

UNJUK KERJA PENERAPAN TEKNOLOGI VoIP PADA JARINGAN VPN (VIRTUAL PRIVATE NETWORK)

Oleh
Hadria Octavia *)

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576 Kampus Unand limau Manis Padang
) Staf Pengajar Prodi Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang

Abstract

VoIP (Voice over Internet Protocol) is a technology used for communication in the form of IP based voice media over long distances. The concept of a VPN (Virtual Private Network) in this paper makes a client that is on the public network can be connected to a LAN network. To use the VoIP server in the Linux operating system Trixbox, whereas for the VPN server using ClearOS and X-lite is used as a sofiphone to make calls to the client. Of testing at 64kbps bandwidth using the G711 codec produces value performance (delay, jitter, and packet loss) is not good, so that voice data delivered is less clear. Thus the choice of bandwidth for the G.711 codec 512kbps up is the best solution to get the value of the performance (delay, jitter, and packet loss) better . And a choice of 3 Greed (low, medium, high) on setting bandwidth, high is the best option. Because it can produce the best performance for VoIP VPN technology.

Keywords : *VoIP, Trixbox, VPN, ClearOS, delay, jitter and paket loss.*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang telekomunikasi, maka hampir semua sektor kehidupan manusia tidak dapat terpisahkan dari penggunaan teknologi tersebut, terutama alat komunikasi. Teknologi VoIP (*Voice over Internet Protocol*) adalah salah satu pilihan yang digunakan untuk berkomunikasi dalam bentuk media suara secara murah melalui portokol jaringan internet walaupun dengan jarak yang jauh.

VoIP (*Voice over Internet Protocol*) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh berbasis IP (*Internet Protocol*). Pada teknologi ini suara dirubah menjadi kode digital sebelum ditransmisikan ke jaringan

paket-paket data, bukan sirkuit analog telepon biasa.

Dengan berkembangnya layanan *voice* ini bukan berarti bahwa tidak akan ada masalah yang muncul di masa yang akan datang. Salah satu kelemahan jaringan internet adalah bahwa data yang terkirim tidak terjamin kerahasiaannya sehingga siapapun dapat menangkap dan memanipulasi data tersebut.

Kebocoran informasi sering terjadi pada sebuah jaringan apalagi jaringan berbasis IP (*Internet Protocol*), sehingga siapapun bisa mencuri informasi tersebut, yang dapat merugikan berbagai pihak. VPN (*Virtual Private Network*) merupakan satu metoda yang handal dalam menangani masalah keamanan jaringan, terutama untuk pengiriman data

penting baik itu berupa suara, gambar ataupun *video*.

2. PERMASALAHAN

Permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan tugas akhir ini adalah bagaimana merancang sebuah layanan VoIP (*Voice over Internet Protocol*) pada VPN (*Virtual Private Network*). Pada sistem tersebut akan dianalisa performansinya yang meliputi *delay* (ms), *packet loss* (%), dan *jitter* (ms).

3. TEORI DASAR

3.1. Pengertian VoIP (Voice over Internet Protocol)

VoIP (*Voice over Internet Protocol*) adalah teknologi yang mampu melewati data berupa trafik suara, dalam bentuk paket melalui jaringan IP (*Internet Protokol*). Jaringan IP merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*. Terdapat beberapa pengertian VoIP diantaranya :

1. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dikenal juga dengan sebutan IP *Telephony* didefinisikan sebagai suatu sistem yang menggunakan jaringan internet untuk mengirimkan data paket suara dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan perantara protokol IP (Tharom, 2002).
2. VoIP adalah teknologi yang memanfaatkan Internet Protocol untuk menyediakan komunikasi *voice* secara elektronik dan *real-time*. (Raharja, Anton., 2006).

3.1.1. Kualitas VoIP

Kualitas layanan VoIP (*Voice over Internet Protocol*) atau yang biasa disebut QoS (*Quality of Service*) adalah metode-metode yang bisa digunakan pada jaringan IP untuk melayani suatu layanan aplikasi tertentu. Beberapa parameter yang mempengaruhi QoS antara lain:

1. Pemenuhan kebutuhan bandwidth
2. Keterlambatan data(*latency*)
3. *Packet loss* dan *desequencing*

4. Jenis kompresi data
5. Interopabilitas peralatan(vendor yang berbeda)
6. Jenis standar multimedia yang digunakan (H.323/SIP/MGCP).

