

Pengaruh Teknik Modulasi Terhadap Kinerja Layanan Voice dan Video Pada Jaringan WiMAX Menggunakan Opnet Modeler

Muhammad Akmal^{#1}, Nasaruddin^{*2}, Ramzi Adriman^{#3}

[#]Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, Indonesi

¹akmal.pati89@gmail.com

Abstrak— Dengan berkembang dan meluasnya berbagai teknologi jaringan nirkabel seperti *worldwide interoperability for microwave access (WiMAX)*, jumlah pengguna perangkat bergerak internet terus bertambah. Untuk kestabilan jaringan WiMAX sangat tergantung pada kemampuan *quality of service (QoS)*, pada saat koneksi dengan internet memerlukan *bandwith* yang memadai terutama pada layanan *voice* dan *video*. *Quality of service* untuk layanan *voice* dan *video* merupakan suatu permasalahan dalam komunikasi *internet* secara keseluruhan. Salah satu cara untuk menjaga kestabilan kualitas layanan yaitu menggunakan teknik modulasi, dimana teknik modulasi memungkinkan pengaturan pola sinyal modulasi yang tergantung pada kondisi *signal to noise ratio (SNR)*. Pada penelitian ini membandingkan tipe modulasi yaitu QPSK, 16QAM dan 64QAM. Hasil pengujian didapatkan perbandingan nilai *delay*, *throughput*, *Block error rate (BLER)*, *signal to noise ratio (SNR)* pada masing-masing modulasi tersebut.

Kata Kunci— Modulasi, Voice, Video, Wimax.

I. PENDAHULUAN

Berkembang dan meluasnya berbagai teknologi jaringan nirkabel seperti *worldwide interoperability for microwave access (WiMAX)*, jumlah pengguna bergerak internet terus bertambah. Sebagian besar penggunaan internet saat ini menggunakan akses internet nirkabel dan perangkat bergerak. *WiMax* merupakan salah satu media transmisi dan teknologi pada jaringan komputer, khususnya *wireless network*, dengan kecepatan akses yang lebih tinggi dan jangkauan yang lebih luas [1].

Worldwide interoperability for microwave acces (WiMAX), yaitu salah satu teknologi akses nirkabel pita lebar *broadband wireless access (BWA)*. *WiMAX* merupakan teknologi broadband yang memiliki kecepatan akses yang sangat tinggi dan jangkauan yang luas. Mengacu pada standar *WiMAX* yang dikeluarkan oleh *institute of electrical and electronics engineering (IEEE) 802.16*, umumnya masing-masing standar tersebut terus dikembangkan dengan varian-varian yang memiliki keunggulan pada penggunaan atau kondisi tertentu diantaranya standar 802.16, juga memiliki perkembangan varian 802.16a, 802.16rev.d-2004, dan 802.16e [2].

Kestabilan jaringan *WiMAX* sangat tergantung pada kemampuan *quality of service (QoS)*, karena pada saat koneksi dengan internet memerlukan *bandwith* yang memadai dalam layanan *voice* dan *video*. *Quality of service* untuk layanan *voice* dan *video* merupakan suatu permasalahan dalam komunikasi *internet* secara keseluruhan. Salah satu cara untuk menjaga kestabilan kualitas layanan yaitu menggunakan teknik modulasi, dimana dengan teknik modulasi memungkinkan pengaturan pola sinyal modulasi yang tergantung pada kondisi *signal to noise ratio (SNR)*. Bila kondisi kanal kurang baik maka dapat menurunkan ke level lebih rendah agar kestabilan tetap terjaga, dan bila kondisi kanal kualitas yang baik maka dapat menggunakan modulasi yang terbaik pula sehingga dapat memberikan dengan kapasitas yang lebih besar. Maka penelitian ini melakukan perancangan jaringan *WiMaX* untuk layanan *voice* dan *video* dengan penerapan modulasi *QPSK*, *16-QAM* dan *64-QAM*.

