



Simulasi dan Analisis QoS *Video Conference* Melalui Jaringan *Interworking IMS – UMTS* Menggunakan Opnet

Dadiék Pranindito¹, Petronella Pattinasarani², Eko Fajar Cahyadi³
^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, ST3 Telkom Purwokerto
^{1,2,3}JL. D.I. Panjaitan 128 Purwokerto 53147 INDONESIA
Email korespondensi : dadiék@st3telkom.ac.id

Dikirim 02 Januari 2017, Direvisi 24 Januari 2017, Diterima 28 Februari 2017

Abstrak – *Next Generation Network* (NGN) merupakan salah satu teknologi masa depan yang memberikan layanan berupa *voice*, data, multimedia, dan internet yang mengacu pada konvergensi layanan berbasis IP. Sebuah teknologi yang mendukung konsep konvergensi berbasis IP adalah *IP Multimedia Subsystem* (IMS). UMTS merupakan salah satu teknologi bergerak seluler generasi ke tiga (3G) yang sebagian besar masyarakat gunakan karena rata-rata masyarakat sudah menggunakan gadget yang mendukung jaringan 3G. Dengan menggunakan jaringan 3G, masyarakat dapat melakukan komunikasi *video conference*. *Video conference* merupakan salah satu komunikasi jarak jauh yang bersifat *real time* sebagai pengganti tatap muka. Namun, layanan *video conference* pada jaringan IMS – UMTS perlu diketahui kelayakannya. *Video conference* merupakan layanan yang sensitif terhadap *delay* sehingga perlu dilakukan analisis QoS. Pada penelitian ini dilakukan simulasi dan analisis QoS *video conference* pada jaringan IMS – UMTS. Simulasi ini akan dibuat dengan menggunakan *software* OPNET modeler 14.5. Skenario yang digunakan adalah skenario *Integrated Service* (IntServ) untuk mengamati jaringan IMS dan *Differentiated Service* (DiffServ) untuk mengamati hubungan antara IMS dengan UMTS. Penelitian ini menggunakan jumlah user yang berbeda-beda yaitu 4 *user*, 8 *user*, dan 12 *user* dengan waktu simulasi yang berbeda, yaitu 100 detik, 200 detik, dan 300 detik. Dari hasil penelitian yang didapat, pada skenario Intserv dihasilkan nilai rata-rata terbesar untuk *throughput* adalah 26.643 Mbit/s, *end-to-end delay* sebesar 233.069 ms, dan *jitter* sebesar 0.073 ms. Untuk skenario Diffserv dihasilkan nilai rata-rata terbesar untuk *throughput* adalah 8.484 Mbit/s, *end-to-end delay* sebesar 164.138 ms, dan *jitter* sebesar 0.488 ms. Untuk nilai *packet loss* ke dua skenario menghasilkan nilai kurang dari 1%. Jika dilihat dari standar ITU-T G-114, rata-rata nilai parameter pada ke dua skenario termasuk dalam kategori baik.

Kata kunci - IMS, UMTS, IntServ, DiffServ, Video Conference.

Abstract – *Next Generation Network* (NGN) is one of the technologies of the future which services such as voice, data, multimedia, and internet which refers to the convergence of IP-based services. A technology that supports the concept of convergence based on IP is *IP Multimedia Subsystem* (IMS). UMTS is a third generation technology (3G) of mobile cellular that people use because people already using gadget which support 3G. Using the 3G network, people can do video conferencing. Video conference is the one of communication in a real time which replaces face-to-face. However, video conference on IMS – UMTS network need to know it is reasonable. Video conference has high sensitivity to delay, so should be analysis of QoS. This research will be conducted simulation and analysis QoS of video conference on IMS – UMTS network. This simulation will be created using OPNET modeler 14.5. The scenario in used is *Integrated Service* (IntServ) scenario for observed the value of Quality of Service (QoS) only on IMS network and *Differentiated Services* (DiffServ) scenario for observed the connection between IMS – UMTS network. This research used 4 user, 8 user, and 12 user. The time of running simulation is 100 second, 200 second, and 300 second. In the result of the research, in IntServ scenario, the highest value of throughput is 26.643 Mbit/s, end-to-end delay is 233.069 ms, and jitter is 0.073 ms. In Diffserv scenario, the highest value of throughput is 8.484 Mbit/s, end-to-end delay is 164.138 ms, and jitter is 0.488 ms. The result of packet loss for Intserv and Diffserv is under 1%. All off them have a good quality because not exceed the standard ITU-T G114.

Keywords - IMS, UMTS, IntServ, DiffServ, Video Conference.

I. PENDAHULUAN

IP Multimedia Subsystem (IMS) merupakan teknologi yang mengarah pada konvergensi antara jaringan *wireless* dan *wireline*. IMS digunakan untuk jaringan *mobile* dengan layanan berbasis IP. Layanan yang ditawarkan IMS juga beragam, tidak hanya *voice* namun juga dapat berupa data dan layanan multimedia lainnya. Salah satu layanan yang didukung teknologi IMS adalah *video conference*. *Video conference* merupakan layanan yang dapat memungkinkan dilakukannya komunikasi berupa data, suara, dan gambar secara *duplex* atau dua arah dan bersifat *real time*. *Video conference* banyak dilakukan saat ini untuk komunikasi jarak jauh seperti tatap muka langsung dengan menggunakan komputer atau laptop yang sudah memiliki *webcam*, bahkan saat ini *video conference* sudah dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja dengan menggunakan *smartphone* [1].

Video conference sudah dapat dilakukan pada teknologi generasi ke tiga (3G). *Universal Mobile Telecommunication Service* (UMTS) merupakan salah satu teknologi yang termasuk dalam teknologi generasi ke tiga (3G). UMTS dapat memberikan kecepatan akses layanan data yang lebih tinggi dibanding teknologi sebelumnya dengan kecepatan akses yang dimiliki UMTS mencapai 384 kbps [2].

Quality of Service (QoS) merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dari suatu jaringan. Contoh teknik QoS adalah *Integrated Service* (*IntServ*) dan *Differentiated Service* (*DiffServ*). *IntServ* menyediakan aplikasi dengan tingkat jaminan layanan melalui negosiasi parameter jaringan secara *end-to-end*. Sedangkan *DiffServ* menyediakan suatu set perangkat klasifikasi dan mekanisme antrian terhadap protokol atau aplikasi dengan prioritas tertentu di atas jaringan yang berbeda [3].

