

**SISTEM MANAJEMEN *BANDWIDTH* PADA JARINGAN KOMUNIKASI
VOICE OVER INTERNET (VoIP) DENGAN METODE *LOAD BALANCING***

JURNAL SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

FAHAD ARWANI

NIM. 105060301111024 - 63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

SISTEM MANAJEMEN *BANDWIDTH* PADA JARINGAN KOMUNIKASI *VOICE OVER INTERNET PROTOCOL* (VoIP) DENGAN METODE *LOAD BALANCING*

Fahad Arwani¹, Wahyu Adi Priyono., Ir., M.Sc.², Sigit Kusmaryanto, Ir., M.Eng.²

¹ Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: arwanifahad08@gmail.com

Abstrak - VoIP memiliki daya tarik tersendiri jika dibandingkan dengan POTS (*Plain Old Telephone Service*), VoIP dapat diimplementasikan dengan biaya lebih murah. Melihat permasalahan ini, maka dilakukan penelitian tentang pembangunan sistem VoIP pada jaringan LAN (*Local Area Network*). Sementara itu, sistem manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dengan teknik *load-balancing* merupakan proses pengaturan *bandwidth* untuk mendukung kebutuhan layanan jaringan. Hasil analisis penerapan sistem ini membuktikan bahwa pembagian kapasitas *bandwidth* menyebabkan perbedaan nilai *packet loss*, *delay end-to-end*, dan *throughput* sistem. Nilai *packet loss* yang paling kecil menggunakan teknik *load-balancing* dengan alokasi *bandwidth* 2Mbps adalah 0.4217% dan *packet loss* paling besar tanpa menggunakan teknik *load-balancing* dengan alokasi *bandwidth* 256 kbps adalah 2.28909%. Nilai *delay end-to-end* paling kecil menggunakan teknik *load-balancing* dengan alokasi *bandwidth* 2Mbps adalah 0.004 ms dan *delay end-to-end* paling besar tanpa menggunakan *load-balancing* dengan alokasi *bandwidth* 256 kbps adalah 0.032 ms. Pengaturan sistem manajemen *bandwidth* ini menghasilkan *throughput* yang terkontrol sesuai dengan alokasi *upload* dan *download* yang diberikan oleh *administrator*.

Kata Kunci - *load-balancing*, *packet loss*, *delay end-to-end*, *throughput*

I. PENDAHULUAN

Voice over Internet Protocol (VoIP) yang muncul sebagai alternatif untuk telepon umum biasa. Penyedia jasa layanan telepon IP bergerak dengan cepat dari penyebaran skala rendah *bypassing* tol kepada layanan *carrier* kompetitif skala besar. Hal ini memberikan jaringan perusahaan kesempatan dan pilihan mendukung solusi jaringan tunggal lebih murah daripada beberapa jaringan yang terpisah. Penyebaran suara melalui paket jaringan mengalami pertumbuhan yang luar biasa selama empat tahun terakhir. Jumlah pelanggan VoIP di seluruh dunia mencapai 38 juta pada akhir tahun 2006 dan diproyeksikan bahwa akan ada sekitar 250 juta pada akhir tahun 2011^[1].

Pada penelitian yang berjudul "*Implementasi Voice-over-IP di Universitas Indonesia: Studi*

Kasus Fakultas Ilmu Komputer"^[2] telah dilakukan perancangan, implementasi dan pengujian terhadap sistem VoIP. VoIP diimplementasikan pada jaringan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia (Fasilkom UI). Penelitian ini menghasilkan dokumen perancangan sistem VoIP untuk Fasilkom UI serta berhasil melakukan implementasi. Aplikasi sistem client VoIP dapat juga digunakan sebuah *User Interface* yang akan menangani panggilan atau registrasi nomor baru^[3].

Sementara itu, sistem manajemen *bandwidth* merupakan proses pengaturan *bandwidth* yang tepat untuk masing-masing *client* pada sistem jaringan internet yang mendukung kebutuhan aplikasi layanan internet.

