

Peningkatan Kualitas Audio-Video Streaming pada Layanan Kelas Virtual di Pedesaan dengan Differentiated Services

Ikhsan Abdusyaktur¹, Yoanes Bandung^{1,3}, Sigit Haryadi²

¹*Kelompok Keilmuan Teknologi Informasi – Sekolah Teknik Elektro dan Informatika*

²*Kelompok Keilmuan Teknik Telekomunikasi – Sekolah Teknik Elektro dan Informatika*

³*Pusat Penelitian Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Bandung*

ikhsan.abdusyaktur@gmail.com, ybandung@gmail.com, sigit@telecom.ee.itb.ac.id

Abstraksi

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi implementasi jaringan dalam rangka peningkatan kinerja aplikasi Audio-Video Streaming (AVS), dengan menggunakan metode Quality of Service (QoS) jaringan berbasis differentiated services (diffserv) pada jaringan pembelajaran digital di pedesaan. Kualitas AVS diukur secara obyektif menggunakan metode perbandingan secara kuantitatif yaitu Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Hasil penelitian pengaruh pembebanan trafik data pada bitrate audio 64 kbps dan video 128 kbps, menunjukkan faktor perbaikan kualitas layanan video dan audio jaringan berbasis diffserv yang diperoleh menggunakan disiplin antrian Priority Queuing (PQ) sebesar 47 % dan 73 %, hal ini lebih baik daripada yang diperoleh menggunakan disiplin antrian Hierarchy Token Bucket (HTB) sebesar 29 % dan 56 %, sehingga implementasi jaringan berbasis diffserv menggunakan disiplin antrian PQ direkomendasikan untuk mendukung jaringan pembelajaran digital di pedesaan.

Kata Kunci : *Audio-Video Streaming, Quality of Service (QoS), PSNR, PESQ, Differentiated Service (Diffserv)*

1. Pendahuluan

Saat ini Pusat Penelitian Teknologi Informasi dan Komunikasi – Institut Teknologi Bandung (PPTIK-ITB) telah sedang mengerjakan penelitian tentang peningkatan kualitas pendidikan sekolah dasar dan menengah berbasis TIK di daerah pedesaan dengan studi kasus di Kabupaten Keerom, Provinsi Papua [2][12]. Salah satu layanan yang disediakan adalah pembelajaran kelas virtual dengan menyiarkan secara langsung audio-video pada pembelajaran kelas nyata. Salah satu isu mendasar adalah kualitas AVS yang ditampilkan dalam proses belajar mengajar. Ini disebabkan tidak adanya tatap muka secara langsung antara pengajar dan peserta ajar, sehingga kenyamanan dan keberterimaan materi akan sangat tergantung baik atau buruknya tampilan AVS pada proses pembelajaran [3].

AVS sendiri membutuhkan laju data yang tinggi dan berukuran besar, sehingga bandwidth jaringan seharusnya dapat mengakomodasi karakteristik ini untuk mendapatkan sesi komunikasi yang handal.

AVS memiliki karakteristik real-time dan interaktif sehingga membutuhkan delay (waktu tunda) yang pendek dan sinkronisasi yang handal [4]. Kedua hal inilah yang menjadi tantangan implementasi dari digital learning pedesaan, karena kapasitas jaringan dan resource yang ada sangat terbatas. Konsekuensi logis dari permasalahan adalah rendahnya kualitas AVS pada jaringan pembelajaran digital di pedesaan.

Penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi implementasi jaringan dalam rangka peningkatan kinerja AVS, dengan menggunakan metode QoS berbasis diffserv pada jaringan pembelajaran digital di pedesaan. Implementasi dilakukan pada jaringan yang merepresentasikan karakteristik jaringan di pedesaan yang memiliki keterbatasan kapasitas dan sumber daya. Selain paket-paket data AVS, terdapat paket-paket data dari aplikasi lain seperti Voice over IP (VoIP).

Dengan implementasi beberapa jenis disiplin antrian pada jaringan berbasis diffserv, paket AVS bisa diatur untuk didahulukan prioritasnya atau

dengan adanya reservasi terhadap sumber daya yang diperlukan sehingga peningkatan kualitas layanan AVS dapat optimal. Kualitas AVS diukur secara obyektif melalui metode perbandingan secara kuantitatif yaitu Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR).