II. LANDASAN TEORI

A. WiMaX

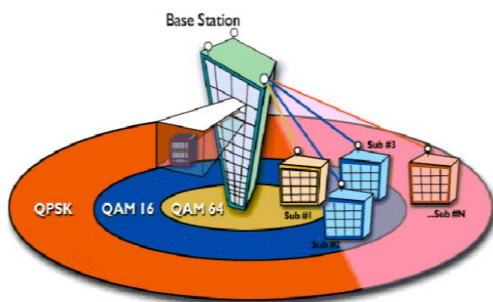
WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) merupakan jenis media transmisi dan teknologi akses internet Broadband (akses pita lebar). Hal ini memungkinkan pengguna untuk dapat melakukan koneksi dengan sangat baik, proses transfer data dengan sangat cepat, *WiMaX* menjangkau lebih banyak ruang dibandingkan media transmisi lainnya (misalkan kabel jaringan, *infra red*, *Bluetooth*, dan *WIFI*). Untuk *Data Link Layer* (pada pemodelan layer di jaringan Komputer), *WIMAX* mendukung *Connection Oriented*. Hal ini berarti bahwa pengguna dapat dengan mudah menggunakan layanan multimedia, Multimedia real time, dan peningkatan kualitas layanan pada jaringan komputer *QOS (Quality of service)* [1].

WiMAX mempunyai empat komponen arsitektur, yaitu *Base Station (BS)*, *Subscirber Station (SS)*, *Mobile Subscriber (MS)* dan *Relay Station (RS)* [8]. Pada *BS*, node yang menghubungkan ke perangkat jaringan operator, dan juga dapat memelihara perangkat pelanggan beserta mengatur akses ke jaringan operator. Kebutuhan dari *BS*

adalah infrastruktur yang memungkinkan komunikasi nirkabel, yaitu antenna, *transceiver* dan peralatan transmisi gelombang elektromagnetik lainnya. BS juga bisa digunakan sebagai *Master Relay-Base Station* pada *relay* topologi multi-hop. Sedangkan *Subscriber Station* (SS) merupakan sebuah node nirkabel tetap. SS hanya dengan BS berkomunikasi, kecuali pengoperasiannya dengan multi-hop jaringan relay dan tersedia di kedua model yaitu *outdoor* dan *indoor*. Pada MS yaitu node *wireless* yang berkerja pada kecepatan kendaraan dan mendukung mode manajemen daya yang disempurnakan operasinya. Perangkat MS kebanyakan lebih kecil dari *self-powered*.

B. Modulasi

Untuk memungkinkan WiMAX dengan penggunaan modulasi adaptif. Dimana untuk mengatur pola sinyal modulasi yang bergantung pada kondisi *Signal to noise ratio* (SNR) radio link. Penggunaan modulasi adaptif dan coding digunakan oleh user yang berada dalam cakupan *base station* tersebut berdasarkan keadaan kondisi sinyal antara pengguna dan pemancar. Untuk menghadapi kondisi sinyal yang kurang baik, maka akan diterapkan teknik modulasi yang tahan terhadap gangguan dan coding rate yang lebih tinggi [15]. Sebaliknya untuk kondisi sinyal yang baik maka digunakan teknik modulasi yang mengandung informasi lebih banyak dan coding rate yang rendah. Teknik modulasi QPSK yang memiliki orde rendah mempunyai karakteristik lebih tahan gangguan tetapi kecepatan penyampaian informasi lebih lambat, karena sinyal yang dibentuk mengandung sedikit informasi. Untuk teknik modulasi 16QAM dan 64QAM yang mempunyai orde modulasi yang lebih tinggi. Penggunaan modulasi adaptif tergantung pada kondisi kanal. Kita dapat melihat perkiraan umum kondisi kanal yang dibutuhkan untuk teknik modulasi yang berbeda pada gambar 2.3.