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh Khoem Sambath dengan judul "*High Quality of Service Video Conferencing Over IMS*". Pada penelitian tersebut dibahas perbandingan nilai QoS berupa *delay*, *jitter*, dan *packet loss* untuk layanan *video conference* pada jaringan antar IMS [3]. Sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan penelitian terhadap jaringan *interworking* antara IMS dengan UMTS pada layanan *video conference* dan *voice* dengan parameter QoS berupa *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Skenario yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Integrated Service* (*IntServ*) dan *Differentiated Service* (*DiffServ*). Pada skenario *IntServ* akan diamati nilai *Quality of Service* (QoS) dari jaringan IMS, sedangkan pada skenario *DiffServ* akan diamati hubungan antara IMS dengan UMTS. Untuk ke dua skenario dilakukan penelitian dengan 3 keadaan waktu yaitu waktu simulasi 100 *second*, 200 *second*, dan 300 *second* dengan jumlah *user* yang berbeda-beda yaitu 4 *user*, 8 *user*, dan 12

user. Hasil simulasi yang didapat kemudian dibandingkan dengan standarisasi ITU-T.

Terdapat tiga jenis metode QoS yang sering digunakan, yaitu *best-effort service*, *integrated service*, dan *differentiated service*. *Best-Effort Service* digunakan untuk melakukan semua usaha agar dapat mengirimkan sebuah paket ke suatu tujuan. Metode ini tidak menjamin bahwa paket akan sampai ke tujuan yang dimaksud. *IntServ* menyediakan aplikasi dengan tingkat jaminan layanan melalui negosiasi parameter jaringan secara *end-to-end*. Sedangkan *DiffServ* menyediakan suatu set perangkat klasifikasi dan mekanisme antrian terhadap protokol atau aplikasi dengan prioritas tertentu di atas jaringan yang berbeda [3].

Parameter QoS yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari suatu jaringan adalah *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*. *Delay* merupakan total waktu yang dibutuhkan suatu informasi atau data dari pengirim ke penerima pada suatu jaringan. *Delay variation* merupakan selang waktu kedatangan antar paket di tujuan. *Throughput* merupakan total kedatangan paket yang sukses sampai tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Packet loss* merupakan jumlah paket yang hilang saat proses pengiriman terjadi. Berikut merupakan nilai standarisasi kualitas layanan berdasarkan ITU-T G.114.

Tabel 1. Nilai Batasan Delay [4]

Delay (ms)	Keterangan	Kategori
0 – 150	Dapat diterima	Baik
150 – 400	Dapat diterima, namun administrator jaringan harus waspada terhadap segala sesuatu yang dapat mempengaruhi kualitas jaringan.	Cukup
> 400	Secara umum tidak dapat diterima, namun untuk kasus-kasus khusus nilai batas ini dapat berubah	Buruk

Tabel 2. Nilai Batasan Jitter [4]

Jitter (ms)	Keterangan	Kategori
0 – 20	Dapat diterima	Baik
20 - 50	Dapat diterima	Cukup
> 50	Tidak dapat diterima	Buruk

Tabel 3. Nilai Batasan Packet Loss [4]

Packet Loss (%)	Keterangan	Kategori
0 – 1	Dapat diterima	Baik
1 – 5	Dapat diterima	Cukup
> 10	Tidak dapat diterima	Buruk

II. METODE PENELITIAN

A. Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi menggunakan skenario *Integrated Service (IntServ)* dan *Differentiated Service (DiffServ)*. Layanan yang akan diamati adalah layanan *video conference* pada jaringan IMS dan *interworking* antara IMS dengan UMTS. Pada layanan tersebut akan diamati beberapa parameter yaitu *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Penelitian dilakukan dengan 3 keadaan waktu yaitu waktu simulasi 100 *second*, 200 *second*, dan 300 *second* dengan jumlah *user* yang berbeda-beda yaitu 4 *user*, 8 *user*, dan 12 *user*. Pada Tabel 4 ditunjukkan konsep pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini.

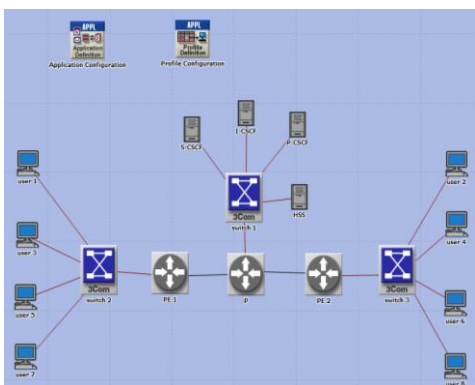
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu dengan melakukan simulasi terhadap jaringan IMS dan *interworking* IMS – UMTS dengan skenario *Integrated Service (IntServ)* dan *Differentiated Service (DiffServ)* menggunakan OPNET Modeler 14.5.

Tabel 4. Konsep Pengambilan Data

Skenario	<i>Intserv</i>	<i>Diffserv</i>
Parameter	<i>Throughput, End-to-End Delay, Jitter, dan Packet Loss</i>	<i>Throughput, End-to-End Delay, Jitter, dan Packet Loss</i>
Jumlah User	4 <i>user</i> , 8 <i>user</i> , dan 12 <i>user</i>	4 <i>user</i> , 8 <i>user</i> , dan 12 <i>user</i>
Waktu Simulasi	100, 200, dan 300 <i>second</i>	100, 200, dan 300 <i>second</i>

a) Skenario *IntServ*

Gambar 2 berikut merupakan topologi jaringan IMS pada OPNET Modeler 14.5 dengan menggunakan 8 *user*.



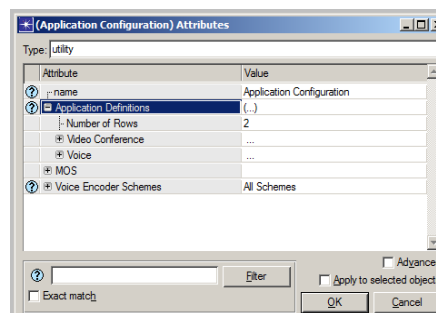
Gambar 2. Topologi Jaringan IMS pada Skenario *Intserv*

Konfigurasi dari perancangan topologi skenario *Intserv* adalah sebagai berikut.

1) *Application Configuration*

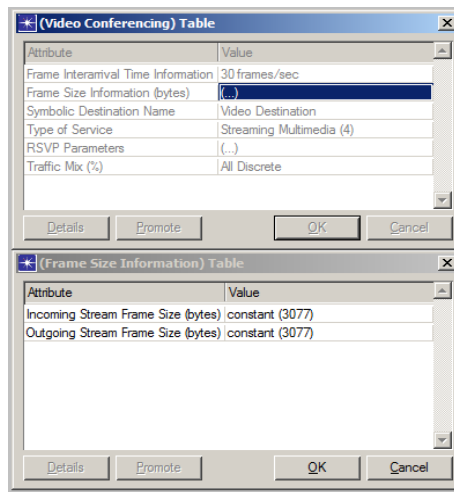
Komponen *application* digunakan untuk mendefinisikan layanan yang digunakan. Dalam penelitian ini, layanan yang digunakan adalah layanan *video conference*. Layanan *video*

conference terbentuk dari layanan *video* dan *voice*, sehingga pada penelitian ini dibuat konfigurasi untuk *video* dan *voice*. Gambar 3 berikut merupakan tampilan dari *application configuration* dan akan dilakukan *setting* terkait dengan aplikasi yang akan digunakan. Dalam penelitian digunakan aplikasi *video conference*.



