



Majalah Ilmiah Teknologi Elektro

P-ISSN: 1693-2951. e-ISSN: 2503-2372

- HOME
- ABOUT
- LOG IN
- REGISTER
- SEARCH
- CURRENT
- ARCHIVES
- AUTHOR
- GUIDELINES
- EVALUATION FORM
- ABSTRACTING AND INDEXING
- OJS GUIDANCE

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

Home > Vol 15, No 1 (2016)

Majalah Ilmiah Teknologi Elektro

Journal of Electrical Technology is peer review journal, published twice a year by the Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Udayana. This journal discusses the scientific works containing results of research in the field of electrical, include power systems, telecommunications, informatics, and electronics. Authors are expected to include original scientific papers in accordance with the scope of the discussion of this journal including all aspects of the theory and practice are used.



Member of:



Today 182
Total 231288

Online 22

Visitors

ID 14,406	MX 2
US 1,641	AE 2
IN 73	BN 2
GB 68	EG 2
MY 67	MA 2
NL 64	PL 1
SG 51	CU 1
DE 22	RO 1
CN 21	LK 1
JP 19	IT 1
RU 18	TN 1
HK 17	VE 1
TL 14	TZ 1
FR 13	OM 1
TR 11	LT 1
AU 10	LY 1
IR 9	DK 1
CA 9	EC 1
KR 8	NO 1
TW 7	BJ 1
PK 6	SK 1
IL 5	BR 1
HU 4	BD 1
TH 4	FI 1
PH 4	NG 1
RS 3	SD 1
MT 2	SY 1
BE 2	ES 1
AL 2	SE 1

Pageviews: 100,771



USER

Username

Password

Remember me

NOTIFICATIONS

[View](#)

Vol 13, No 1 (2014)

(January - June) Majalah Ilmiah Teknologi Elektro

Table of Contents

Articles

- [Quality of Service dengan Metode Differentiated Service untuk Layanan Video Streaming Jaringan UMTS](#) [PDF](#)
Putra Adi Wibowo, Linawati Linawati, NMAED Wirastuti
- [Efisiensi Energi Jaringan Homogeneous Wcdma/3g pada Lingkungan Indoor](#) [PDF](#)
Riawanto Tambun, Linawati Linawati, Widyadi Setiawan
- [Peramalan Beban Listrik Harian dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System](#) [PDF](#)
I G.M.W. Meindra Sidemen, Rukmi Sari Hartati, Linawati Linawati
- [Analisis Skalabilitas Server Virtualisasi pada Akademi Manajemen Informatika dan Komputer New Media](#) [PDF](#)
I Gede Eka Sanjaya, NIMEAD Wirastuti
- [Implementasi Teleconference pada Moodle dengan Apache Openmeetings](#) [PDF](#)
I Made Warsa Kumara
- [Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya \(Plts\) Satu MWP Terinterkoneksi Jaringan di Kayubihi, Bangli](#) [PDF](#)
I K Agus Setiawan, I N Satya Kumara, I Wayan Sukerayasa
- [Kegagalan Alat Flue Gas Desulphur Terhadap Tegangan Lewat Denyar Isolator di Gardu Induk Pembangkitan Tanjung Jati B Jepara](#) [PDF](#)
Tedy Juliandhy, T Haryono, Suharyanto Suharyanto
- [Analisis Tingkat Keandalan Sistem Suplai Distribusi 20 Kv Universitas Udayana Denpasar](#) [PDF](#)
I Made Wahyu Darmahesta, IA Dwi Giriantari, I Wayan Sukerayasa
- [Analisis Layanan Voice Call dan Data Packet pada Operator Telepon Seluler di Wilayah Bali Inner City](#) [PDF](#)
IPH Darmawan, NMAED Wirastuti, IGAK Diafari Djuni H

Editorial Team

Penanggung Jawab

1. [Prof. Dr. dr. Anak Agung Raka Sudewi](#), Director of Postgraduate Program, Udayana University

