

Analisis Perbandingan *Mean Opinion Score* Aplikasi VoIP Facebook Messenger dan Google Hangouts menggunakan Metode E-Model pada Jaringan LTE

RAMADHINA FITRIYANTI, LINDAWATI, ARYANTI ARYANTI

Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
Email: ramadhina04@gmail.com

Received 15 Agustus 2018 | *Revised* 10 September 2018 | *Accepted* 30 September 2018

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai perbandingan kualitas layanan dua aplikasi VoIP yaitu Facebook Messenger dan Google Hangouts pada jaringan LTE. Kualitas layanan dua aplikasi tersebut ditinjau menggunakan Mean Opinion Score dengan metode objektif yaitu, E-Model. Nilai MOS kedua aplikasi didapatkan dengan menjalankan simulasi menggunakan GNS3 yang berfungsi untuk mensimulasikan topologi jaringan dengan menggunakan router MikroTik. Setelah itu, dilakukan pengukuran parameter QoS yaitu, delay dan packet loss yang terjadi pada saat melakukan panggilan yang berlangsung selama satu jam. Dari hasil pengujian, diperoleh bahwa nilai MOS pada Google Hangouts lebih besar dibandingkan dengan Facebook Messenger, yaitu 4.0. Sedangkan pada Facebook Messenger hanya sebesar 3.6. Jika dikorelasikan ke tingkat kepuasan pengguna untuk mendapatkan nilai MOS, Google Hangouts dikategorikan "baik" dan Facebook Messenger dikategorikan "cukup baik".

Kata kunci: MOS, LTE, VoIP, E-Model, GNS3

ABSTRACT

This study discusses the comparison of the quality of service of two VoIP applications, Facebook Messenger and Google Hangouts on LTE networks. The service quality of the two applications is reviewed using the Mean Opinion Score with an objective method namely, E-Model. MOS values from both applications are obtained by running simulations using GNS3 which can simulate network topology using a MikroTik router. After that, QoS parameters are measured, which are delay and packet loss during the call process which lasts one hour. From the test results, it was found that the MOS value on Google Hangouts was greater than Facebook Messenger, that is 4.0 while on Facebook Messenger only 3.6. If correlated with the level of user satisfaction to get MOS value, Google Hangouts is categorized as "good" and Facebook Messenger is categorized as "good enough".

Keywords: MOS, LTE, VoIP, E-Model, GNS3

1. PENDAHULUAN

Diera digital saat ini, komunikasi menjadi hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat dan menjadi sebuah kebutuhan. VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) merupakan contoh dari teknologi komunikasi yang semakin berkembang dan banyak diminati oleh masyarakat. VoIP seolah selalu menjadi alternatif komunikasi yang dipilih masyarakat dibandingkan dengan komunikasi melalui jaringan telepon biasa. Hal itu disebabkan karena biayanya yang murah karena menggunakan internet sebagai media serta dapat dilakukan kapan dan dimana saja.

VoIP adalah cara termudah untuk membuat panggilan suara melalui internet dengan mengirimkan paket melalui jaringan berbasis *packet switched* (Jalendry & Verma, 2015). Kelebihan yang dimiliki VoIP dibandingkan dengan GSM, yaitu dalam penggunaannya, penyedia layanan GSM memberikan sebuah tarif atau biaya untuk setiap panggilan yang dilakukan (Aditya, Rochim, & Widiyanto, 2016). Seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap layanan VoIP, saat ini sudah banyak aplikasi yang menawarkan layanan VoIP dengan kelebihan-kelebihan yang ditawarkan. Facebook Messenger dan Google Hangouts merupakan contoh dari aplikasi VoIP yang banyak digunakan masyarakat. Dalam aplikasi VoIP, tujuan utamanya adalah untuk mentransfer sinyal suara melalui jaringan IP. Untuk mencapai hal ini, sinyal suara diubah ke bentuk digital dan dipaketkan di pengirim, dan selanjutnya dikirimkan melalui jaringan IP ke penerima. Di penerima, sinyal suara kemudian didekodekan dan penerima dapat mendengar suara dari pengirim (Silva, Galvão, Mota, & Iano, 2015) (H. Assem et al., 2013). Namun, VoIP tunduk pada beberapa degradasi, baik pada *application layer* atau *network layer*, seperti kompresi dari *encoder*, *packet loss*, *delay end-to-end*, *jitter* dan *bandwidth levels*. Dengan demikian, untuk menjaga dan menarik pengguna baru, kualitas penyediaan layanan VoIP perlu diukur dan dioptimalkan untuk memastikan kepuasan pengguna (Silva et al., 2015).

Untuk melihat seberapa baik kualitas yang dihasilkan layanan VoIP pada aplikasi Facebook Messenger dan Google Hangouts bagi para pengguna, maka digunakan *Mean Opinion Score* (MOS) yang berguna untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap layanan yang digunakan. ITU-T menyediakan dua metode tes pengujian MOS, yaitu subjektif dan objektif. Pengujian subjektif dianggap sebagai upaya paling awal pada masalah ini untuk mengevaluasi kualitas suara. Tes MOS secara subjektif adalah salah satu tes yang diterima secara luas dalam memberikan penilaian kualitas suara berdasarkan ITU-T.P.800 dengan nilai kualitas suara berkisar dari 1 (Buruk) hingga 5 (Sangat Baik). Namun, pengujian MOS secara subjektif memakan waktu, mahal dan tidak memungkinkan pengukuran *real time*. Saat ini, metode objektif baru yang diusulkan oleh ITU-T G.107 mendefinisikan E-model, model matematika yang menggabungkan semua faktor gangguan yang mempengaruhi kualitas suara dalam metrik tunggal yang disebut nilai R yang dipetakan ke skala MOS. E-model dirancang untuk memberikan perkiraan kualitas jaringan dan telah terbukti cukup akurat untuk tujuan ini. E-model saat ini digunakan oleh industri dan penelitian sebagai alat pengukuran kualitas suara langsung (Haytham Assem, Malone, Dunne, & O'Sullivan, 2013). Pada pengujian *Mean Opinion Score* menggunakan metode objektif E-model, kualitas yang dihasilkan dari jaringan berpengaruh terhadap tingkat kepuasan pengguna. Dikarenakan menggunakan internet sebagai media, VoIP tentunya membutuhkan jaringan internet cepat guna memberikan kualitas komunikasi yang baik dan memberikan kenyamanan dalam berkomunikasi bagi penggunanya.

