

## **Performansi Jaringan VoIP Terhadap Peningkatan Pengguna Pada Variasi Bandwidth Menggunakan GNS 3 dan Wireshark**

**Alisya Alifah<sup>1</sup>, Antrisha Daneraici Setiawan<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)  
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531  
*alisyaalifah94@gmail.com<sup>1</sup>, antrisha.daneraici@unjani.ac.id<sup>2</sup>*

### **Abstract**

*Voice over Internet Protocol (VoIP) is a communication technology that is able to send voice packets by utilizing the internet protocol on a packet-switch basis in real-time. The use of the internet causes VoIP quality to be dependent on the number of users accessing it and the bandwidth capacity used. When the number of users is large, while the bandwidth capacity used is small, it causes the quality of communication decrease. One of the method to measure the internet network quality is using the Quality of Service parameter. The study was conducted by simulating a VoIP network created using Graphic Network Simulator 3 as the network simulator, Asterisk as the server and Trinity SIP Tester as the client. Five scenarios were made based on the number of users during peak hours, namely 10, 15, 20, 25, and 30 by using bandwidth variations of 512 Kbps, 5 Mbps, 10 Mbps, and 15 Mbps. The simulated QoS parameters are throughput, delay, packet loss and jitter. These four parameters are classified according to the TIPHON standard to determine the quality of a simulated VoIP network. Based on the results of the VoIP simulation conducted, the highest throughput value is obtained 4399 Kbps which is obtained when the user gets 30 using a bandwidth of 10 Mbps. Delay value of 19,06 ms and compilation using a bandwidth of 15 Mbps the number of users 20. Jitter value of 19,06 ms is obtained when the VoIP network is filled with as many as 20 users using the bandwidth of 15 Mbps. The biggest percentage of packetloss occurs on the bandwidth of 512 Kbps, while the user who has to replace 30 is 77,29%. Bandwidth recommendations based on the TIPHON standart, to accommodate 10 users can use 512 Kbps bandwidth, with the value jitter, delay, throughput, and packetloss in good category, when users 15-30, users use 5 Mbps.*

**Keywords :** *Times new roman 10 ,italic , six word, important term only*

### **Abstrak**

*Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah sebuah teknologi komunikasi yang mampu mengirimkan paket suara dengan memanfaatkan internet protocol dengan basis packet-switch secara real-time. Penggunaan internet menyebabkan kualitas VoIP akan sangat tergantung pada jumlah pengguna yang mengakses dan kapasitas bandwidth yang digunakan. Ketika jumlah pengguna besar, namun kapasitas bandwidth yang digunakan kecil maka kualitas komunikasi menurun. Salah satu cara untuk mengukur kualitas jaringan internet adalah menggunakan parameter Quality of Service. Penelitian dilakukan dengan melakukan simulasi jaringan VoIP yang dibuat menggunakan Graphic Network Simulator 3 sebagai simulator jaringan, Asterisk sebagai server dan Trinity SIP Tester sebagai client. Dibuat 5 skenario berdasarkan jumlah pengguna saat jam sibuk yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 dengan menggunakan variasi bandwidth sebesar 512 Kbps, 5 Mbps, 10 Mbps, dan 15 Mbps. Parameter QoS yang disimulasikan adalah throughput, delay, packetloss dan jitter. Keempat parameter tersebut diklasifikasikan berdasarkan standar TIPHON untuk menentukan kualitas dari jaringan VoIP yang disimulasikan. Berdasarkan hasil simulasi VoIP, nilai throughput tertinggi berkisar 4399 Kbps yang didapatkan saat pengguna berjumlah 30 dengan menggunakan bandwidth 10 Mbps. Delay terkecil bernilai 19,06 ms d ketika menggunakan bandwidth 15 Mbps jumlah pengguna 20. Jitter terkecil yakni 19,06 ms didapatkan saat jaringan VoIP melayani sebanyak 20 pengguna menggunakan bandwidth 15 Mbps. Persentase packetloss terbesar terjadi ketika bandwidth bernilai 512 Kbps, sedangkan pengguna yang harus dilayani berjumlah 30 yaitu 77,29%. Rekomendasi bandwidth berdasarkan standar TIPHON, untuk mengakomodasi 10 pengguna dapat menggunakan bandwidth 512 Kbps, dengan nilai jitter, delay, throughput, dan packetloss berada pada kategori baik, sedangkan saat pengguna berkisar 15-30 direkomendasikan menggunakan bandwidth 5 Mbps.*