Rekomendasi implementasi jaringan dalam rangka peningkatan kualitas AVS diharapkan dapat mendukung proses belajar mengajar pada jaringan pembelajaran digital di pedesaan, dengan indikator peningkatan kenyamanan dan keberterimaan materi. Kualitas pendidikan di daerah pelosok akan turut menentukan pembangunan dan kesejahteraan bangsa Indonesia. Karena masyarakat yang sejahtera adalah masyarakat yang adil (merata) dan mandiri.

Perumusan masalah di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

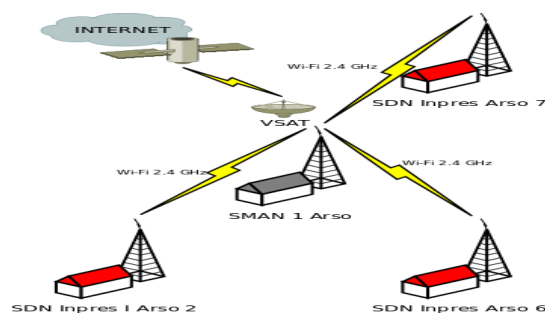
- Bagaimanakah implementasi peningkatan kualitas layanan AVS berbasis diffserv?
- Bagaimanakah perbandingan nilai PSNR dan PESQ beberapa jenis disiplin antrian pada peningkatan kualitas layanan AVS berbasis diffserv?
- Bagaimanakah rekomendasi implementasi jaringan berbasis diffserv pada jaringan pembelajaran digital di pedesaan (Keerom, Papua)?

2. Perancangan dan Implementasi

Dalam bagian ini menjelaskan perancangan dan implementasi sistem yang digunakan pada penelitian peningkatan kualitas layanan berbasis diffserv untuk mendukung jaringan pembelajaran digital di pedesaan. Diantaranya adalah Karakteristik jaringan Pedesaan, karakteristik jaringan pada Testbed, sistem perangkat keras, sistem perangkat lunak, pemodelan trafik, disiplin antrian, dan skenario pengujian.

2.1. Karakteristik Jaringan di Pedesaan

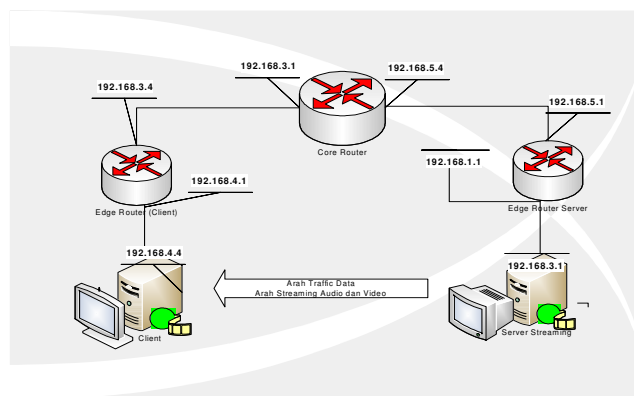
Gambar 1 menunjukkan topologi jaringan pembelajaran digital di Distrik Arso, Kabupaten Keerom, Provinsi Papua. Tiga sekolah dasar yaitu SD Inpres I Arso 2, SD Inpres Arso 6, dan SD Inpres Arso 7 terhubung *star* dengan SMA N 1 Arso sebagai inti jaringan.



Gambar 1 Topologi jaringan di Keerom-Papua [1]

2.2. Karakteristik Jaringan pada Testbed

Berikut topologi jaringan tesbed sebagai representasi jaringan di pedesaan:



Gambar 2 Topologi jaringan untuk percobaan

- Kapasitas Jaringan : 1Mbps
- Waktu tunda : 4 ms
- Variasi waktu tunda : 1 ms
- Paket hilang : 0.6 %

2.3. Sistem Perangkat Keras

Komponen perangkat keras yang terdapat pada sistem ini dapat dibagi ke dalam 3 (tiga) kategori, yaitu edge router, core router, dan end user. Edge router adalah router yang menjadi gerbang keluar dan masuk domain diffserv. Core router berada di bagian dalam domain diffserv, dan terhubung dengan edge router yang berada dalam domain yang sama. End user pada sistem ini merupakan pengguna layanan berupa Personal Computer (PC) yang terhubung dengan edge router pada domain diffserv. End user berfungsi mengirim dan menerima layanan Audio-video streaming dan memompa trafik ke dalam jaringan serta mengukur parameter - parameter kualitas layanannya.

