

SIMULASI PENGARUH PERUBAHAN PARAMETER *PHYSICAL OFDM* (*ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING*) PADA JARINGAN *MOBILE WIMAX*

Yeti Yuniati¹, Muhammad Komarudin², Palupi Indah S³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
email : yetti.yuniati@eng.unila.ac.id^[1], upindahmail@yahoo.com^[3]

ABSTRAK

WiMAX *physical layer* didasarkan pada *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) yang memiliki kemampuan untuk transmisi kecepatan data tinggi dalam *non-line of sight* dan mampu bekerja pada kanal *multipath fading* (*frequency selective fading*). Penelitian ini berpusat pada perancangan pengaruh perubahan parameter-parameter OFDM untuk meningkatkan performa pada jaringan *mobile WiMAX* menggunakan simulator Opnet. Konfigurasi jaringan *mobile WiMAX* dengan pemodelan tanpa dan dengan *asn-gateway*. Hasil yang didapat bahwa perubahan jumlah *subcarrier*, nilai *frame duration* dan *base frequency* dapat mempengaruhi jumlah *throughput* yang di dapat. Pada objek MS (*mobile station*), terlihat nilai rata-rata *throughput* 947,326 bits/sec ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 2048, rata-rata *throughput* 924,156 bits/sec ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 1024, rata-rata *throughput* 924,195 bits/sec ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 512 dan rata-rata *throughput* 137,560 bits/sec ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 128. Sedangkan mengurangi durasi dari suatu *frame* akan meningkatkan *throughput* yang dihasilkan. Perubahan *base frequency* pada saat nilai *base frequency* sebesar 1.5 GHz terjadi penurunan *throughput* selama 2 kali disebabkan adanya *data drop*, yang mengakibatkan *throughput* menurun pada detik ke-249.6 dengan nilai 292.806 bit/sec dan pada detik ke-354.6 dengan nilai 73.7 bit/sec.

Kata Kunci : OFDM, *asn-gateway*, *subcarrier*, *frame duration* dan *base frequency*

ABSTRACT

WiMAX *physical layer* based on *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM), and efficient plan for high speed data transmission in *non-line of sight* and being able to work on *multipath fading channels* (*frequency selective fading*). This study focused on the effect of changing design parameters to improve the performance of OFDM in *mobile WiMAX* networks using OPNET simulator. Network configuration modeling without and with *asn-gateway*. The results obtained that the change in the number of *subcarrier*, and the value of *frame duration* and *base frequency* can be affect of *throughput*. In object MS (*mobile station*), the value of the average *throughput* of 947,326 bits/sec when the parameters *sub-carrier* numbered of 2048, average *throughput* of 924,156 bits/sec when the parameters *sub-carrier* numbered of 1024, average *throughput* of 924,195 bits/sec when the parameters *sub-carrier* numbered of 512 and the average *throughput* of 137,560 bits/sec when the parameters *sub-carrier* numbered of 128. While reducing the *frame duration* will enhance the resulting *throughput*. The changes of *base frequency* when the value of 1.5 GHz *throughput* declines occurred for 2 times, because of *data drop* and then enhance the resulting *throughput* when the time is 249.6 sec with 292.806 bit/sec and the time is 354.6 sec with 73.7 bit/sec.

Key Word : OFDM, *asn-gateway*, *subcarrier*, *frame duration* and *base frequency*

PENDAHULUAN

Teknologi *Worldwide interoperability for Microwave access* (WiMAX) merupakan teknologi *Wireless Broadband* yang memberikan harapan baru terciptanya suatu jaringan *broadband* menggunakan infrastruktur nirkabel. Teknologi ini memiliki cakupan area yang luas dengan kecepatan yang *relative* tinggi

yaitu 75 Mbps. Salah satu teknologi yang mendukung akses data yang cepat ini adalah teknik OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Penelitian ini berpusat pada perancangan pengaruh perubahan parameter-parameter OFDM untuk meningkatkan performa pada

jaringan *mobile* WiMAX dengan menggunakan simulator Opnet untuk melihat seberapa signifikan pengaruh yang terjadi pada jaringan *mobile* WiMAX tersebut akibat perubahan yang dilakukan pada parameter OFDM. Selain itu sesuai dengan konfigurasi WiMAX bahwa konfigurasi di dalam jaringan WiMAX terdapat *ASN-Gateway* yang merupakan entitas *logic* yang mempresentasikan sebuah gabungan dari entitas-entitas fungsional *control plane* yang berkomunikasi dengan BS, CSN atau dengan ASN lainnya. Dengan menggunakan perangkat lunak Opnet Simulator, peneliti mensimulasikan penggunaan *asn-gateway* tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

WiMAX

WiMAX merupakan standar *Broadband Wireless Access* (BWA) dengan kemampuan untuk menyalurkan data berkecepatan tinggi serta kemampuan dalam kondisi NLOS, aplikasinya baik untuk *fixed, nomadic, portable* maupun *mobile*. Ukuran kanal spectrum WiMAX yang bervariasi membuat sebuah BTS dapat lebih fleksibel dalam melayani banyak pengguna^[1].