**Kata kunci :** *Bandwidth, QoS, TIPHON, VoIP*

## I. PENDAHULUAN

Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah sebuah teknologi komunikasi yang mampu mengirimkan paket suara dengan memanfaatkan *internet protocol* dengan basis *packet-switch* secara *real-time*, dengan kata lain teknologi VoIP sangat bergantung pada jaringan internet untuk pengoperasiannya [1]. Hal inilah yang menyebabkan komunikasi VoIP dalam kenyataannya akan mengalami gangguan jika jumlah pengguna dan kapasitas *bandwidth* pada jaringan tidak sepadan. Untuk menangani permasalahan tersebut, perlu dibuat analisa mengenai *QoS* jaringan VoIP yang meliputi *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput* sesuai dengan standar TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks*). Salah satu faktor yang menentukan kualitas *QoS* jaringan VoIP adalah infrastruktur jaringan dan teknik pentransmisi yang digunakan dalam komunikasi tersebut [2].

Selain infrastruktur dan teknik pentransmisi yang digunakan, faktor utama dalam sebuah komunikasi adalah *bandwidth*. *Bandwidth* merupakan lebar pita komunikasi yang berada di antara saluran komunikasi yang diukur dalam satuan *bits per second* [3]. Ketersediaan *bandwidth* pada komunikasi VoIP sangat mempengaruhi besaran nilai *QoS* yang didapat dan menentukan layak tidaknya kualitas dari suatu jaringan komunikasi. Ketika kebutuhan *bandwidth* jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan besaran *bandwidth* yang tersedia, maka kualitas komunikasi tersebut akan menurun [4].

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas jaringan VoIP yaitu penambahan jumlah pengguna pada jaringan, penggunaan jenis *softphone*, banyaknya aplikasi yang digunakan oleh pengguna, jaringan internet yang tidak stabil dan apabila VoIP dipasang pada sebuah jaringan LAN yang telah ada sebelumnya, ketika terjadi penyambungan beberapa LAN yang baru dihubungkan dan trafik data pada LAN meningkat, hal ini pun akan mempengaruhi kualitas *QoS* dari VoIP [5].

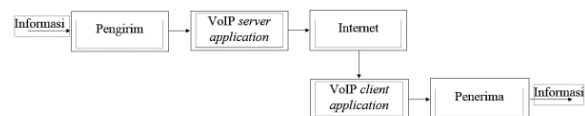
Pada penelitian ini akan dibuat simulasi jaringan VoIP menggunakan *Graphic Network Simulator 3* sebagai simulator jaringan [6], *Asterisk* sebagai server VoIP [7] dan *Trinity SIP Tester* sebagai *client* VoIP [8]. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan *Quality of Service (QoS)* yang terdiri dari parameter *delay*, *packetloss*, *jitter* dan *throughput* dengan menggunakan jumlah pengguna

dan kapasitas *bandwidth* yang bervariasi. Sehingga dapat melakukan rekomendasi *bandwidth* yang dapat digunakan untuk jumlah pengguna tertentu sesuai dengan standar TIPHON.