Generasi *Mobile* ke-4, yang disebut LTE (*Long Term Evolution*), menjanjikan untuk memberikan layanan dengan kinerja yang sangat tinggi, terutama dalam hal kecepatan data dimana kecepatan data yang diharapkan adalah sebesar 300 Mbit/s untuk setiap penggunaannya

(Forconi & Vizzarri, 2013). LTE merupakan evolusi dari jaringan UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) yang diproyeksikan sebagai teknologi generasi keempat. Jaringan LTE di-*design* untuk menyediakan efisiensi spektrum yang lebih baik dan mampu melakukan pengiriman data berkapasitas besar dengan *data rate* yang tinggi dengan menggunakan teknik OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) pada sisi *downlink* dan SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*) pada sisi *uplink*. LTE dapat beroperasi pada salah satu pita spektrum seluler yang telah dialokasikan yang termasuk dalam standar IMT-2000 (450, 850, 900, 1800, 1900, 2100 MHz) maupun pada pita spektrum yang baru seperti 700 MHz dan 2,5 GHz **(Pravira, Mustofa, & Kusmaryanto, 2014)**. Karenanya, LTE diharapkan mampu memberikan kualitas video dan suara yang baik sehingga para pengguna layanan VoIP dapat melakukan komunikasi dengan nyaman.

Untuk menganalisis kualitas jaringan, diperlukan sebuah *software* aplikasi yang mendukung proses simulasi yang dapat dilakukan secara *real-time*. Terdapat beberapa aplikasi yang dapat melakukan simulasi jaringan. Salah satu diantaranya adalah GNS3 (*Graphical Network Simulator 3*). *Software* ini, mendukung pembuatan desain jaringan kualitas tinggi dan topologi jaringan yang kompleks menggunakan perangkat cisco dan mikrotik dengan performa yang sesungguhnya. Selain itu juga dapat dihubungkan dengan perangkat jaringan fisik **(Herdiansyah, P, & K, 2014)**.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dibahas mengenai bagaimana kualitas yang dihasilkan oleh layanan VoIP dari dua aplikasi yaitu Facebook Messenger dan Google Hangouts. Jenis jaringan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Long Term Evolution* (LTE) yang akan dikoneksikan ke jaringan simulasi menggunakan aplikasi GNS3. Metode yang digunakan untuk menentukan *Mean Opinion Score* (MOS) layanan VoIP yang dihasilkan oleh kedua aplikasi adalah metode objektif E-model.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan-tahapan penelitian yang harus dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Studi literatur dilakukan berkaitan dengan metode yang dipilih. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data mengenai pengertian, kelebihan dan kekurangan dari metode yang dipilih, serta beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pada perancangan sistem, dilakukan instalasi dari berbagai perangkat lunak yang dipilih untuk mendukung proses simulasi dan analisis. Kemudian dilakukan perancangan topologi jaringan pada *software* simulasi yaitu GNS3, dimana perangkat yang digunakan pada topologi jaringan untuk penelitian ini menggunakan *router* mikrotik *virtual*. Pengambilan data dilakukan setelah proses perancangan topologi berhasil dilakukan dan *user* mulai melakukan proses panggilan pada kedua aplikasi. Data diambil selama proses panggilan VoIP berlangsung. Data yang diambil berupa *packet loss* dan juga nilai *delay* sesuai dengan metode E-model. Presentasi *packet loss*

dan *delay* yang terjadi selama panggilan berlangsung didapatkan dengan menggunakan aplikasi Wireshark.

Setelah data didapatkan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan berdasarkan metode E-model. Berdasarkan hasil perhitungan, maka akan dapat dianalisis bagaimana data yang dihasilkan dari metode yang digunakan. Terakhir, dilakukan penarikan kesimpulan mengenai bagaimana hasil perbandingan kualitas layanan VoIP dari aplikasi Facebook Messenger dan Google Hangouts berdasarkan metode E-model.

2.1.1 Mean Opinion Score dengan Metode E-Model

Mean Opinion Score (MOS) adalah satuan kualitas suara yang biasa digunakan. Metode MOS adalah hasil survey dari percakapan dimana nilai rata-rata kualitas suara antara 1 sampai 5, dimana 1 berarti buruk dan 5 adalah yang paling baik. Sebelum adanya teknologi VoIP, metode MOS sudah lebih dulu ada dan digunakan dalam pengukuran kualitas komunikasi telepon analog. Kemudian ITU membuat standart pengukuran R-Faktor dengan menggunakan E-Model yang tertuang dalam ITU-T.G.107 (Tanutama, Poernama, Yansen, & Riani, 2008).

E-Model ITU adalah metode evaluasi dari kinerja suatu transmisi data yang dilakukan secara objektif berdasarkan nilai-nilai parameter kualitas layanan yang telah didapat. E-model digunakan untuk memetakan metrik jaringan ke estimasi nilai *Mean Opinion Score* (MOS). E-Model menghitung faktor rating R yang berkisar dari 0 hingga 100 (H. Assem et al., 2013). Hasil evaluasi dari metode ini disebut dengan *objective* MOS dikarenakan prosesnya yang mengandalkan parameter uji terukur (Mukti, Prabowo, & Kusrahardjo, 2015). Variabel yang biasanya dipertimbangkan dalam VoIP hanya I_d dan I_{ef} (Adhicandra, 2010). R- Faktor dihitung dengan menggunakan rumus yang ditunjukkan pada Persamaan (1) (HP, Susilawati, & Novianto, 2011).

$$R = 94.2 - I_d - I_{ef} \quad (1)$$

Variabel R pada Persamaan (1) adalah faktor kualitas transmisi. I_d merupakan faktor penurunan kualitas yang diakibatkan oleh *delay* atau d . Nilai I_d dijabarkan dalam Persamaan (2) (HP et al., 2011)(Mukti et al., 2015).

