Mechanism for Fast Handover in WiMAX Networks*. Taylor and Francis Group LL.
- [8] Sayan K Ray, Arpan Mandal, Krys Pawlikowski & Sirisena.(Desember 2007). *Hybrid Predictive Base Station (HBPS) Selection Procedure in IEEE 802.16e-Based WMAN. Australasian Telecommunication Networks and Applications Conference. Christchurch. New Zealand*.
- [9] Kai Daniel, Sebastian Rohde, Sebastian Subik, & Christian Wietfeld.(July 2009). *Performance Evaluation for Mobile WiMAX Handover with a Continuous Scanning Algorithm. IEEE Mobile Wimax Symposium*.
- [10] Thavisak Manodham, Luis Loyola, Gustavo Atoche, Mitsuo Hayasaka & Tetsuya Miki.(Mei 2005). *A Novel Handover Scheme for Reducing Latency in WLANs. IEEE Mobile Wimax Symposium*.

- [11] Will Hrudey and Ljitjana Trajkovic, 2008. Streaming Video Content Over Broadband Access. Simon Fraser University. British Columbia.
- [12] “_____”, 2008. Modul Sistem Komunikasi Bergerak Teknologi Jaringan Wimax. Institut Teknologi Telkom Bandung. <http://ittelkom.ac.id/staf/uku/SISKOMSEL%20S1/teknologi%20jaringan%20WiMAX.ppt>, akses terakhir : 28 Agustus 2009.
- [13] Qing-An Zeng, Dharma P. Agrawal. 2002. *Handbook of Wireless Networks and Mobile Computing*, John Wiley & Sons.
- [14] “_____”, Agustus 2006. *Mobile Wimax – Part I : A Technical Overview and Performance Evaluation*.
- [15] “_____”, May 2006. *Mobile Wimax – Part II : A Comparative Analysis*.
- [16] <http://www.ecs.umass.edu/ece/wireless/people/park/opnet/op.html>
- [17] <http://www.boson.com/FreeUtilities.html>
- [18] Jinhua Guo, Weidong Xiang, and Shengquan Wang. *Reinforce Networking Theory with OPNET Simulation*. 2007. University of Michigan-Dearborn, MI, USA