Gambar 1. Modulasi Adaptif dan coding [14]

Untuk meningkatkan jangkauan maka bisa beralih kemodulasi yang lebih rendah, tetapi dapat memanfaatkan modulasi yang lebih tinggi seperti QAM untuk meningkatkan throughput. Selain itu, modulasi adaptif memungkinkan sistem untuk mengatasi fading dan gangguan lainnya [14]

Modulasi yang digunakan pada jaringan WiMAX yaitu BPSK, QPSK, 16 QAM dan 64 QAM.

a. Binary Phase Shift Keying (BPSK)

Merupakan perkembangan dari modulasi PSK (*Phase Shift Keying*), BPSK adalah bentuk modulasi sudut dimana outputnya memiliki dua kemungkinan dan direpresentasikan dengan dua fasa (“binary” berarti “2”) [16]. Fasa output yang satu mewakili logika “1” dan yang lain logika “0”. Modulasi BPSK bentuk sinyal berupa sinyal digital.

b. Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)

Merupakan modulasi yang sama dengan BPSK, perbedaannya modulasi QPSK terdapat 4 (empat) level sinyal yang mempresentasikan 4 kode binary yaitu ‘00’, ‘01’, ‘11’, ‘10’. Level masing-masing sinyal disimbolkan pada perbedaan fasa sebesar 90^0 [6].

c. Quadrature Aplitude Modulation (QAM), merupakan teknik modulasi digital gabungan antara teknik modulasi fasa dengan modulasi amplitude. Jadi beberapa bit dibawa oleh sinyal carrier dalam bentuk perubahan fasa dan beberapa bit yang lainnya dalam bentuk perubahan amplitude.

d. 16 QAM

Merupakan aliran bit data yang dikelompokkan menjadi kelompok yang terdiri dari 4 bit disebut kuabit, sehingga terdapat 24 atau 16 kombinasi.

e. 64 QAM

Merupakan teknik encoding M-er dengan M=64, dimana ada 64 keluaran yang mungkin dengan amplitude dan fasa yang berbeda. Data masukan biner dibagi menjadi 6 bit ($2^6 = 64$) atau disebut heksabit. Data masukan biner dibagi menjadi 6 kanal yaitu : Q, Q', Q'', I, I' dan I'' laju bit pada masing-masing kanal besar 1/6 dari laju masukan.

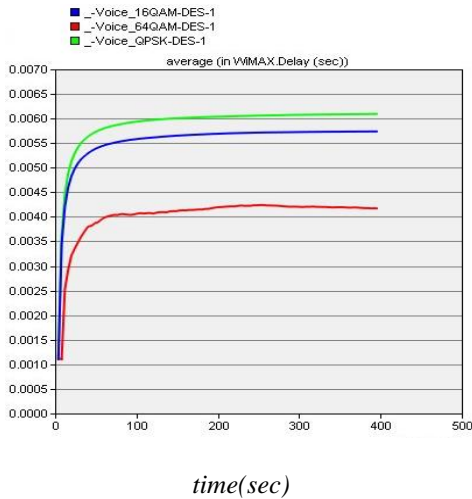
III RANCANGAN

A. Parameter Kinerja

Pengujian parameter *quality of service* dilakukan untuk mengetahui nilai *Throughput*, *delay*, *BLER* dan *SNR* ketika melakukan perubahan penggunaan modulasi pada jaringan WiMAX. Hal tersebut dilakukan untuk melihat pengaruh dari penggunaan layanan *voice* dengan perubahan modulasi yang digunakan yakni QPSK, 16 QAM dan 64 QAM. Dari hasil pengujian tersebut akan diketahui besaran *quality of service* pada jaringan WiMAX ketika melakukan perubahan modulasi dengan penerapan layanan *voice* menggunakan *OPNET Modeler 14.5 educational*. Adapun hasil dari pengujian dijelaskan sebagai berikut.

1) Delay Layanan Voice

Delay merupakan waktu tunda yang disebabkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik yang lain yang menjadi tujuannya. Pada gambar 2 dapat kita lihat *delay* ketika terjadi komunikasi dengan *bit rate* 64 Kbps pada layanan *voice*.

