

ANALISIS KINERJA TEKNIK PENJADWALAN PADA WiMAX UNTUK LAYANAN *VIDEO ON DEMAND*

Said Reza Fakhrizal^[1], Suherman^[2]

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
e-mail: rezal1fakhrizal@gmail.com

Abstrak

Video on Demand (VoD) merupakan aplikasi teknologi multimedia video interaktif yang dapat diakses sesuai kebutuhan *user*. *Worldwide interoperability microwave acces* (WiMAX) merupakan jaringan yang memiliki layanan berkapasitas tinggi dapat menjadi sarana untuk mengimplementasikan sistem VoD. Salah satu cara mengoptimalkan aplikasi VoD pada jaringan WiMAX adalah menyesuaikan teknik penjadwalan yang digunakan. Tulisan ini merancang teknik penjadwalan berbasis fitur untuk mengoptimalkan pengiriman video berdasarkan kebutuhan subjektif *user* tertentu. Evaluasi kinerja pada tulisan ini menggunakan metode simulasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa teknik penjadwalan yang dirancang menghasilkan nilai PSNR yang meningkat rata-rata 1.05 dB sampai 4.09 dB. Sedangkan untuk nilai *packet loss*, teknik penjadwalan ini menghasilkan nilai terkecil sebesar 0.4 % sampai 5.8 % dibanding teknik penjadwalan lainnya. Secara umum teknik penjadwalan yang dirancang berhasil memperbaiki kualitas pelayanan video untuk kebutuhan subjektif *user*.

Kata kunci : Teknik Penjadwalan, *Video on Demand*, WiMAX.

1. Pendahuluan

Video on demand (VoD) adalah aplikasi sistem video interaktif yang memberi kebebasan kepada *user* untuk mengontrol atau memilih pilihan video yang ingin ditonton [1]. *Worldwide interoperability microwave acces* (WiMAX) sebagai radio *broadband* menyediakan layanan kapasitas tinggi yang dapat digunakan sebagai infrastruktur jaringan untuk aplikasi *video on demand*.

Salah satu cara untuk mengoptimalkan kinerja layanan aplikasi pada suatu teknologi jaringan adalah dengan menyesuaikan teknik penjadwalan. Penelitian pada tulisan ini menggunakan asumsi bahwa jaringan WiMAX dan layanan *video on demand* digunakan sebagai media pembelajaran di wilayah kampus, maka video-video yang disediakan pada *server* disesuaikan dengan kebutuhan *user* yang akan melakukan akses.

Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis teknik penjadwalan berbasis fitur [2] yang digunakan untuk mengoptimalkan layanan aplikasi *video on demand* pada jaringan WiMAX dengan kebutuhan subjektif *user*.

2. Studi Pustaka

2.1 Teknik Penjadwalan pada WiMAX

Teknik penjadwalan adalah suatu cara yang digunakan pada *base station* (BS) untuk menentukan urutan alokasi *bandwidth* terhadap *user* yang telah melakukan akses trafik [2].

Beberapa teknik penjadwalan yang digunakan pada WiMAX adalah *Round Robin* (RR), *First In First Out* (FIFO), maksimum *Signal to Noise Ratio* (mSNR), *Proportional Fair* (PF) [2], *Maximum Proportional Constraints Algorithm* (MPCA) [3] dan *Bandwidth Assignment Based on SNR* (BABS) [4], dan *Frame Based Scheduling* [5] yang didesain untuk aplikasi video *streaming*.

Penjadwalan RR akan mengalokasikan *bandwidth* pada *user* berdasarkan urutan yang tetap. Penjadwalan FIFO memberi prioritas *bandwidth* untuk *user* berdasarkan urutan waktu kedatangan. Penjadwalan mSNR memberi alokasi *bandwidth* pada *user* berdasarkan tingkat maksimum dari *signal to noise ratio* (SNR). Penjadwalan PF adalah pengembangan dari teknik mSNR, dengan menggunakan prinsip dasar mengalokasikan *bandwidth* pada *user* berdasarkan jumlah tingkat SNR per satuan waktu tertentu [2].