3.1.2. SIP (Session Innitiation Protocol)

SIP (*Session Innitiation Protocol*) merupakan protokol pensiyalan untuk mengatur, memulai dan mengakhiri sesi video dan suara yang ada dalam jaringan paket data pada layer aplikasi.

Jaringan SIP dibangun dari empat bagian SIP, keempat bagian tersebut memiliki fungsi-fungsi khusus dan dalam komunikasi SIP, keempat bagian tersebut yaitu ;

1. *User Agent* (UA) – End User
 - a. *User Agent Client* (UAC) : bagian ini terdapat pada pemakai (client), yang digunakan untuk melakukan inisiasi *request* dari server SIP ke UAS
 - b. *User Agent Server* (UAS) : bagian ini berfungsi untuk mendengar dan merespon terhadap *request* SIP
2. *Proxy Server* – Gerbang menuju jaringan SIP
Server ini menerima *request* SIP dan meneruskan ke server yang dituju yang memiliki informasi tentang user yang dipanggil.
3. *Redirect Server* – Memetakan lokasi user dan meneruskan permintaan
Server ini setelah menerima request SIP , menentukan server yang dituju selanjutnya dan mengembalikan alamat server yang dituju selanjutnya kepada client daripada meneruskan request ke server yang dituju tersebut.
4. *Register Server* – Memproses registrasi user.
Server ini menerima request registrasi dari user SIP dan melakukan update terhadap lokasi user dengan server ini.

3.2. Layanan Penerapan Teknologi VoIP

Seperti penjelasan sebelumnya, VoIP (*Voice over Internet Protocol*) merupakan salah satu bagian dari teknologi transmisi untuk mentransmisikan komunikasi suara melalui IP, seperti internet ataupun packet switched networks. Dengan menggunakan VoIP, kita dapat melakukan panggilan telepon melalui koneksi internet, tidak lagi menggunakan saluran telepon konvensional yang melakukan transmisi secara analog.

VoIP mengkonversikan atau mengubah suara (data) yang merupakan sinyal analog menjadi sinyal digital yang ditransmisikan melalui internet. Tidak seperti telepon konvensional yang mentransmisikan suara anda menggunakan sinyal listrik melalui kabel. Secara garis besar layanan VoIP dapat dibagi menjadi empat, yaitu ;

3.2.1. Komunikasi komputer ke komputer VoIP

Layanan ini merupakan layanan *voice call* yang menggunakan komputer sebagai alat komunikasi. Dengan menggunakan layanan khusus di internet kita bisa menggunakan komputer kita yang telah terhubung dengan internet untuk melakukan panggilan ke komputer lain yang menggunakan layanan yang sama.



Gambar 1. Hubungan dari Komputer ke Komputer

Banyak penyedia layanan VoIP di internet. Salah satu layanan yang mendukung panggilan suara melalui internet adalah *Yahoo messenger*. Dengan menggunakan *Yahoo messenger* kita bisa

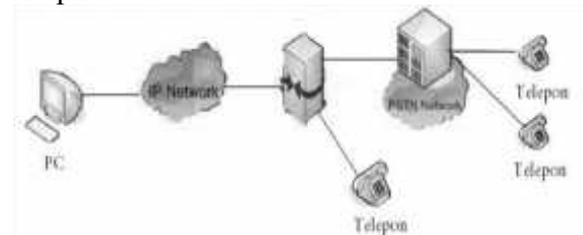
melakukan *voice call* dengan sesama *user*. Layanan VoIP komputer ke komputer dapat dilakukan secara gratis, anda hanya cukup menyediakan koneksi internet pada komputer anda.