Konfigurasi jaringan akses WiMAX terdiri atas bagian antara lain :

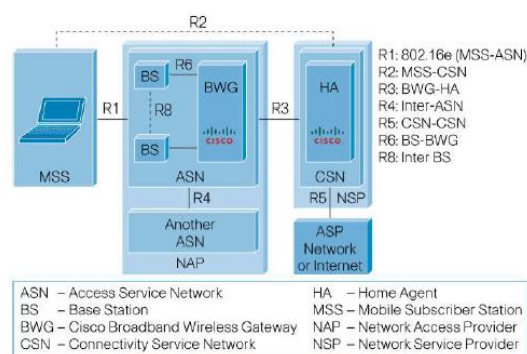
a) *Mobile station*

MS adalah merupakan perangkat yang bergerak, misalnya telepon selular atau computer bergerak yang digunakan untuk mengakses jasa jaringan yang berada di sisi SS (*Subscriber Station*).

b) *Access Service Network*

Access Service Network (ASN) didefinisikan sebagai sebuah kumpulan fungsi jaringan yang dibutuhkan untuk menyediakan akses radio kepada pelanggan WiMAX. Sebuah ASN tersusun atas satu atau lebih *base station*, dan satu atau lebih *ASN gateway* (ASN-GW)^[2]. *ASN Gateway* mendukung koneksi dan *mobility management across cell sites* dan jaringan *inter-service-provider* selama proses mengontrol *subscriber* dan membawa data *traffic* antara jaringan WiMAX dan *Code Division Multiple Access*(CDMA), *Universal*

Mobile telecommunications Standar (UMTS), Wi-Fi dan jaringan *access femtocell*.



Gambar 1. WiMAX end-to-end references model^[3]

ASN juga melayani EAP (*Extensible Authentication Protocol*). Authentikator untuk mengidentifikasi pelanggan dan pembuatan *Radius klien* untuk melayani operator dalam proses otentikasi, otorisasi, dan akunting (AAA).

c) *Connectivity Service Network*

CSN yang menyediakan konektivitas IP dan terdiri atas AAA, OSS dan *gateway*. Berfungsi menyediakan konektivitas ke internet, ASP dan fungsi jaringan umum lainnya.

WiMAX merupakan suatu label dunia yang dapat beroperasi melalui produk-produk berbasis standar IEEE 802.16 Pada 802.16e, standar ini disebut juga sebagai *mobile* WiMAX. Standar ini telah difinalisasi pada akhir tahun 2005. Berbeda dengan sebelumnya, antara standar 802.16d dengan 802.16e tidak bisa dilakukan *interoperability* sehingga diperlukan perangkat *hardware* tambahan bila akan mengoperasikan 802.16e.

Quality of Service (QoS) Pada WiMAX

Kualitas layanan atau *Quality of Service* adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya^[4].

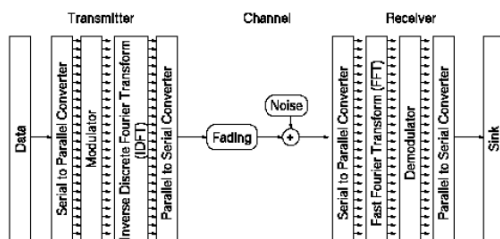
Performansi mengacu ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi^[5]. Performansi

merupakan kumpulan dari beberapa parameter besaran teknis, yaitu :

- a) *Troughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.
- b) *Packet Loss*, merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan.
- c) *Delay (latency)*, adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan.
- d) *Jitter*, atau variasi kedatangan paket, hal ini diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan *jitter*

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)

Salah satu kemampuan NLOS pada WiMAX disebabkan penerapan inovasi teknologi OFDM. OFDM adalah salah satu jenis transmisi *multicarrier* dimana suatu aliran data serial berkecepatan tinggi dibagi menjadi beberapa *subcarrier* orthogonal yang berkecepatan lebih rendah dan tahan melawan *frekuensi selective fading* dan *interferensi narrowband* dan efisien menghadapi *multi-path delay spread*^[6]. Pemakaian frekuensi yang saling *orthogonal* pada OFDM memungkinkan *overlap* antar frekuensi tanpa menimbulkan interferensi satu sama lain.



Gambar 2. Bagian dasar OFDM

a) Keunggulan OFDM

OFDM memiliki beberapa keunggulan, diantaranya yaitu:

1. Efisien dalam pemakaian frekuensi
 OFDM adalah salah satu jenis dari *multicarrier* (FDM), tetapi memiliki efisiensi pemakaian frekuensi yang jauh

lebih baik. Pada OFDM *overlap* antar frekuensi yang bersebelahan diperbolehkan, karena masing-masing sudah saling *orthogonal*.

2. Kuat menghadapi *frequency selective fading*
 Karakter utama yang lain dari OFDM adalah kuat menghadapi *frequency selective fading*. Dengan menggunakan teknologi OFDM, meskipun jalur komunikasi yang digunakan memiliki karakteristik *frequency selective fading* (dimana *bandwidth* dari *channel* lebih sempit daripada *bandwidth* dari transmisi sehingga mengakibatkan pelemahan daya terima secara tidak seragam pada beberapa frekuensi tertentu).
3. Tidak sensitif terhadap sinyal tunda
 Keuntungan yang lainnya adalah, dengan rendahnya kecepatan transmisi di tiap *subcarrier* berarti periode simbolnya menjadi lebih panjang sehingga kesensitifan sistem terhadap *delay spread* (penyebaran sinyal-sinyal yang datang terlambat) menjadi relatif berkurang.

b) Kelemahan OFDM

Sebagai sebuah sistem buatan manusia, tentunya teknologi OFDM pun tak luput dari kekurangan-kekurangan.