Pengimplementasian manajemen *bandwidth* diatur melalui pengalokasian kecepatan *upload* dan *download* pada masing-masing alamat IP *client* secara *sentralisasi* menggunakan *router mikrotik*. Dengan demikian, jika ada *client* yang mengakses internet membutuhkan kapasitas *bandwidth* yang besar, maka *client* lain tidak akan terganggu, karena masing-masing *client* sudah mempunyai kapasitas *bandwidth* masing-masing yang dapat dipakai untuk mengakses internet.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis performansi sistem manajemen *bandwidth* menggunakan metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dengan teknik *load-balancing* sebagai langkah manajemen di sisi *broadband*-nya terhadap beberapa parameter diantaranya: *packet loss*, *delay end-to-end*, dan *throughput* sistem. Pengambilan dan pengujian data menggunakan *software queue statistics* dan *software network analyzer wireshark*.

Perancangan pada penelitian menggunakan empat buah komputer sebagai *client*, satu buah *router mikrotik*, dan satu buah *switch* yang terhubung menggunakan kabel UTP dengan topologi star, serta seperangkat komputer *server*. Pengujian di sisi *client* menggunakan layanan aplikasi TCP/IP versi 4 kelas C pada

jaringan internet dengan layanan aplikasi internet yang dikaji adalah ftp (*file transfer protocol*). Pembatasan kapasitas *bandwidth* yang telah ditentukan *router* menggunakan *software WinBox* teknik antrian *queue tree* pada masing-masing alamat IP *client*. Penelitian ini hanya membahas bagaimana mengatur alokasi *bandwidth* dari trafik yang akan dikirimkan dari *router* menuju komputer *client*.

Dasar teori ini dibahas adalah tentang *Voice over Internet Protocol*, QoS.

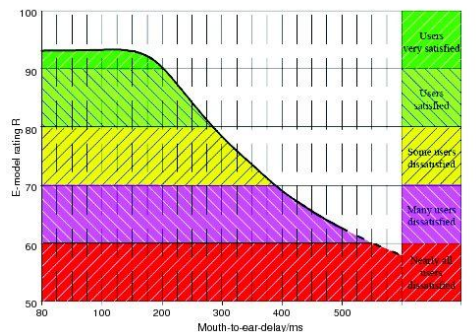
A. Voice over Internet Protocol (VoIP)

Voice over Internet Protocol (biasa juga disebut VoIP, *IP Telephony*, *Internet telephony*, atau *Digital Phone*) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data, dan bukan lewat sirkuit analog seperti telepon biasa^[4]. VoIP dapat diimplementasikan pada jaringan LAN (*Local Area Network*) dan WLAN (*Wireless Local Area Network*)^[5].

B. Parameter Kinerja Jaringan

Quality of Service (QoS) adalah performansi yang menentukan derajat kepuasan pengguna terhadap *service* yang diberikan oleh jaringan berdasarkan parameter-parameter. Pada penelitian digunakan parameter *packet loss*, *delay end to end*, dan *throughput* dari sisi pengguna untuk menentukan QoS^[6].

1. Delay End to End



Gambar 1.1 Delay End-to-end

(Sumber: www.cisco.com)

Protokol ITU-T G.114 untuk komunikasi *realtime* pada jaringan menyarankan *latency* 150 ms dan masih memungkinkan sampai jarak hampir 24.000 km atau 15.000 mil sebagaimana pula untuk *delay* propagasi (yang kira-kira mencapai 60 % dari lingkaran bumi). Bahkan untuk skenario terburuk secara teoritis (untuk panjang persis setengah lingkaran bumi) hanya akan dibutuhkan 126 ms waktu keterlambatan^[7].

