

Komunikasi *Softphone* Menggunakan Metode *Tunneling* *Softphone Communication Using the Tunneling Method*

S. El Yumin¹ dan Andhika CM

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
 Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta
 Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta Selatan
 E-mail: ¹sel_yumin@yahoo.com

Abstrak--- Pada makalah ini, dibahas komunikasi *softphone* via tunnel untuk sistem voice dengan perangkat PBX (*Private Branch Exchange*) pada jaringan intranet maupun internet menggunakan alamat IP public. Sebagai alat bantu untuk mengukur QoS (*Quality of Service*) seperti delay, jitter, throughput, dan packet loss, digunakan perangkat lunak wireshark. Pengujian dilakukan dengan menguji komunikasi dari *softphone* terhadap unit IP Phone dan terhadap handphone GSM. Pada komunikasi *softphone*, metode tunneling mampu memberikan keamanan karena dapat mengenkapsulasi dan mengenkripsi saat proses pengiriman data komunikasi, sehingga paket yang dikirim dari *softphone* dengan protokol SCCP dan TFTP tidak dapat di sniffing oleh perangkat lain pada saat dilakukan di jaringan internet, hal ini memberikan tingkat keamanan yang tinggi sehingga pengguna merasa nyaman dalam proses komunikasi, terlebih pada pengguna dengan tingkat mobilitas yang tinggi karena *softphone* dapat digunakan dimana saja selama terdapat akses internet.

Kata Kunci : SCCP, TFTP, tunneling, *softphone*, VoIP

Abstract--- In this paper, communication of *softphone* via tunnel is discussed for voice systems with PBX (*Private Branch Exchange*) devices on intranet and internet networks using public IP addresses. As a tool to measure QoS (*Quality of Service*) such as delay, jitter, throughput, and packet loss, the wireshark software is used. Testing is done by testing the communication of the *softphone* to the IP Phone unit and to the GSM mobile phone. In communication *softphone*, tunneling method is able to provide security because it can encapsulate and encrypt during the process of sending communication data, so that packets sent from *softphones* with SCCP and TFTP protocols cannot be sniffed by other devices when done on internet networks, this provides a level of security high so that users feel comfortable in the communication process, especially for users with high mobility because *softphones* can be used anywhere as long as there is internet access.

Keywords : SCCP, TFTP, tunneling, *softphone*, VoIP

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi khususnya teknologi komunikasi membawa perubahan yang sangat mendasar dan vital di zaman modern saat ini. Berbagai alat komunikasi pun menjadi salah satu aspek yang tidak kalah menarik bagi pengembang teknologi yang menjadikan semakin mudahnya proses komunikasi saat ini. Dengan melihat perkembangan mulai dari model telepon dan fitur yang diberikan, teknologi komunikasi pun memiliki perkembangan yang semakin kompleks, akan tetapi hal ini masih dianggap memiliki tingkat mobilitas yang kurang terlebih pada telepon rumah maupun telepon kantor. Dengan banyak fitur yang diberikan, telepon rumah dan kantor masih memiliki ruang lingkup yang terbatas dengan nomor yang diberikan dari penyedia jasa telekomunikasi. Melihat perkembangan telepon tersebut, di sisi lain *softphone* yang merupakan telepon dengan sistem aplikasi ini ikut memacu revolusi dalam industri telekomunikasi. Dengan faktor pendukung lainnya yaitu perkembangan jaringan internet. Internet merupakan potensi paling besar bagi perkembang-

an komunikasi melalui berbagai protokol. Banyak sekali dampak positif dengan adanya jaringan internet sebagai alat komunikasi terutama komunikasi suara yang disebut *Voice Over Internet Protokol* (VoIP), salah satunya menjadikan biaya lebih efisien dan operasional lebih efektif. Untuk itu dalam makalah ini implementasi *softphone* akan diterapkan pada jaringan internet menggunakan metode tunneling dan sistem routing agar aplikasi dapat terhubung dengan PBX menggunakan SCCP (*Skinny Client Control Protocol*) dan TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) sebagai solusi terhadap perangkat karena lebih fleksibel dalam penggunaannya.