3.2.2. Komunikasi komputer ke telepon VoIP

Layanan ini merupakan layanan yang memungkinkan kita melakukan panggilan dari komputer ke telepon, baik itu telepon tetap atau *mobile phone* (handphone) bahkan nomor internasional di seluruh dunia. Layanan ini juga membutuhkan penyedia layanan di internet, seperti *Skype*.

Lain halnya dengan layanan komputer ke komputer VoIP, layanan ini membutuhkan biaya yang harus dibeli terlebih dahulu (sistem prabayar). Cara menggunakan layanan ini tidak terlalu sulit.

Pertama, kita harus memiliki *account* di penyedia layanan terkait, biasanya membuat *account* tidak di pungut biaya. Lalu kita membeli kredit atau bisa juga disebut pulsa, yang akan digunakan untuk melakukan panggilan ke telepon.



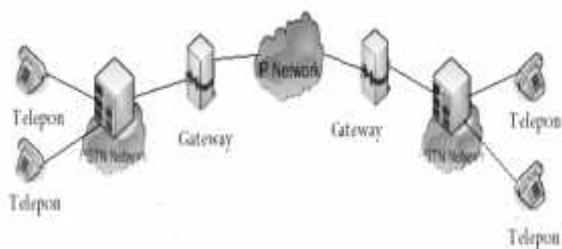
Gambar 2. Komunikasi Komputer ke Telepon

3.2.3. Komunikasi telepon ke komputer VoIP

Layanan VoIP call ini merupakan layanan yang memungkinkan anda melakukan panggilan dari telepon ke komputer. Sama halnya dengan layanan komputer ke telepon VoIP, *skype* juga menyediakan layanan ini.

3.2.4. Komunikasi telepon ke telepon VoIP

Layanan ini dilakukan dengan menggunakan pesawat telepon khusus atau telepon konvensional yang di hubungkan dengan VoIP adapter. Untuk menggunakan layanan ini kita harus menggunakan penyedia layanan telepon ke telepon VoIP, seperti *Phone Power*. Dengan layanan ini kita dapat melakukan panggilan kemana pun diseluruh dunia yang menggunakan alat yang mendukung.



Gambar 3. Komunikasi Telepon ke Telepon

3.4. Pengertian VPN (Virtual Private Network)

VPN (*Virtual Private Network*) adalah suatu jaringan privat (biasanya untuk instansi atau kelompok tertentu) di dalam jaringan internet (publik), dimana jaringan privat ini seolah-olah sedang mengakses jaringan lokalnya tapi menggunakan jaringan publik

VPN merupakan salah satu teknik pengamanan jaringan dengan cara membuat suatu *tunnel*, misalkan pada jaringan publik atau internet sehingga bersifat *private* dan aman. VPN dikatakan bersifat *private* karena ketika akan dibutuhkan sebuah koneksi VPN membutuhkan *otentikasi* untuk memastikan bahwa kedua ujung dalam koneksi adalah *user* yang sesuai dengan yang diberikan kewenangan untuk mengakses suatu *user*.

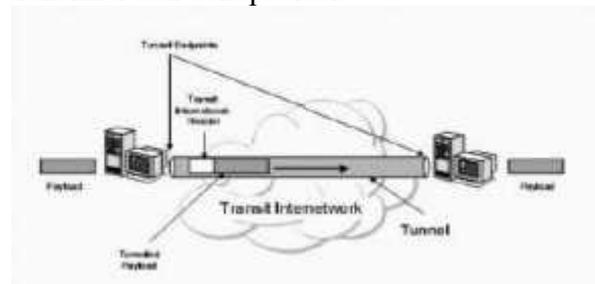
Meningkatnya prevalensi koneksi internet *broadband* ke kantor dan rumah yang letaknya jauh membuat akses yang lebih murah ke internet menjadi hal yang menarik. VPN memungkinkan masing-

masing *remote user* dari jaringan dapat berkomunikasi dalam jalur yang aman dan dapat diandalkan dengan menggunakan internet sebagai perantara untuk terkoneksi ke LAN (*Local Area Network*) pribadi Anda. VPN dapat dikembangkan untuk mengakomodasi lebih banyak pengguna dan tempat-tempat lain secara lebih mudah.