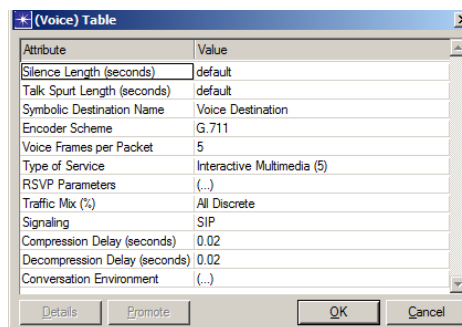
Gambar 3. *Application Configuration*

Gambar 4 ditunjukkan pengaturan untuk layanan *video conference* berdasarkan waktu di setiap *frame*-nya.



Gambar 4. Pengaturan Layanan *Video Conference*

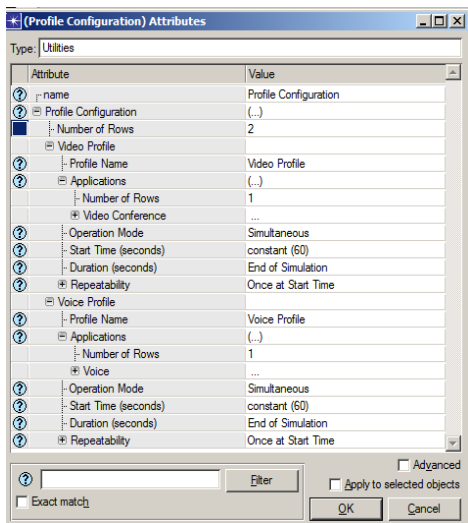
Gambar 5 ditunjukkan pengaturan untuk layanan *voice*. *Setting* protokol yang digunakan untuk aplikasi *video conference* pada penelitian ini menggunakan protokol SIP.



Gambar 5. Pengaturan Layanan *Voice*

2) Profile Configuration

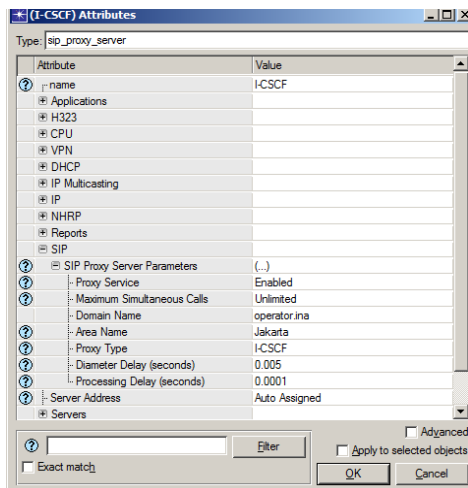
Komponen *profile* digunakan untuk mengkonfigurasi profil dari layanan yang digunakan yang telah didefinisikan pada komponen *profile*. Gambar 6 berikut merupakan tampilan dari *profile configuration*.



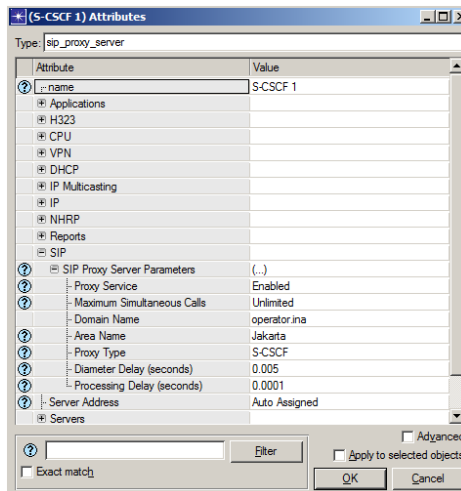
Gambar 6. Profile Configuration

3) Konfigurasi SIP Proxy Server

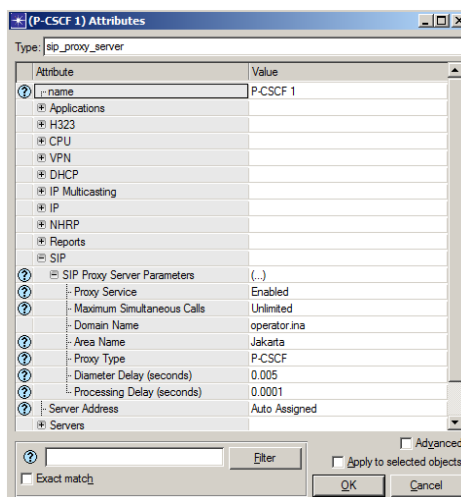
SIP *proxy server* merupakan komponen yang digunakan oleh jaringan SIP untuk melakukan pemrosesan panggilan antar perangkat SIP. SIP *proxy server* yang digunakan ada tiga jenis, yaitu I-CSCF, S-CSCF, dan P-CSCF. Gambar 7, 8 dan 9 berikut merupakan tampilan dari pengaturan I-CSCF, S-CSCF, dan P-CSCF.



Gambar 7. Konfigurasi I-CSCF



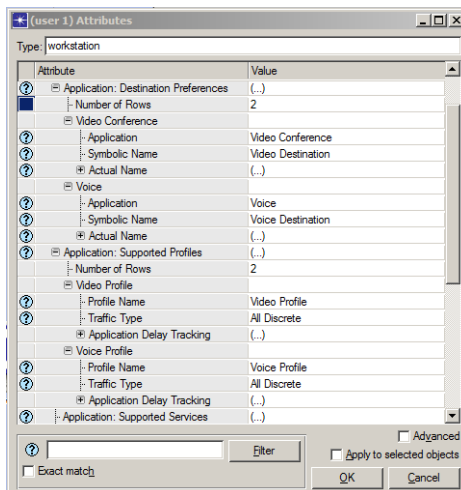
Gambar 8. Konfigurasi S-CSCF



Gambar 9. Konfigurasi P-CSCF

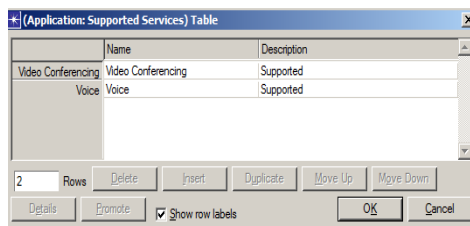
4) Konfigurasi User

User yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 4 *user*, 8 *user*, dan 12 *user*. Gambar 10 berikut merupakan konfigurasi *user* untuk bagian *application destination preference* dan *application supported profiles*.