$$I_d = 0.024d + 0.11(d - 177.3) H(d - 177.3) \quad (2)$$

Variabel H adalah fungsi *Heavyside* dengan ketentuan yang ditunjukkan pada Persamaan (3). Sedangkan I_{ef} adalah faktor penurunan kualitas yang diakibatkan *codec* dan persentase kehilangan paket yang terjadi atau e (dalam bentuk desimal). Nilai I_{ef} dijabarkan pada Persamaan (4). Persamaan (5) menunjukkan rumus nilai R-Faktor secara umum (HP et al., 2011)(Mukti et al., 2015).

$$H = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$I_{ef} = 7 + 30\ln(1 + 15e) \quad (4)$$

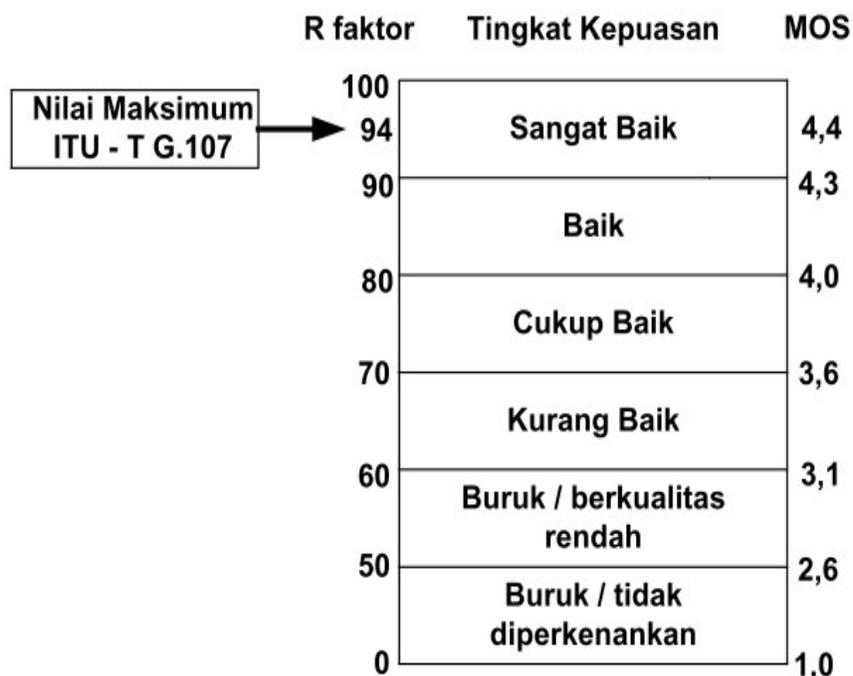
$$R = 94.2 - 0.024d + 0.11(d - 177.3) H(d - 177.3) - 7 + 30\ln(1 + 15e) \quad (5)$$

Setelah nilai R-Faktor didapatkan, nilai tersebut dapat diestimasi ke dalam MOS (ITU-T.P. 800). Jika R-Faktor sudah diestimasi, maka akan dapat dikorelasikan nilai tersebut dengan tingkat kepuasan pengguna. Untuk mengubah estimasi dari nilai R-Faktor ke dalam MOS (ITU-T P.800) terdapat ketentuan berdasarkan rentang nilai R-Faktor yang ditunjukkan pada Persamaan (6) (Haytham Assem et al., 2013) (Haykal, 2011).

$$MOS = \begin{cases} 1 & \text{Jika } R < 0 \\ 4.5 & \text{Jika } R > 100 \\ 1 + 0.035R + 7 \times 10^{-6} R(R - 60)(100 - R) & \text{Jika } 0 < R < 100 \end{cases} \quad (6)$$

Jika nilai R-Faktor lebih kecil dari 0, kondisi ini menunjukkan bahwa apabila *delay* total yang dihasilkan sangat besar dan menyebabkan buruknya kualitas VoIP sehingga tidak diperkenankan untuk diaplikasikan bahkan mulai $R < 50$. Jika nilai R-Faktor yang didapatkan lebih besar dari 100, kondisi ini mengindikasikan kualitas yang paling bagus dari VoIP itu sendiri karena prinsipnya nilai R maksimum hanya 94.2. Untuk $0 < R < 100$, kondisi ini merupakan kondisi realitas yang biasanya digunakan untuk menentukan nilai MOS (Haykal, 2011).

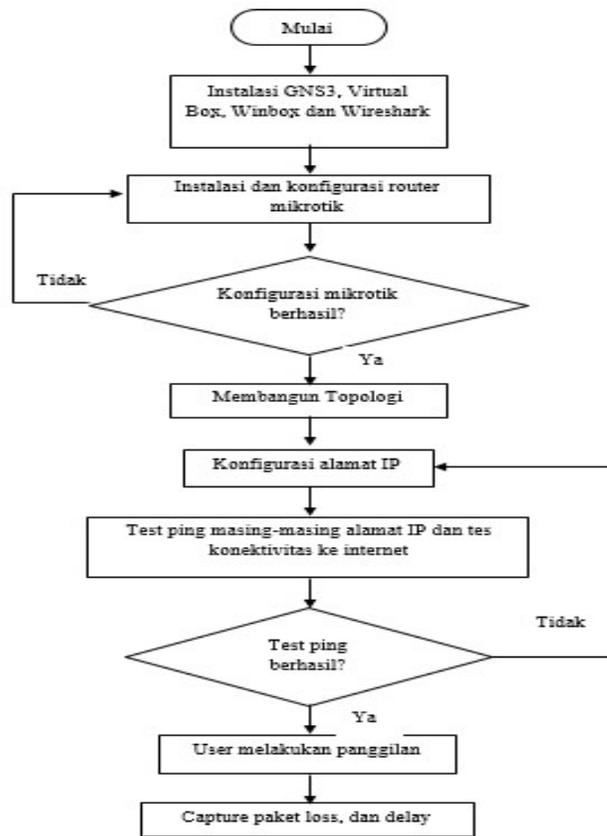
R-Faktor mengacu kepada standarisasi *Mean Opinion Score (MOS)*. Korelasi antara nilai R-Faktor dan MOS dapat dilihat pada Gambar 2 (Syafitri, 2007). Korelasi tersebut digunakan untuk menentukan seberapa baik kualitas layanan yang dihasilkan berdasarkan tingkat kepuasan penggunaannya.