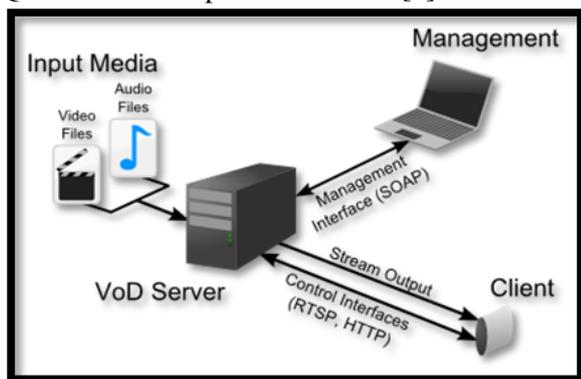
Penjadwalan MPCA akan mengalokasikan permintaan *bandwidth* berdasarkan jenis layanan permintaan, penjadwalan ini tidak sesuai untuk jenis trafik homogen [3]. Penjadwalan BABS menggunakan persyaratan tingkat SNR rata-rata dari setiap *user* dan jumlah besar paket yang diminta oleh *user* untuk alokasi *bandwidth* yang akan diberikan [4].

2.2 Sistem *Video on Demand* (VoD)

Video on demand merupakan sistem layanan interaktif penyajian video yang bisa diakses secara *online* melalui jaringan, video-video tersebut telah

tersedia di dalam *server*, dimana *user* dapat melihat tayangan kapan saja dan dapat mengulang kembali tayangan yang diinginkan melalui koneksi jaringan. Fungsi *video on demand* layaknya seperti video rental, di mana *user* dapat memilih video yang ingin ditayangkan [1]. Secara umum sistem *video on demand* diperlihatkan pada Gambar 1 [1].

Dalam arsitektur WiMAX, aplikasi *video on demand* menggunakan tipe layanan *rtPS (real-time polling services)* yang membutuhkan negosiasi QOS dan inisiasi parameter trafik [2].



Gambar 1. Sistem *Video on demand*

2.3 Parameter Kinerja

Parameter kinerja yang digunakan untuk teknik penjadwalan pada tulisan ini yaitu *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)* dan *Packet Loss*. *Peak Signal to Noise Ratio* merupakan parameter untuk mengukur kualitas hasil kompresi, biasanya diukur dalam satuan *decibel (dB)* [6]. Nilai PSNR membandingkan perubahan bentuk pada video hasil kompresi dengan video aslinya. Nilai PSNR ditentukan oleh besar atau kecilnya perubahan yang terjadi pada video. Semakin besar nilai PSNR yang dihasilkan maka semakin baik pula kualitas dari video tersebut [6].

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang selama transmisi, dapat terjadi karena tabrakan antar paket (*collision*) dan penuhnya trafik (*congestion*) pada jaringan [7]. Paket yang hilang sangat mempengaruhi kualitas video yang dihasilkan. Untuk data video yang berisi *frame* yang berbeda (*frame I* dan *frame P*), *packet loss* yang terjadi pada *frame I* akan sangat mempengaruhi kualitas video yang dihasilkan bila dibandingkan dengan *packet loss* yang terjadi pada *frame P*, dikarenakan *frame I* merupakan gambar asli dari video sedangkan *frame P* merupakan gambar sisipan yang berkolerasi dari *frame I*.

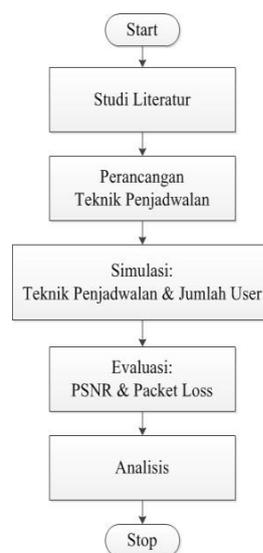
3. Metode Penelitian

Penelitian pada tulisan ini mengikuti langkah-langkah seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Penelitian diawali dengan studi literatur terhadap teori yang berkaitan dengan pembahasan tulisan

ini. Langkah berikutnya yaitu perancangan teknik penjadwalan berbasis fitur menggunakan bahasa pemrograman Java melalui *software NetBeans* [8].

Tahap selanjutnya yaitu menjalankan simulasi yang telah selesai dirancang sesuai dengan teknik penjadwalan yang dilibatkan dan jumlah *user* yang ditentukan. Langkah penelitian selanjutnya yaitu berupa evaluasi terhadap parameter PSNR dan *packet loss* dengan menggunakan perangkat lunak *EvalVid* [9].

Penelitian diakhiri dengan melakukan analisis terhadap parameter PSNR dan *packet loss* untuk setiap teknik penjadwalan yang dilibatkan dalam penelitian.