Tunneling

Tunneling merupakan metode untuk transfer data dari satu jaringan ke jaringan lain dengan memanfaatkan jaringan internet secara terselubung. Disebut *tunnel* atau saluran karena aplikasi yang memanfaatkan hanya melihat dua end point atau ujung, sehingga paket yang lewat pada *tunnel* hanya akan melakukan satu kali lompatan. Data yang akan ditransfer dapat berupa *frame* (paket) dari protokol yang lain.

Protokol *tunneling* tidak mengirimkan *frame* sebagaimana yang dihasilkan oleh node asalnya begitu saja melainkan membungkusnya (mengkapsulasi) dalam *header* tambahan. *Header* tambahan tersebut berisi informasi *routing* sehingga data (*frame*) yang dikirim dapat melewati jaringan internet. Jalur yang dilewati data dalam internet disebut *tunnel*. Saat data tiba pada jaringan tujuan, proses yang terjadi selanjutnya adalah dekapsulasi, kemudian data original akan dikirim ke penerima terakhir. *Tunneling* mencakup secara keseluruhan mulai dari enkapsulasi, transmisi dan dekapsulasi.



Gambar 4. Proses Tunneling pada VPN

3.5. Performansi Layanan VoIP

Untuk mendapatkan hasil QoS (*Quality of Service*) yang optimal tidak diperoleh langsung dari infrastruktur yang ada, melainkan diperoleh langsung dengan mengimplementasikannya pada jaringan bersangkutan. Beberapa parameter yang mempengaruhi QoS (*Quality of Service*) diantaranya ;

3.5.1. Delay

Delay adalah Interval waktu saat suara mulai dikirimkan oleh pemanggil menuju penerima panggilan yang disebabkan salah satunya oleh konversi suara analog menjadi data-data digital.

Delay merupakan faktor yang penting dalam menentukan kualitas VoIP. Semakin besar delay yang terjadi maka akan semakin rendah kualitas VoIP yang dihasilkan. Besarnya delay maksimum yang direkomendasikan oleh ITU untuk aplikasi *voice* adalah 150 ms, sedangkan delay maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat diterima *user* adalah 250 ms.

Delay *end-to-end* adalah jumlah delay koversi suara analog-digital, delay waktu paketisasi atau bisa juga disebut delay panjang paket dan delay jaringan saat t (waktu).

3.5.2. Jitter

Jitter merupakan variasi delay yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima. Untuk mengatasi *jitter* maka paket data yang datang dikumpulkan dulu dalam *jitter buffer* selama waktu yang telah ditentukan sampai paket dapat diterima pada sisi penerima dengan urutan yang benar.

Selain itu alternatif solusi permasalahan di atas adalah membangun link antar node pada jaringan dengan spesifikasi dan dimensi dengan QoS (*Quality of Servis*) yang baik dan dapat mengantisipasi perubahan lonjakan trafik hingga pada suatu batas tertentu.

3.5.3. Packet Loss

Packet loss (kehilangan paket) terjadi ketika *peak load* dan *congestion* (kemacetan transmisi paket akibat padatnya traffic yang harus dilayani) dalam batas waktu tertentu, maka *frame* (gabungan data payload dan header yang di transmisikan) suara akan dibuang sebagaimana perlakuan terhadap *frame* data lainnya pada jaringan berbasis IP.

Salah satu alternatif solusi permasalahan di atas adalah membangun *link* antar *node* pada jaringan VoIP dengan spesifikasi dan dimensi dengan QoS (*Quality of Servis*) yang baik dan dapat mengantisipasi perubahan lonjakan trafik hingga pada suatu batas tertentu.

Aplikasi VoIP merupakan aplikasi real time, sehingga tidak dapat mentolerir delay (dalam batasan tertentu) dan packet loss. Delay dapat diminimalkan dengan menggunakan teknologi packet switching sebagai pengganti data switching. Cara lain yang dapat ditempuh adalah mengoptimalkan penggunaan bandwidth, mengatur metode antrian yang dipakai dan menggunakan protokol-protokol manajemen untuk mengatur paket data yang dilewatkan.