Advisory Board

1. [Prof. Dr. Ir. Rukmi Sari Hartati](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
2. [Prof. Dr. Ir. I A Dwi Giriantari](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University

Editor-in-Chief

1. [Lie Jasa](#), Electrical Engineering Department Udayana university, Indonesia

Managing Editor

1. [I Made Oka Widyantara](#), Udayana University, Indonesia

Editorial Board

1. [Prof. Dr. Ir. I A Dwi Giriantari](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
2. [Ir. Linawati Ph.D.](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
3. [Nyoman Putra Sastra](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
4. [Nyoman Satya Kumara](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
5. [Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
6. [Nyoman Pramaita](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
7. [Gede Sukadarmika](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
8. [i wayan sukerayasa](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
9. [Mr. Diafari Djuni](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
10. [Ir. I Nyoman Budiaststra](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
11. [Ir. I Nyoman Setiawan](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
12. [I Made Arsa Suyadnya](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University

Reviewer

1. [Prof. Dr. Ir. Ontoseno Penangsang](#), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2. [Prof. Dr. Ir. Rukmi Sari Hartati](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
3. [Prof. Dr. Ir. Achmad Jazidie](#), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
4. [Ida Ayu Dwigiriantari](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
5. [Darma Putra](#), Teknologi Informasi, Universitas Udayana
6. [Lie Jasa](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
7. [I Made Oka Widyantara](#), Udayana University, Indonesia
8. [Wayan G. Ariastina](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
9. [i wayan sukerayasa](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
10. [I Nyoman Satya Kumara](#), Department of Electrical and Computer Engineering, Udayana University, Indonesia
11. [Nyoman Pramaita](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
12. [Dr. Alit Swamardika](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
13. [Lina Wati](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University

14. [Made Sudarma](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
15. [Gede Sukadarmika](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
16. [Made Ginarsa](#), Teknik Elektro Universitas Mataram
17. [IGA PUTU RAKA](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
18. [Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
19. [Nyoman Putra Sastra](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
20. [I Nyoman Sukajaya](#), Universitas Pendidikan Ganesha
21. [Kalvein Rantelobo](#), Electrical Engineering Nusa Cendana University
22. [Ratna Ika Putri](#), Electrical Engineering, Politeknik Negeri Malang
23. [Dewa Made Wiharta](#), Electrical and Computer Engineering, Udayana University
24. [Cahyo Darujati](#), Sistem Komputer, Narotama University
25. [IWAN SETIAWAN](#), Diponegoro University, Indonesia
26. [Dian Retno Sawitri](#), Department of Electrical Engineering, Nuswantoro University

QUALITY OF SERVICE DENGAN METODE DIFFERENTIATED SERVICE UNTUK LAYANAN VIDEO STREAMING JARINGAN UMTS

Putra Adi Wibowo SW, Linawati, Dewi Wirastuti

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 80361

Email : prof.putraadi@gmail.com

Abstrak

Video streaming merupakan salah satu layanan aplikasi multimedia *real time* yang tersedia pada jaringan *Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)*. Banyaknya layanan telekomunikasi yang dapat dilayani UMTS tidak sebanding dengan *bandwidth* yang disediakan. Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas layanan *video streaming* pada jaringan UMTS adalah dengan menerapkan metode antrian *Differentiated Service (DiffServ)*. *DiffServ* menyediakan pembedaan layanan, dengan membagi trafik atas kelas-kelas, dan memperlakukan setiap kelas secara berbeda. Untuk mengetahui pengaruh penerapan metode antrian *DiffServ* pada layanan *video streaming* jaringan UMTS terhadap variasi trafik 25%, 50% dan 75% dengan simulasi jaringan OPNET Simulator 14.5. Metode antrian *DiffServ* yang digunakan adalah *Priority Queuing (PQ)*, *Weighted Fair Queuing (WFQ)* dan *Modified Weighted Round Robin (MWRR)*. Parameter kualitas layanan yang digunakan adalah *jitter*, *end-to-end delay* dan *packet loss*. Dari hasil analisis diperoleh bahwa penerapan metode *DiffServ* pada variasi trafik adalah dapat meningkatkan kualitas layanan *video streaming* pada jaringan UMTS. Untuk penerapan metode antrian *PQ*, *WFQ* dan *MWRR* menghasilkan perbedaan nilai yang tidak jauh berbeda. Variasi trafik 50% memiliki kualitas layanan yang lebih baik dari pada variasi lainnya.