Gambar 2. Metode Penelitian

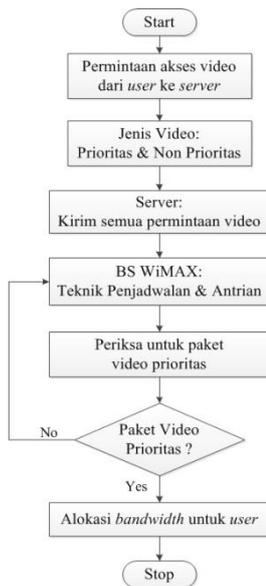
3.1 Perancangan Teknik Penjadwalan

Tulisan ini merancang teknik penjadwalan berbasis fitur [2] yang digunakan untuk trafik video, dimana video yang menjadi prioritas harus terkait dengan kepentingan subjektif *user*. Pemikiran dasarnya adalah jaringan WiMAX sebagai infrastruktur layanan *video on demand* akan digunakan sebagai media pembelajaran di kampus, maka akses terhadap video tutorial pembelajaran akan lebih diprioritaskan dibanding video yang lainnya.

Sistem pelayanan transmisi video pada teknik penjadwalan berbasis fitur yang dirancang yaitu sebagai berikut. *User* melakukan permintaan ke *server video on demand*. Kemudian *server* mengirim semua video yang diminta oleh *user* yang terhubung melalui *base station* WiMAX. Disebabkan keterbatasan *bandwidth*, *base station* akan menjadwalkan video mana yang terlebih dahulu dikirimkan ke *user* melalui kanal *downlink*. Ciri prioritas subjektif video disisipkan dalam *header* paket video. *Medium access layer (MAC)* pada *base station* WiMAX dapat membaca *header* ini, sehingga algoritma penjadwalan dapat diterapkan. Jika paket video merupakan bagian

dari video prioritas, maka *base station* langsung memberikan alokasi kanal pada paket tersebut dan mengirimkannya kepada *user*. Bila ternyata paket video bukan dari video prioritas, maka paket tersebut akan dimasukkan ke dalam antrian. Skema tersebut terus terjadi berulang-ulang hingga semua permintaan *user* yang masuk selesai diperiksa. Jika tidak ada lagi terdapat paket prioritas dalam *buffer base station*, maka paket-paket non prioritas dalam antrian akan dialokasikan selama *bandwidth* masih tersedia.

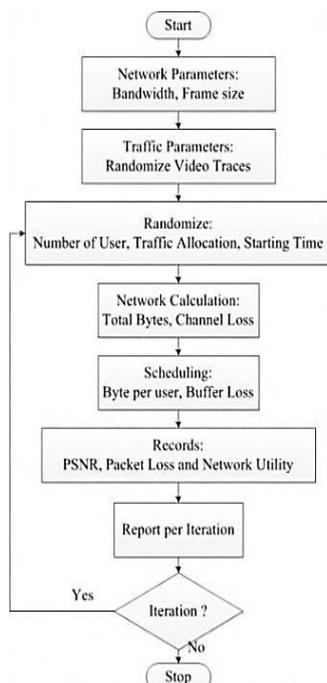
Langkah perancangan teknik penjadwalan berbasis fitur diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Teknik Penjadwalan Berbasis Fitur

3.2 Perancangan Simulasi

Simulasi pada tulisan ini dikerjakan mengikuti tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Simulasi

Waktu pada *base station* dibagi ke dalam slot kecil dan dilambangkan sebagai frame transmisi. Urutan trafik untuk *user*, perhitungan rugi-rugi dan *bandwidth* yang tersedia ditentukan terlebih dahulu dengan melakukan proses iterasi. Dalam setiap iterasi, setiap *node user* ditetapkan sebagai urutan trafik secara acak dengan waktu mulai yang acak pula. *Base station* akan mengumpulkan permintaan *user* dalam *frame uplink* yang sama. Permintaan tersebut kemudian diproses berdasarkan *bandwidth* secara acak. Alokasi *bandwidth* tersebut kemudian diteruskan kepada user melalui *frame downlink*. *User* akan menerima trafik permintaan yang sesuai dengan *bandwidth* yang dialokasikan.