1. Sangat *sensitive* terhadap *Carrier Frequency Offset*
 Sistem ini sangat sensitif terhadap *carrier frequency offset* yang disebabkan oleh jitter pada gelombang pembawa (*carrier wave*) dan juga terhadap Efek Doppler yang disebabkan oleh pergerakan baik oleh stasiun pengirim maupun stasiun penerima.
2. Mudah terkontaminasi oleh *distorsi nonlinear*
 Teknologi OFDM adalah sebuah sistem modulasi yang menggunakan *multi-frequency* dan *multi-amplitudo*, sehingga sistem ini mudah terkontaminasi oleh distorsi nonlinear yang terjadi pada *amplifier* dari daya transmisi.
3. Sulit menentukan *start point* sinkronisasi sinyal

Pada stasiun penerima, menentukan *start point* untuk memulai operasi *Fast Fourier Transform* (FFT) ketika sinyal OFDM tiba di stasiun penerima adalah hal yang *relative* sulit. Atau dengan kata lain, sinkronisasi daripada sinyal OFDM adalah hal yang sulit.

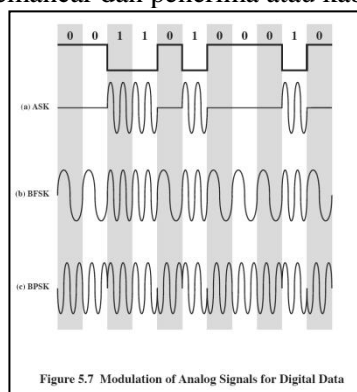
Modulasi

Modulasi adalah proses penggabungan sinyal yang akan dikirim dengan gelombang pembawa, sehingga memungkinkan sinyal tersebut ditransmisikan melalui *communication channel*. Terdapat tiga parameter kunci pada suatu gelombang sinusoidal yaitu: *amplitudo*, *fase* dan *frekuensi*^[7].

Perbedaan utama antara modulasi digital dan modulasi analog adalah bahwa pesan yang ditransmisikan untuk sistem modulasi digital mewakili seperangkat simbol-simbol abstrak, misalnya 0 s dan 1 s untuk sistem transmisi biner, sedangkan dalam sistem modulasi analog, sinyal pesan adalah gelombang kontinyu.

Multiplexing

Multiplexing adalah proses penggabungan beberapa sinyal informasi untuk dapat ditransmisikan melalui satu *communication cannel*. Tujuan utamanya adalah untuk menghemat jumlah saluran fisik, misalnya kabel, pemancar dan penerima atau kabel optik.



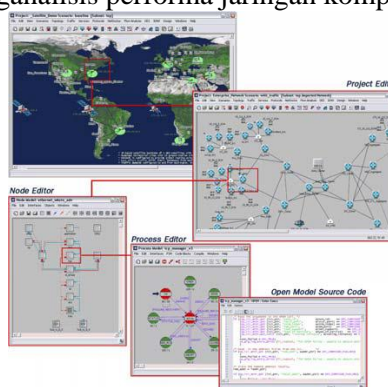
Gambar 3. Modulasi

Alat yang melakukan *multiplexing* disebut *multiplexer* (MUX) dan alat yang melakukan

proses yang berlawanan disebut *demultiplexer* (DEMUX). Pada teknik *multiplexing* ini terdapat dua jenis, yaitu *Time Division Multiplexing* (TDM) dan *Frequency Division Multiplexing* (FDM). Pada TDM data dikirimkan pada satu *frame* yang sama namun dalam *time slot* yang berbeda. Sedangkan FDM sinyal informasi ditransmisikan pada waktu yang bersamaan dengan frekuensi yang berbeda.

Perangkat lunak OPNET modeler

OPNET *modeller* merupakan sebuah software simulator berlisensi yang sangat baik untuk menganalisis performa jaringan komputer.



Gambar 4. Sistem OPNET Modeller

Pengguna dapat menggunakan berbagai unsur teknologi jaringan dimana salah satu contohnya adalah jaringan *mobile WIMAX*^[8].

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menguji QoS pada jaringan *mobile WIMAX* dengan melakukan simulasi dengan perubahan parameter OFDM, yakni pada saat perubahan parameter *subcarrier*, *base frequency*, dan *frame duration*.
2. Mengetahui parameter-parameter yang berpengaruh pada OFDM untuk memperbaiki performa jaringan *mobile WIMAX*.
3. Memberikan gambaran tentang kualitas layanan dari jaringan *mobile WIMAX* sesuai dengan simulasi yang telah dimodelkan.
4. Memahami perangkat lunak OPNET *Modeler* 14.5 khususnya dalam mensimulasikan jaringan *mobile WIMAX*.