Kata Kunci : *DiffServ*, UMTS, *Traffic*, *Video Streaming*

1. PENDAHULUAN

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan standar teknologi generasi ketiga (3G) untuk komunikasi bergerak yang mampu menyediakan layanan multimedia *realtime* [1-6]. Salah satu layanan multimedia *realtime* yang dilayani UMTS adalah *video streaming*. Dengan keterbatasan *bandwidth* pada jaringan UMTS, maka diperlukan skema pengelolaan kualitas layanan (QoS) agar kualitas layanan *video streaming* melalui jaringan UMTS memadai [6-9]. Untuk menjamin QoS dari jaringan digunakan mekanisme disiplin antrian. Disiplin antrian yang secara umum digunakan antara lain *First In First Out (FIFO)*, *Modified Weighted Round Robin (MWRR)*, *Priority Queuing (PQ)* dan *Weighted Fair Queuing (WFQ)* [6-7,11-13].

Differentiated Service (DiffServ) adalah skema pengelolaan QoS berbasis IP, yang membedakan antara kelas yang berbeda dari *data traffic* [6-7,15]. Menurut [10] tanpa perlu mempunyai per *flow state*, arsitektur *DiffServ* menyediakan *frame* yang *scalable* sehingga dapat mendukung ketersediaan QoS. Pada penelitian sebelumnya [6], penerapan metode *DiffServ* dengan antrian *WFQ* hanya berpengaruh kecil terhadap variasi *traffic* yang dibebankan pada jaringan.

Penelitian ini membandingkan bagaimana kualitas layanan *video streaming* yang terjadi pada jaringan UMTS tanpa menerapkan metode antrian *DiffServ* dengan jaringan UMTS yang menerapkan metode antrian *DiffServ* dilihat dari parameter *jitter*,

end-to-end delay dan *packet loss* yang disimulasikan dengan OPNET Simulator 14.5. Metode antrian *DiffServ* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Modified Weighted Round Robin (MWRR)*, *Priority Queuing (PQ)* dan *Weighted Fair Queuing (WFQ)*.