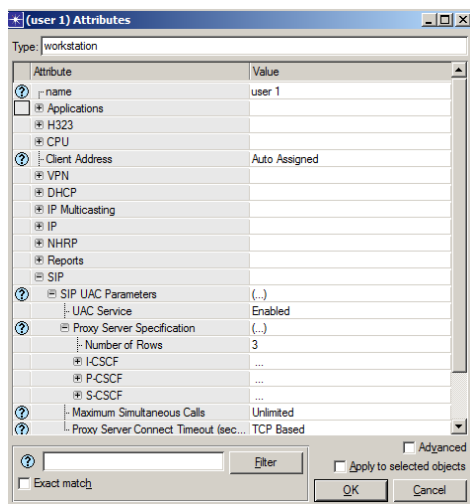
Gambar 10. Application Destination Preference dan Application Supported Profiles

Gambar 11 berikut merupakan konfigurasi *user* untuk bagian *application supported service*.



Gambar 11. Application Supported Service

Gambar 12 berikut merupakan konfigurasi *user* untuk bagian SIP UAC Parameters.

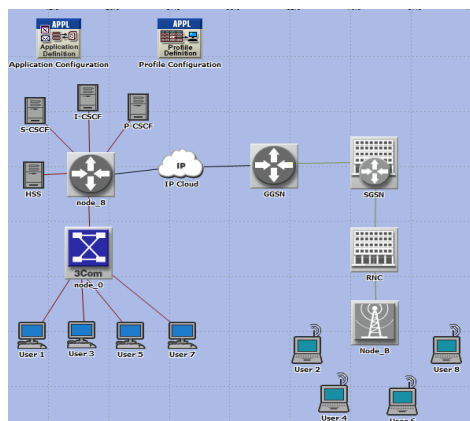


Gambar 12. SIP UAC Parameters

Konfigurasi *user* ini dilakukan juga pada skenario *DiffServ* untuk konfigurasi *User Equipment* (UE).

b) Skenario *DiffServ*

Pada skenario *DiffServ* akan dibuat sebuah topologi antara jaringan yang berbeda yaitu IMS dan UMTS. Pada Gambar 13 ditunjukkan topologi jaringan IMS dan UMTS pada OPNET Modeler 14.5 dengan menggunakan 8 *user*.

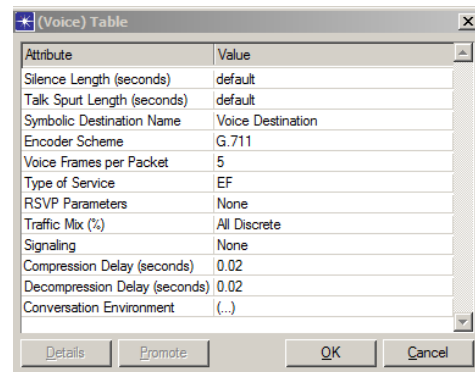


Gambar 13. Topologi Jaringan IMS – UMTS pada Skenario *DiffServ*

Pada skenario *DiffServ*, untuk konfigurasi *Profile*, beberapa komponen IMS seperti I-CSCF, S-CSCF, P-CSCF, dan *user* untuk IMS mengikuti langkah konfigurasi yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu pada konfigurasi skenario *Intserv*. Untuk komponen lain yang tidak ada pada skenario *Intserv* akan dijelaskan pada tahap konfigurasi berikut ini.

1) Application Configuration

Pada skenario *diffserv*, ToS diganti dengan menggunakan pilihan DSCP di mana digunakan kode untuk memprioritaskan layanan. Pada Gambar 14 ditunjukkan konfigurasi *Application* pada bagian ToS.

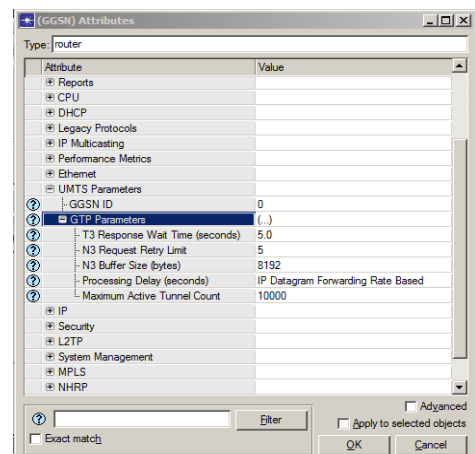


Gambar 14. Pengaturan Layanan pada Skenario *DiffServ*

Type of service pada skenario *DiffServ* untuk layanan *video* yaitu AF43 karena layanan yang digunakan adalah layanan *video conference* dimana layanan *video conference* diprioritaskan setelah layanan *voice*. Sedangkan *voice* menggunakan EF yang menandakan bahwa *voice* lebih diprioritaskan daripada layanan *video*.

2) Konfigurasi GGSN

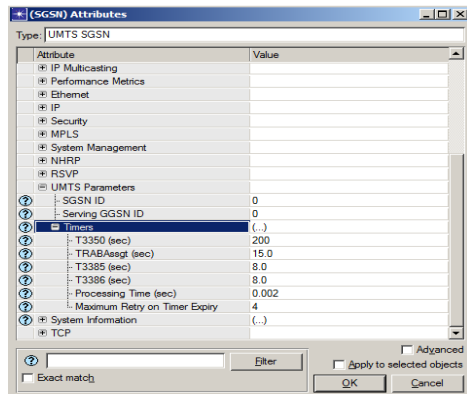
GGSN merupakan perangkat UMTS yang digunakan sebagai gerbang paket data dengan jaringan luar. Gambar 15 berikut merupakan konfigurasi yang dilakukan pada komponen GGSN.



Gambar 15. Konfigurasi GGSN

3) Konfigurasi SGSN

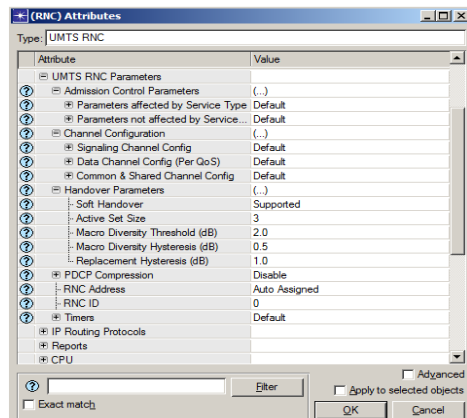
SGSN merupakan perangkat UMTS yang digunakan untuk mengirimkan paket dari dan ke UE. Gambar 16 berikut merupakan konfigurasi yang dilakukan pada komponen SGSN.