## II. METODE

### A. Diagram blok VoIP

Informasi berupa suara akan dikirim oleh pengirim menuju penerima. Sebelum melewati media transmisi yang menggunakan teknologi internet, informasi akan masuk terlebih dahulu ke VoIP *Server Application*. VoIP *Server application* yang digunakan adalah *Linux Ubuntu*. Internet berperan sebagai media transmisi yang diatur menggunakan internet protocol. Pengaturan dilakukan menggunakan alamat IP yang berbeda antara pengirim dan penerima sehingga dapat mencegah kesalahan transfer data. VoIP *client application* diaplikasikan menggunakan aplikasi *SIP Tester*. Sebelum melakukan konfigurasi pada *SIP Tester*, dilakukan terlebih dahulu pengujian pada *Zoiper Classic* untuk memastikan bahwa jaringan VoIP yang dibuat telah terkoneksi. Koneksi antara pengirim dan penerima dapat dipantau menggunakan *wireshark*. Diagram blok VoIP yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok VoIP

### B. Parameter QoS

#### 1) Delay

*Delay* atau waktu tunda adalah waktu yang dibutuhkan data untuk terkirim dari pengirim ke penerima. Kategori *delay* menurut TIPHON seperti pada Tabel 2.

TABEL 1. KATEGORI DELAY

Nilai Delay (ms)	Kategori
0 – 150	Sangat Baik
150 – 300	Baik
300 – 450	Sedang
> 450	Buruk

#### 2) Jitter

*Jitter* adalah berupa variasi nilai *delay* adalah rentang waktu antara saat pengiriman paket dan saat paket tersebut diterima di tujuan. *Jitter* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain ketika jumlah pengguna meningkat secara tiba-tiba,

**Performansi Jaringan VoIP Terhadap Peningkatan Pengguna**  
(Alisya Alifah, Antrisha Daneraici Setiawan : 107 - 111)

sedangkan kapasitas *bandwidth* kecil sehingga menimbulkan antrian dalam jaringan tersebut. Kategori *jitter* menurut standar TIPHON seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. KATEGORI JITTER

Nilai <i>Jitter</i> (ms)	Kategori
0	Sangat Baik
0 - 75	Baik
75 - 125	Sedang
125 - 225	Buruk

3) *Packet Loss*

*Packetloss* merupakan salah satu parameter QoS yang berisi total paket yang hilang saat proses pengiriman data. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan total *packetloss* besar dalam suatu proses pengiriman data, yaitu ketika pengguna pada suatu jaringan terlalu banyak yang menyebabkan kualitas jaringan tersebut menurun. Kategori *packetloss* menurut standar TIPHON seperti pada Tabel 3.

TABEL 3. KATEGORI PACKETLOSS

Nilai <i>Packetloss</i> (%)	Kategori
0	Sangat Baik
0 - 3	Baik
4 - 15	Sedang
16 - 25	Buruk

4) *Throughput*

*Throughput* merupakan perbandingan antara jumlah kedatangan paket dalam suatu jaringan pada satu waktu yang berhasil diamati dalam suatu proses pengiriman data dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengamatan. *Throughput* dicari untuk menentukan kecepatan pengiriman data sesungguhnya yang dinyatakan dalam satuan *bits per second* (bps). Rumus mencari nilai *throughput* ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Throughput = \frac{\text{paket\_diterima}}{\text{waktu\_pengamatan}} \quad (1)$$

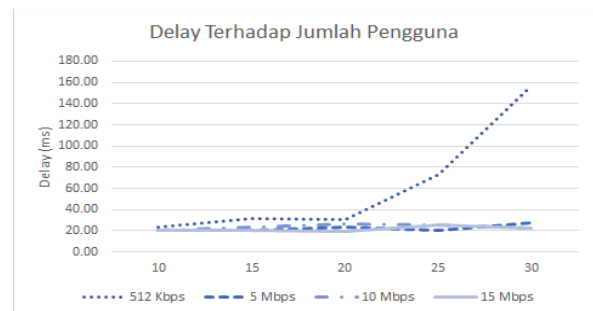
III. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil simulasi VoIP yang dilakukan menggunakan GNS 3 sebagai simulator, Asterisk sebagai server, dan Trinity SIP Tester didapatkan hasil grafik *delay*, *jitter*, *packetloss*, dan *throughput*.