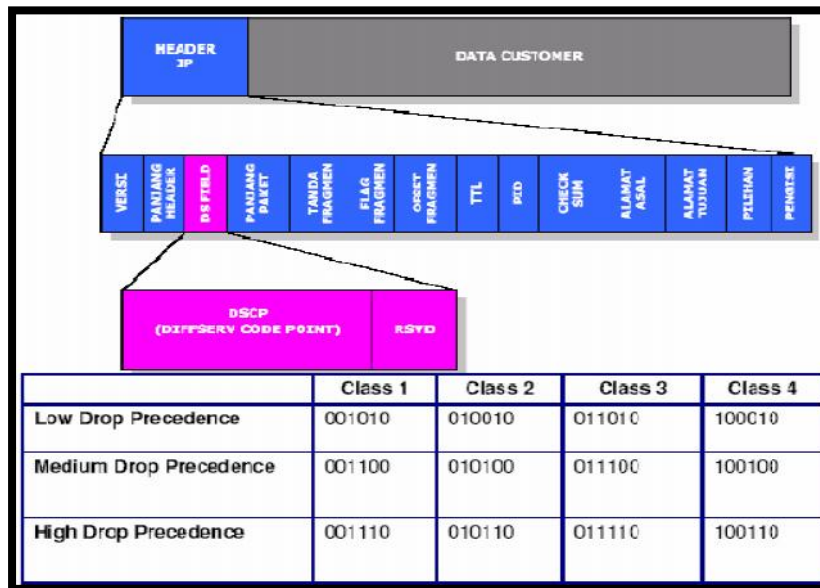
2. KAJIAN PUSTAKA

Proses identifikasi pada *DiffServ* dilakukan dengan cara memasang *Differentiated Services Code Point (DSCP)* ke dalam paket IP, seperti pada gambar 1. Pemasangan DSCP ini tidak memerlukan tambahan header baru pada IP, melainkan mengganti *field ToS (Type of Service)* dengan *DiffServ Filed* [6,7,11,12].

Pada saat paket memasuki *core router*, paket yang telah memiliki kode DSCP akan diberlakukan sesuai *Per-Hop Behavior (PHB)* yang dimiliki [7,9]. PHB mempunyai proses pengaturan antrian dan mekanis *dropping* paket yang dilakukan di setiap *hop* dalam jaringan *Expedited Forwarding (EF)*, *Assured Forwarding (AF)* dan *Best Effort (BE)*.

EF PHB sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan kerugian paket yang sangat rendah, *bandwidth* yang dijamin, *delay* rendah dan *jitter* rendah [16]. Nilai DSCP yang dianjurkan untuk EF adalah '101110' [17]. AF PHB merupakan suatu metode dari *DiffServ* untuk menawarkan jaminan dari level *forwarding* yang berbeda untuk tiap paket IP yang diterima [6,10,15,16]. Pada tabel 1, terdapat 4 kelas PHB yang independen, masing-masing dengan

3 tingkatan *drop precedence*. Standar PHB memiliki karakteristik BE *forwarding*.



Gambar 1. Penggantian DSCP [6,10,14]

Pada saat paket memasuki *core router*, paket yang telah memiliki kode DSCP akan diberlakukan sesuai *Per-Hop Behavior* (PHB) yang dimiliki [7,9]. PHB mempunyai proses pengaturan antrian dan mekanisme *dropping* paket yang dilakukan di setiap *hop* dalam jaringan. *Expedited Forwarding* (EF), *Assured Forwarding* (AF) dan *Best Effort* (BE).

EF PHB sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan kerugian paket yang sangat rendah, bandwidth yang dijamin, delay rendah dan jitter rendah [16]. Nilai DSCP yang dianjurkan untuk EF adalah '101110' [17]. AF PHB merupakan suatu metode dari *DiffServ* untuk menawarkan jaminan dari level *forwarding* yang berbeda untuk tiap paket IP yang diterima [6,10,15,16]. Tabel 1, terdapat 4 kelas PHB yang independen, masing-masing dengan 3 tingkatan *drop precedence*. Standar PHB memiliki karakteristik BE *forwarding*.

Tabel 1. Kode Poin AF PHB [6,10,15,16]