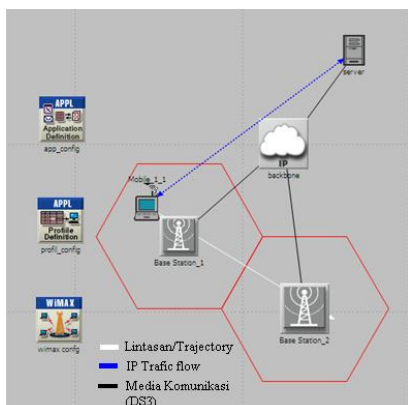
BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Laptop Aspire Intel®Core™ i3 dengan RAM 2 GB.
2. Sistem operasi yang digunakan adalah Windows XP SP2
3. Perangkat lunak Microsoft Visual Studio 2005 sebagai Compiler.
4. Perangkat Lunak Simulator OPNET Modeller 14.5.

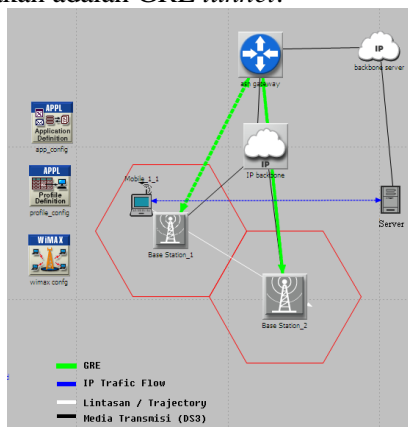
Skenario Dan Asumsi Simulasi

Skenario yang dibuat menggunakan model jaringan yang sama tetapi yang membedakannya adalah untuk perancangan model yang pertama tidak menggunakan ASN gateway sedangkan perancangan model yang kedua menggunakan ASN gateway.



Gambar 5. Pemodelan tanpa asn-gateway

Untuk penambahan ASN gateway ditambahkan juga tunneling dimana jenis tunneling yang digunakan adalah GRE tunnel.



Gambar 6. Pemodelan dengan asn-gateway

Pengaturan Spesifikasi Jaringan

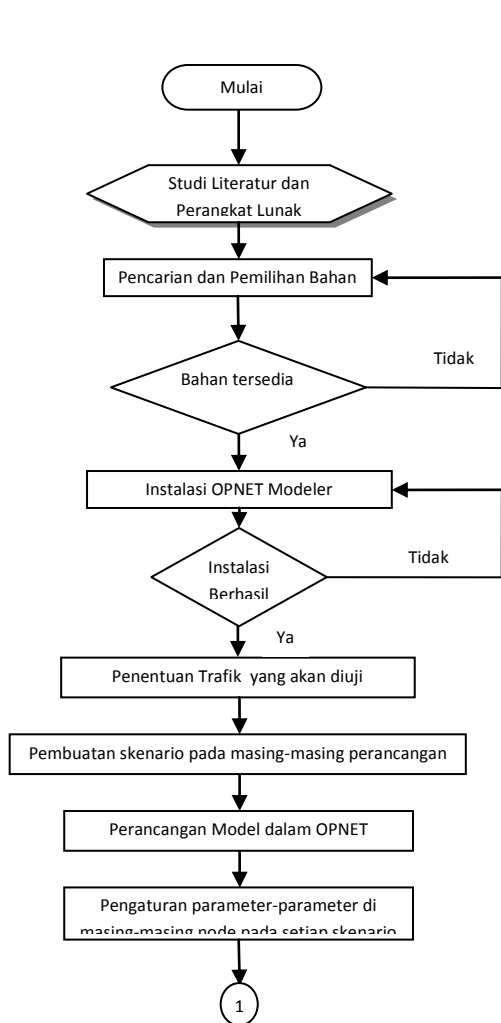
Pada Table.1 berikut dijelaskan spesifikasi jaringan dengan mengatur parameter OFDM di wimax *config node* pada jaringan. Konfigurasi standar dari OFDM yang diberikan adalah sebagai berikut: *frame duration* sebesar 5 *milisecond*, *symbol duration* sebesar 100.8 *microsecond*, jumlah *subcarrier* sebanyak 2048, teknik duplexing TDD, *frequency band* dengan besar *frequency* 5 GHz dan *Bandwith* 20 MHz, dengan *frequency division* 2048-FFT PUSC.