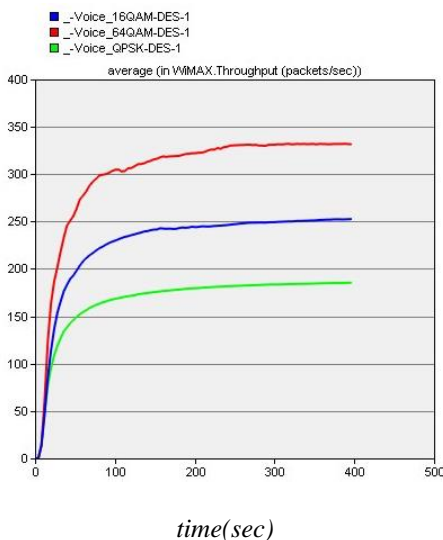


Gambar 2. Perbandingan Delay Layanan Voice

Nilai rata-rata penggunaan modulasi QPSK yaitu 0.006093 ms yang di dapat dari hasil proses pengambilan data nilai rata-rata running simulasi selama 400 detik. Sedangkan untuk nilai rata-rata pada penggunaan modulasi 16-QAM yang dihasilkan yakni 0.005737 ms. Pada modulasi 64-QAM nilai rata-rata yang dihasilkan yakni 0.004171 ms. Dari hasil pengujian delay tertinggi terdapat pada penggunaan modulasi QPSK dibandingkan dengan orde yang lebih rendah. Dan delay paling rendah terdapat pada modulasi 64-QAM.

2) Throughput Layanan Voice

Throughput merupakan kecepatan rata-rata data yang diterima dari sisi pengirim ke sisi penerima dalam selang waktu pengamatan tertentu. Penggunaan modulasi mempengaruhi jarak jangkauan antara pengirim dan penerima.

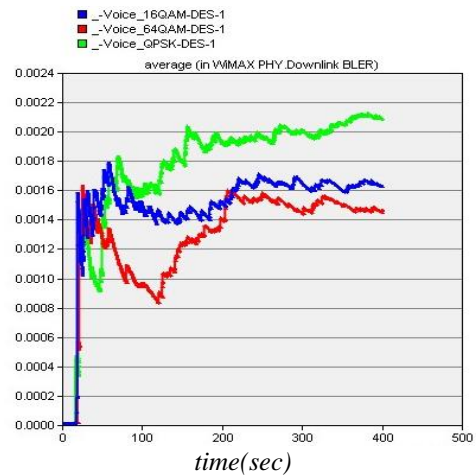


Gambar 3. Perbandingan Throughput Layanan Voice

Dari hasil pengujian dapat kita lihat grafik gambar 3 nilai rata-rata throughput menggunakan layanan voice penerapan modulasi 64-QAM lebih tinggi dengan nilai rata-rata 331.71 packets/second. Nilai rata-rata pada modulasi 16-QAM yakni 252.77 packets/second. Sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada penggunaan modulasi QPSK dengan nilai 185.45 packets/second.

3) Block Error Rate (BLER) Layanan Voice

Block Error Rate (BLER) atau probabilitas block error merupakan nilai banyaknya block yang salah ketika sejumlah block ditransmisikan dari titik asal ke titik tujuan. Penggunaan modulasi yang berbebeda berpengaruh terhadap gangguan sinyal transmisi. Pada Gambar 4 merupakan perbandingan Block Error Rate yang dihasilkan dari simulasi pengiriman data pada jaringan WIMAX. Grafik Block Error Rate dengan penggunaan modulasi QPSK dengan nilai rata-rata adalah 0.002164.