2.4. Sistem Perangkat Lunak

Perangkat – perangkat lunak diimplementasikan pada end user. Perangkat lunak tersebut berfungsi mengirim dan menerima layanan audio-video streaming dan memompa trafik ke dalam jaringan serta mengukur parameter-parameter kualitas layanan berupa PESQ dan PSNR [4]. Pengukuran kualitas audio dan video dilakukan dengan piranti dan proses pengukuran pada [4].

2.5. Pemodelan Trafik pada Jaringan

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap kualitas layanan audio-video streaming dengan melakukan pengiriman trafik UDP ke dalam jaringan testbed yang telah dibangun. Selain itu dipompa trafik lain agar dapat menyerupai kondisi jaringan di pedesaan, trafik yang dipompa merupakan trafik dengan karakteristik trafik VoIP, dan beban trafik yang dihasilkan oleh generator trafik.

2.6. Disiplin Antrian pada Jaringan

Peningkatan kualitas layanan AVS berbasis diffserv bertujuan untuk membandingkan kualitas layanan sesudah dan sebelum diimplementasikan diffserv, dalam prosesnya terdapat beberapa model disiplin antrian berbasis diffserv yang dapat diimplementasikan yaitu PQ dan HTB. Sebelum berbasis diffserv yaitu pada layanan best effort, semua paket diperlakukan sama. Akibatnya pada saat jaringan penuh tidak ada jaminan paket yang tidak dibuang. Hal ini akan sangat merugikan paket - paket yang membutuhkan kebutuhan sumber daya jaringan yang besar dan sensitif terhadap waktu tunda seperti trafik AVS. Hal ini karena pada jaringan yang bersifat best effort disiplin antriannya adalah FIFO dimana paket yang datang terlebih dahulu akan dilayani terlebih dahulu. Pada FIFO tidak dilakukan pembedaan kelas-kelas trafik, sehingga kapasitas jaringan diperebutkan oleh semua paket yang masuk pada jaringan.

Pada jaringan berbasis diffserv, paket yang datang dikelompokkan dulu ke dalam kelas-kelas kecil terlebih dahulu sesuai batasan-batasan yang diinginkan, setelah itu perlakuan paket dibedakan untuk masing-masing kelas. Hal ini memungkinkan suatu kelas paket mendapat perlakuan yang lebih istimewa dari kelas paket lainnya.

Pada jaringan berbasis diffserv, proses pengklasifikasian kelas paket terjadi pada edge

router, dan pemberlakuan disiplin antrian yang sesuai dengan kelas-kelas tersebut terjadi pada core router. Kelas-kelas paket ditandai dengan Differentiated Service Code Point (DSCP) dan pemberlakuan disiplin antrian yang berbeda itu disebut sebagai Per Hop Behavior (PHB).

Pada penelitian ini, kelas dengan prioritas utama dilakukan pada kelas paket EF. Pada percobaan kelas EF, PHB yang digunakan terdiri dari dua macam disiplin antrian, yaitu PQ dan HTB.

Proses selanjutnya pada core router adalah pembagian disiplin antrian serta alokasi sumber daya jaringan yang dilakukan dengan menjalankan *script* pada core router. Berikut ini penjelasan disiplin antrian yang diimplementasikan :

a. Priority Queuing

Pada PQ, trafik audio-video streaming diberikan prioritas utama dan masuk ke dalam kelas EF, dengan kode DSCP 0xb8, sedangkan trafik TCP diberikan prioritas rendah dan masuk ke dalam kelas Best Effort (BE) dengan kode DSCP 0x00. Dengan pemberian prioritas ini, paket audio-video streaming dapat dilayani secepat mungkin, kapanpun paket memasuki jaringan.

b. HTB

Pada HTB, trafik audio-video streaming diberikan proporsi kapasitas jaringan yang lebih besar, yaitu 872 Kbps. Dengan cara ini, dalam kondisi jaringan terburuk, trafik akan selalu dijamin mendapatkan kapasitas jaringan minimal 872 Kbps, dan tidak perlu memperebutkan kapasitas jaringan dengan kelas trafik lainnya. Akan tetapi bila trafik audio-video streaming tidak menggunakan seluruh kapasitas jaringan yang dialokasikan kepadanya, kapasitas jaringan tersebut dapat dipinjam oleh kelas lainnya, dalam hal ini kelas BE.