A. Hasil Simulasi *Delay*

Grafik Antara *delay* dan jumlah pengguna berdasarkan variasi *bandwidth* ditunjukkan pada gambar 2. Hasil simulasi yang didapatkan untuk parameter *delay* saat kapasitas *bandwidth* 512

Kbps adalah nilai *delay* terus meningkat saat pengguna berjumlah 10 sampai 30, dengan titik terendah saat *delay* bernilai 23,22 ms saat pengguna berjumlah 10 dan titik tertinggi ketika pengguna berjumlah 30 dengan *delay* 156,59 ms. Jumlah pengguna 10 – 20 yang menggunakan *bandwidth* 5 Mbps mengalami kenaikan nilai *delay* sebesar 3,61 ms dari nilai *delay* awal 20,03 ms ke 23,64 ms. Lalu mengalami penurunan saat pengguna berjumlah 25 dengan selisih 3,44 ms dan kembali mengalami kenaikan yang cukup signifikan ketika pengakses berjumlah 30 dengan nilai 27,63 ms. *Bandwidth* 10 Mbps mengalami kenaikan dan penurunan seperti yang terjadi pada saat pengguna berjumlah 15 yang mengalami kenaikan sekitar 3,62 ms jika dibandingkan nilai dengan *delay* sebelumnya, lalu *delay* menurun kembali di angka 25,14 ms saat jumlah pengguna 25. *Delay* baru mengalami penurunan saat pengguna berjumlah 30 dengan nilai *delay* 22,91 ms. *Delay* yang dihasilkan pada *bandwidth* 15 Mbps, cenderung stabil dengan kisaran 19,96 ms – 20,17 ms. Namun *delay* mengalami kenaikan ketika pengguna berjumlah 20 dengan nilai 25,62 ms dan kembali menurun di pengguna 30 dengan selisih 3,1 ms. Apabila berpedoman pada standar TIPHON, *delay* yang dihasilkan terbagi menjadi dua kategori, yaitu sangat baik saat menggunakan *bandwidth* 5 Mbps – 15 Mbps dengan rentang nilai 19-27 ms dan berada pada kategori baik saat menggunakan *bandwidth* 512 Kbps dengan rentang nilai 23-156,59 ms.

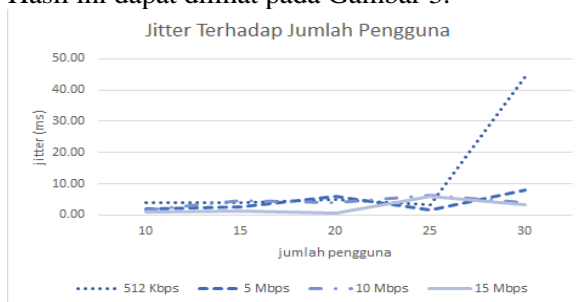


Gambar 2. Grafik *delay* terhadap jumlah pengguna dengan variasi *bandwidth*

B. Hasil Simulasi *Jitter*

Berdasarkan pengujian *jitter* hasil yang didapatkan adalah saat menggunakan *bandwidth* sebesar 512 Kbps *jitter* terus mengalami kenaikan saat pengguna berjumlah 10-20. Grafik mengalami sedikit penurunan dengan selisih 0,87 ms jika dibandingkan dengan nilai *jitter* sebelumnya dan kembali mengalami kenaikan yang sangat signifikan disaat jumlah pengguna 30 dengan *jitter* bernilai 44,35 ms. Begitupun pada *bandwidth* 5 Mbps, 10 Mbps dan 15 Mbps. Setiap *bandwidth* mengalami fluktuatif pada setiap