Gambar 16. Konfigurasi SGSN

4) Konfigurasi RNC

RNC merupakan perangkat UMTS yang digunakan untuk mengontrol *NodeB*. Pada Gambar 17 ditunjukkan konfigurasi yang dilakukan pada komponen RNC.



Gambar 17. Konfigurasi RCN

5) Konfigurasi *NodeB*

NodeB merupakan perangkat UMTS yang berperan sebagai BTS pada jaringan GSM. *NodeB* digunakan untuk mengirim dan menerima frekuensi. Pada Gambar 18 ditunjukkan konfigurasi yang dilakukan pada komponen *NodeB*.

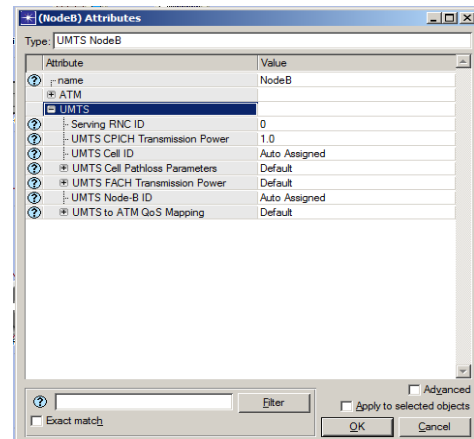
B. Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data diperoleh dari hasil simulasi yang sudah dilakukan dan berhasil. Data yang diperoleh dari hasil simulasi adalah dalam bentuk grafik atau berupa nilai konversi dalam bentuk *excel* yang dihasilkan dari grafik tersebut.

C. Analisa Hasil

Analisa hasil dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif yaitu dengan melakukan deskripsi atau penggambaran hasil dari beberapa parameter yang diamati yaitu *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* di mana hasil tersebut berupa grafik atau nilai konversi

grafik. Kemudian dilakukan perbandingan antara hasil yang didapat tersebut dengan standarisasi ITU-T G.114 apakah masih tergolong kategori baik atau tidak.

Gambar 18. Konfigurasi *NodeB*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan 2 skenario, di mana pengambilan data dilakukan dalam waktu 100 *second*, 200 *second*, dan 300 *second* dengan jumlah user yang berbeda didapat hasil sebagai berikut.

A. Skenario Intserv

a) *Throughput*

Dari simulasi yang dilakukan didapatkan hasil nilai *throughput* untuk layanan *video conference* seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

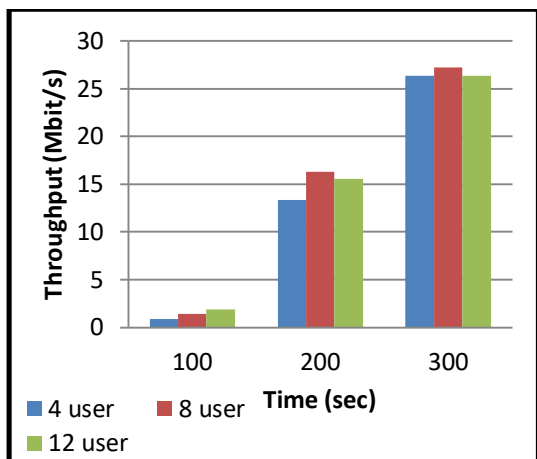
Tabel 5. Nilai *Throughput* pada Skenario Intserv

Waktu Simulasi	<i>Throughput</i> (Mbit/s)		
	4 user	8 user	12 user
100 s	0.862	1.381	1.881
200 s	13.337	16.329	15.552
300 s	26.331	27.246	26.353

Dilihat dari Tabel 5 hasil *throughput* pada *video conference* untuk skenario Intserv, dapat dihitung nilai rata-rata per waktu simulasi yaitu pada waktu simulasi 100 *second* rata-rata *throughput* yang dihasilkan adalah 1.375 Mbit/s, untuk waktu simulasi 200 *second* didapat nilai rata-rata sebesar 15.072 Mbit/s, dan untuk 300 *second* dihasilkan nilai rata-rata sebesar 26.643 Mbit/s.

Pada penelitian ini, semakin lama waktu simulasi maka semakin besar pula nilai *throughput* yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak paket yang dikirimkan dari pengirim ke penerima. Dari hasil simulasi, bila dilihat dari 8 *user* dan 12 *user* pada lama waktu 200 dan 300 *second* dapat dilihat bahwa semakin banyak *user* maka semakin kecil nilai *throughput*. Pada waktu simulasi 100 *second* dapat dilihat bahwa semakin banyak *user* maka *throughput* yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dapat disebabkan dari

jaringan yang belum stabil karena trafik pada penelitian ini dibangkitkan pada detik ke 70 sedangkan waktu simulasi diambil selama 100 second. Pada Gambar 19 ditunjukkan grafik yang menggambarkan perubahan nilai *throughput* pada layanan *video conference*.



Gambar 19. Grafik *Throughput* pada Skenario *Intserv*

b) *End-to-End Delay*

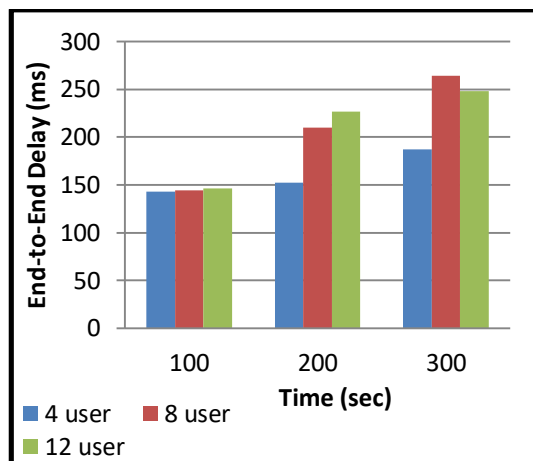
End-to-End Delay merupakan waktu yang dibutuhkan suatu informasi atau data dari pengirim sampai ke penerima. Dari pengambilan data selama 100, 200, dan 300 second dengan jumlah user yang berbeda dihasilkan nilai *End-to-End Delay* pada *video conference* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *End-to-End Delay* pada Skenario *Intserv*

Waktu Simulasi	Rata-Rata Delay (ms)		
	4 User	8 User	12 User
100 s	143.183	144.176	146.418
200 s	152.609	209.999	226.475
300 s	186.944	264.089	248.174

End-to-End Delay pada *video conference* untuk lama simulasi 100 second dengan penggunaan *user* yang berbeda jumlahnya didapatkan hasil yang masih memenuhi standar dan termasuk dalam kategori baik karena nilai yang dihasilkan kurang dari 150 ms. Rata-rata untuk simulasi 100 second adalah 144.593 ms. Untuk lama simulasi 200 second, nilai yang dihasilkan sudah lebih dari 150 ms sehingga termasuk dalam kategori cukup yaitu antara 150 sampai dengan 400 ms. Rata-rata untuk simulasi 200 second adalah 196.361 ms. Begitu juga untuk lama simulasi 300 second, tiap kelompok *user* didapat nilai rata-rata lebih dari 150 ms tetapi tidak lebih dari 400 ms sehingga termasuk dalam kategori cukup dan masih dapat diterima. Rata-rata untuk simulasi 300 second adalah 233.069 ms. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa proses komunikasi untuk layanan *video conference* pada jaringan IMS masih dapat berjalan dengan baik.