Tabel 1.1 Kategori Kualitas Delay

| Kategori | Delay |
|------------------------|-----------------|
| Bagus | 0 - 150 ms |
| Cukup, Dapat ditolerir | 150 ms – 400 ms |
| Buruk | >400 ms |

(Sumber: ITU G.114, 2011)^[8]

Delay end-to-end ditentukan berdasarkan arsitektur sistem dan merupakan penjumlahan semua *delay* yang ada dalam perjalanan paket dari sumber ke tujuan, yang disebut *delay* jaringan (t_{network})

$$t_{\text{end-to-end}} = t_{\text{coder}} + t_{\text{jaringan}}$$

2. Throughput

Throughput adalah jumlah rata-rata paket yang sukses diterima atau dikirimkan oleh saluran penerima atau pemancar per detik. Throughput merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kinerja dari suatu sistem komunikasi data

$$\lambda = \frac{\text{jumlah paket data benar yang diterima}}{t_v}$$

3. Packet Loss

Packet loss adalah jumlah paket IP yang hilang selama proses transmisi dari source menuju destination. Salah satu penyebab packet loss adalah antrian yang melebihi kapasitas buffer pada setiap node. Beberapa penyebab terjadinya *packet loss*, yaitu *congestion*, *node* yang bekerja melebihi kapasitas *buffer*, memori yang terbatas pada *node* dan *policing*.

Tabel 1.2 Tabel Kategori Packet loss

| Kategori | Packet loss |
|--------------|-------------|
| Sangat Bagus | 0 % |
| Bagus | 0 % – 3 % |
| Sedang | 3 % - 15 % |
| Buruk | 15 % - 25 % |

(Sumber: TIPON, 2012)

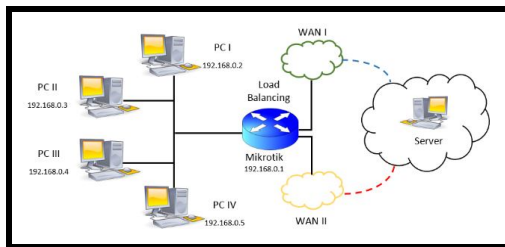
$$\text{Packet loss (\%)} = \frac{N_{\text{packet loss}}}{N_{\text{packet}}} \times 100\%$$

II. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian meliputi pengambilan data (data sekunder dan data primer), analisis data, pengolahan data, pembahasan dan hasil dan penarikan kesimpulan. Penelitian mengkaji layanan *Voice over Internet Protocol* (VoIP) pada jaringan WLAN.

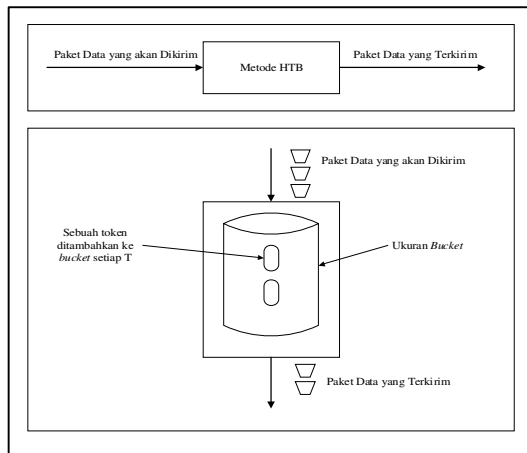
Data-data yang diperlukan dalam kajian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data sekunder bersumber dari jurnal ilmiah, skripsi, buku, internet dan forum-forum resmi yang membahas WLAN. Data sekunder juga menghasilkan data perhitungan nilai-nilai parameter (*delay end to end*, *packet loss* dan *throughput*) melalui pendekatan teoritis.

Data primer didapatkan dari hasil pengamatan nilai-nilai parameter kinerja jaringan (*delay end-to-end*, *packet loss*, dan *throughput*) menggunakan *wireshark* pada sisi pengguna. Rancangan konfigurasi perangkat ditunjukkan dalam blok diagram pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Rancangan Konfigurasi Jaringan