jumlah penggunaanya. Seperti pada *bandwidth* 5 Mbps, *jitter* mengalami kenaikan sampai kisaran pengguna 20. Lalu mengalami penurunan saat pengguna berjumlah 25 dengan *jitter* 1,49 ms lalu kembali naik di angka 7,93 ms saat pengguna berjumlah 30. Pada *bandwidth* 10 Mbps, terjadi kenaikan dari jumlah pengguna 10 ke pengguna berjumlah 15 dengan nilai *jitter* sebesar 4,59 ms. Pada jumlah pengguna 20 *jitter* mengalami penurunan dengan selisih 0,55 ms dan mengalami kenaikan kembali pada 25 pengguna dengan nilai 6,43 ms serta menurun kembali di angka 3,88 ms untuk jumlah pengguna 30. Perubahan terbesar terjadi ketika adanya peningkatan nilai *jitter* saat jumlah pengguna sebanyak 25 dengan besaran 5,95 ms. Apabila berpedoman pada standar TIPHON, *jitter* yang dihasilkan termasuk ke dalam kategori baik dengan rentang nilai lebih besar dari 0 namun masih lebih kecil dari 75 ms. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 3.

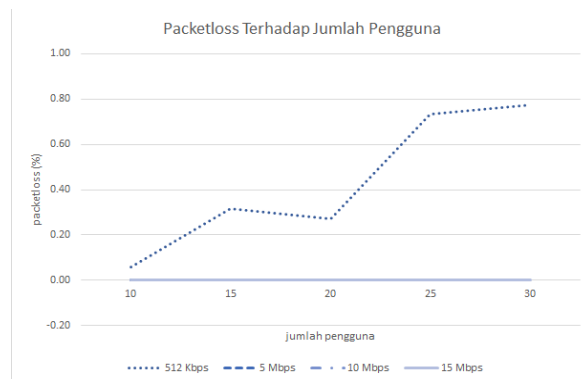


Gambar 3. Grafik *jitter* terhadap jumlah pengguna dengan variasi *bandwidth*

### C. Hasil Simulasi *packetloss*

Hasil pengujian *packetloss* dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil yang didapatkan adalah saat menggunakan *bandwidth* 512 Kbps, grafik *packetloss* cenderung mengalami kenaikan yang signifikan dari setiap jumlah penggunaanya. Titik terendah *packetloss* berada pada saat pengguna berjumlah 10 dengan persentase 5,95%, lalu mengalami kenaikan yang signifikan ke 31,49% saat jumlah pengguna yang menggunakan aplikasi 15. *Packetloss* mengalami sedikit penurunan di jumlah 20 pengguna dengan selisih persentase 4,33%. Namun kembali mengalami kenaikan yang sangat signifikan dengan selisih 46,22% di angka 25 pengguna. Kenaikan terus menanjak hingga mencapai 77,29% untuk pengguna berjumlah 30. Kapasitas *bandwidth* 5 Mbps, 10 Mbps dan 15 Mbps persentase *packetloss* berada pada angka 0% untuk keseluruhan jumlah pengguna. Dengan kata lain tidak terjadi paket hilang yang menandakan seluruh paket komunikasi berhasil dikirimkan dari pengirim ke penerima. Apabila berpedoman pada standar TIPHON *packetloss* yang dihasilkan pada jaringan VoIP dengan besaran jumlah pengguna dan kapasitas *bandwidth* yang bervariasi adalah

*packetloss* dibagi menjadi dua kategori yaitu berada pada kategori buruk saat menggunakan *bandwidth* 512 Kbps dengan kisaran nilai persentase diatas 25%. Sedangkan *packetloss* pada kapasitas *bandwidth* 5 Mbps, 10 Mbps dan 15 Mbps berada pada kategori sangat baik dengan jumlah keberhasilan pengiriman paket 100 % dan persentase *packetloss* sebesar 0%.