Pada penelitian ini, untuk layanan *video conference* dari lama waktu simulasi 100 second, 200 second, dan 300 second dengan jumlah *user* yang berbeda-beda mengalami kenaikan nilai *end-to-end delay*. Semakin lama waktu simulasi, maka semakin besar nilai *end-to-end delay* yang dihasilkan. Semakin besar nilai *delay* yang dihasilkan, akan menyebabkan *throughput* yang dihasilkan semakin kecil. Hal tersebut dapat terlihat pada waktu simulasi 300 second dengan menggunakan 8 *user* dan 12 *user*, di mana *delay* pada 12 *user* lebih besar dari 8 *user* sehingga *throughput* pada 12 *user* lebih kecil daripada saat menggunakan 8 *user*. Pada Gambar 20 ditunjukkan grafik perubahan yang dapat menggambarkan nilai *end-to-end delay* untuk layanan *video conference*.



Gambar 20. Grafik *End-to-End Delay* pada Skenario *Intserv*

c) *Jitter*

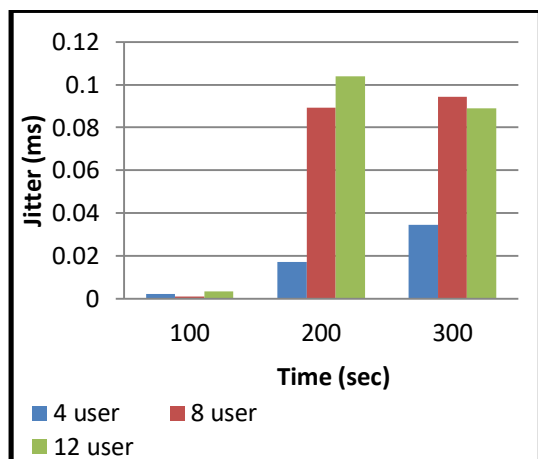
Dari pengambilan data simulasi yang dilakukan selama 100, 200, dan 300 second serta dari jumlah *user* yang digunakan dihasilkan nilai rata-rata *jitter* yang merupakan variasi *delay* yang terjadi antar paket seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai *Jitter* pada Skenario *Intserv*

Waktu Simulasi	Rata-Rata Jitter (ms)		
	4 User	8 User	12 User
100 s	0.00208	0.00106	0.00325
200 s	0.01705	0.08932	0.10395
300 s	0.03449	0.09421	0.08887

Nilai *jitter* dari hasil yang didapatkan untuk waktu simulasi 100 second, 200 second, dan 300 second dengan menggunakan 4 *user*, 8 *user*, dan 12 *user* termasuk dalam kategori baik di mana nilai *jitter* yang masih kurang dari 20 ms adalah termasuk dalam kategori baik. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa proses komunikasi untuk layanan *video conference* pada jaringan IMS masih dapat berjalan dengan baik saat menggunakan 12 *user* karena nilai *jitter* yang dihasilkan termasuk dalam kategori baik.

Jitter terjadi akibat adanya selisih waktu kedatangan antar paket di penerima. Semakin besar nilai *jitter* maka semakin besar pula nilai *delay* yang dihasilkan. Proses komunikasi akan semakin baik jika nilai *jitter* yang dihasilkan kecil. Pada Gambar 21 ditunjukkan grafik yang menggambarkan perubahan nilai *jitter* pada skenario *Intserv*.



Gambar 21. Grafik *Jitter* untuk Skenario *Intserv*

d) Packet Loss

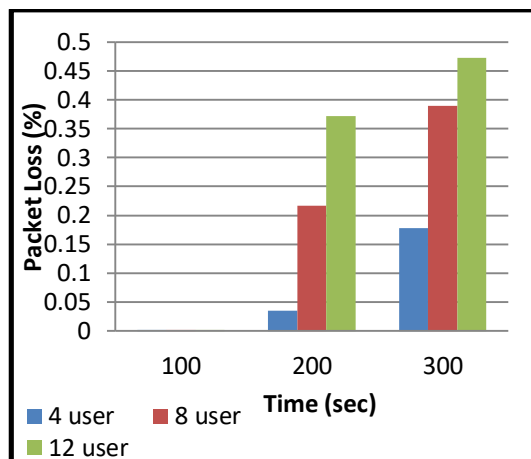
Packet loss merupakan paket yang hilang pada saat proses pengiriman hingga sampai ke penerima. Pada simulasi yang dilakukan dihasilkan nilai *packet loss* pada *video conference* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai *Packet Loss* pada Skenario *Intserv*

Waktu Simulasi	Rata-Rata <i>Packet Loss</i> (%)		
	4 User	8 User	12 User
100 s	0.001375	0.001493	0.001378
200 s	0.035345	0.216268	0.371707
300 s	0.177672	0.389544	0.472989

Nilai *packet loss* dari hasil yang didapatkan untuk waktu simulasi 100 *second*, 200 *second*, dan 300 *second* dengan menggunakan 4 *user*, 8 *user*, dan 12 *user* termasuk dalam kategori baik yaitu mengacu pada Tabel 8 di mana nilai *packet loss* yang masih kurang dari 1 % adalah termasuk dalam kategori baik. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa proses komunikasi untuk layanan *video conference* pada jaringan IMS masih dapat berjalan dengan baik saat menggunakan 12 *user* karena nilai *packet loss* adalah kurang dari 1 % sehingga tidak banyak data yang hilang.

Pada Gambar 22 ditunjukkan grafik yang menggambarkan perubahan nilai *packet loss* pada layanan *video conference*.



Gambar 22. Grafik *Packet Loss* pada Skenario *Intserv*

Pada Gambar 22 untuk lama waktu 100 *second* didapatkan nilai *packet loss* yaitu sebesar 0.001375% saat menggunakan 4 *user*, sebesar 0.001493% saat menggunakan 8 *user*, dan sebesar 0.001378% saat menggunakan 12 *user*. Jika dibandingkan dengan waktu simulasi 200 *second* dan 300 *second* pada gambar terlihat perbedaan yang signifikan.