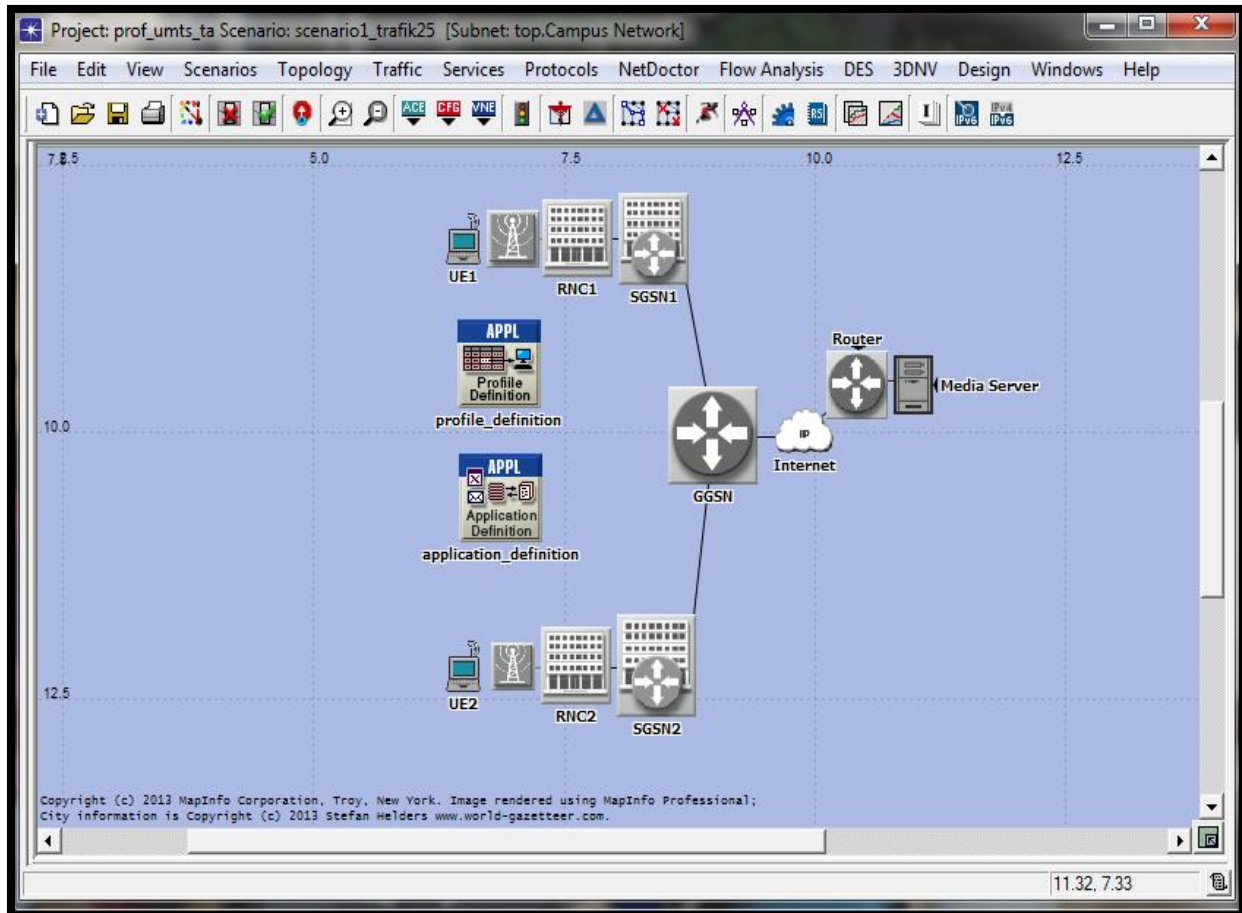
Drop Precedence	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Low	(AF11) 001010	(AF21) 010010	(AF31) 011010	(AF41) 100010
Medium	(AF12) 001100	(AF22) 010100	(AF32) 011100	(AF42) 100100
High	(AF13) 001110	(AF23) 010110	(AF33) 011110	(AF43) 100110

PQ mengklasifikasikan 4 prioritas *traffic* dalam urutan menurun yaitu, *high*, *medium*, *normal*, dan *low* [6,16]. Pada referensi [6,7,12,16] Paket ditransmisikan dalam urutan penurunan prioritas, pada prioritas *high* dilayani sampai antriannya kosong, kemudian paket dalam antrian prioritas