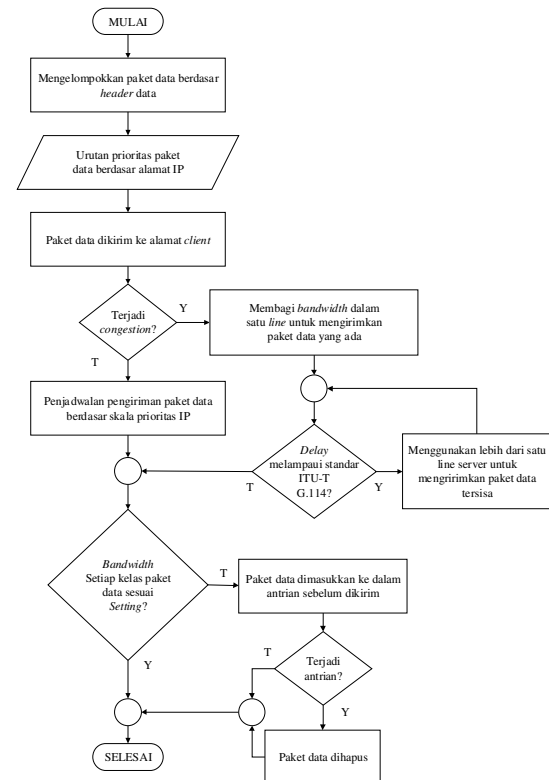
Data hasil pengamatan digunakan sebagai bahan pembahasan. Pembahasan dilakukan dengan membandingkan nilai *delay end to end*, *packet loss*, dan *throughput*.



Gambar 2.2 Ilustrasi Sistem Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)

Berpatokan pada model arsitektur manajemen *bandwidth* jaringan metode

Hierarchical Token Bucket (HTB) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.2, peneliti melakukan rekayasa pada sisi *bucket*. Ketika alokasi *bandwidth* dinilai akan melampaui batas (*overlimit*), maka segera akan dilakukan pemindahan jalur pengiriman data menuju alamat yang diinginkan. Mekanisme ini dilakukan dengan metode *load-balancing* sebagai metode utamanya. *Load-balancing* sendiri adalah didefinisikan sebagai proses dan teknologi yang mendistribusikan lalu lintas situs antara beberapa server dengan menggunakan perangkat berbasis jaringan. Perangkat ini meng-*intercept* lalu lintas yang ditujukan kepada sebuah situs dan mengalihkan lalu lintasnya ke berbagai server. Proses *Load-balancing* ini benar-benar transparan kepada pengguna akhir. Sering ditemui ada puluhan atau bahkan ratusan server yang beroperasi di belakang URL tunggal. Pengalihan jalur pengiriman data ini bertujuan untuk memperbesar nilai efisiensi pada sisi kecepatan pelayanan terhadap *client* (μ). Adapun proses berjalannya mekanisme ini dapat dilihat pada flowchart Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Flowchart Sistem Manajemen Bandwidth

III. PEMBAHASAN DAN HASIL

Pembahasan yang dilakukan meliputi perancangan, instalasi, pengujian hingga

analisis kualitas layanan *Voice over Internet Protocol* (VoIP).

1. Pengujian

Pengujian dilakukan 2 tahap, yakni pengujian koneksi dan pengujian *conference*. Pengujian koneksi dilakukan untuk mengetahui koneksi antara server hingga pengguna. Hasil pengujian koneksi ditampilkan Gambar 3.1.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\NOMJAR>ping 172.20.17.19