Gambar 2. Korelasi antara E – Model (ITU G.107) dengan MOS (ITU P.800) (Syafitri, 2007)

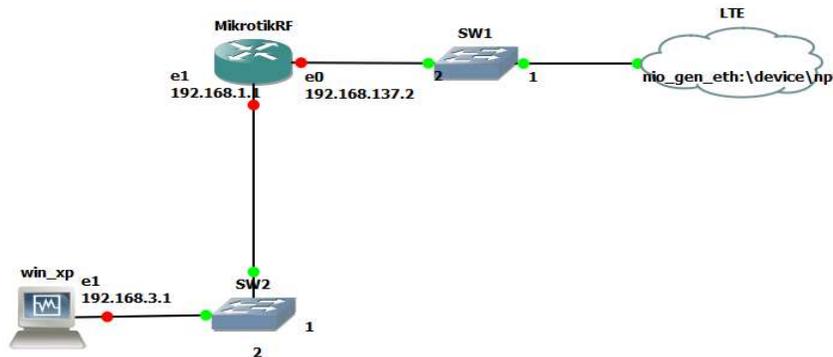
2.2 Perancangan Sistem

Gambar 3 menjelaskan mengenai proses simulasi dan yang dimulai dengan melakukan instalasi berbagai *software* yang dibutuhkan seperti GNS3, Virtual Box, Winbox dan Wireshark.



Gambar 3. Flowchart Proses Simulasi

Pada penelitian ini, simulasi jaringan yang dilakukan dengan GNS3 menggunakan perangkat *router* mikrotik *virtual* dan *PC Client* dengan *Operating System* Windows XP. Oleh karena itu, sebelumnya dilakukan terlebih dahulu instalasi dan konfigurasi *router* mikrotik *virtual* dan *OS* Windows XP agar dapat digunakan di GNS3. *PC client* dengan sistem operasi Windows XP pada jaringan simulasi di-*install* melalui *software* Virtual Box yang kemudian dihubungkan ke emulator GNS3. Setelah *instalasi* mikrotik dan *OS* Windows XP berhasil dilakukan, tahap selanjutnya adalah membangun topologi jaringan yang akan disimulasikan. Gambar 4 merupakan desain topologi jaringan yang digunakan pada simulasi.



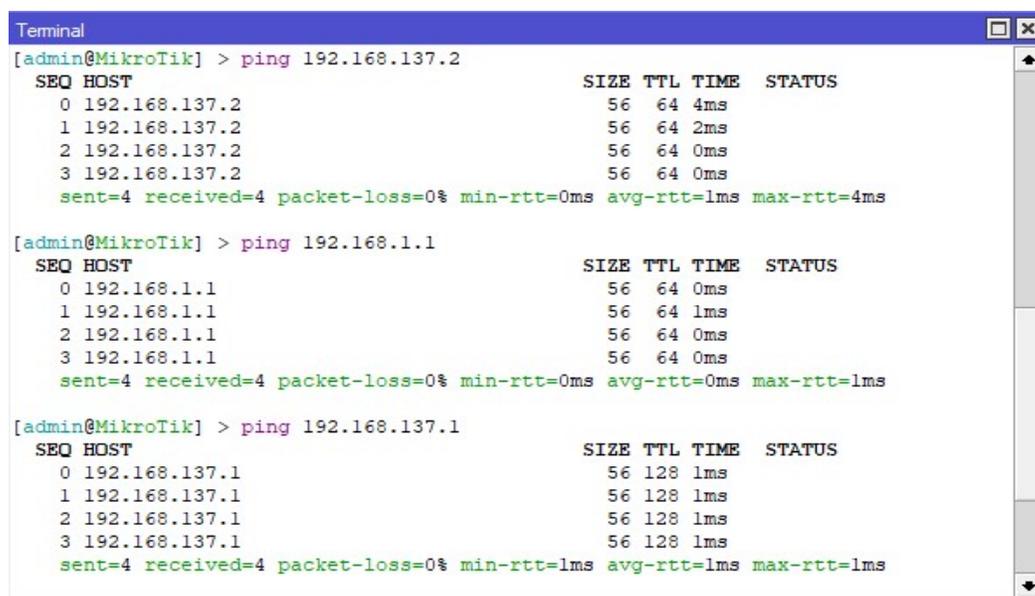
Gambar 4. Topologi Jaringan Simulasi pada GNS3

Jaringan LTE pada topologi jaringan di GNS3 didapatkan dengan menghubungkan jaringan LTE pada perangkat *handphone* ke laptop yang kemudian dilakukan pengaturan agar jaringan LTE tersebut dapat terkoneksi ke jaringan simulasi di GNS3. Apabila jaringan LTE tersebut telah terkoneksi ke jaringan simulasi di GNS3, tahapan selanjutnya adalah melakukan konfigurasi IP pada jaringan simulasi tersebut. Konfigurasi IP pada *router* mikrotik dilakukan melalui Winbox. Tabel 1 menunjukkan *IP Address* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Daftar Alamat IP pada Topologi Jaringan di GNS3

Interface	IP Address	Subnet Mask	Network
Ether0	192.168.137.2/24	255.255.255.0	192.168.137.0
Ether1	192.168.1.1/24	255.255.255.0	193.168.1.0
Ether2	192.168.3.1/24	255.255.255.0	192.168.3.0