berikutnya dilayani. WFQ bekerja ber-dasarkan aliran paket data dan realisasi praktis yang mempertahankan keadilan yang baik, sehingga tidak ada paket dalam antrian yang kekurangan bandwidth dan semua paket mendapatkan layanan yang sama [7]. MWRR digunakan dalam Cisco Catalyst Switch [12]. Teknik ini menggunakan paket berukuran *variable* untuk dilayani sehingga antrian diberikan pada beban. Untuk tujuan ini penggunaan *variable deficit counter* untuk menginisialisasi berat masing-masing antrian. Sebelum antrian dilayani, *deficit counter* menginisialisasi masing-masing antrian tersebut. Sebuah paket dijadwalkan jika *deficit counter* lebih besar dari nol. Selama *deficit counter* bernilai lebih dari nol, paket dalam antrian dilayani, jika tidak melompat ke antrian selanjutnya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan simulasi OPNET Simulator 14.5. Simulasi penelitian ini menggunakan dua buah jaringan *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) yang terhubung pada *Core Network* (CN). Masing-masing UTRAN terdapat satu *user* yang melakukan layanan *video streaming*. Masing-masing *user* berjarak 500 meter dari *node_B* dan diasumsikan tidak bergerak serta berada di lingkungan *outdoor* dalam kawasan jaringan UMTS. Untuk trafik video kami menggunakan video resolusi rendah yaitu 10 *frames/sec* dan tingkat kedatangan *frame size video* yang digunakan untuk layanan ini adalah 550 *bytes*. *Traffic mix* jaringan yang digunakan adalah 25%, 50% dan 75%. Topologi jaringan yang digunakan simulasi ditunjukkan gambar 2.



Gambar 2. Topologi jaringan simulasi

Skenario penelitian ini, *user* mengakses video yang terdapat pada *streaming media server* selama 15 menit. Kemudian *jitter*, *end-to-end delay* dan *packet loss* dianalisis untuk semua variasi trafik.

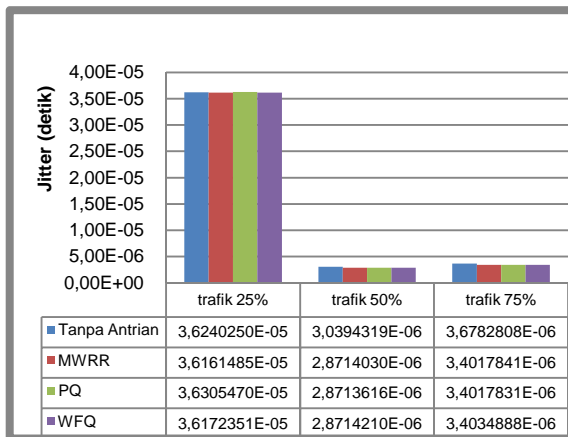
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini telah dianalisis kinerja jaringan dengan skenario simulasi berdasarkan tiga parameter yang disebutkan sebelumnya.

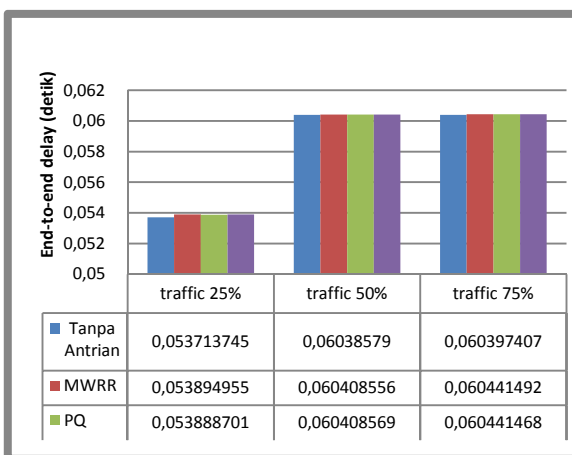
Gambar 3 menunjukkan waktu rata-rata *jitter* (detik) video streaming pada jaringan yang menggunakan dan yang tidak menggunakan metode antrian *DiffServ* untuk ketiga variasi trafik. Terlihat pada grafik, jaringan dengan dengan trafik 25% nilai rata-rata *jitter* yang menggunakan metode antrian PQ lebih besar dari pada yang tidak menggunakan metode antrian maupun yang menerapkan metode antrian lainnya. Hal ini terjadi sebagai akibat dari penerapan prioritas trafik yang ditentukan, pada saat prioritas trafik dengan prioritas *high* belum kosong maka prioritas dibawahnya belum dapat dilayani, sehingga dengan *traffic mix* 25% masih mengalami antrian. Akibat pembagian trafik secara adil untuk semua paket yang dilaluinya, penerapan WFQ pada trafik 50% dan 75% memiliki nilai rata-rata *jitter* yang lebih besar daripada metode antrian yang lain.