2. METODA

2.1 VoIP (*Voice Over Internet Protocol*)

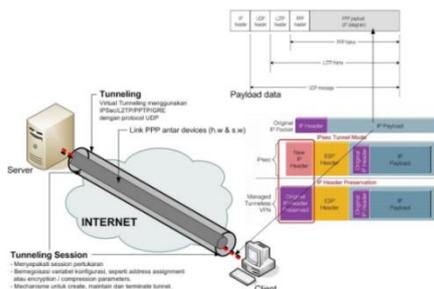
VoIP merupakan teknologi yang menjadikan internet sebagai media untuk melakukan komunikasi suara jarak jauh secara langsung. Konsep kerja VoIP adalah merubah paket suara analog menjadi digital yang disalurkan ke dalam paket-paket data secara realtime. Kemudian dikembangkan lagi

PSTN (Public Switched Telephone Network) yang berkembang sampai sekarang untuk komunikasi dari pengguna VoIP dengan telepon GSM atau sebaliknya. Perkembangan alat komunikasi tersebut diiringi dengan perkembangan *workstation* dan internet dimana media komunikasi menjadi terbuka luas untuk dikembangkan lebih lanjut.

VoIP sendiri merupakan teknologi yang memungkinkan untuk melewati trafik suara melalui jaringan internet dengan standard protokol yang digunakan yaitu SIP (*Session Initiation Protocol*) dan H.323. Teknologi ini bekerja dengan cara mengubah suara menjadi format digital ADC (*Analog to Digital Converter*) kemudian ditransmisikan melalui suatu media dimana pada sisi penerima akan dirubah lagi agar penerima mampu mendengar suara dengan DAC (*Digital to Analog Converter*). Komunikasi tersebut dalam proses pengiriman data menggunakan jaringan berbasis IP (*Internet Protocol*). Dalam hal ini setiap sinyal analog yang dirubah ke dalam sinyal digital melalui *end point* sumber ke *end point* tujuan melalui kompresi dalam bentuk paket data.

2.2 Tunneling

Tunneling merupakan dasar dari VPN (*Virtual Private Network*) untuk membuat suatu jaringan lokal melalui jaringan internet. *Tunneling* juga merupakan enkapsulasi suatu protokol dalam paket protokol. Pada gambar 1, *tunneling* terjadi ketika *server* dan *client* membentuk suatu komunikasi dengan melalui jalur internet, digambarkan pada awan sebagai jalur internet terdapat tabung yang dimaksudkan sebagai jalur *private* yang disebut dengan *tunneling*. Pada jalur tunnel ini terdapat protokol komunikasi agar *tunnel* dapat terbentuk yaitu IPsec, L2TP (*Layer 2 Tunnel Protocol*), PPTP (*Point to Point Tunnel Protocol*) ataupun GRE (*Generic Routing Encapsulation*) dengan dijabarkannya *header tunnel* sebagai proses *enkapsulasi* paket.

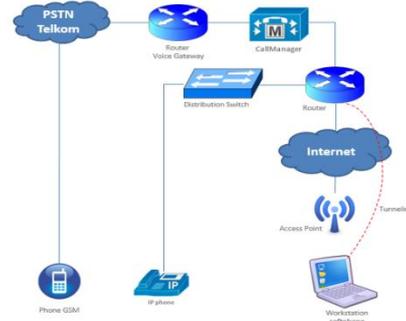


Gambar 1. Skema Tunneling dan Enkapsulation VPN

2.3 Perancangan Sistem

Perancangan pada sistem komunikasi *soft-phone* ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Dari hasil konfigurasi, akan diimplementasikan dengan simulasi sistem menggunakan telepon unit (IP

Phone) dan software telepon (*softphone*) dimana *softphone* akan dipasang ke laptop menggunakan media *wireless* seperti gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Perancangan Sistem

Sebelum PSTN dari telco di olah di perangkat *Call Manager*, terdapat proses *routing* untuk men translasikan alamat IP yang diberikan dari telco ke alamat IP local, menggunakan *Voice Gateway*, dimana telco yang digunakan menggunakan Telkom. *Call Manager* mengolah panggilan yang didistribusikan melalui perangkat *switch* di tiap unit telepon. Dan agar proses komunikasi bisa dimanfaatkan di jaringan internet, maka diperlukan *router* untuk menghubungkan jaringan lokal ke internet menggunakan metode *tunneling*. Dalam hal ini pengguna melakukan proses komunikasi dari jaringan internet dengan metode *tunneling* menggunakan media *wireless*. Jadi proses komunikasi dari *softphone* ke internal telepon unit dalam kantor akan tetap bisa berjalan, selain itu dengan adanya *Voice Gateway* yang terkoneksi dengan PSTN akan memungkinkan proses komunikasi dari *softphone* bisa dilakukan dengan telepon GSM.