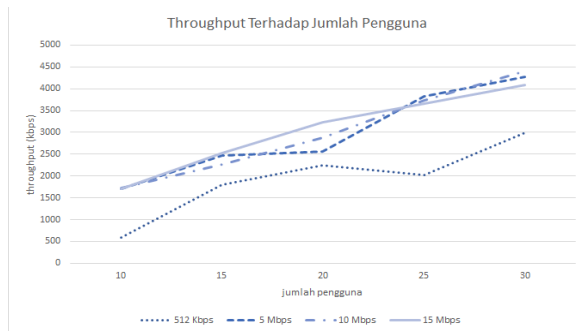


Gambar 4. Grafik *packetloss* terhadap jumlah pengguna dengan variasi *bandwidth*

### D. Hasil Simulasi *Throughput*

Pada hasil simulasi *throughput*, hasil yang didapatkan terlihat pada Gambar 5. Ketika pengguna berjumlah 10 dengan *bandwidth* 512 Kbps grafik berada pada titik terendah. Grafik menaik secara signifikan saat pengguna berjumlah 10-15 dengan selisih 1206 Kbps. Ketika pengguna berkisar 16 sampai 24 pengguna grafik terus mengalami kenaikan meskipun tidak signifikan. Namun saat pengguna berjumlah 25-29, *throughput* mengalami penurunan dengan selisih 234 Kbps. *Throughput* kembali mengalami kenaikan dan menjadi nilai terbesar yang dihasilkan pada *bandwidth* 512 Kbps adalah ketika pengguna berjumlah 30 dengan nilai *throughput* 2995 Kbps. Pengguna yang menggunakan *bandwidth* 5 Mbps, memiliki grafik yang menaik saat rentang pengguna 10-15 dengan selisih nilai 769 Kbps. *Throughput* cenderung stabil saat jumlah pengguna 15-20. Kenaikan semakin terlihat jelas saat pengguna berjumlah 21 sampai 30 pengguna, dengan nilai rentang nilai *throughput* 2554 Kbps - 4271 Kbps. *Throughput* yang dihasilkan ketika menggunakan *bandwidth* 10 Mbps dengan jumlah pengguna 10 adalah 1723 Kbps. Saat pengguna berjumlah 15-20, *throughput* berada di kisaran 2000 Kbps dan mengalami kenaikan saat mencapai jumlah pengguna 25 dengan penambahan nilai sebesar 854 Kbps. Grafik terus mengalami kenaikan hingga jumlah pengguna 30 dengan *throughput* 4399 Kbps. Begitu pun saat menggunakan kapasitas *bandwidth* 15 Mbps, grafik terus mengalami peningkatan dengan peningkatan tertinggi terjadi

saat jumlah pengguna berada pada rentang 10-15 dengan jumlah peningkatan *throughput* 829 Kbps. Nilai *throughput* tertinggi pada *bandwidth* ini adalah 4089 Kbps dengan jumlah pengguna 30. Berdasarkan nilai dan grafik yang dihasilkan jika dilihat secara keseluruhan dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah pengguna yang menggunakan aplikasi *voice*, maka semakin besar nilai *throughput* yang didapatkan. Hal ini sesuai dengan teori *throughput* yaitu semakin besar jumlah pengguna pada suatu jaringan, maka semakin besar pula *throughput* yang dihasilkan.



Gambar 5. *Throughput* terhadap jumlah pengguna dengan variasi *bandwidth*

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Nilai *throughput* terbesar dihasilkan saat menggunakan skenario pengguna berjumlah 30 dengan kapasitas *bandwidth* sebesar 10 Mbps, dan menghasilkan *throughput* terkecil saat skenario pengguna berjumlah 10 menggunakan *bandwidth* 512 Kbps.
2. Hasil simulasi parameter *packetloss* berdasarkan peningkatan jumlah pengguna dan variasi *bandwidth*, saat menggunakan *bandwidth* 512 Kbps, ketika pengguna berjumlah lebih dari 10, persentase *packetloss* mengalami kenaikan yang signifikan hingga 77,29% yang berarti melebihi standar TIPHON yang hanya mengizinkan persentase *packetloss* sebesar 15% untuk masuk ke dalam standar sedang dan masih layak untuk digunakan.
3. *Delay* yang dihasilkan pada jaringan VoIP dengan besaran jumlah pengguna dan kapasitas *bandwidth* yang bervariasi, parameter *delay* terbagi menjadi dua kategori, yaitu sangat baik saat menggunakan *bandwidth* 5 Mbps – 15 Mbps dengan rentang nilai 19-27 ms dan berada pada kategori baik saat menggunakan *bandwidth* 512 Kbps dengan rentang nilai 23-156,59 ms.