Jika konfigurasi IP telah dilakukan, maka dapat dilakukan uji konektivitas terhadap masing-masing alamat IP dan internet. Jika semua alamat IP telah saling terkoneksi dan PC *client* pada topologi jaringan juga sudah terkoneksi ke internet, maka *user* dapat mulai melakukan panggilan suara dan video melalui PC *client* yang terdapat di jaringan simulasi tersebut. Gambar 5 menunjukkan bahwa tes konektivitas alamat IP pada jaringan simulasi telah berhasil dilakukan. Sedangkan Gambar 6 menunjukkan bahwa PC *client* pada jaringan simulasi GNS3 sudah dapat terkoneksi ke internet.



```
Terminal
[admin@MikroTik] > ping 192.168.137.2
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 192.168.137.2                          56  64 4ms
  1 192.168.137.2                          56  64 2ms
  2 192.168.137.2                          56  64 0ms
  3 192.168.137.2                          56  64 0ms
  sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=1ms max-rtt=4ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.1.1
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 192.168.1.1                            56  64 0ms
  1 192.168.1.1                            56  64 1ms
  2 192.168.1.1                            56  64 0ms
  3 192.168.1.1                            56  64 0ms
  sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.137.1
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 192.168.137.1                          56 128 1ms
  1 192.168.137.1                          56 128 1ms
  2 192.168.137.1                          56 128 1ms
  3 192.168.137.1                          56 128 1ms
  sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms
```

Gambar 5. IP Address pada Jaringan Simulasi Berhasil Terkoneksi

```

[admin@MikroTik] > ping google.com
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 172.217.160.46        56  51 62ms
1 172.217.160.46        56  51 68ms
2 172.217.160.46        56  51 67ms
3 172.217.160.46        56  51 64ms
4 172.217.160.46        56  51 64ms
sent=5 received=5 packet-loss=0% min-rtt=62ms avg-rtt=65ms max-rtt=68ms

```

Gambar 6. PC Client pada Jaringan Simulasi Berhasil Terhubung ke Internet

Selama proses panggilan berlangsung, dilakukan pengukuran variabel *delay* dan *packet loss*. *Delay* dan *packet loss* merupakan variabel yang diperlukan pada metode E-model. *Delay* adalah total waktu yang tertunda selama proses pengiriman paket yang disebabkan oleh proses transmisi dan pengolahan paket (Mukti et al., 2015). *Delay* terjadi diakibatkan oleh antrian yang panjang, atau pengambilan rute yang lain guna menghindari kemacetan (Tonapa, Rahmiati, & Komba, 2014). Berdasarkan rekomendasi ITU-T G.114, *delay* yang terjadi tidak boleh lebih besar dari 150 ms untuk berbagai aplikasi, dengan batas 400 ms untuk komunikasi multimedia yang masih dapat diterima. Sementara itu untuk aplikasi *voice* seperti VoIP, batasan *delay* maksimal adalah 300 ms (Cahyadi, Santoso, & Zahra, 2013). *Delay* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (7) (Nurhayati & Indriyani, 2017). *Delay* memiliki batasan nilai berdasarkan standarisasi ITU-T.G. 114 yang ditunjukkan pada Tabel 2.

$$Delay = \frac{Waktu\ Pengiriman}{Total\ Paket\ Data} \quad (7)$$

Tabel 2. Nilai Batasan Delay (Pranindito, Pattinasarani, & Cahyadi, 2017)

<i>Delay</i> (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

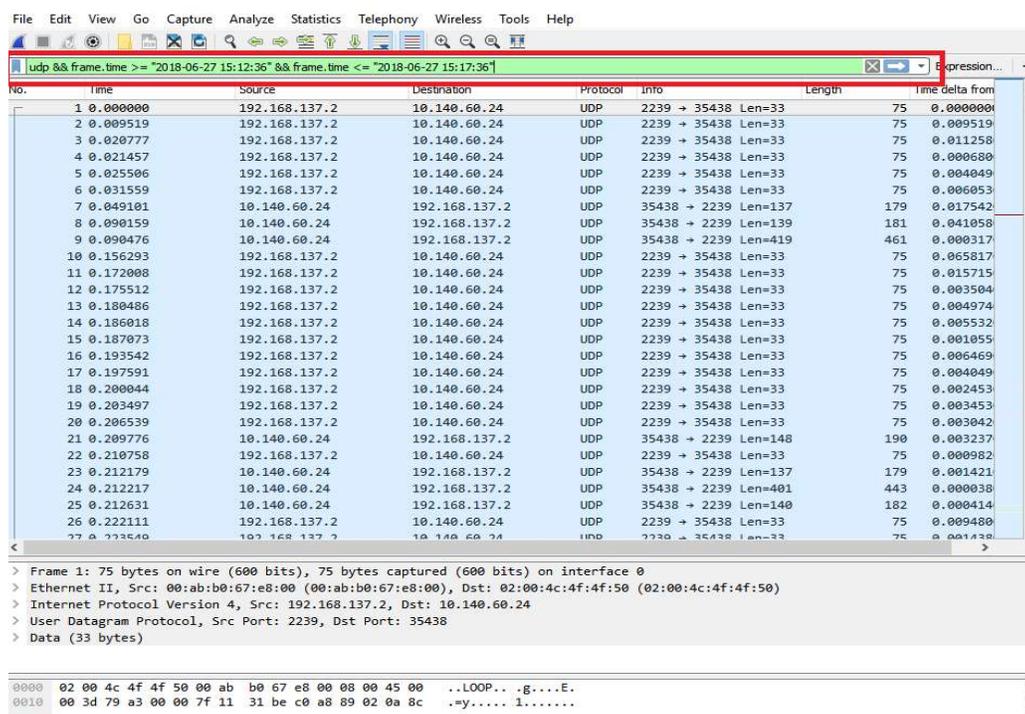
Pengertian *packet loss* adalah persentase kehilangan sejumlah paket yang ditransmisikan ketika jaringan sedang dalam keadaan *peak loaded*. *Packet loss* terjadi disebabkan adanya kemacetan transmisi paket yang diakibatkan padatnya trafik yang harus dilayani dalam batas waktu tertentu. Kemacetan ini mengakibatkan hilangnya paket yang dikirimkan karena sudah terlampauinya *live time* dari suatu paket (Mukti et al., 2015). *Packet loss* dihitung dengan menggunakan Persamaan (8) (Wulandari, Soim, & Rose, 2017). Standarisasi *packet loss* berdasarkan ITU-T.G. 114 ditunjukkan pada Tabel 3.

$$Packet\ loss = \frac{paket\ yang\ dikirim - paket\ yang\ diterima}{paket\ yang\ dikirim} \times 100\% \quad (8)$$