4. PERANCANGAN SISTEM

4.1. Spesifikasi dan Perancangan Sistem

Pada bab ini akan di jelaskan lebih rinci mengenai spesifikasi dan perancangan sistem yang akan di bangun. Baik itu dari *tools* yang digunakan, input yang di masukkan dan output yang di inginkan. Perancangan sistem VoIP pada VPN ini mencakup penggunaan hardware, *tools* (software) yang digunakan, serta topologi pemodelan sistem yang akan di lakukan.

4.1.1. Kebutuhan Hardware

Dalam pembuatan tugas akhir ini sistem yang ingin dibangun berupa suatu jaringan komputer dengan menggunakan:

1. Komputer 5 unit yang berfungsi sebagai:

- a. VoIP *server* 1 unit
- b. VPN *server* 1 unit
- c. VoIP *client* 3 unit
2. Hub 1 buah
3. Modem 1 buah
4. Ethernet card 2 buah
5. Kabel UTP tipe 5 dengan RJ-45 secukupnya

4.1.2. Kebutuhan Software

Adapun *software* yang digunakan untuk merealisasikan sistem pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut;

4.1.2.1. Linux Tribox CE

Linux Tribox CE (*Community Edition*) adalah sebuah VoIP *phone sistem* yang mudah diinstalasi, memanfaatkan *software* Asterisk PBX sebagai basis. Tribox dapat dikonfigurasi untuk menangani mulai dari satu sambungan telepon pribadi, puluhan atau ratusan sambungan telepon untuk perkantoran, dapat disambungkan ke beberapa saluran T1 di sebuah *call center* yang handle jutaan menit percakapan per bulan. Sebuah web GUI (*web based*) memungkinkan konfigurasi dan pengoperasian menjadi mudah.

4.1.2.2. ClearOS

ClearOs adalah sistem operasi berbasis linux yang dikhususkan penggunaannya sebagai sebuah server. Namun meskipun berbasis linux, clearos sangat mudah digunakan bahkan oleh orang yang belum mengenal linux sekalipun. Karena sistem konfigurasinya yang berbasis Web GUI.

4.1.2.3. X-Lite

X-Lite merupakan softphone yang berfungsi sebagai user agen Client dan User agent server pada protokol SIP. X-lite digunakan karena memiliki beberapa kelebihan. Selain mendukung protokol SIP dan H323, Xlite juga mendukung

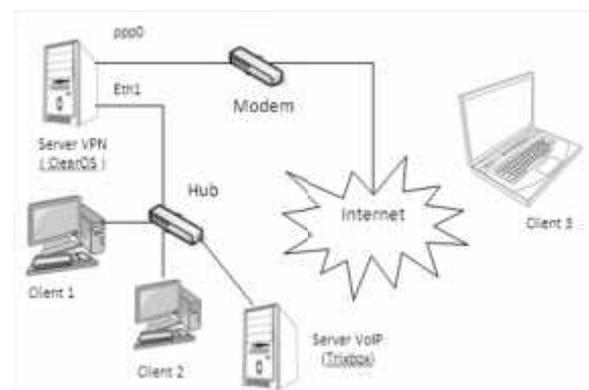
berbagai jenis kompresi Codec, *video conference*, metode keamanan SRTP dan TLS.

4.1.2.4. Wireshark

Wireshark adalah salah satu tools terbaik yang biasa di gunakan untuk menganalisa sebuah paket jaringan, atau biasa disebut *network packet analyzer*. *Network packet analyzer* akan mencoba menangkap paket-paket jaringan dan berusaha untuk menampilkan sebuah informasi di paket tersebut sedetail mungkin.

4.2. Pemodelan Sistem

Pada tugas akhir ini akan diimplementasikan layanan VoIP pada VPN (*Virtual Private Network*). Topologi jaringan pemodelan sistem yang digunakan seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Topologi Pemodelan Sistem

Pada gambar 5. dapat dilihat bahwasanya *client 1* dan *client 2* terhubung pada sebuah hub yang di dalamnya juga terdapat *server VoIP* dan *server VPN*. *Server VPN* berada pada eth1 sedangkan untuk ppp0 pada modem yang menghubungkan antara jaringan LAN ke jaringan publik. Dan untuk *client 3* terhubung pada internet (jaringan publik) yang nantinya akan di jembatani oleh VPN. Proses tunneling terjadi pada *client 3*, sehingga nantinya *client 3* seakan

berada pada jaringan LAN yang disana terdapat *client* 1 dan *client* 2.