Tabel.1 Spesifikasi Layer PHY OFDM

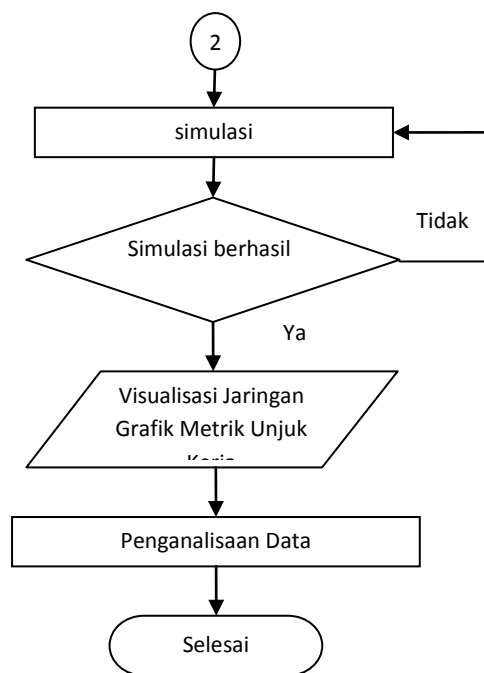
No	Parameter	Value
1	Profile Name	WirelessOFDMA PHY 20 MHz
2	Frame Duration (ms)	2 ms, 5 ms, 10 ms, 20 ms.
3	Symbol Duration (µs)	100.8
4	Number Of Subcarrier	2048, 1024, 512, 128
5	Frequency Band	6 Ghz; 5,8 GHz; 5 Ghz; 1,5 GHz
	- Base Frequency	20 Mhz.
	- Bandwith	

Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian ini dilakukan secara bertahap yang dideskripsikan dalam diagram alir pada Gambar 7 dan Gambar 8 berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

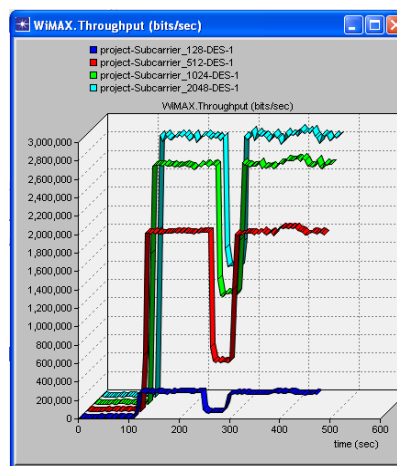


Gambar 8. Diagram Alir Lanjutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pada saat perubahan Subcarrier

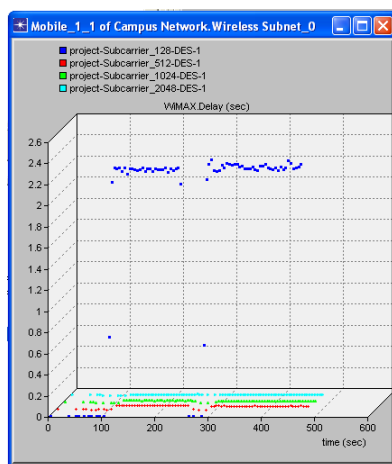
Hasil percobaan dengan perubahan parameter yang diperlihatkan menunjukkan bahwa jumlah sub-carrier akan meningkatkan performa dari OFDM.



Gambar 9. WiMAX throughput perubahan subcarrier

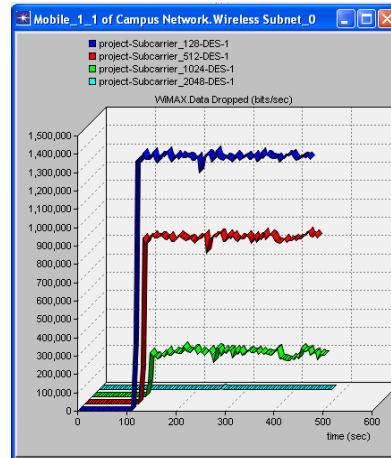
Hasil grafik menunjukkan bahwa prinsip kerja subcarrier adalah membuat paket yang berukuran besar yang dikirimkan menjadi beberapa bagian yang berukuran lebih kecil.

Dengan semakin tingginya jumlah *sub-carrier* maka paket akan terbagi menjadi lebih kecil sehingga modulasi akan dilakukan dengan lebih baik. Begitu pula dengan hasil simulasi pada saat menggunakan *asn-gateway*, yakni terlihat pada *subcarrier* berjumlah 2048 yang menurun akibat penggunaan *asn-gateway*. Nilai rata-rata *throughput* tersebut yakni 947,326 *bits/sec* yang menurun menjadi 924,915 *bits/sec*. Sedangkan untuk perubahan *subcarrier* 2048, 1024, 512 dan 128 masing-masing bernilai 947,326 *bits/sec*, 924,156 *bits/sec*, 924,196 *bits/sec* dan 137,560 *bits/sec* untuk data hasil simulasi tanpa *asn-gateway*.



Gambar 10. WiMAX Delay (sec) perubahan *subcarrier*

Hasil data *delay* dimaksudkan untuk melihat seberapa lama waktu yang diperlukan untuk memproses dari asal ke tujuan saat terjadi perubahan *subcarrier*. Pada grafik tersebut menunjukkan *delay* yang cukup lama pada saat perubahan parameter *subcarrier* 128 yakni sebesar 1,9377 *sec* dibandingkan dengan *delay* sub-*carrier* 2048 sebesar 0,009778 *sec*. Terjadi penurunan *throughput* pada saat disertai *delay* yang tinggi, *data drop* yang dihasilkanpun semakin banyak jika jumlah *subcarrier* diturunkan. Pada objek MS (*mobile station*), terlihat nilai rata-rata *delay* 0.009284 *sec* ketika parameter sub-*carrier* berjumlah 2048, rata-rata *delay* 0.01656 *sec* ketika parameter sub-*carrier* berjumlah 1024, rata-rata *delay* 0.03402 *sec* ketika parameter sub-*carrier* berjumlah 512 dan rata-rata *delay* 2.0053 *sec* ketika parameter sub-*carrier* berjumlah 128.