Tabel 3. Nilai Batasan *Packet Loss* (Pranindito et al., 2017)

<i>Packet loss</i> (%)	Keterangan	Kategori
0 - 1	Dapat diterima	Baik
1 - 5	Dapat diterima	Cukup
>10	Tidak Dapat Diterima	Buruk

Persentase *packet loss* dan *delay* yang terjadi didapatkan dengan melakukan proses *monitoring* paket data menggunakan aplikasi Wireshark. Wireshark merupakan salah satu dari berbagai macam *tool network analyzer* yang banyak digunakan oleh *network administrator* untuk menganalisis kinerja jaringannya termasuk protokol di dalamnya. Wireshark mampu menangkap paket – paket data atau informasi yang berjalan dalam jaringan (**Raharjo, Fibriani, & Hadi, 2014**). Gambar 7 merupakan tampilan pada saat dilakukannya proses *monitoring* paket berupa *packet loss* dan *delay* data ketika *user* melakukan panggilan yang berdurasi satu jam dengan protokol UDP.



Gambar 7. Tampilan Proses Monitoring dan Filter Paket Data UDP pada Wireshark

Jika semua tahapan-tahapan di atas telah dilakukan dan nilai variabel berupa *packet loss* dan *delay* yang terjadi selama proses panggilan VoIP berlangsung telah didapatkan, nilai *delay* dan Persentase *packet loss* tersebut kemudian diolah dengan cara melakukan perhitungan menggunakan metode E-model sesuai dengan Persamaan (1) untuk menghasilkan nilai R-Faktor. Nilai tersebut kemudian diestimasi ke Persamaan (6) guna mendapatkan nilai MOS pada kedua aplikasi. Pada skenario penelitian ini, panggilan VoIP berlangsung selama satu jam dan dilakukan secara *point-to-point*. Panggilan VoIP pada kedua aplikasi dilakukan pada jam sibuk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran *Delay* dan *Packet Loss* VoIP pada Facebook Messenger

Tabel 4 adalah hasil pengukuran parameter *delay*. *Delay* yang terjadi selama proses panggilan suara menggunakan Facebook Messenger rata-rata adalah sebesar 8.3 ms dimana berdasarkan ITU-T G.114 kualitasnya dikategorikan "baik".

Tabel 4. Hasil Pengukuran *Delay* pada Facebook Messenger dan Google Hangouts

DURASI	<i>DELAY</i> FB MESSENGER	<i>DELAY</i> GOOGLE HANGOUTS
5 Menit	8.298 ms	6.566 ms
15 Menit	8.31 ms	6.686 ms
25 Menit	8.315 ms	6.666 ms
35 Menit	8.316 ms	6.768 ms
45 Menit	8.321 ms	6.714 ms
55 Menit	8.324 ms	6.699 ms
60 Menit	8.325 ms	6.702 ms

Delay pada Facebook Messenger ini terus mengalami kenaikan dari menit ke-5 sampai menit ke-60 meskipun tidak signifikan. Sedangkan *delay* yang terjadi selama proses panggilan suara menggunakan aplikasi Google Hangouts lebih rendah jika dibandingkan dengan aplikasi Facebook Messenger yaitu sebesar 6.5 ms sampai 6.7 ms dan juga tergolong "baik", dimana *delay* terbesar terjadi pada menit ke-35 dengan 6.768 ms. Berbeda dengan Facebook Messenger yang terus mengalami peningkatan *delay*, pada Google Hangouts *delay* yang terjadi cenderung tidak stabil.

3.2 Pengukuran *Packet Loss* VoIP pada Facebook Messenger dan Google Hangouts

Tabel 5 menunjukkan perbandingan hasil pengukuran *packet loss* layanan VoIP pada FB Messenger dan Google Hangouts.

Tabel 5. Hasil Pengukuran *Packet Loss* yang terjadi pada Facebook Messenger dan Google Hangouts

DURASI	<i>PACKET LOSS</i> FB MESSENGER	<i>PACKET LOSS</i> GOOGLE HANGOUTS
5 Menit	4.73%	1.21%
15 Menit	4.74%	1.34%
25 Menit	4.76%	1.32%
35 Menit	4.75%	1.44%
45 Menit	4.74%	1.38%
55 Menit	4.74%	1.36%
60 Menit	4.74%	1.36%

Packet loss yang terjadi selama proses panggilan suara menggunakan aplikasi Facebook Messenger adalah sebesar 4.73% sampai dengan 4.76% dan berdasarkan ITU-T G.114, hal tersebut dikategorikan "cukup". Persentase *packet loss* terbesar terjadi pada menit ke-25 dengan 4.76%. Sedangkan *packet loss* yang terjadi pada Google Hangouts jauh lebih rendah dibandingkan Facebook Messenger, yaitu sebesar 1.21% hingga 1.44%. *Packet loss* tertinggi

terjadi pada menit ke-35 yaitu sebesar 1.44% dan berdasarkan standarisasi ITU-T.G114, *packet loss* pada Google Hangouts ini tergolong “baik”. Persentase kehilangan paket pada kedua aplikasi ini sama-sama tidak terlalu stabil.

3.3 Nilai MOS VoIP Aplikasi Facebook Messenger

Dengan menggunakan metode E-Model untuk layanan VoIP pada Facebook Messenger didapatkan hasil seperti pada Persamaan (7). Persamaan (7) merupakan hasil nilai R-Faktor yang didapatkan berdasarkan faktor penurunan kualitas yang diakibatkan oleh *delay* dan *packet loss*. Sedangkan pada Persamaan (8) menunjukkan hasil estimasi nilai R-Faktor ke dalam MOS.

$$R = 94.2 - (0.024(8.298) + 0.11(8.298 - 177.3)0(8.298 - 177.3) - (7 + 30 \ln(1 + 15(0.0473))) = 70.914 \quad (7)$$

$$\text{MOS} = 1 + 0.035(70.914) + 7 \times 10^{-6} 70.914(70.914)(70.914 - 60)(100 - 70.914) = 3.639 \quad (8)$$