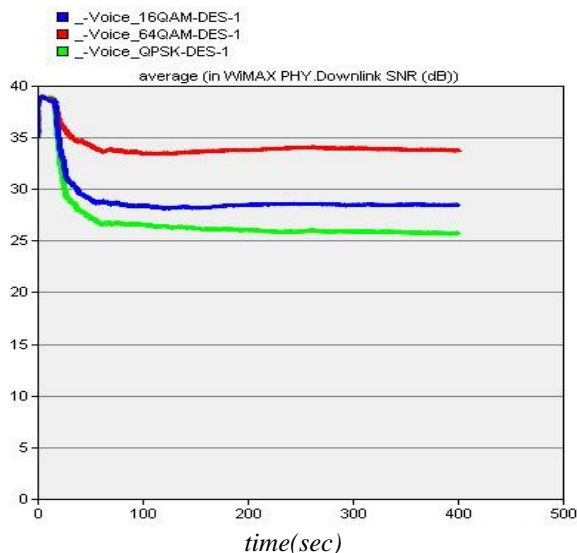
Gambar 4. Perbandingan Blok Error Rate (BLER) Layanan Voice

Penggunaan modulasi 16-QAM, terlihat nilai rata-rata yang dihasilkan yakni 0.0011213. Sedangkan pada penggunaan modulasi 64-QAM terlihat bahwa Block Error Rate nilai rata-rata yakni 0.0010895. Dari perbandingan Block Error Rate nilai rata-rata yang lebih besar terdapat pada penggunaan modulasi QPSK.

4) Signal Noise Ratio (SNR) Layanan Voice

Signal Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan antara sinyal yang dikirim terhadap gangguan yang digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh redaman sinyal terhadap sinyal yang ditransmisikan. Signal Noise Ratio menunjukkan kuat daya sinyal dibandingkan dengan daya gangguan pada kanal. Penerapan modulasi pada jaringan WIMAX membuat perangkat mampu memilih jenis modulasi terhadap nilai SNR yang diterima. Pada gambar 5

merupakan hasil dari proses pengambilan data pada parameter *choose individual DES statistics*. Nilai *Signal Noise Ratio* terendah terdapat pada modulasi *QPSK* dengan nilai rata-rata 30.614 dB. Modulasi *16-QAM* dapat kita lihat nilai rata-rata yang dihasil yakni 34.743 dB. Sedangkan nilai tertinggi *Signal Noise Ratio* terdapat pada modulasi *64-QAM*. Dimana dengan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 36.330 dB.



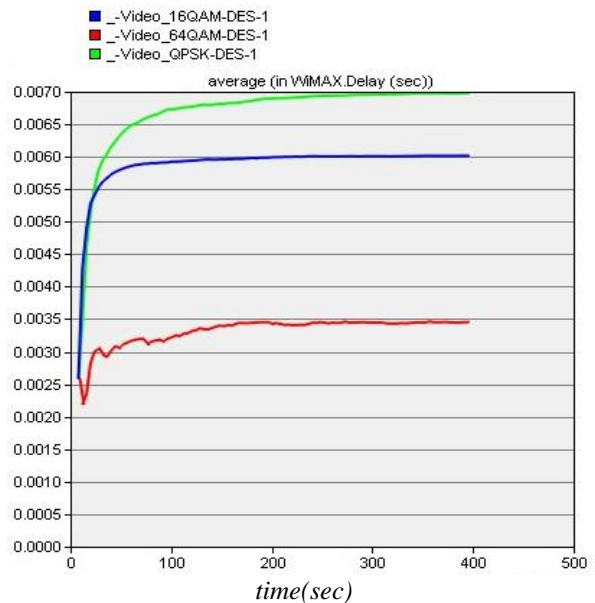
Gambar 5. Perbandingan *Signal Noise Ratio (SNR)* Layanan Voice

B. Layanan Video

Video merupakan seperangkat teknologi yang memungkinkan dua pihak atau lebih dilokasi berbeda dan dapat berinteraksi melalui pengiriman dua arah audio dan video secara bersamaan. Pengujian selanjutnya hampir sama dengan pengujian sebelumnya. Perbedaannya pada penggunaan layanan. Penjelasan berikut ini merupakan penggunaan dari layanan video. Untuk melihat pengaruh dari *Quality Of Service* maka parameter-parameter yang di analisis yaitu *Throughput*, *delay*, *Block Error Rate* dan *Signal to Noise Ratio* untuk masing-masing scenario. Dari pengukuran yang dilakukan maka dapat diperoleh data-data parameter yang mempengaruhi pada layanan video. Adapun hasil dari pengujian dijelaskan sebagai berikut.