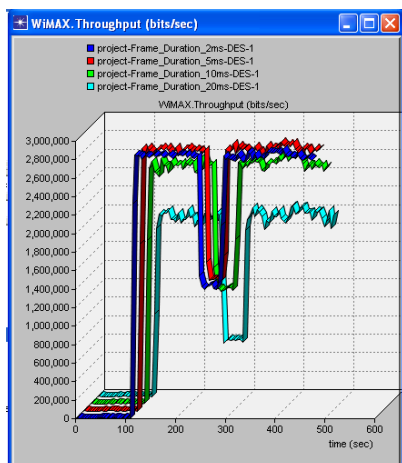


Gambar 11. WiMAX Data dropped (bits/sec) perubahan *subcarrier*

Data drop yang dihasilkanpun semakin banyak jika jumlah *subcarrier* diturunkan. Hal ini pun terlihat dari hasil *throughput* yang mengindikasikan bahwa pada saat jumlah sub-*carrier* 128 menurunkan performa *throughput* dari OFDM, karena adanya peningkatan rata-rata nilai *data dropped* sebesar 1.036,682 *bits/sec*. Sedangkan pada saat jumlah sub-*carrier* 2048 sedikit sekali terjadi *data dropped*. Namun dengan adanya *asn-gateway* dapat meminimalisir *data drop*, dapat terlihat pada saat 2048 *subcarrier* menghasilkan nilai 0 *bits/sec* dari 122,153 *bits/sec*.

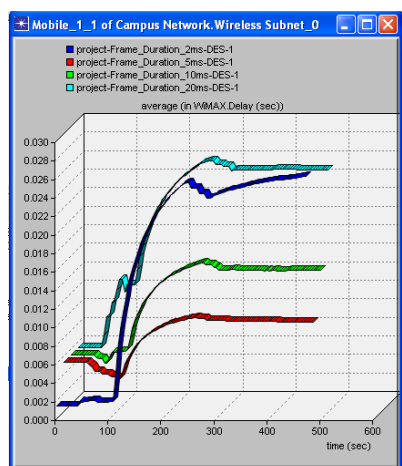
b. Pada saat perubahan *Frame Duration*.

Hasil percobaan dengan perubahan parameter yang diperlihatkan menunjukkan bahwa jumlah *frame duration* mempengaruhi performa dari OFDM. Hasil percobaan dengan mengurangi durasi dari suatu *frame* akan meningkatkan *throughput* yang dihasilkan. Hasil grafik menunjukkan bahwa prinsip *frame duration* adalah waktu yang dibutuhkan untuk sebuah *frame* untuk dapat dikirimkan. Kesimpulan lain yakni menaikkan durasi *frame* akan membuat *frame* tersebut membutuhkan waktu yang lebih banyak untuk dapat dikirimkan sehingga hal ini akan menaikkan *delay* dan *latency* yang pada akhirnya *throughput* yang dihasilkan akan berkurang.



Gambar 12. WiMAX throughput perubahan frame duration

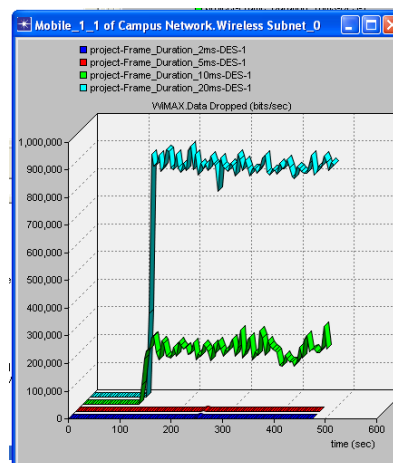
Berdasarkan data hasil simulasi *throughput* untuk 5 ms sebesar 947,812 *bits/sec*, untuk 10 ms sebesar 899,883 *bits/sec* dan untuk 20 ms sebesar 885,532 *bits/sec* tanpa *asn-gateway*. Begitu pula dengan hasil simulasi pada saat menggunakan *asn-gateway*, yakni terlihat pada saat *frame duration* bernilai 5 ms menurun akibat penggunaan *asn-gateway*. Nilai rata-rata *throughput* tersebut yakni 947,326 *bits/sec* yang menurun menjadi 924,915 *bits/sec*.



Gambar 13. WiMAX Delay (sec) perubahan frame duration

Pada Grafik 13 tersebut menunjukkan *delay* yang cukup lama pada saat perubahan parameter nilai *frame duration* sebesar 20 ms. Hal ini pun terlihat dari hasil *throughput* yang mengindikasikan bahwa nilai *frame duration* sebesar 20 ms menurunkan performa *throughput* dari OFDM. Berdasarkan data hasil simulasi *delay* tanpa *asn-gateway* untuk 5 ms

sebesar 0,009778 *sec*, untuk 10 ms sebesar 0,01463 *sec* dan untuk 20 ms sebesar 0,02466 *sec*. Sedangkan data *delay* dengan *asn-gateway* yakni masing-masing sebesar 0,009284 *sec*, 0,01425 *sec* dan 0,02440 *sec*. Sesuai dengan tinjauan teknis dan evaluasi performa jaringan *mobile* WiMAX oleh WiMAX forum, nilai *frame duration* yang cocok untuk *mobility* sebesar 5 ms.