Tabel 6. Hasil Nilai Mos pada Facebook Messsenger menggunakan Metode E-Model

DURASI	I_d	I_{ef}	R-FAKTOR	MOS
5 Menit	0.1991	23.086	70.914	3.639
15 Menit	0.1994	23.109	70.890	3.638
25 Menit	0.1995	23.164	70.835	3.635
35 Menit	0.19958	23.138	70.861	3.637
45 Menit	0.1997	23.112	70.888	3.638
55 Menit	0.19977	23.112	70.887	3.638
60 Menit	0.1998	23.112	70.887	3.638

Tabel 6 merupakan hasil perhitungan setelah variabel *delay* dan *packet loss* dimasukkan ke dalam persamaan E-Model untuk menghasilkan nilai R-Faktor dan estimasinya ke dalam MOS pada aplikasi Facebook Messenger. Faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh pengaruh *delay* adalah sebesar 0.1991 pada menit ke-5 dan yang tertinggi adalah 0.1998 pada menit ke-60. Sedangkan faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *packet loss* adalah sebesar 23.086 sebagai yang terendah yaitu pada menit ke-5 sampai 23.164 sebagai nilai faktor penurunan kualitas tertinggi yaitu pada menit ke-25. Kisaran nilai faktor penurunan kualitas tersebut diakibatkan *delay* dan *packet loss* yang terjadi berdasarkan pada menit tertentu. Seperti pada faktor penurunan kualitas akibat *delay* dimana angka terbesar terjadi pada menit ke-60 yang disebabkan karena *delay* yang terjadi pada waktu tersebut merupakan *delay* yang tertinggi pada Facebook Messenger berdasarkan Tabel 4. Sedangkan pada faktor penurunan kualitas tertinggi yang diakibatkan *packet loss* terjadi pada menit ke-25 dikarenakan persentase hilangnya paket terbesar pada Facebook Messenger terjadi pada menit ke-25 berdasarkan Tabel 5. Dari faktor penurunan kualitas tersebut, didapatkan nilai R-Faktor yang berkisar antara 70.835 hingga 70.914 selama proses panggilan yang berlangsung satu jam dan didapatkan nilai MOS yang berkisar 3.635 sampai 3.639. Dengan mengestimasi nilai R-Faktor ke dalam tingkat kepuasan pengguna, kualitas dari layanan VoIP aplikasi Facebook Messenger ini dikategorikan “cukup baik”.

3.4 Nilai MOS VoIP Google Hangouts

Dengan menggunakan metode E-Model untuk layanan VoIP pada Google Hangouts didapatkan hasil seperti pada Persamaan (9). Persamaan (9) merupakan hasil nilai R-Faktor yang didapatkan berdasarkan faktor penurunan kualitas yang diakibatkan oleh *delay* dan *packet*

loss. Sedangkan pada Persamaan (10) menunjukkan hasil estimasi nilai R-Faktor ke dalam MOS.

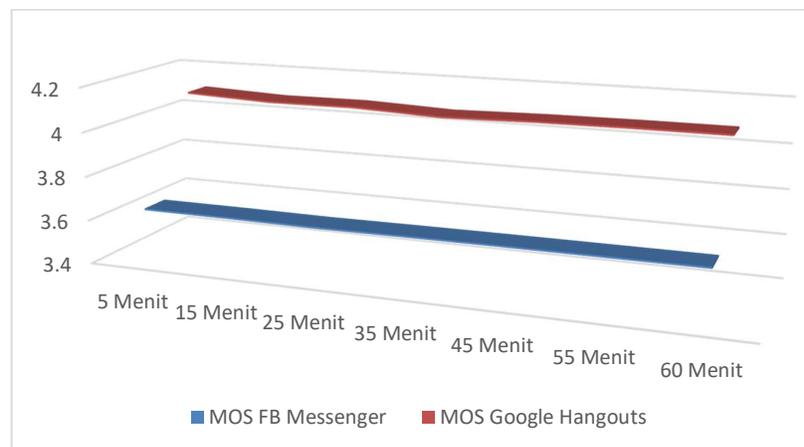
$$R=94.2-(0.024(6.566)+0.11(6.566-177.3)0(5.566-177.3)-(7+30\ln(1+15(0.0121))=82.038 \quad (9)$$

$$\text{MOS} = 1 + 0.035(82.038) + 7 \times 10^{-6}82.038(82.038)(82.038 - 60)(100 - 82.038) = 4.098 \quad (10)$$

Tabel 7. Hasil Nilai MOS pada Google Hangouts menggunakan Metode E-Model

DURASI	I_d	I_{ef}	R-FAKTOR	MOS
5 Menit	0.157	12.003	82.038	4.098
15 Menit	0.160	12.494	81.544	4.081
25 Menit	0.159	12.419	81.620	4.083
35 Menit	0.162	12.867	81.170	4.067
45 Menit	0.161	12.644	81.394	4.075
55 Menit	0.160	12.569	81.470	4.078
60 Menit	0.160	12.5694	81.469	4.078

Tabel 7 merupakan hasil perhitungan setelah variabel *delay* dan *packet loss* dimasukkan ke dalam persamaan E-Model untuk menghasilkan nilai R-Faktor dan estimasinya ke dalam MOS pada aplikasi Google Hangouts. Faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh pengaruh *delay* adalah sebesar 0.157 pada menit ke-5 yang merupakan nilai I_d terendah dan 0.162 pada menit ke-35 sebagai nilai I_d tertinggi. Sedangkan faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *packet loss* adalah sebesar 12.003 pada menit ke-5 sebagai yang terendah dan 12.867 pada menit ke-35 sebagai yang tertinggi. Faktor penurunan kualitas akibat *delay* dimana angka terbesar terjadi pada menit ke-35 disebabkan karena *delay* yang terjadi pada waktu tersebut merupakan *delay* yang tertinggi pada Google Hangouts berdasarkan Tabel 4. Sedangkan pada faktor penurunan kualitas tertinggi yang diakibatkan *packet loss* juga terjadi pada menit ke-35 dikarenakan persentase *packet loss* terbesar pada Google Hangouts terjadi pada menit ke-35 berdasarkan Tabel 5. Dari hasil penurunan kualitas yang terjadi, didapatkan nilai R-Faktor yang berkisar antara 81.170 hingga 82.038 selama proses panggilan yang berlangsung satu jam dan didapatkan nilai MOS yang berkisar 4.067 sampai 4.098. Dengan mengestimasi nilai R-Faktor ke dalam tingkat kepuasan pengguna, kualitas dari layanan VoIP aplikasi Google Hangouts ini dikategorikan "baik".