2.4 Komponen Sistem

Komponen sistem merupakan penunjang implementasi yang pada hal ini merupakan *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak). Adapun komponen sistem sebagai pendukung dalam implementasi Makalah ini adalah sebagai berikut :

2.4.1 Komponen Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada implementasi yaitu sebagai berikut :

- a) **Voice Gateway** : Cisco CISCO2911/K9 (revision 1.0) with 909312K/40960K bytes of memory.
 Processor board ID FGL1716110C, 3 Gigabit Ethernet interfaces, 31 Serial interfaces, 1 terminal line, 1 Channelized E1/PRI port, DRAM configuration is 64 bits wide with parity enabled.
 255K bytes of non-volatile configuration memory.
 250880K bytes of ATA System CompactFlash 0 (Read/Write)

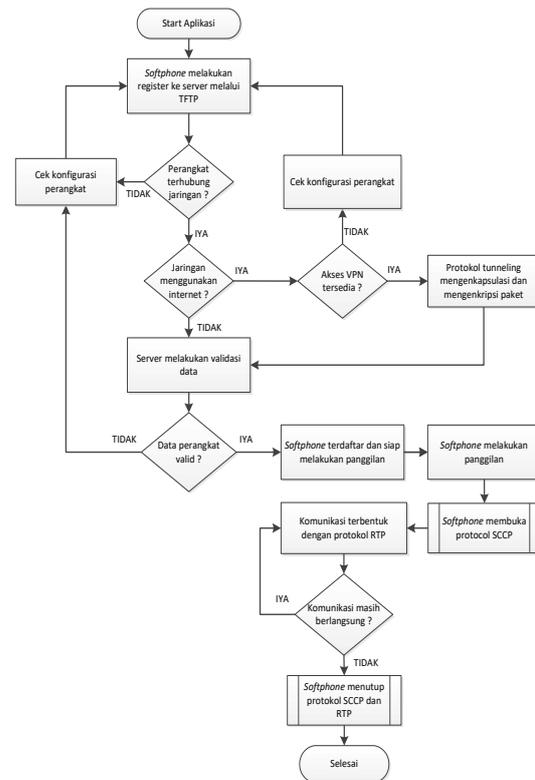
- b) **Call Manager dan Contact Center**
 Cisco Systems Inc
 UCSC-C220-M3SBE
 Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2609 0 @ 2.40GHz
 Physical Memory 32741.8 MB
 Harddisk 1TB
- c) **Router**
 Mikrotik Router AINOS
 Intel (R) CPU 4 @ 3292MHz
 Physical Memory 1895.4 MB
 Harddisk 988.2 MB
- d) **Switch**
 Juniper EX4550-32F
 Juniper EX3300-48P
 Juniper EX2200-48P
- e) **Client**
 ASUS S400C
 Processor board Intel(R) Core(TM) i3-3217U
 CPU @ 1.80GHz (4CPU)
 Memory 4096MB RAM
 Harddisk 500GB

2.4.2 Komponen Perangkat Lunak

- a) **Cisco Unified CM Administrator (CUCM)**
 Aplikasi yang digunakan untuk mengintegrasikan suara, data, video serta produk mobilitas yang dirancang untuk mengoptimalkan fungsi, mengurangi konfigurasi dan kebutuhan *maintenance*.
- b) **Cisco Unified CCX Administrator**
 Aplikasi yang digunakan untuk mengatur antrian panggilan dan laporan panggilan.
- c) **Cisco IP Communicator**
 Aplikasi yang digunakan untuk melakukan panggilan dan menerima panggilan.
- d) **Wireshark**
 Aplikasi yang digunakan untuk analisa paket trafik pada jaringan.

2.5 Metode Komunikasi

Komunikasi *softphone* melibatkan beberapa proses yang terlihat pada alur seperti berikut :



Gambar 3. Flowchart Proses Komunikasi Softphone

Dari gambar alur di atas, proses aplikasi *softphone* sampai mampu melakukan proses komunikasi tidak lepas dari beberapa protokol pendukung diantaranya SCCP sebagai pembuka sesi komunikasi dan TFTP sebagai proses *register* data *softphone*. Dan untuk komunikasi sendiri protokol yang digunakan yaitu RTP (*Real Time Protocol*).

3. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada makalah ini dilakukan dengan tiga skenario berbeda, dimana masing-masing skenario akan dilakukan dua kali pengujian yaitu proses komunikasi pada perangkat IP Phone dan GSM. Skenario pengujian pada perangkat IP Phone dan GSM ini dilakukan dengan beberapa metode diantaranya Pengujian komunikasi jaringan intranet, pengujian komunikasi *tunneling* pada perangkat *router*, dan pengujian komunikasi *tunneling* pada perangkat *client*. Pada saat proses komunikasi akan dilakukan analisa dimana tiap pengujian semua paket akan di *capture* sebagai bahan yang digunakan untuk pengolahan data.

Sebagai parameter untuk mengetahui kualitas suara apakah sudah memenuhi standard, maka dapat dilihat dari salah satu parameter QoS (*Quality of Service*) yaitu paket delay dengan mengacu pada tabel standard ITU-T G.1010.

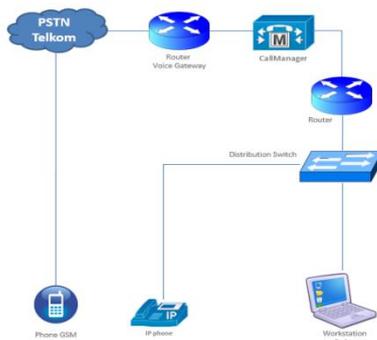
Tabel 1. Standar ITU-T G.1010

Latency	Nilai
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 – 300 ms
Sedang	300 – 400 ms
Jelek	>450 ms
Jitter	Nilai
Baik	0 – 20 ms
Cukup	20 – 50 ms
Buruk	>50 ms
Packet Loss	Nilai
Sangat Baik	0 – 0.5 %
Baik	0.5 – 1.5 %

1.1 Pengujian Komunikasi Jaringan Intranet

Pada skenario pengujian jaringan intranet, *softphone* berada pada jaringan yang sama dengan PBX. Namun dibedakan dengan segmentasi VLAN, *Client softphone* akan melakukan panggilan ke *IP Phone* dan telepon GSM melalui perangkat *switch* di jaringan intranet.

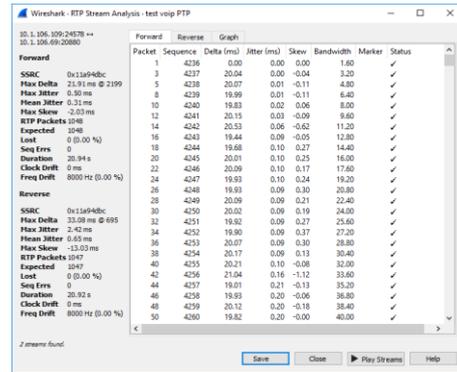
Pada gambar 4, perangkat seperti *workstation* berfungsi sebagai tempat terpasangnya aplikasi *softphone*, kemudian *workstation* terhubung dengan perangkat *switch* yang berfungsi sebagai distribusi ke perangkat *IP Phone* dan terhubung juga dengan *router* yang berfungsi untuk proses *routing* ketika terjadi adanya perbedaan segmentasi jaringan. Setelah *router* terdapat perangkat *voice manager* sebagai pengolah komunikasi yang diteruskan *voice gateway* sebagai penghubung dengan PSTN.



Gambar 4. Skenario Pengujian Jaringan Intranet

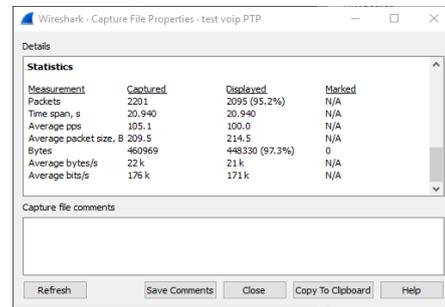
a. Quality of Service (QoS) komunikasi softphone dengan perangkat IP Phone

Pada RTP Stream, nilai parameter QoS terlihat bervariasi dari tiap paket dengan nilai yang dikirim. Dari hasil pengujian terdapat nilai QoS dari proses pengiriman paket *softphone* terhadap perangkat *IP Phone* dan sebaliknya.