Tabel 1. Spesifikasi perangkat system

	Server VoIP	Server VPN	Client
IP address	192.168.0.17	ppp0:110.137.90.134 eth1 192.168.0.1	192.168.0.18-20
Operasi Sistem	Trixbox 2.6.0	ClearOS 5.2	Windows XP
Hardisk	320 GB	320 GB	320 GB
Memori	1 GB	1 GB	1 GB
Prosesor	Intel Pentium Dual Core	Intel Pentium Dual Core	Intel Pentium Dual Core

a. Perancangan pada sisi server

VoIP (*Voice over Internet Protocol*) server menggunakan sistem operasi linux. Penggunaan linux disini menggunakan distributor (distro) trixbox, yang khusus digunakan untuk menangani VoIP.

Sedangkan untuk server VPN (*Virtual Private Network*) menggunakan sistem operasi ClearOS yang di kostumasi khusus untuk keperluan server.

Proses pertama yang dilakukan dalam perancangan server adalah instalasi Trixbox versi 2.6.0.5 pada PC yang digunakan untuk server VoIP. Kemudian dilanjutkan dengan instalasi ClearOS 5.2. sebagai server VPN.

Setelah kedua server di instal, dilakukan konfigurasi pada kedua server dengan pembuatan akun agar VPN pada VoIP dapat melakukan komunikasi dengan client yang berada pada LAN, dan client yang berada pada jaringan public yang mempunyai akun pada server VPN terlebih dahulu.

b. Perancangan pada sisi client

Perancangan pada sisi client dengan menyiapkan PC yang mampu menerima dan melakukan panggilan. Tahap perancangan ini dilakukan dengan instalasi X-lite (*softphone*) pada masing-masing client. Kemudian mengaktifkan

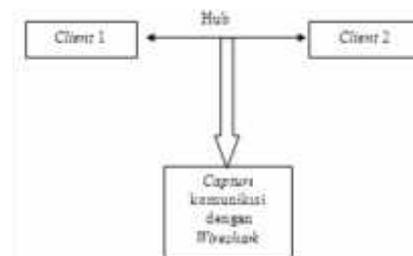
softphone untuk melakukan registrasi ke server VoIP.

Registrasi ke server VoIP dilakukan dengan mengkonfigurasi IP address yang disesuaikan dengan IP address pada server. Selanjutnya menambahkan akun pada server VPN, karena seperti yang diketahui VPN merupakan sebuah koneksi *virtual* yang bersifat *private*, sehingga tidak semua orang bisa terkoneksi ke jaringan ini dan mengaksesnya kecuali mereka yang terdaftar pada server VPN tersebut.

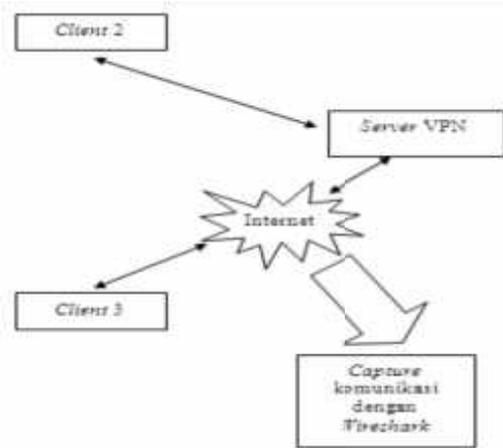
c. Perancangan pengujian

Perancangan pengujian dilakukan dengan beberapa tahap, yakni pengujian koneksi antara server dan client, serta pengujian koneksi antara masing-masing client dengan cara mengetikkan perintah “ping alamat IP” pada *command prompt*.