2.7. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan untuk membandingkan beberapa algoritma jaringan baik sebelum dan setelah implementasi diffserv. Pengujian berdasarkan konsep keterkaitan antara 3 (tiga) aspek yaitu *load*, *resources*, dan *quality* sebagai berikut:

- a. *Load* : beban trafik yang dipompa pada jaringan
- b. *Resource* : Bitrate data video dan audio
- c. *Quality* : PESQ dan PSNR

PESQ dan PSNR adalah parameter kualitas layanan AVS yang diukur, dan beban trafik serta bitrate data audio dan video adalah variabel bebas yang diatur perubahan nilainya untuk mempengaruhi kualitas layanan audio-video streaming pada penelitian ini.

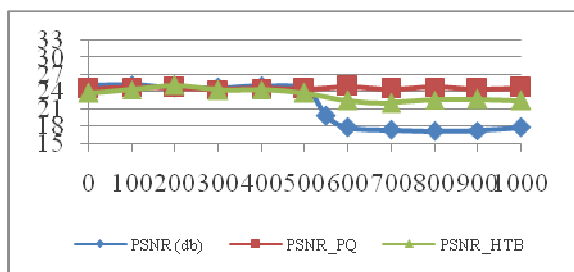
Berikut lima skenario pengujian yang diterapkan pada penelitian, diantaranya, (1) Pengujian klasifikasi paket, (2) perubahan trafik data pada Bitrate rendah, (3) perubahan trafik data pada Bitrate tinggi, (4) perubahan Bitrate audio dan, (5) perubahan Bitrate video.

Pada pengujian pengaruh perubahan trafik data trafik diatur / dipompa ke dalam jaringan berubah sebesar 100 kbps dari 0 kbps hingga 1Mbps, sedangkan pada pengujian pengaruh perubahan bitrate audio, Bitrate audio dirubah sebesar 32 kbps dari 0 kbps – 128 kbps dan sedangkan pada pengujian pengaruh perubahan bitrate video, Bitrate audio dirubah sebesar 64 kbps dari 0 kbps – 256 kbps.

3. Hasil dan Analisis

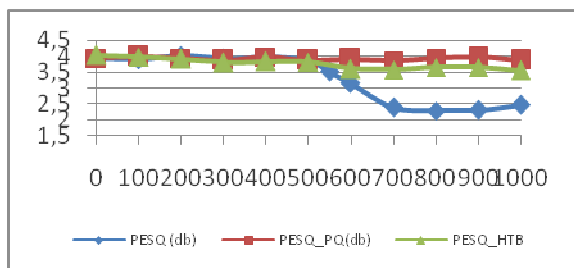
3.1. Pengujian Pengaruh Perubahan Trafik Data pada Bitrate Rendah

Berikut grafik PSNR terhadap perubahan trafik data :



Gambar 3 PSNR terhadap trafik data (FIFO,HTB,PQ) pada bitrate rendah

Berikut grafik PSNR terhadap perubahan trafik data :



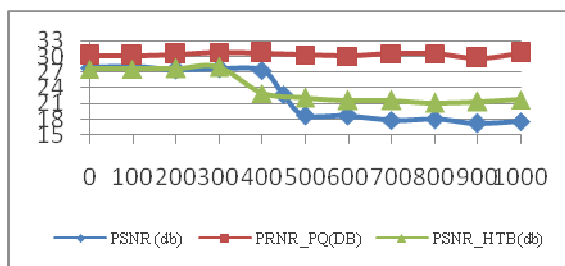
Gambar 4 PESQ terhadap trafik data (FIFO,HTB,PQ) pada bitrate rendah

Pada pengujian pengaruh perubahan trafik data pada *bitrate* rendah, faktor perbaikan kualitas

layanan *video* dan *audio* jaringan berbasis *diffserv* yang diperoleh menggunakan disiplin antrian PQ sebesar 47 % dan 73 %, hal ini lebih baik daripada yang diperoleh menggunakan disiplin antrian HTB sebesar 29 % dan 56 %.