3.2 Evaluasi Kinerja

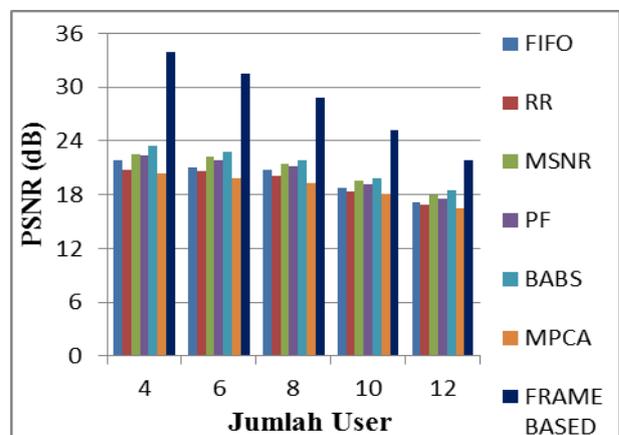
Parameter evaluasi yang digunakan untuk pengukuran kinerja teknik penjadwalan adalah parameter *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) sebagai kualitas video dan parameter *packet loss*. Penelitian ini menggunakan video akiyo_cif.yuv [10] sebagai trafik video pengujian.

Penelitian ini membandingkan teknik penjadwalan *First In First Out* (FIFO), *Round Robin* (RR), *Maximum Signal to Noise Ratio* (MSNR), *Proportional Fair* (PF), *Bandwidth Assignment Base on SNR* (BABS), *Maximum Proportional Constraints Algorithm* (MPCA), teknik penjadwalan berbasis frame (*Frame Based*), dan teknik penjadwalan berbasis fitur (*Feature Based*) yang dirancang pada tulisan ini. Jumlah pelanggan yang digunakan pada penelitian diatur dengan tingkatan mulai 4, 6, 8, 10, sampai 12 dengan menggunakan *bandwidth* 1 MHz.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Hasil perbandingan PSNR untuk setiap teknik penjadwalan berbeda diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan PSNR Teknik Penjadwalan Berbeda

Dari hasil perbandingan terlihat bahwa teknik penjadwalan berbasis frame (*Frame Based*)

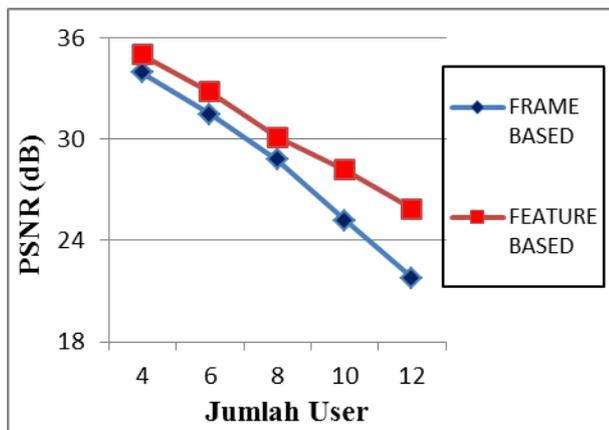
mampu unggul secara signifikan dibanding dengan beberapa teknik penjadwalan berbeda lainnya.

Hal ini dikarenakan teknik penjadwalan berbasis frame dirancang untuk memaksimalkan pengiriman trafik video, dengan memberi alokasi *bandwidth* kepada *user* berdasarkan permintaan untuk mendahulukan Frame I yang merupakan data penting komponen pembentukan video.

Sedangkan teknik penjadwalan lainnya bekerja dengan tidak membedakan jenis trafik tertentu, melainkan dengan karakteristik waktu kedatangan permintaan, urutan kedatangan permintaan, jenis layanan permintaan, jumlah permintaan *bandwidth* dan juga berdasarkan tingkat kuat sinyal dari *user* yang melakukan permintaan.

Selanjutnya evaluasi dilakukan terhadap nilai PSNR teknik penjadwalan berbasis fitur untuk kebutuhan subjektif yang dirancang pada tulisan ini. Hasil PSNR tersebut akan dibandingkan dengan nilai PSNR teknik penjadwalan berbasis frame yang unggul dibandingkan beberapa teknik penjadwalan lainnya. Hasil perbandingan PSNR teknik penjadwalan yang dirancang dan teknik penjadwalan berbasis frame diperlihatkan pada Gambar 6.

Kedua jenis teknik penjadwalan yang dibandingkan memiliki karakteristik sama, yaitu memaksimalkan penggunaan trafik video dengan cara mendahulukan pengiriman frame I dari video permintaan.



Gambar 6. Perbandingan PSNR Teknik Penjadwalan Berbasis Frame dan Teknik Penjadwalan Berbasis Fitur

Dari hasil perbandingan yang dilakukan terlihat bahwa pada saat *user* berjumlah 4 titik, nilai PSNR yang dihasilkan teknik penjadwalan yang dirancang pada tulisan ini adalah 34.98 dB, unggul tipis dibanding dengan teknik penjadwalan *frame based* yang menghasilkan nilai 33.93 dB. Pada kondisi ini trafik jaringan relatif rendah dikarenakan jumlah *user* sedikit dan kanal masih cukup tersedia untuk menyalurkan semua permintaan video.