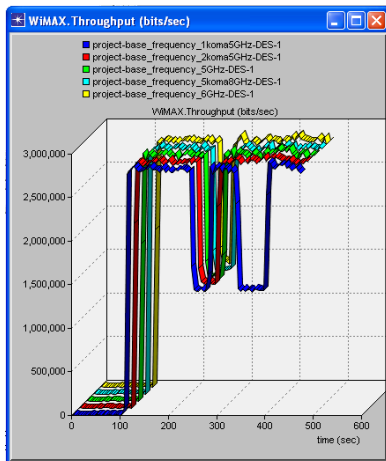


Gambar 14. WiMAX Data dropped (bits/sec) perubahan frame duration

Hal ini sesuai dengan data hasil percobaan untuk *frame duration* sebesar 5 ms menghasilkan *throughput* yang paling tinggi, *delay* yang kecil, *data drop* yang rendah serta nilai SNR yang paling besar yakni sebesar 35,330 dB. Begitu pula pada saat penggunaan *asn-gateway*, dapat menghilangkan *data drop*, untuk 5 ms sebesar 4 *bits/sec* menurun menjadi 0 *bits/sec*.

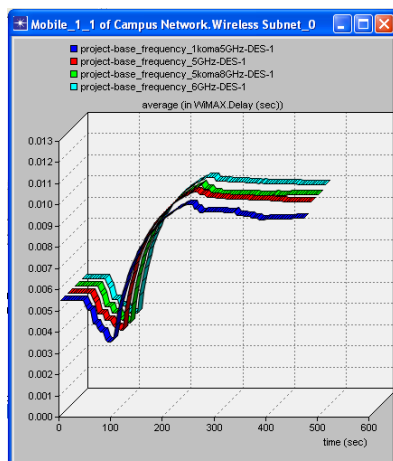
c. Pada saat perubahan Base Frequency.

Perubahan *base frequency* tidak begitu mempengaruhi naik turun nya *throughput* pada jaringan, hanya saja pada saat nilai *base frequency* sebesar 1.5 GHz terjadi penurunan *throughput* sebanyak 2 kali, yakni pada detik ke-249.6 dengan nilai 292.806 *bit/sec* dan pada detik ke-354.6 dengan nilai 73.7 *bit/sec*.



Gambar 15. WiMAX throughput perubahan base frequency

Menurut teori pendukung bahwa penggunaan frekuensi yang tinggi akan membutuhkan *energy* yang lebih untuk memancarkan sinyal dari *base station* sementara pada percobaan ini *variable energy* tidak ada (diasumsikan tetap) sehingga peningkatan *base frequency* justru akan menghasilkan *throughput* yang lebih kecil, hasil sebaliknya akan ditemukan jika *base frequency* diturunkan, *throughput* yang dihasilkan akan lebih tinggi. Sedangkan hasil simulasi tidak menunjukkan hal demikian, malah sebaliknya

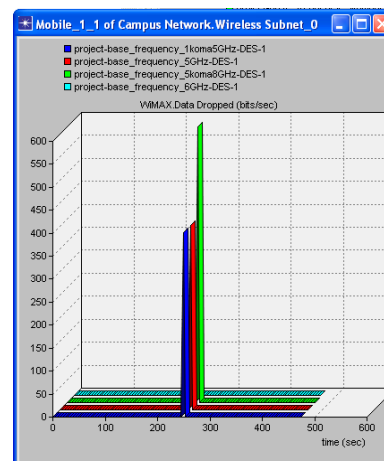


Gambar 16. WiMAX Delay (sec) perubahan base frequency

Pada Grafik 16 tersebut mengindikasikan bahwa besarnya *base frequency* tidak terlalu mempengaruhi lama *delay* pada pentransmisian berlangsung, karena hal ini hanya berpengaruh pada *throughput* yang terlihat. Hanya saja penggunaan *asn-gateway* akan mempercepat

waktu transmisi karena di bantu oleh proses *tunneling*.

Hasil simulasi untuk *base frequency* ditunjukkan bahwa sampai berakhirnya simulasi hanya ada sedikit data yang hilang, semakin besar *base frequency* akan berpengaruh pula pada *data drop* yang hilang, seperti terlihat pada saat *base frequency* bernilai 6 GHz tidak ada data yang hilang yakni sebesar 0 *bits/sec*.



Gambar 17. WiMAX Data dropped (bits/sec) perubahan base frequency

Pada dasarnya penentuan nilai *base frequency* didasarkan pada masing-masing negara yang menggunakan jaringan tersebut. Hanya saja penentuan *base frequency* ini disesuaikan dengan standar bahwa *base frequency* yang tepat untuk *mobile station* berkisar antara 5-6 GHz. *Frequency* ini pula didasarkan akan penentuan *frequency* yang berlisensi atau tidak berlisensi.

Tabel 2. WiMAX MS *Throughput* (bits/sec) perubahan parameter tanpa dan dengan *asn-gateway*.