Gambar 5. QoS forward softphone ke perangkat IP Phone (Intranet)

Hasil analisa paket RTP menggunakan RTP *stream* pada *wireshark* sesuai gambar 5. yaitu paket yang dikirim terdapat nilai diantaranya paket loss 0%, kemudian *delay* dapat dilihat pada kolom *delta* dengan satuan *millisecond*, dan *jitter* dengan satuan *millisecond*. Nomor paket terlihat tidak berurutan karena paket yang diambil merupakan hasil filter yaitu selain RTP tidak ditampilkan.



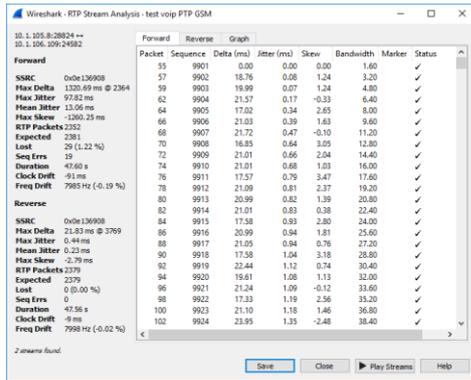
Gambar 6. QoS troughput softphone ke perangkat IP Phone (Intranet)

Dari nilai *statistic* yang muncul pada gambar 6, *throughput* dapat terlihat pada *Average bytes/s* yaitu 21 kbps, nilai *throughput* diambil dari kolom *Displayed* karena paket yang terdapat pada komuni *softphone* tidak semuanya merupakan paket komunikasi data.

Pada pengujian QoS *softphone* ke perangkat *IP Phone* melalui jaringan intranet yang dilakukan pada gambar 5 sampai dengan gambar 6, paket yang diterima dan paket yang dikirim memiliki rata-rata paket loss sebesar 0%, nilai *delay* 19.980 ms, *jitter* 0.300 ms dan *throughput* 21 kbps. Sesuai dengan tabel 1 pengujian pada kali ini telah memenuhi standar.

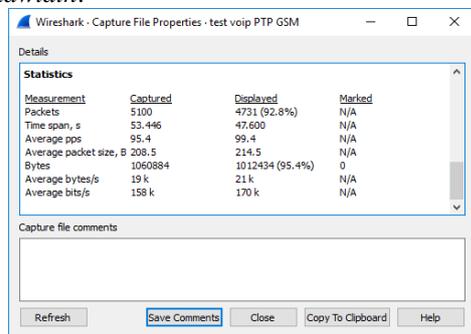
b. Quality of Service (QOS) komunikasi softphone dengan GSM

Pada RTP Stream, paket RTP tidak dimulai dari paket pertama karena terdapat paket UDP lain yang tertangkap pada proses monitoring di *Wireshark*. Dari hasil pengujian terdapat nilai QOS dari proses pengiriman paket *softphone* terhadap GSM dan sebaliknya pada tiap paket.



Gambar 7. QoS *forward softphone* ke GSM (Intranet)

Paket yang dikirim dari *softphone* sesuai dengan gambar 7 merupakan hasil analisa dari paket RTP setelah di decode sehingga beberapa nilai seperti paket loss dapat terbaca dengan nilai 0 %, untuk *delay* dilihat pada *delta*, dan *jitter* dapat dilihat pada kolom *jitter*. Sedangkan untuk *throughput* didapat dari nilai rata-rata pada kolom *bandwidth*.



Gambar 8. QoS *throughput softphone* ke perangkat GSM (Intranet)

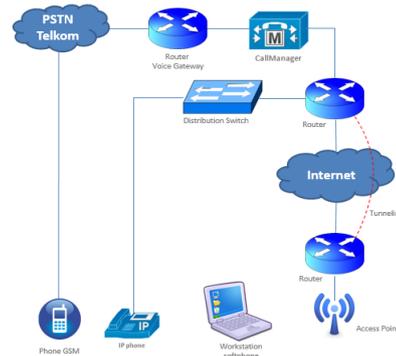
Nilai *throughput* untuk komunikasi *softphone* ter hadap perangkat GSM dapat dilihat pada gambar 8. *Statistic* di dapat saat *capture file* pada aplikasi *wireshark* ketika terjadi komunikasi. Setelah paket sudah terbaca, maka muncul *statistic* yang yang didalamnya terdapat nilai *throughput* yaitu sebesar 21 kbps. Nilai ini didapat dari rata-rata *throughput* komunikasi saja, paket selain itu memiliki nilai rata-rata sebesar 19 kbps.