1) Delay Layanan Video

Pada layanan video, *delay* dengan penggunaan modulasi dalam jaringan WIMAX dapat dilihat pada gambar 6.

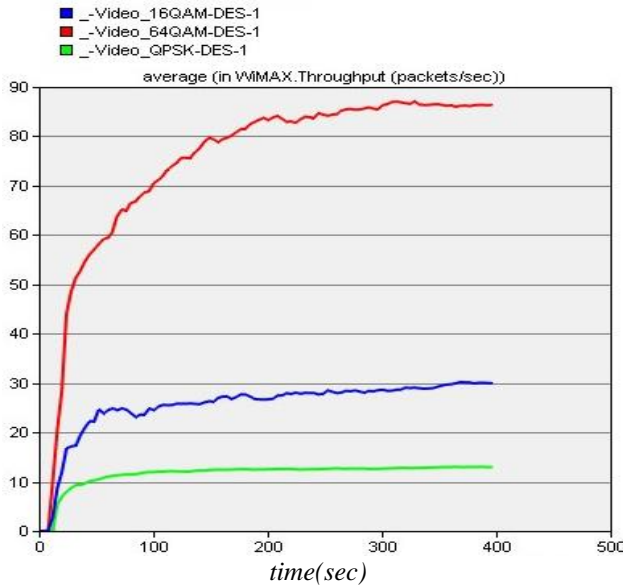


Gambar 6. Perbandingan *Delay Layanan Video*

Dari grafik diatas terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap penggunaan modulasi yang berbeda. Nilai *delay* penerapan modulasi *QPSK* dengan nilai rata-rata 0.00698 ms, modulasi *16-QAM* terdapat nilai rata-rata *delay* yakni 0.00602 ms, sedangkan penggunaan *64-QAM* dengan nilai rata-rata 0.00346 ms, Untuk *delay* yang paling tinggi terdapat pada penggunaan modulasi *QPSK* yang disebabkan pengaruh pada penerapan modulasi.

2) Throughput Layanan Video

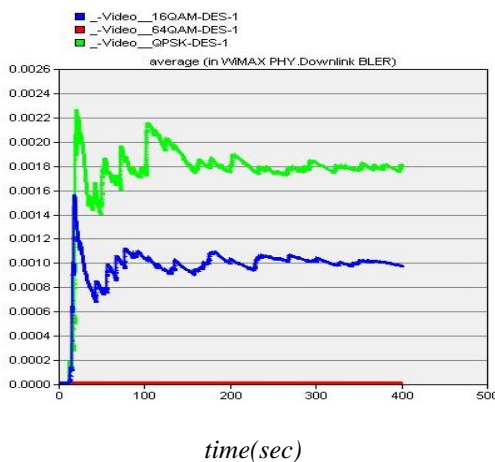
Throughput merupakan suatu ukuran yang menyatakan berapa banyak *bit* sukses yang diterima di tujuan dibandingkan dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk dikirimkan *bit-bit* tersebut. Layanan video penggunaan modulasi *QPSK*, *throughput* dengan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 12.96 *packets/second*. Pada modulasi *16-QAM*, nilai *throughput* yang dihasilkan menurun dengan nilai rata-rata 29.94 *packets/second*. Nilai *throughput* pada penerapan modulasi *64-QAM* dengan nilai rata-rata 86.37 *packets/second*. Dari gambar 4.6 maka dapat disimpulkan penggunaan modulasi *64-QAM* lebih tinggi dibandingkan kedua modulasi yang lain.