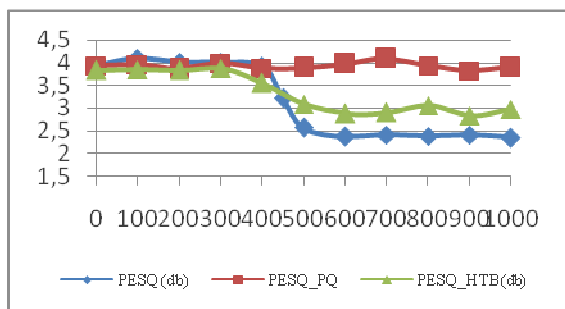
3.2. Pengujian Pengaruh Perubahan Trafik Data pada Bitrate Tinggi

Berikut grafik PSNR terhadap perubahan trafik data :



Gambar 5 PSNR terhadap trafik data (FIFO,HTB,PQ) pada bitrate tinggi

Berikut grafik PESQ terhadap perubahan trafik data :

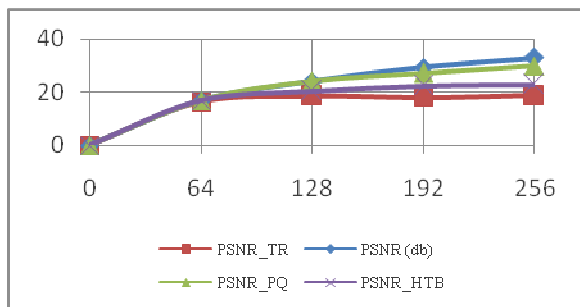


Gambar 6 PESQ terhadap trafik data (FIFO,HTB,PQ) pada bitrate tinggi

Pada pengujian pengaruh perubahan trafik data pada *bitrate* tinggi, faktor perbaikan kualitas layanan *video* dan *audio* jaringan berbasis *diffserv* yang diperoleh menggunakan disiplin antrian PQ sebesar 66 % dan 73 %, hal ini lebih baik daripada yang diperoleh menggunakan disiplin antrian HTB sebesar 19,4 % dan 25 %.

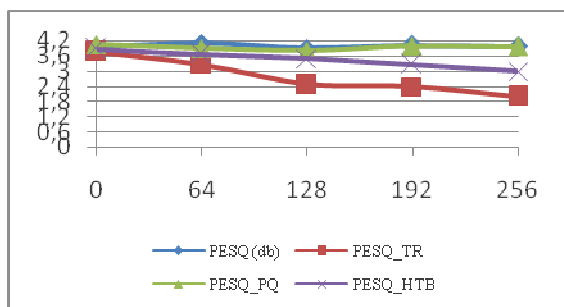
3.3. Pengujian Pengaruh Perubahan Bitrate Video

Berikut grafik PSNR terhadap perubahan *bitrate* video :



Gambar 7 PSNR terhadap bitrate video (FIFO,HTB,PQ)

Berikut grafik PESQ terhadap perubahan bitrate video :

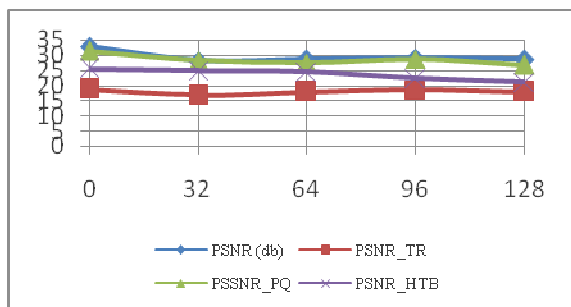


Gambar 8 PESQ terhadap bitrate video (FIFO,HTB,PQ)

Pada pengujian perubahan bitrate video, faktor perbaikan kualitas layanan video jaringan berbasis diffserv yang diperoleh menggunakan disiplin antrian PQ meningkat hingga sebesar 60% seiring peningkatan perubahan bitrate video, hal ini lebih baik daripada yang diperoleh menggunakan disiplin antrian HTB cenderung stabil sebesar 20% seiring peningkatan perubahan bitrate video.

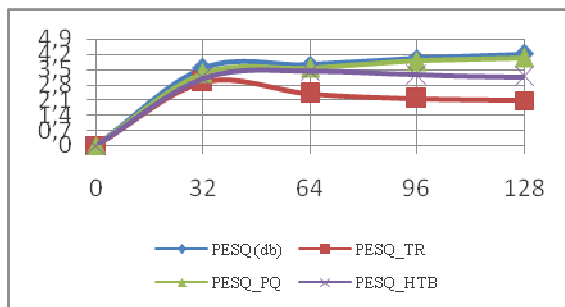
3.4. Pengujian Pengaruh Perubahan Bitrate Audio

Berikut grafik PSNR terhadap perubahan bitrate audio :



Gambar 9 PSNR terhadap bitrate audio (FIFO,HTB,PQ)

Berikut grafik PESQ terhadap perubahan bitrate video :



Gambar 10 PESQ terhadap bitrate audio (FIFO,HTB,PQ)