Dari hasil pengujian komunikasi *softphone* dengan perangkat GSM melalui jaringan intranet, proses komunikasi memiliki nilai *delay* rata-rata baik saat paket dikirim maupun diterima sebesar 20.238 ms, *jitter* 13.047 ms, *throughput* 21 kbps dan paket loss tidak ada. Sesuai dengan standard ITU-T pada tabel 1, hasil percobaan telah memenuhi standar.

1.1.1 Pengujian Komunikasi Tunneling pada Perangkat Router

Proses pengujian komunikasi tunneling pada skenario ini, *client* yang digunakan tidak perlu dikonfigurasi untuk terhubung jaringan lokal

dengan PBX berada, karena konfigurasi *tunnel client* terdapat pada router 2.

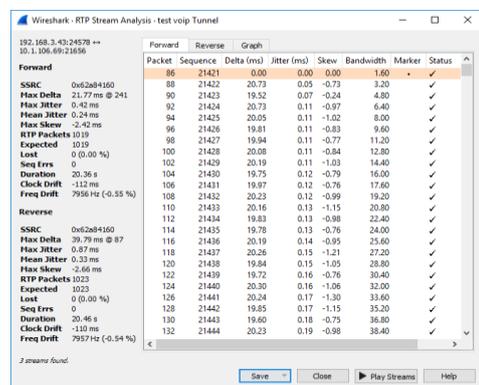


Gambar 9. Skenario Pengujian Jaringan Tunnel pada Router

Beberapa perangkat pada gambar 9 menjabarkan topologi skenario komunikasi *softphone* dengan IP Phone maupun dengan telepon GSM. Perangkat pendukung yaitu akses point yang berfungsi untuk kebutuhan koneksi pada *workstation* yang di pasang *softphone*, kemudian akses point terkoneksi dengan *router* sebagai proses *routing* dan *tunnel client* yang terhubung dengan server tunnel pada perangkat *router 1* melalui jaringan internet. Setelah komunikasi *tunnel* terhubung, proses komunikasi terjadi pada *call manager* dan *voice gateway* sehingga mampu membuka komunikasi ke IP Phone dan telepon GSM.

a. Quality of Service (QoS) komunikasi softphone dengan perangkat IP Phone

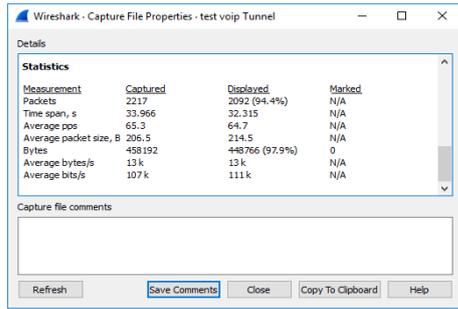
Hasil analisa pada RTP Stream, terlihat nilai QoS bervariasi dari tiap paket dengan nilai yang dikirim. Dari hasil pengujian terdapat nilai QoS dari proses pengiriman paket *softphone* terhadap perangkat IP Phone dan sebaliknya.



Gambar 10. QoS *forward softphone* ke perangkat IP Phone (Internet)

Saat paket mulai dikirim oleh *softphone* pada gambar 10 nomor paket dimulai dari urutan nomor 86 karena baru terjadi transaksi komunikasi pada paket tersebut. Dari gambar 10, dapat diambil dua

parameter QoS yaitu *delay* dengan kolom *Delta*, dan *jitter* yang dilihat pada kolom *jitter*.

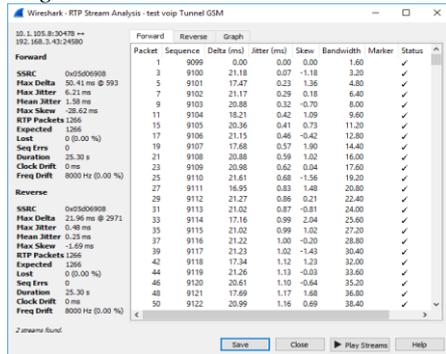


Gambar 11. QoS Throughput softphone ke perangkat IP Phone (Internet)

Throughput pada pengujian softphone ke IP Phone melalui jaringan internet dapat dilihat pada gambar 11 dengan nilai throughput sebesar 13 kbps, nilai tersebut diambil dari data *Displayed* karena tidak semua paket data memiliki paket komunikasi.