WiMAX MS <i>Throughput</i> (bits/sec)			
Parameter	Nilai	Tanpa ASN	Dengan ASN
<i>Subcarrier</i>	2048	947,326	924,915
	1024	924,156	955,200
	512	924,195	941,368
	128	137,560	138,232
<i>Frame Duration</i>	5 ms	947,326	924,915
	2 ms	927,812	952,977
	10 ms	899,883	843,897
	20 ms	885,532	884,239
<i>Base frequency</i>	6 GHz	982,416	910,421
	5.8 GHz	927,045	910,074
	5 GHz	947,326	924,915
	1.5 GHz	943,725	956,385

KESIMPULAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penurunan rata-rata *throughput* terjadi saat jumlah *subcarrier* diturunkan. Dengan semakin tingginya jumlah *sub-carrier* maka paket akan terbagi menjadi lebih kecil sehingga modulasi akan dilakukan dengan lebih baik. Berdasarkan data hasil simulasi dapat terlihat nilai rata-rata *throughput* pada saat pengubahan *sub-carrier*. Pada objek MS (*mobile station*), terlihat nilai rata-rata *throughput* 947,326 *bits/sec* ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 2048, rata-rata *throughput* 924,156 *bits/sec* ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 1024, rata-rata *throughput* 924,195 *bits/sec* ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 512 dan rata-rata *throughput* 137,560 *bits/sec* ketika parameter *sub-carrier* berjumlah 128.
2. Pada sistem *mobile wimax* yang dirancang, terdapat data yang tidak sampai sampai pengguna. Dan menunjukkan *packet drop* pada saat perubahan parameter *sub-carrier*
3. Nilai SNR dipakai untuk menunjukkan kualitas jalur (*medium*) koneksi. Dari kesemua data percobaan didapatkan

klasifikasi SNR yang *outstanding* (bagus sekali) yakni berada di atas 29,0 dB.

4. Menaikkan durasi *frame* akan membuat *frame* tersebut membutuhkan waktu yang lebih banyak untuk dapat dikirimkan sehingga hal ini akan menaikkan *delay* dan *latency* yang pada akhirnya *throughput* yang dihasilkan akan berkurang. Berdasarkan data hasil simulasi *throughput* untuk 5 ms sebesar 947,812 *bits/sec*, untuk 10 ms sebesar 899,883 *bits/sec* dan untuk 20 ms sebesar 885,532 *bits/sec*.
5. Perubahan *base frequency* tidak begitu mempengaruhi naik turun nya *throughput* pada jaringan, hanya saja pada saat nilai *base frequency* sebesar 1.5 GHz terjadi penurunan *throughput* sebanyak 2 kali. Yakni pada detik ke-249.6 dengan nilai 292.806 *bits/sec* dan pada detik ke-354.6 dengan nilai 73.7 *bits/sec*.
6. Penggunaan *asn-gateway* tersebut nilai yang dihasilkan tidak terlalu signifikan, dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan teori yang mendukung, seharusnya fungsi *asn-gateway* digunakan sebagai entitas *logic* yang mempresentasikan sebuah gabungan dari entitas-entitas fungsional *control plane* yang berkomunikasi dengan BS, CSN atau dengan ASN lainnya. Hanya saja si mulasi menggunakan OPNET ini, tipe *asn-gatway* yang digunakan hanya sebagai *router*. Bisa saja *router* tersebut akan membuat performansi jaringan menjadi menurun. Semakin besar *throughput* yang dihasilkan maka semakin besar keberhasilan data yang ditransmisikan atau dikirim.

Saran

Adapun saran yang bisa disampaikan oleh peneliti yang bisa dikembangkan dan menjadi referensi penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai tipe penjadwalan layanan dengan menggunakan *software* selain OPNET dan mengimplementasikannya menggunakan perangkat keras.
2. Untuk mendapatkan nilai yang optimal peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan versi OPNET *Modeler* yang lebih tinggi dengan kemampuan *full* versi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya haturkan ke hadirat Allah SWT, karna atas berkat dan rahmat-NYA penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Selain itu, tak pula, penulis ucapkan terima kasih kepada Bapak M.Komarudin dan sdri. Palupi Indah atas kerjasama dan kontribusinya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Access Net Lab. Access Academic Training.

Afriyeni, Lesa. 2010. *Simulasi Autentikasi Protokol AAA Berbasis Open Source Pada WiMAX*. Skripsi. Universitas Lampung

Cisco. *Cisco Broadband Wireless gateway*. Datasheet.

Fatoni. *Analisis Kualitas Layanan Jaringan Intranet (Studi Kasus Universitas Bina Darma)*. Universitas Bina Darma.

Kualitas Layanan Pada Sistem telekomunikasi. Makalah. Sistem telekomunikasi. Politeknik Telkom

Faisal, Muhammad. 2009. *Pengaruh Panjang Cyclic Prefic Terhadap Kinerja Sistem OFDM pada WiMAX*. Skripsi Universitas Sumatra Utara.

Surriani, Atikah. 2011. *Simulasi OFDM pada WiMAX menggunakan Program Matlab 7.8*.

InComTech, *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 1, no. 2, 2010