Gambar 8. Grafik Perbandingan MOS FB Messenger dan Google Hangouts

4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan analisis *Mean Opinion Score* menggunakan metode E-model dua aplikasi VoIP yaitu Facebook Messenger dan Google Hangouts menggunakan GNS3 pada jaringan LTE, dapat ditarik kesimpulan bahwa Google Hangouts memiliki kualitas layanan VoIP yang lebih baik dibandingkan Facebook Messenger. Hal tersebut dikarenakan nilai R-faktor yang dihasilkan oleh aplikasi Google Hangouts yang berkisar antara 81.170 hingga 82.038 lebih tinggi dibandingkan Facebook Messenger yang hanya berkisar 70.835 hingga 70.914. Sehingga, jika diestimasi ke dalam tingkat kepuasan pengguna, Google Hangouts mendapatkan kategori yang lebih tinggi yaitu "baik", sedangkan Facebook Messenger hanya dikategorikan "cukup baik".

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Allah Subhana Wa Ta'ala karena atas berkah dan rahmat-Nya penulis mampu untuk merampungkan penelitian ini, Bapak dan Ibu Dosen, serta rekan-rekan sesama Mahasiswa Teknik Telekomunikasi yang telah membantu memberikan dukungan berupa saran dan kritik.

DAFTAR RUJUKAN

- Jalendry, S., & Verma, S. (2015). A Detail Review on Voice over Internet Protocol (VoIP). *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 23(4), 161–166.
- Aditya, Y., Rochim, A. F., & Widiyanto, E. D. (2016). Rancang Bangun Sistem Telekomunikasi Konvergen Berbasis Voice over Internet Protocol Menggunakan Virtualbox. *JTSISKOM*, 3(2), 282–294.
- Silva, E., Galvão, L., Mota, E., & Iano, Y. (2015). Mean Opinion Scoe Measurements Based on E-Model During a VoIP call. *AICT 2015: The Eleventh Advanced International Conference on Telecommunications*, 1(c), 132–135.
- Assem, H., Adel, M., Jennings, B., Malone, D., Dunne, J., & O'Sullivan, P. (2013). A generic algorithm for mid-call audio codec switching. *Proceedings of the 2013 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management, IM 2013*, 1276–1281.
- Assem, H., Malone, D., Dunne, J., & O'Sullivan, P. (2013). Monitoring VoIP call quality using improved simplified E-model. *2013 International Conference on Computing, Networking and Communications, ICNC 2013*, 927–931.
- Forconi, S., & Vizzarri, A. (2013). Review of Studies on End-to-End QoS in LTE Networks. In *AEIT Annual Conference*.
- Pravira, D. S., Mustofa, A., & Kusmaryanto, S. (2014). Analisis Pengaruh Teknik Modulasi Adaptif Terhadap Performansi Video Conference pada Jaringan Long Term Evolution (LTE), 1–6.

- Herdiansyah, R. M., P, W. A., & K, D. F. (2014). Quality Of Service (Qos) Layanan Video Conference Pada Jaringan High Speed Packet Access (HSPA) Menggunakan Emulator Graphical Network Simulator (GNS) 3. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, 4.
- Tanutama, L. S., Poernama, R. A., Yansen, & Riani, W. (2008). Performansi Komunikasi VoIP-SIP dengan GSM Melalui GSM Gateway. *Jurnal Teknik Komputer*, 18(2), 100–108.
- Mukti, P. H., Prabowo, A. E., & Kusrahardjo, G. (2015). Evaluasi VoIP Menggunakan Mean Opinion Score pada Jaringan Testbed -WiMAX Berbasis IEEE 802 . 16-2004. *JNTETI*, 4(4).
- Adhicandra, I. (2010). Measuring Data and VoIP Traffic in WiMAX Networks. *Journal of Telecommunications*, 2(1), 1–6.
- HP, W., Susilawati, H., & Noviandono, R. K. (2011). Analisis Performasi VoIP (Voice over Internet Protocol) pada Jaringan WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) di Wilayah DKI Jakarta. *Infotel*, 3(1), 58–72.
- Haykal, M. (2011). *Analisis perbandingan efisiensi dan efektifitas antara codec h.264 dan vp7 pada sistem video conference*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Syafitri, D. (2007). *Analisis Waktu tunda satu arah pada panggilan VoIP antara Jaringan UMTS dan PSTN*. Universitas Sumatera Utara.
- Tonapa, O., Rahmiati, P., & Komba, D. (2014). Analisis Performansi Konektifitas Pada Jaringan Wireless Broadband di Bandung. *Elkomika*, 2(2), 162–170.
- Cahyadi, S. A., Santoso, I., & Zahra, A. A. (2013). Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan Lokal Session Internet Protocol (SIP) Menggunakan GNS3. *TRANSIENT*, 1–9.
- Nurhayati, A., & Indriyani, E. (2017). Simulasi Pengiriman Paket VoIP Menggunakan Simulator GNS3 Versi 0.8.6. *Jurnal ICT Penelitian Dan Penerapan Teknologi*, 91–98.
- Pranindito, D., Pattinasarani, P., & Cahyadi, E. F. (2017). Simulasi dan Analisis QoS Video Conference Melalui Jaringan Interworking IMS – UMTS Menggunakan Opnet. *Jurnal Infotel Vol.9*, 9(1), 147–157.
- Wulandari, P., Soim, S., & Rose, M. (2017). Monitoring dan Analisis QoS (Quality of Service) Jaringan Internet pada Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya dengan Metode Drive Test. In *Prosiding SNATIF* (pp. 341–347).
- Raharjo, B. T., Fibriani, I., & Hadi, W. (2014). Pengukuran Quality of Service (QoS) Terhadap Kualitas Video Conference pada Virtual Private Network (VPN), 1–8.