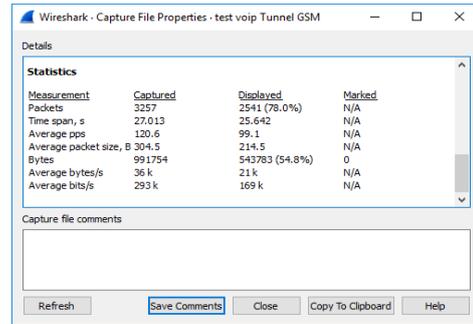
Dari hasil pengujian kualitas QoS (*Quality of Service*) pada gambar 10 sampai dengan gambar 11, komunikasi softphone ke perangkat IP Phone melalui jaringan internet rata-rata memiliki nilai *delay* sebesar 19.980 ms, *jitter* 0.234 ms, *throughput* 13 kbps dan paket loss tidak ada. Sesuai dengan standar ITU-T G.1010 pada tabel 1, hasil pengujian ini berhasil memenuhi standar.

b. *Quality of Service (QoS) komunikasi softphone dengan GSM*



Gambar 12. QoS forward softphone ke GSM (Internet)

Dari hasil pengujian pada gambar 12 terdapat nilai QoS dari proses pengiriman paket softphone terhadap GSM. Dari gambar 12 tersebut, terdapat dua parameter QoS diantaranya *delay* yang dapat dilihat pada kolom *Delta* dan *jitter* yang dapat dilihat pada kolom *jitter*.

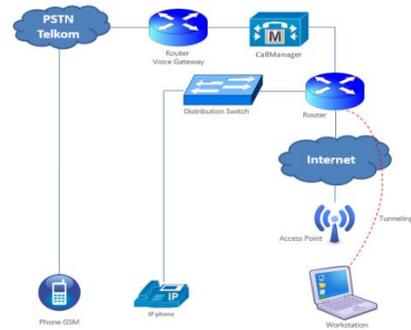


Gambar 13. QoS throughput softphone ke perangkat GSM (Internet)

Pada gambar 13, nilai throughput terlihat pada *Measurement Average byte/s*, dari hasil yang di dapat, *throughput* memiliki nilai sebesar 21 kbps dari semua paket yang dibaca sebesar 36 kbps.

Dari hasil pengujian kualitas QoS, komunikasi softphone ke perangkat GSM melalui jaringan internet rata-rata memiliki nilai *delay* sebesar 19.985 ms, *jitter* 1.56 ms, *throughput* 21 kbps dan paket loss tidak ada. Sesuai dengan standar ITU-T G.1010 pada tabel 1, hasil pengujian yang dilakukan telah memenuhi standar

1.1.2 *Pengujian Komunikasi Tunneling pada Client*



Gambar 14. Skenario Pengujian Jaringan Tunnel pada Workstation

Skenario pengujian terakhir pada gambar 14, *tunneling* dilakukan pada *workstation* tempat *softphone* digunakan, sehingga diperlukan konfigurasi untuk terhubung dengan jaringan lokal dimana PBX berada. Perangkat *workstation* yang sudah dikonfigurasi *tunnel* seolah terhubung langsung dengan jaringan lokal melalui media perantara akses point.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3546	36.974525	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3547	36.990568	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3548	36.995149	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3549	37.010577	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3550	37.013941	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3551	37.030653	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3552	37.033367	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3553	37.050644	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3554	37.055043	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3555	37.060809	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	98	Compressed data
3556	37.070592	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3557	37.074647	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	254	Compressed data
3558	37.090481	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3559	37.094400	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3560	37.110495	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data
3561	37.113840	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3562	37.117919	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	122	Compressed data
3563	37.130706	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	254	Compressed data
3564	37.135469	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	258	Compressed data
3565	37.144271	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	122	Compressed data
3566	37.146294	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	118	Compressed data
3567	37.146403	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	90	Compressed data
3568	37.150614	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	254	Compressed data
3569	37.155151	202.159.36.1	172.20.10.5	PPP Comp	254	Compressed data
3570	37.170649	172.20.10.5	202.159.36.1	PPP Comp	258	Compressed data

Gambar 15. Tunnel softphone pada client

Setelah dilakukan pengetesan dengan metode *tunneling* pada gambar 15, diperoleh hasil paket yang dikirim merupakan paket enkripsi sehingga protokol TFTP dan SCCP tidak dapat dibaca.