Pada saat paket dikirim dari sumber ke tujuan melalui jaringan mempertimbangkan nilai *end-to-end delay*. Pada saat waktu kedatangan paket di penerima lebih lama, maka akan terjadi keterlambatan dalam seluruh proses dan mempengaruhi kinerja jaringan komunikasi. Penerapan metode antrian *DiffServ* tidak mempunyai pengaruh yang signifikan untuk meningkatkan kualitas layanan berdasarkan parameter *end-to-end delay*, seperti yang ditunjukkan gambar 4. Peningkatan variasi trafik yang diterapkan akan mempengaruhi *network delay* pada jaringan sehingga meningkatkan nilai *end-to-end delay* yang terjadi untuk layanan *video streaming* pada jaringan UMTS.

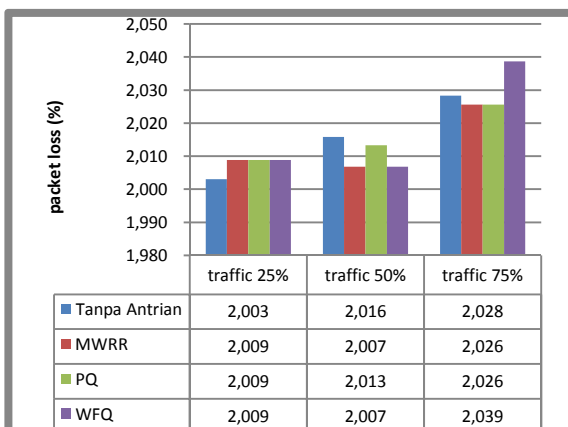
Seiring peningkatan variasi trafik yang diterapkan semakin bertambah besar persentasi *packet loss* yang terjadi pada masing-masing jaringan, seperti yang ditunjukkan gambar 5. Penerapan metode antrian berbasis DSCP yang mengklasifikasikan *packet video* yang dikirimkan untuk sampai pada penerima hanya menjamin tidak terjadinya kongesti pada jaringan sehingga *packet* dapat diterima dengan baik pada sisi penerima. *Packet loss* dipengaruhi oleh rute jaringan yang dilewati oleh paket, apabila terjadi kegagalan, maka paket tersebut langsung dibuang.



Gambar 3. Grafik rata-rata jitter



Gambar 4. Grafik rata-rata end-to-end delay



Gambar 5. Grafik rata-rata packet loss

5. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan kemampuan metode *DiffServ* untuk layanan *video streaming* jaringan UMTS terhadap variasi trafik. Hasil yang didapatkan dengan penerapan metode *DiffServ* pada variasi trafik adalah dapat meningkatkan kualitas layanan *video streaming* pada jaringan UMTS. Untuk