4. Parameter *jitter* termasuk ke dalam kategori baik menurut standar TIPHON dengan rentang nilai 0 – 75 ms, dengan nilai *jitter* terendah saat menggunakan skenario pengguna berjumlah 20 menggunakan *bandwidth* 15 Mbps. Sedangkan *jitter* tertinggi saat menggunakan skenario pengguna berjumlah 30 menggunakan *bandwidth* 512 Kbps.
5. Untuk jaringan VoIP dengan jumlah pengguna sebanyak 30, berdasarkan simulasi yang dilakukan direkomendasikan *bandwidth* 512 Kbps untuk mengakomodasi 10 pengguna dengan nilai *jitter*, *delay*, *throughput*, dan *packetloss* karena berada pada kategori baik menurut standar TIPHON. Sedangkan untuk pengguna berjumlah 15–30 pengguna, direkomendasikan menggunakan *bandwidth* 5 Mbps, karena pada *bandwidth* 512 Kbps saat pengguna berjumlah 15 – 30, pengguna, persentase *packetloss* berada pada kategori sangat buruk menurut standar TIPHON.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Adi Mulyana, "Membangun Voice Over Internet Protocol (VoIP) Menggunakan Software Asterisk," *Appl. Phys. A*, vol. 73, pp. 1–21.
- [2] A. Nurhayati and Y. Yektiani, "Simulasi VoIP pada Jaringan MPLS dengan Simulator GNS3 0.7.4," *Ejournal Kaji. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 121–131, 2016.
- [3] M. Risnandar, A. H. Hendrawan, B. A. Prakosha, and A. Goeritno, "Implementasi Voice Over Internet Protocol ( Voip ) Berbasis Session Initiation Protocol ( Sip ) Berbantuan Briker Versi 1 . 4 Untuk Pengukuran Quality of Services Pada Jaringan Komputer Di Fakultas Teknik Uika Bogor," *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, no. November, pp. 1–8, 2016.
- [4] E. B. Setiawan, "Analisa Quality Of Service (QoS) Voice Over Internet Protocol ( VoIP ) Dengan Protokol H.323 dan Session Iniatial Protocol (SIP)," *J. Ilm. Komput. dan Inform. ( KOMPUTA )*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2012.
- [5] N. Lazuardi, "Tugas Akhir Perencanaan Jaringan Komunikasi VoIP (Voice Over Internet Protocol) Menggunakan Asterisk SIP ( Session Initiation Protocol )," *Perenc. Jar. Komun. VOIP (Voice Over Internet Protok. Menggunakan Asterisk SIP (Session Iniat. Protoc., p. 87, 2009.*
- [6] R. D. Julianto, S. Romadoni, and Tinggi, "Implementasi GNS3 cluster sebagai alat bantu simulasi jaringan komputer," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 1, no. 2355, pp. 28–38, 2015.
- [7] D. F. J. Patih, H. Fitriawan, and Y. Yuniati, "Analisa Perancangan Server Voip ( Voice Internet Protocol ) Dengan Opensource Asterisk Dan VPN ( Virtual Private Network ) Sebagai Pengaman Jaringan Antar Client," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–48, 2012.
- [8] S. B. U. Bikash Upadhyay, Atul Mishra, "Counter-Active Analysis Of Overload Control Mechanism For SIP Server," *Int. J. Comput. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 128–140, 2014.