Pinging 172.20.17.19 with 32 bytes of data:
Reply from 172.20.17.19: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 172.20.17.19: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 172.20.17.19: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 172.20.17.19: bytes=32 time=1ms TTL=64

```

Gambar 3.1 Hasil Uji Koneksi

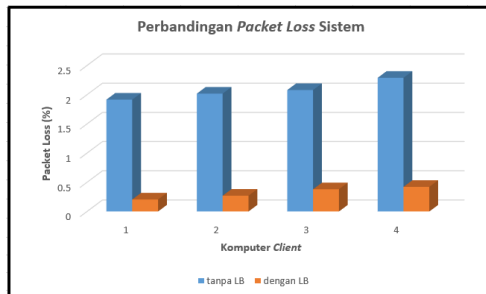
Koneksi antara server dan pengguna telah terhubung. Hal ini dibuktikan dengan perintah **PING** berfungsi untuk menguji instalasi alamat IP yang digunakan pada suatu perangkat *host* sudah terhubung dengan *host* lain dengan jalur yang benar dengan cara mengirimkan paket uji dan menerima kembali paket uji tersebut dengan jangka waktu tertentu ke *host* penguji.

Pengujian *Voice Over Internet Protocol* (VoIP) melalui WLAN bertujuan untuk mengetahui layanan *Voice Over Internet Protocol* (VoIP) dari server baik atau tidak.

2. Hasil

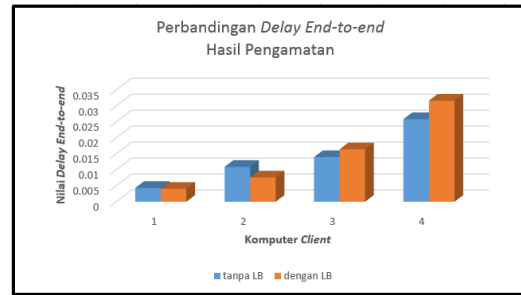
QoS (*Delay End to End*, *Throughput*, *Packet Loss*)

Data hasil pengamatan dan pengukuran menunjukkan nilai-nilai parameter *delay end-to-end*, *packet loss* dan *throughput* berdasarkan hasil pengamatan langsung menggunakan *Wireshark*.

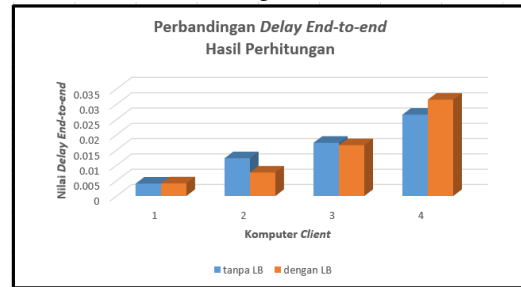


Gambar 3.2 Grafik Perbandingan *Packet Loss*

Gambar 3.2 menunjukkan perbandingan nilai *Packet Loss* hasil pengamatan yang merupakan perbandingan dari system dengan *load-balancing* dan tanpa *load-balancing*.

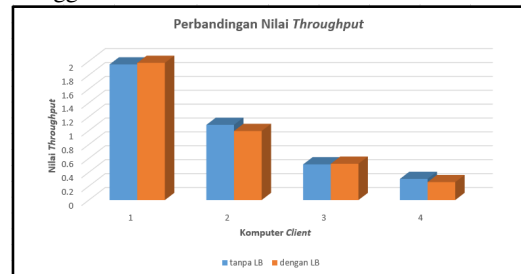


Gambar 3.3 Perbandingan *Delay End-to-end* Hasil Pengamatan



Gambar 3.4 Perbandingan *Delay End-to-end* Hasil Perhitungan

Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 menunjukkan perbandingan *Delay End-to-end* dari hasil pengamatan dan hasil perhitungan menggunakan *Wireshark*



Gambar 3.5 Perbandingan *Throughput*

Gambar 3.5 menunjukkan nilai *throughput* yang berdasarkan hasil perhitungan dan hasil simulasi dengan menggunakan *wireshark*

Dari hasil yang ditunjukkan gambar, dapat diketahui bahwa:

- Terdapat perbedaan nilai parameter pada hasil *Packet Loss* antara *bandwidth* tanpa menggunakan *Load-balancing* dengan yang menggunakan *Load-balancing*.
- Hasil pengamatan dengan hasil perhitungan pada sisi *Delay End-to-end* memiliki perbedaan karena faktor C (kecepatan proses) yang dimana kecepatan proses pada perhitungan digunakan asumsi standar yang sudah ada, sedangkan pada pengamatan, kecepatan proses yang terjadi sesuai

aspek perangkat yang digunakan.

- Perbedaan jumlah data yang terjadi adalah karena pada sisi pengamatan *Wireshark* menghitung QoS berdasarkan per paket data, sedangkan pada perhitungan berdasarkan keseluruhan paket data.

IV. KESIMPULAN

1. Konfigurasi sistem *Voice over Internet Protocol* (VoIP) pada jaringan *Local Area Network* (LAN) telah berhasil dibangun. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil pengujian untuk koneksi maupun komunikasi *voice call*.
2. Hasil perhitungan dari penangkapan data primer *statistics winbox* nilai *packet loss* tanpa teknik *load-balancing* paling besar adalah 2.2891% pada Komputer *Client* 4 dan paling kecil adalah 1.9157088% pada Komputer *Client* 1. Sedangkan dengan teknik *load-balancing* nilai *packet loss* paling besar adalah 0.4217% pada Komputer *Client* 4 dan nilai paling kecil adalah 0.2055197% pada Komputer *Client* 1.