B. Skenario Diffserv

a) Throughput

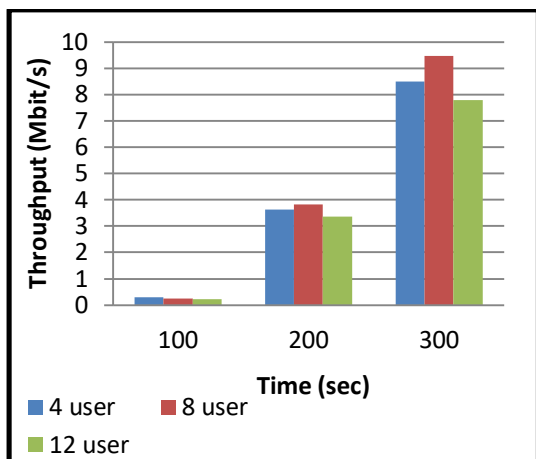
Nilai *throughput* untuk layanan *video conference* pada skenario *Diffserv* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai *Throughput* pada Skenario *Diffserv*

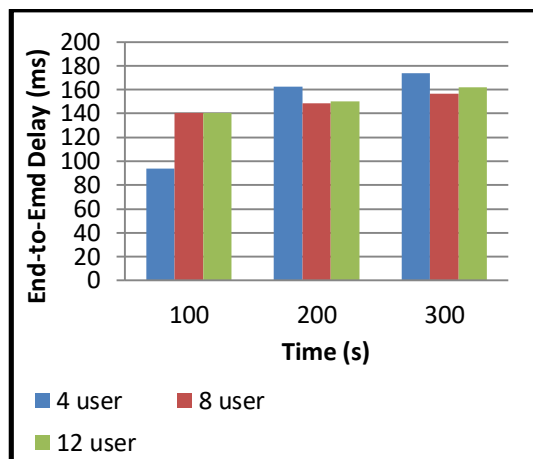
Waktu Simulasi	Rata-Rata <i>Throughput</i> (Mbit/s)		
	4 user	8 user	12 user
100 s	0.283	0.239	0.222
200 s	3.484	3.379	3.569
300 s	8.767	8.249	8.436

Jika dilihat dari tabel hasil nilai *throughput* untuk skenario *Diffserv*, dapat dihitung nilai rata-rata per waktu simulasi yaitu pada waktu simulasi 100 *second* rata-rata *throughput* yang dihasilkan adalah 0.248 Mbit/s, untuk waktu simulasi 200 *second* didapat nilai rata-rata sebesar 3.477 Mbit/s, dan untuk 300 *second* dihasilkan nilai rata-rata sebesar 8.484 Mbit/s.

Dari nilai *Throughput* yang dihasilkan, semakin lama waktu simulasi maka semakin besar pula nilai *throughput*. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak paket yang dikirimkan dari pengirim ke penerima. Dari hasil simulasi, bila dilihat dari 8 *user* dan 12 *user* dapat dilihat bahwa semakin banyak *user* maka semakin kecil nilai *throughput*. Pada Gambar 23 ditunjukkan grafik yang menggambarkan perubahan nilai *throughput* pada skenario *Diffserv*.



Gambar 23. Grafik Throughput pada Skenario Diffserv



Gambar 24. Grafik End-to-End Delay pada Skenario Diffserv

b) End-to-End Delay

End-to-End delay pada video conference didapat hasil seperti yang ditunjukkan Tabel 10.

Tabel 10. Nilai End-to-End Delay pada Skenario Diffserv

Waktu Simulasi	Rata-Rata Delay (ms)		
	4 User	8 User	12 User
100 s	94.050	140.632	140.721
200 s	162.711	148.676	150.160
300 s	173.864	156.371	162.179

End-to-End Delay pada skenario Diffserv untuk lama simulasi 100 second dengan penggunaan 4 user, 8 user, dan 12 user didapatkan hasil yang masih memenuhi standar dan termasuk dalam kategori baik karena nilai yang dihasilkan kurang dari 150 ms. Rata-rata untuk simulasi 100 second adalah 125.134 ms. Untuk lama simulasi 200 second, rata-rata yang didapatkan adalah 153.849 ms. Karena nilai yang dihasilkan lebih dari 150 ms maka termasuk dalam kategori cukup dan masih dapat diterima. Untuk lama simulasi 300 second menghasilkan nilai lebih dari 150 ms tetapi kurang dari 400 ms sehingga termasuk dalam kategori cukup dan dapat diterima. Rata-rata untuk simulasi 300 second adalah 164.138 ms.

Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa proses komunikasi untuk layanan video conference pada jaringan IMS - UMTS dapat berjalan dengan kualitas yang baik karena nilai end-to-end delay yang dihasilkan masih dapat diterima. Pada Gambar 24 ditunjukkan grafik yang menggambarkan nilai end-to-end delay untuk layanan video conference pada skenario Diffserv.

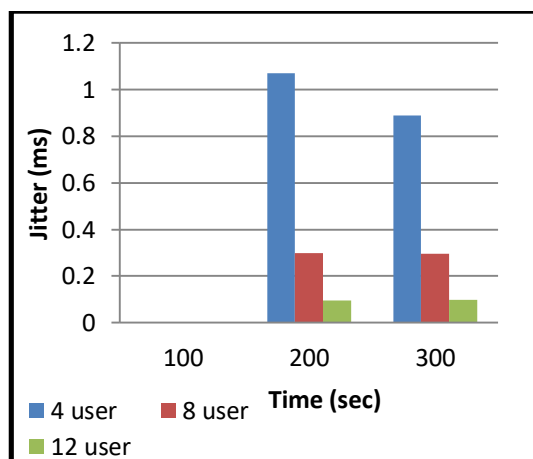
c) Jitter

Nilai jitter pada video conference untuk skenario Diffserv seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Jitter pada Skenario Diffserv

Waktu Simulasi	Rata-Rata Jitter (ms)		
	4 User	8 User	12 User
100 s	0.0000089	0	0.0000018
200 s	1.069	0.300	0.095
300 s	0.888	0.295	0.099

Nilai jitter dari hasil yang didapatkan untuk waktu simulasi 100 second, 200 second, dan 300 second dengan menggunakan 4 user, 8 user, dan 12 user termasuk dalam kategori baik karena nilai yang dihasilkan tidak lebih dari 20 ms. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa proses komunikasi untuk layanan video conference pada jaringan IMS - UMTS dapat berjalan dengan baik karena nilai jitter yang dihasilkan dapat diterima bahkan termasuk dalam kategori baik. Pada Gambar 25 ditunjukkan grafik yang menggambarkan perubahan nilai jitter pada skenario Diffserv.