Gambar 7. Perbandingan Throughput Layanan Video

3) Block Error Rate Layanan Video

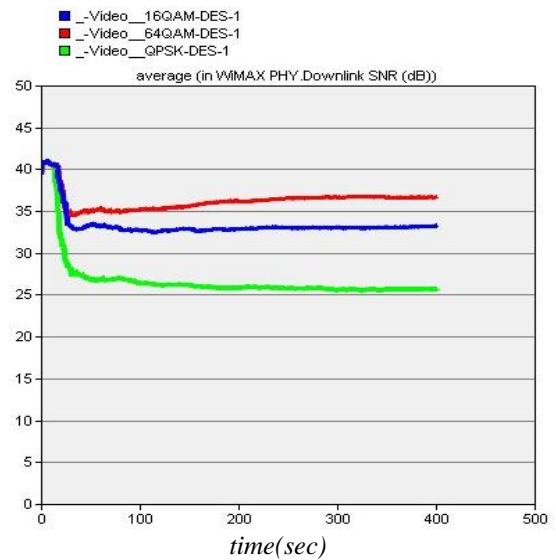
Block Error Rate (BLER) digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal yang dikirimkan. Data yang diperoleh dari hasil simulasi pengiriman data pada jaringan WIMAX menggunakan 3 (tiga) jenis modulasi yang berbeda. Nilai BLER dapat mempengaruhi informasi yang diterima, semakin tinggi nilai BLER maka semakin jelek kualitas informasi yang diterima, jika nilai BLER rendah maka semakin baik kualitas informasi yang diterima. Perbandingan Block Error Rate untuk layanan video nilai Block Error Rate terendah terdapat pada penggunaan modulasi 64-QAM menghasilkan nilai rata-rata 0.0000080. Sedangkan nilai Block Error Rate penggunaan modulasi 16-QAM dengan nilai rata-rata 0.00012309. Nilai Block Error Rate tertinggi terdapat pada modulasi QPSK dengan nilai rata-rata 0.0002299. Pada gambar 8 grafik Block Error Rate penggunaan layanan video.



Gambar 8. Perbandingan BLER Layanan Video

SNR Layanan Video

Signal Noise Ratio (SNR) merupakan sinyal yang dikirim terhadap gangguan. Signal noise ratio digunakan untuk mengetahui pengaruh besarnya redaman sinyal terhadap sinyal yang dikirim. Berdasarkan simulasi yang dijalankan nilai Signal Noise Ratio (SNR) mempengaruhi penggunaan modulasi yang digunakan. Semakin tinggi nilai signal noise ratio maka semakin bagus kualitas jaringan tersebut. Pada gambar 9 menjelaskan grafik signal noise ratio penggunaan modulasi QSPK nilai rata-rata yakni 32.043 dB. Untuk modulasi 16-QAM nilai rata-rata yaitu 38.506 dB. Nilai signal noise ratio penggunaan modulasi 64-QAM dengan nilai rata-rata 40.303 dB.



Gambar 10. Perbandingan SNR Layanan Video

Dari grafik diatas dapat kita lihat nilai rata-rata SNR tertinggi terdapat pada modulasi 64-QAM. Pada saat signal to noise ratio kurang baik maka diperlukan modulasi yang lebih rendah agar throughput terjaga, hal ini dikarenakan SNR kurang baik maka laju data akan berkurang sehingga modulasi yang rendah akan lebih memudahkan system dalam memecahkan persandian dari modulasi tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian penerapan modulasi pada jaringan WiMAX maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Nilai delay layanan voice tertinggi terdapat pada modulasi QPSK dengan nilai rata 0.006093 ms dibandingkan dengan modulasi lainnya. Pada penggunaan layanan video nilai tertinggi juga terdapat pada modulasi QPSK yakni 0.00698 ms.
- 2) Nilai throughput tertinggi pada layanan voice terdapat pada modulasi 64-QAM dengan nilai rata-rata yakni 331.71 packets/second. Untuk Throughput tertinggi pada

layanan *video* penggunaan modulasi *64-QAM* dengan nilai rata-rata *86.37 packets/second*.