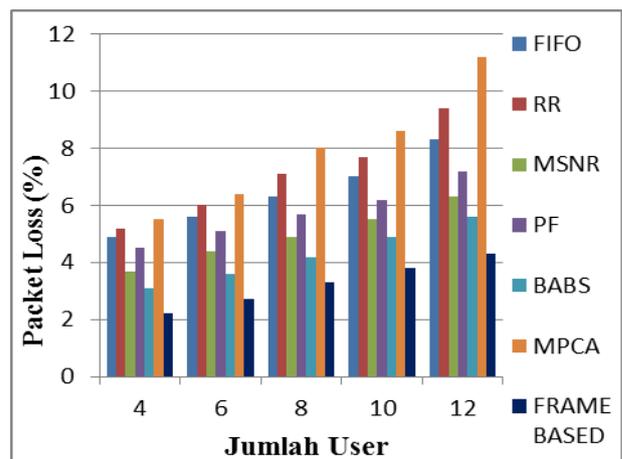
Seiring dengan jumlah *user* yang terus meningkat, kualitas video akan semakin turun dikarenakan semakin sedikit ketersediaan kanal dan kondisi trafik jaringan semakin tinggi. Namun teknik penjadwalan yang dirancang mampu menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan teknik penjadwalan berbasis frame. Teknik penjadwalan berbasis fitur yang dirancang pada tulisan ini mampu mempertahankan kualitas video dengan nilai PSNR 25.87 dB untuk jumlah *user* sebanyak 12 titik, nilai tersebut lebih unggul dari teknik penjadwalan berbasis frame yang menghasilkan nilai PSNR 21.78 dB dengan jumlah *user* sama.

Nilai PSNR yang dihasilkan teknik penjadwalan berbasis fitur yang dirancang lebih unggul dibanding teknik penjadwalan berbasis frame disebabkan karena teknik penjadwalan tersebut dirancang untuk memaksimalkan pengiriman paket video yang memiliki ciri berupa *information content* yang disisipkan pada paket *header* video sebagai identitas subjektif *user*, sehingga memberikan hasil lebih tinggi pada kualitas video yang dihasilkan.

Secara umum kualitas video tutorial yang dihasilkan teknik penjadwalan berbasis fitur yang dirancang pada tugas akhir ini mampu unggul sebesar 1.05 dB sampai 4.09 dB dari teknik penjadwalan berbasis frame dengan keadaan jumlah *user* yang terus meningkat.

4.2 Packet Loss

Hasil perbandingan *packet loss* untuk masing-masing teknik penjadwalan berbeda diperlihatkan pada Gambar 7.



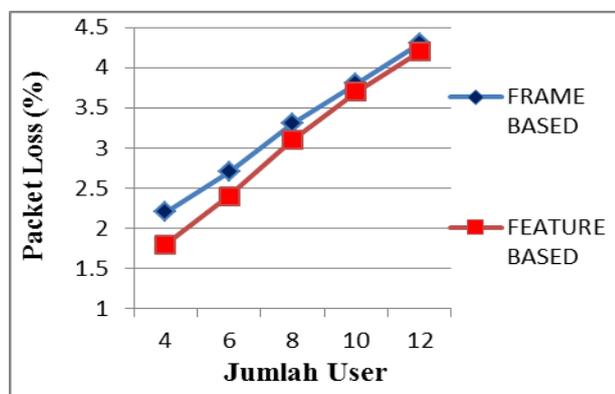
Gambar 7. Perbandingan *Packet Loss* Teknik Penjadwalan Berbeda

Dari hasil perbandingan, terlihat bahwa nilai *packet loss* dari teknik penjadwalan MPCA memiliki nilai yang besar dibanding beberapa teknik penjadwalan lainnya. Hal ini dikarenakan teknik penjadwalan MPCA bekerja berdasarkan jenis layanan (QoS) dan trafik yang heterogen,

sehingga menyebabkan banyaknya paket yang hilang jika hanya menggunakan satu jenis trafik saja yaitu video.