Gambar 25. Grafik Jitter pada Skenario Diffserv

Dari Gambar 25 di atas, nilai yang didapat pada lama simulasi 100 *second* saat menggunakan 4 *user* didapat nilai sebesar 0.0000089 ms, menggunakan 8 *user* adalah sebesar 0 ms, dan saat menggunakan 12 *user* adalah sebesar 0.0000018 ms. Jika dibandingkan dengan lama waktu simulasi 200 *second* dan 300 *second* sangat terlihat perbedaan yang signifikan seperti yang dilihat pada grafik. Perbedaan nilai tersebut terjadi karena perbedaan besarnya paket data pada saat simulasi 200 *second* dan 300 *second*

d) Packet Loss

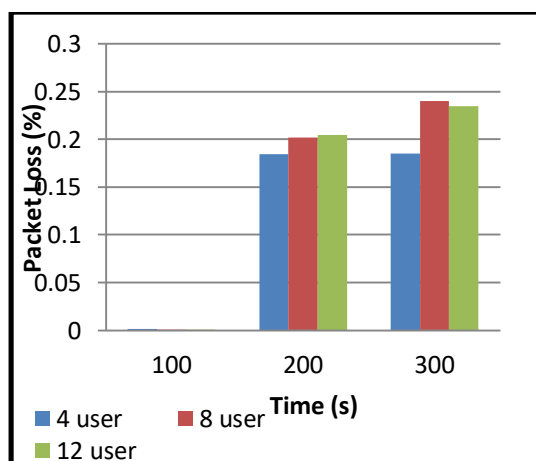
Untuk *packet loss* untuk *video conference* pada skenario *Diffserv* didapat hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai *Packet Loss* pada Skenario *Diffserv*

Waktu Simulasi	Rata-Rata <i>Packet Loss</i> (%)		
	4 User	8 User	12 User
100 s	0.0012	0.0009	0.0007
200 s	0.1842	0.2017	0.2044
300 s	0.1852	0.2405	0.2351

Nilai *packet loss* dari hasil yang didapatkan untuk waktu simulasi 100 *second*, 200 *second*, dan 300 *second* dengan menggunakan 4 *user*, 8 *user*, dan 12 *user* termasuk dalam kategori baik di mana nilai *packet loss* yang masih kurang dari 1 % termasuk dalam kategori baik. Dari tabel tersebut setiap user-nya memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu signifikan. Perbedaan nilai tersebut tidak dipengaruhi oleh banyaknya user melainkan lebih terlihat perbedaannya saat terjadi penambahan waktu simulasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses komunikasi untuk layanan *video conference* pada jaringan IMS - UMTS dapat berjalan dengan baik karena nilai *packet loss* yang dihasilkan kurang dari 1 % sehingga tidak banyak data yang hilang.

Pada Gambar 26 ditunjukkan grafik yang menggambarkan perubahan nilai *packet loss* untuk layanan *video conference* pada skenario *Diffserv*.



Gambar 26. Grafik *Packet Loss* pada Skenario *Diffserv*

Pada Gambar 26 untuk lama waktu 100 *second* didapatkan nilai *packet loss* yaitu sebesar 0.0012 % saat menggunakan 4 *user*, sebesar 0.0009 % saat menggunakan 8 *user*, dan sebesar 0.0007 % saat menggunakan 12 *user*. Jika dibandingkan dengan waktu simulasi 200 *second* dan 300 *second* pada gambar terlihat hasil yang signifikan.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil Simulasi skenario *Intserv* dan *Diffserv* pada penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan kelayakan jaringan IMS - IMS dan jaringan IMS - UMTS yang ditandai dengan didapatkannya nilai parameter QoS yang sesuai dengan standar ITU-T G.114. Sehingga proses komunikasi dengan menggunakan layanan *video conference* pada jaringan tersebut dapat berjalan dengan baik.

Pada skenario *Intserv* didapatkan nilai rata-rata terbesar untuk masing-masing parameter, yaitu untuk *throughput* sebesar 26.643 Mbit/s, *end-to-end delay* sebesar 233.069 ms, dan *jitter* sebesar 0.073 ms. Nilai *packet loss* pada skenario *Intserv* adalah kurang dari 1 %.

Pada skenario *Diffserv* didapatkan nilai rata-rata terbesar untuk masing-masing parameter, yaitu untuk *throughput* sebesar 8.484 Mbit/s, *end-to-end delay* sebesar 164.138 ms, dan *jitter* sebesar 0.488 ms dengan nilai *packet loss* yang didapat kurang dari 1 %.

B. Saran

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan interworking dengan teknologi yang lain, seperti : IMS - 4G/LTE, IMS – WIMAX. Untuk memberikan hasil analisa yang lebih baik dapat dilakukan dengan menggunakan Type of Service (ToS) atau DSCP yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rebecca Copeland, *Converging NGN Wireline and Mobile 3G Network with IMS*, Taylor & Francis Group, U.S.A, 2009
- [2] L. Wardhana, Alfin Hikmaturokhman, *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*, Jilid 1. https://www.academia.edu/8744637/4G_Handbook_Versi_Bahasa_Indonesia, 2014.
- [3] C. W. Hermawan, *Kupas Tuntas Teknologi WIMAX*. Semarang: Wahana Komputer, 2009.
- [4] D. C. Nurdiansyah, "Implementasi *Video Conference* Pada Jaringan HSUPA (*High Speed Uplink Packet Acces*) Dengan Media IPv6 Menggunakan Simulator," pp. 4–9, 2013.
- [5] K. Sambath, M. Abdurahman, and V. Suryani, "High Quality of Service Video Conferencing over IMS," no. June, pp. 470–476, 2016.
- [6] R. D. Cahyani, A. Hikmaturokhman, and E. F. Cahyadi, "Analisa Karakteristik Teori Antrian pada Jaringan IP Multimedia, 2015.

- [7] A. Wardita and I. Santoso, “Perbandingan Kinerja AM (Acknowledged Mode) Dan UM (Unacknowledged Mode) Sub-Layer RLC (Radio Link Control) Jaringan UMTS pada Trafik Layanan Aplikasi Menggunakan OPNET” *Transient*, vol. Vol. 2, 2013.
- [8] N. E. Fitriani, A. Hikmaturokhman, and E. F. Cahyadi, “Analisa Karakteristik Teori Antrian Pada Jaringan Universal Mobile Telecommunication System (UMTS),” pp. 1–13, 2015.
- [9] One-Way Transmission Time. ITU-T Recommendation G.114, (Mei, 2003).
- [10] Hadi, S,Z, Muhammad. *Pengukuran QoS (Quality of Service) Pada Streaming Server*. Modul Jarkom 2. Institut Teknologi Surabaya, 2016.