- 3) Untuk hasil nilai *block error rate* pada layanan *voice* cenderung lebih tinggi pada penerapan modulasi *QPSK* dengan nilai rata-rata *0.002164*. *Block error rate* tertinggi pada layanan *video* terdapat pada penerapan modulasi *QPSK* dengan nilai rata-rata *0.0002299*.

- 4) Dan nilai tertinggi *signal noise ratio* menggunakan layanan *voice* terdapat pada penerapan modulasi *64-QAM* dengan nilai rata-rata *36.330 dB*. Sedangkan *signal noise ratio* nilai rata-rata tertinggi terdapat pada penggunaan modulasi *64-QAM* dengan nilai rata-rata yakni *40.303 dB*.

REFERENSI

- [1] I P. A. E. Pratama, *Handbook Jaringan Komputer (Teori dan Praktik Berbasis Open Source)*, Informatika, Bandung, Indonesia 2014.
- [2] W. G. Hantoro. G. D. *Wimax Teknologi Broadband Wireless Access (BWA) Kini dan Masa Depan*, Informatika, Bandung, Indonesia, 2006.
- [3] Johan, "Perbandingan *Bit Rate* antara *OFDM-TDMA* dengan *OFDMA* pada Teknologi *WIMAX*". Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia, 2008
- [4] A. Arif, H. Fitriawan, M. Komarudin "Simulasi dan Analisa Scheduling Service Class pada Jaringan *WiMAX* Menggunakan *Opnet Modeler*". *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 1, no. 1, Januari. 2012
- [5] C. Utomo, S. Sukiswo dan A.A Zahra, "Evaluasi Kinerja Penjadwalan Modified Deficit Round Robin (MDRR), dan Round Robin (RR) Pada Jaringan *WiMAX*." Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Indonesia, 2012
- [6] I.D. Anshori, Anhar, Y. Rahayu. "Simulasi Kinerja Modulasi pada Jaringan *WiMAX* dengan Menggunakan Simulator *OPNET Modeller 14.0*". *Jom FTEKNIK* Vol. 2 No. 2 Okt. 2015
- [7] K. Lu, Y. Qian dan H.H Chen, "A Secure and Service-Oriented Network Control Framework for *WiMAX* Networks." *IEEE Communications Magazine*, May 2007.
- [8] H. Kurniawan dan Reza Pulungan, "Arsitektur, Keamanan dan Pasar *WiMAX*". *Seminar Nasional Informatika, SEMNASIF*, Vol. 1, No. 3, Jul 2011.
- [9] K. A. Hafiz. "Penerapan Metode Quality of Service (QoS) pada jaringan Traffic yang padat", *Tesis*, Jaringan Komputer Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia, 2009.
- [10] Yanto, "Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura)", Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Indonesia, 2013
- [11] I. Iskandar, A. Hidayat, "Analisa *Quality of Service* (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)" *Jurnal CoreIT*, Vol.1, No.2, Desember 2015
- [12] H. Y. Wibowo, H. Rante, A. S. KH. "Implementasi Teknik Sound Effect Dan Voice Over Dalam Pembuatan Video Dokumenter Perlindungan Anak Di Kawasan Dolly." Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Indonesia, 2011
- [13] A. S Sethi dan V.Y. Hnatyshin, *The Practical OPNET User Guide for Computer Network Simulation*, CRC Press of Taylor & Francis Group, Francis, 2012
- [14] Ho, Sam W., *Adaptive modulation (QPSK, QAM)*. *Intel Application Note*, 2004.
- [15] D. Wahyudi, Wirawan., *Evaluasi Kinerja Teknik Adaptive and Coding (AMC) pada Mobile WiMAX MIMO-OFDM*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Indonesia, 2011
- [16] M. R Dwiyanto, M. Suryanegara, *Analisa Voice Over WiMAX pada Jaringan IEEE 802.16e*. Universitas Indonesia, Indonesia, 2013
- [17] M. B. Prasetio, *Studi Perancangan Jaringan WiMAX di Daerah Urban*. Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia, 2008