Pada pengujian perubahan bitrate audio, dapat dilihat pada Tabel 5.6 faktor perbaikan kualitas layanan audio jaringan berbasis diffserv yang diperoleh menggunakan disiplin antrian PQ meningkat hingga 95 % seiring peningkatan perubahan bitrate audio, hal ini lebih baik daripada yang diperoleh menggunakan disiplin antrian HTB cenderung stabil sekitar 50 % seiring peningkatan perubahan bitrate audio.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pada penelitian ini adalah :

- Peningkatan kualitas layanan Audio-video streaming berbasis diffserv dapat diimplementasikan pada jaringan testbed yang merupakan representasi karakteristik jaringan pembelajaran digital di pedesaan (Keerom, Papua) dengan cara melakukan klasifikasi kelas trafik pada edge router dan pemberian disiplin antrian untuk masing-masing kelas trafik berdasarkan nilai DSCP paket pada core router.
- Sehingga peningkatan kualitas layanan berbasis differentiated service dengan menggunakan disiplin antrian PQ memberikan kinerja pelayanan yang paling menjamin kebutuhan trafik audio-video streaming di jaringan testbed sebagai rekomendasi untuk mendukung jaringan pembelajaran digital di pedesaan.

Acknowledgment

Penelitian ini merupakan bagian dari program riset dan pengembangan teknologi digital learning untuk kawasan rural yang dikerjakan di Pusat Penelitian Teknologi Informasi dan Komunikasi-Institut Teknologi Bandung (PPTIK ITB).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aditya Arie Nugraha, Bryan Yonathan, Yoanes Bandung, Armein Z.R. Langi, "Tantangan dalam Implementasi Layanan Digital Learning

- Pedesaan: Studi Kasus Jaringan Testbed Keerom-Papua”, *Prosiding Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk Indonesia*, Bandung, 2010.
- [2] Armein Z.R. Langi, Dwi H. Widyantoro, Yoanes Bandung, G.A. Putri Saptawati, Liliyasi (2009) ICT-based Approaches for Improving the Quality of Primary Education in Rural Areas. In: Proceedings of International Conference on Rural Information and Communication Technology 2009. Bandung, 17-18 June, 2009.
- [3] Bryan Yonathan, Aditya Arie Nugraha, Yoanes Bandung, Armein Z.R. Langi, “Layanan Kelas Virtual dengan Multimedia Streaming untuk Mendukung Digital Learning Pedesaan: Studi Kasus Keerom Papua”, *Prosiding Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk Indonesia*, Bandung, 2010.
- [4] Claudio Franciscus, Yoanes Bandung, Armein Z.R. Langi, “Integrated Audio/Video Performance Test Tool untuk Mengevaluasi Kualitas Layanan Multimedia Internet”, *Prosiding Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk Indonesia*, Bandung, 2010.
- [5] H., Per T., Heidi Kjnsberg., “Priority and weighted fair queuing in IP networks”. Telenor Communication AS, 2003.
- [6] P., Damar, Yoanes Bandung, Armein Langi, “Implementasi Differentiated service di Jaringan Testbed Menggunakan Disiplin Antrian Priority Queuing dan Hierarchy Token Bucket”, B. Eng. Final project, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, Juli 2008.
- [7] P., Kun I., *QoS in Packet Networks*, Boston: Springer Science + Business Media, Inc, 2005.
- [8] *Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ), an Objective Method for End-to-End Speech Quality Assessment of Narrowband Telephone Networks and Speech Codecs*, Telecommunication Standardization Sector Of. ITU-T Recommendation P.862., 2001.
- [9] Permadi, R.A., Bandung, Y., Langi, A.Z.R., (2009) : Implementasi Differentiated Services pada Jaringan Multiprotocol Label Switching untuk Rural Next Generation Network, *Prosiding e-Indonesia Initiatives (eII) 2009*, Bandung.
- [10] S. Blake, et.al., “An architecture for differentiated services. RFC 2475”, 1998.
- [11] W., Yubing, “Survey of Objective Video Quality Measurements”, Computer Science Department Worcester Polytechnic Institute, Massachusetts, USA, Tech. Rep. WPI-CS-TR-06-02, 2006.
- [12] Yoanes Bandung, Armein Z.R. Langi, “Teknologi WiFi untuk Jaringan Digital

Learning Pedesaan di Keerom-Papua”, *Prosiding Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia*, Bandung, 2010.