penerapan metode antrian PQ, WFQ dan MWRR menghasilkan perbedaan nilai yang tidak jauh berbeda. Variasi trafik 50% memiliki kualitas layanan yang lebih baik dari pada variasi lainnya, hal ini disebabkan oleh paket yang ada pada trafik antara paket video dengan paket lainnya sama, sehingga paket video yang sudah mempunyai klasifikasi untuk diprioritaskan lebih dulu lebih besar dari pada yang lain.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Salonen, Jouni., Antti Toskala, Harri Holma. *WCDMA for UMTS*. Chichester: John Wiley & Sons. Ltd.; 2002.
- [2] Braun, Marek. *Video Streaming Test Bed for Umts Network*. Tesis. Wien: Universitas Wien; 2006.
- [3] Akl, Robert., Son Nguyen. *UMTS Capacity and Throughput Maximization for Different Spreading Factor*. *Jurnal of Network*. 2006; 1(3): 40-49.
- [4] Yuniati, Yetti. *Analisis Performansi Transmission Control Protocol (TCP) Yang Disebabkan Oleh Wideband Effect Loss Pada Jaringan UMTS*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. 2011; 5(3): 159-166.
- [5] Kaaranen, Heikki, dkk. *UMTS Network*. Chichester: John Wiley & Sons. Ltd.; 2005.
- [6] Sumatera, I Gede. *Analisis Pengaruh Penerapan Differentiated Service (DiffServ) Pada Layanan Video Streaming Jaringan UMTS*. *Tugas Akhir*. Universitas Udayana; Denpasar: 2012.
- [7] Mukherjee, Sabyasachi, O.S Khanna. *Fairness Evaluation of a DSCP Based Scheduling Algorithm for Real-Time Traffic In Differentiated Service Networks*. *Internasional Journal of Information and Electronics Engineering*. 2013; 3(4): 423-427.
- [8] Miaoyan, L., B. Song. *Design and Implementation of a new Queue Scheduling algorithm in deffserv network*. In *proc. 4th international conference on wireless communication, networking and mobile computing*. Pp. 1-4, 2008.
- [9] Hirmawan, Galih, Supriyanto, Rian Fahrizal. *Analisis Perbandingan QoS pada Jaringan VoIP Dengan Metode Differentiated Service dan Integrated Service*. Tersedia di: <http://www.scribd.com/doc/80542200/Paper>. Diakses tanggal 20 Maret 2013
- [10] Fitria, Laili. *Analisis Performansi Multilevel RED (Mred) Untuk Differentiated Service pada Video Streaming Dalam Jaringan IP*. Tersedia di: http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=361:differentiated-service&catid=10:jaringan&Itemid=14. Diakses tanggal 20 Maret 2013.

-
- [11] Aamir, Muhammad, Mustafa Zaidi, Husnain Mansoor. *Performance Analysis of DiffServ based Quality of Service in a Multimedia Wired Network and VPN effect using OPNET*. Tersedia di: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1206/1206.5469.pdf>. Diakses tanggal 20 Maret 2013
- [12] Karim, Ahmad. *VoIP Performance Over different service Classes under Various Scheduling Techniques*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2011; 5(11): 1416-1422.
- [13] Farhangi, S., A. Rostami, S. Golmohammadi. *A Comparative Study Between Combination of PQ and MRRR Queuing Techniques in Ip Network Based on OPNET*. Middle-East Journal of Scientific Research. 2013; 13(8): 1051-1056.
- [14] Kamarullah, AH. *Penerapan Metode Quality Of Service (QOS) Pada Jaringan Traffic yang Padat*. Tersedia di: [http://unsri.ac.id/upload/arsip/A%20Hafiz%20Kamarullah\(09061002056\).doc](http://unsri.ac.id/upload/arsip/A%20Hafiz%20Kamarullah(09061002056).doc). Diakses tanggal 20 Maret 2013.
- [15] Permadi, RA., Yoanes Bandung, Armien ZRL. *Implementasi Differentiated Services pada Jaringan Multiprotocol Label Switching untuk Rural Next Generation Network*. Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia. Bandung; 2009.
- [16] Cisco. *DiffServ-The Scalable End-to-End Quality of Service Model*. San Jose: Cisco Systems Inc; 2006.
- [17] Blake, Steven, dkk. *An Architecture for Differentiated Services*. RFC2475. 1998.