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Sbits/s
Frame	100.0	3592	100.0	888406	178 k
Ethernet	100.0	3592	100.0	888406	178 k
Internet Protocol Version 4	99.9	3588	100.0	888238	178 k
User Datagram Protocol	0.1	2	0.0	270	54
Domain Name System	0.1	2	0.0	270	54
Generic Routing Encapsulation	99.8	3586	100.0	887968	178 k
Point-to-Point Protocol	95.5	3430	99.1	880792	177 k
PPP Compressed Datagram	95.5	3430	99.1	880792	177 k
Address Resolution Protocol	0.1	4	0.0	168	33

Gambar 16. Hirarki Protokol Tunneling

Pada gambar 15 protokol *tunneling* memiliki hirarki sebelum paket dikirim melalui protokol IP.

Dari skenario pengujian implementasi SCCP dan TFTP pada komunikasi *softphone*, berikut data yang diambil dari skenario pertama dan kedua, yaitu pengujian komunikasi jaringan intranet dan pengujian komunikasi *tunneling* pada perangkat *router*.

Tabel 1. Hasil pengujian QoS Softphone

	IP		IP	
	Phone via intranet	GSM via intranet	Phone via internet	GSM via internet
Delay (ms)	19.980	20.238	19.999	20.985
Jitter (ms)	0.300	13.047	0.234	1.56
Troughput (kbps)	21	21	21	21
Packet Loss	0.00	0.00	0.00	0.00

Dan untuk pengujian komunikasi *tunneling* pada *client*, data terenkripsi karena proses enkapsulasi paket data terhadap *tunneling* pada *client*.

Setelah dilakukan pengujian dari skenario yang sudah dilakukan, jaringan intranet maupun internet menggunakan IP *Phone* memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan kualitas komunikasi yang menggunakan GSM, dikarenakan adanya *tunneling* pada komunikasi IP *Phone*, proses pengiriman paket data dapat di *bypass* tanpa

melewati banyak hop pada jaringan komunikasi. Selain itu, kualitas komunikasi dengan perangkat IP *Phone* jauh lebih baik dibandingkan dengan komunikasi pada GSM, dalam *delay* terutama dalam jitter.

4. SIMPULAN

Implementasi metode *tunneling* pada komunikasi *softphone* dapat dimanfaatkan lebih efisien karena proses komunikasi dapat dilakukan selama *client* memiliki akses internet. Komunikasi lebih aman karena metode *tunneling* membuat proses pengiriman data UDP di enkapsulasi dan di enkripsi.

Proses komunikasi *softphone* terhadap perangkat unit IP *Phone* baik jaringan intranet dan jaringan internet memiliki kualitas lebih baik dibanding komunikasi dengan telepon GSM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amankatiyar, Anupam Vishwakarma, Aditya Soni, Hemantjain, JayeshSurana. 2017. *Research on Tunneling Techniques in Virtual Private Networks*. Faculty Information Technology, SVITS, Indore, India.
- [2] ¹Euclid Narte Odjidja, ²Salah Kabanda, ³William Akotam Agangiba, Richard Kofi Annan. 2018. *Wireless VOIP Implementation Using Asterisk PBX and Open Source Softphone*. Computer Science and Engineering, University of Mines and Technology Tarkwa, Ghana¹, Information Systems, University of Cape town south Africa², Computer Science and Engineering, University of Mines and Technology Tarkwa, Ghana³.
- [3] Jenq-Shiou Leu, Wei-Hsiang Lin, Wen-Bin Hsieh, and Chien-Chih Lo. 2014. *Design and Implementation of a VoIP Broadcasting Service over Embedded Systems in a Heterogeneous Network Environment*. Department of Electronic and Computer Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei 106, Taiwan. Hindawi Publishing Corporation, The Scientific World Journal.
- [4] U. R. Alo and Nweke Hendry Firday. 2013. *Voice over Internet Protocol (VOIP): Over view, Direction and Challenge*. Journal of Information Engineering and Applications, ISSN 2224-5782 (print) ISSN 2225-0506 (online) Vol. 3, No. 4, 2013.
- [5] Setiawan, Eko Budi. 2012 *Analisa Quality of Services (QoS) Voice Over Internet Protocol (VoIP) Dengan Protokol H.323 Dan Session Initial Protocol (SIP)*, Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA), Bandung, 2012
- [6] Najwaini, Effan & Ashari, Ahmad. 2015. *Analisis Kinerja Voip Server pada Wireless Access Point*, IJCCS, Ilmu Komputer dan Elektronika FMIPA UGM, Yogyakarta.