Sementara itu, untuk setiap tingkat kenaikan *user*, nilai *packet loss* terkecil dihasilkan oleh teknik penjadwalan berbasis frame. Hal ini disebabkan karakteristik teknik penjadwalan berbasis frame mendahulukan pengiriman data penting video (frame I) untuk memaksimalkan kinerja penggunaan trafik video sehingga mengalami *loss* yang lebih sedikit.

Selanjutnya evaluasi dilakukan untuk nilai *packet loss* teknik penjadwalan berbasis fitur untuk kebutuhan subjektif yang dirancang pada tulisan ini. Nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai *packet loss* teknik penjadwalan berbasis frame yang unggul dibanding teknik penjadwalan lainnya. Hasil perbandingan *packet loss* teknik penjadwalan berbasis frame dan teknik penjadwalan yang dirancang diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan *Packet Loss* Teknik Penjadwalan Berbasis *Frame* dan Teknik Penjadwalan Berbasis *Fitur*

Dari hasil perbandingan terlihat bahwa *packet loss* dari teknik penjadwalan berbasis fitur bernilai lebih rendah dibanding teknik penjadwalan berbasis frame. Untuk jumlah *user* 4 titik, *packet loss* teknik penjadwalan yang dirancang bernilai 1.8 %, lebih rendah dibanding teknik penjadwalan berbasis frame yang bernilai 2.2 %. Untuk kondisi kanal yang semakin berkurang karena jumlah *user* terus meningkat, teknik penjadwalan yang dirancang masih mampu menunjukkan kinerja *packet loss* yang lebih baik. Untuk jumlah *user* 12 titik, *packet loss* teknik penjadwalan yang dirancang bernilai 4.2 %, unggul tipis dibanding *packet loss* teknik penjadwalan berbasis frame yang bernilai 4.3 %.

Hasil perbandingan *packet loss* menunjukkan teknik penjadwalan berbasis fitur menghasilkan kinerja lebih baik dibanding teknik penjadwalan lainnya, dikarenakan teknik penjadwalan tersebut akan mengalokasikan *bandwidth* terlebih dahulu untuk pengiriman video yang berkaitan dengan kebutuhan subjektif *user*, sehingga dapat meminimalkan jumlah paket yang hilang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Teknik penjadwalan berbasis fitur yang dirancang mampu memaksimalkan pelayanan *video on demand* melalui WiMAX dengan kebutuhan subjektif *user* tertentu.
2. Nilai PSNR teknik penjadwalan berbasis fitur mampu meningkatkan kualitas video 1.05 dB sampai 4.09 dB dibanding teknik penjadwalan lainnya.
3. Nilai *packet loss* teknik penjadwalan berbasis fitur lebih rendah rata-rata 0.4% sampai 5.8% dari teknik penjadwalan lainnya.

6. Daftar Pustaka

- [1] Jimmy To, T. P., and Hamizadeh, B., "Interactive Video on Demand System – Resource Management and Scheduling Strategies", Springer Science Business Media, LLC, New York, 2008, page 13.
- [2] Arman Sani, Suherman, "Teknik Penjadwalan Berbasis Fitur pada WiMAX untuk Aplikasi Video on Demand", Seminar Nasional Literasi Informasi, Medan, 1 Desember 2014.
- [3] Yibing L, Xu Z, Fang Y. "Improved Dynamic Subcarrier Allocation Scheduling for SC-FDMA Systems", *Journal of Information & Computational Science*. Sept. 2012, pp. 3529–3537.
- [4] Martinez, B. A., "Evaluation Of Multiuser Scheduling Algorithm in OFDM for Different Services", *Master of Science in Electronics*, June 2006, pp. 34-35.
- [5] Kang S.H., Zakhor, "Packet Scheduling Algorithm for Wireless Video Streaming", International Packet Video Workshop, Pittsburgh, PY, April 2002.
- [6] Haryadi A., Yohanes S., "Perbandingan PSNR, Bitrate dan MOS pada Pengkodean H.264 Menggunakan Metode Prediksi Temporal", *IJEIS*, Vol. 2, No. 2, Oktober 2012, hal. 155-164.
- [7] Fadly Auliya, "Studi Kualitas Video Streaming Menggunakan Perangkat *NSN Flexipacket Radio*," Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan, 2014, hal. 21.
- [8] Developer by Oracle Corporation: <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/netbeans/overview/index.html>
- [9] Developer by Telecommunication Network Group (TKN), Technical University of Berlin: <http://www2.tkn.tu-berlin.de/research-tools-/evalvid/fw.html>
- [10] Test media, retrieved on http://trace.eas.asu.edu/yuv/akiyo/akiyo_cif.7z