3. Hasil perhitungan nilai *packet loss* rata-rata pada kedua teknik baik dengan maupun tanpa menggunakan teknik *load-balancing* berkisar antara 0 - 3%. Berdasarkan rekomendasi *packet loss* dari TIPHON, 2012 maka sistem manajemen bandwidth prioritas alamat IP *client* dengan teknik *load-balancing* dapat diaplikasikan dalam sistem jaringan.
4. Hasil perhitungan nilai *delay end-to-end* tanpa teknik *load-balancing* paling lama adalah 0.027 ms pada Komputer *Client* 4 dan paling cepat sebesar 0.004 ms pada Komputer *Client* 1, sedangkan pada manajemen *bandwidth* dengan menggunakan teknik *load-balancing* nilai paling lama adalah 0.031 ms pada Komputer *Client* 4 dan nilai paling cepat adalah 0.004 ms pada Komputer *Client* 1.
5. Hasil penangkapan data primer *network analyzer wireshark* didapatkan nilai *delay end-to-end* pada sistem tanpa menggunakan teknik *load-balancing* paling lama adalah 0.026 ms pada Komputer *Client* 4 dan paling cepat adalah 0.004 ms pada Komputer *Client* 1, sedangkan pada sistem dengan menggunakan teknik *load-balancing* nilai paling lama sebesar 0.032 ms pada

Komputer *Client* 4 dan nilai paling cepat sebesar 0.004 ms pada Komputer *Client* 1.

6. Kualitas layanan *voice call* berdasarkan parameter *packet loss*, *delay end to end*, dan *throughput* memiliki perbedaan nilai untuk hasil pengamatan dan hasil perhitungan. Perbedaan nilai parameter terjadi karena faktor kecepatan proses dari sisi pengamatan dan perhitungan
7. Kualitas performansi layanan *voice call* pada jaringan *Local Area Network* (WLAN) adalah sesuai dengan standar ITU-T G.114 untuk *delay (delay end to end < 100 ms)*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahson, Syed A., Ilyas, Mohammad. 2009. *VoIP Handbook Applications, Technologies, Reliability, and Security*. Boca Raton: CRC Press.
- [2] Muharisa, F. 2005. *Implementasi Voice-over-IP di Universitas Indonesia: Studi Kasus Fakultas Ilmu Komputer*. Depok: Tugas Akhir Universitas Indonesia.
- [3] Aribagyo, H. 2011. *Pembangunan Aplikasi Softphone Pada Jaringan VoIP Berbasis SIP Menggunakan Sistem Operasi Android*. Surabaya: Tugas Akhir Institute Teknologi Sepuluh November.
- [4] Astriani, Dwiarum. 2013. *Teknologi VoIP*. (Online). (<http://ilmukomputer.org/2013/01/31/teknologi-voip/>, diakses tanggal 12 Januari 2015)
- [5] Setiawan, Hendra. 2011. *Rancang Bangun Sistem Telekomunikasi VoIP pada Jaringan FTI UII (Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia)*. Yogyakarta: Tugas Akhir Universitas Islam Indonesia.
- [6] ITU-T Study Group 12. 2001. Recommendation G.117 - End User Multimedia QoS Categories. (Online). (<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010-200111-I/en>, diakses tanggal 19 November 2014).
- [7] ITU-T. 2011. *Realtime Speech Quality versus Latency*. (Online). (www.cisco.com, diakses tanggal 17 Januari 2015)
- [8] ITU-T. 2003. Recommendation ITU-T G.114: One-Way Transmission Time. (Online). (<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-I/en>, diakses tanggal 19 November 2014).