Setelah semua sistem dipastikan terkoneksi dengan baik, selanjutnya dilakukan panggilan antara client yang berada pada jaringan LAN. Setelah terjadi komunikasi lalu ditangkap beberapa paket data untuk dianalisa nilai *delay*, *jitter*, dan *packet loss* dengan menggunakan wireshark, seperti yang terlihat pada gambar 3. Pengujian berikutnya seperti tampilan gambar 4. Sama halnya dengan panggilan sebelumnya, namun panggilan ini sudah diamankan dengan adanya akun VPN yang dimiliki client 3 yang tidak terhubung dengan jaringan LAN.



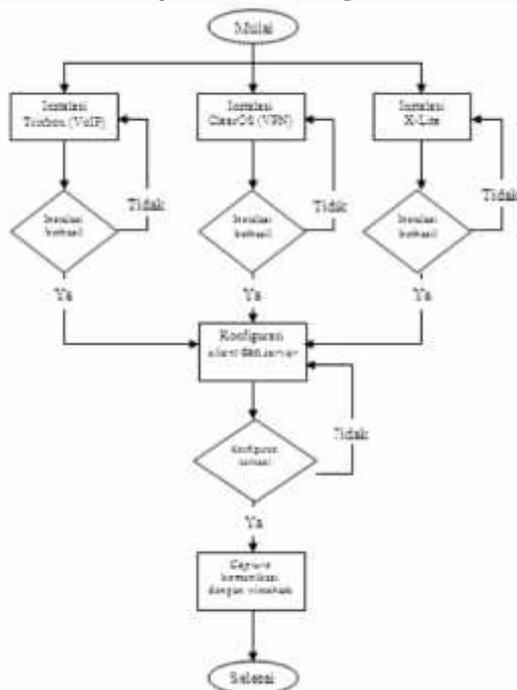
Gambar 6. Blok Diagram panggilan VoIP tanpa VPN



Gambar 7. Blok Diagram Panggilan VoIP menggunakan VPN

4.3. Implementasi Sistem

Untuk memudahkan pembuatan dan analisis sistem maka dibuat suatu *flowchart* kerja sistem sebagai berikut.



Gambar 8. Flowchart Sistem

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

5.1. Pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang sudah dipasang terhubung kesemua perangkat yang digunakan. Maka dari itu kita perlu melakukan pengujian terhadap *interface network* untuk mengetahui apakah

jaringan / sistem dapat melewati paket-paket data dan berjalan dengan baik dengan menjalankan perintah *ping* di *command prompt* pada semua computer, dan jika terhubung akan terlihat seperti gambar 9.



Gambar 9. Pengujian interface network

Untuk topologi sistem yang digunakan pada tugas akhir ini adalah topologi star, seperti pada gambar 5. Kelebihan dari topologi star yakni tidak langsung terhubung satu sama lain tetapi melalui perangkat pusat pengendali yang disebut HUB. Kabel yang di butuhkan hanya sebanyak computer dalam jaringan. Memiliki sifat *robustness* yaitu jika ada link rusak maka tidak akan berpengaruh pada link yang lain.

5.2. Pengujian pada sisi server

Tujuan pengujian pada sisi *server* adalah untuk mengetahui *server* VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dapat menerima dan melakukan panggilan antar *client* serta *server* VPN (*Virtual Private Network*) dapat mengakses dan berkomunikasi dengan *client* yang terhubung pada LAN (*Local Area Network*). Untuk mengetahui *server* bekerja dengan baik, ada beberapa tahapan yang harus dilalui, yaitu :

1. Komputer *server* VoIP *booting* secara normal sampai proses berakhir ditandai dengan munculnya halaman *login user* pada layar monitor seperti pada gambar 10.

```

Welcome to trixbox CE
-----

For access to the trixbox web GUI use this URL
eth0 http://192.168.0.17

For help on trixbox commands you can use from this
command shell type help-trixbox.

trixbox1 login: root
Password: _

```

Gambar 10. Halaman *Login user trixbox*

2. Komputer *server VoIP* dapat dikonfigurasi melalui *remote web base* sampai ke tahap halaman *login user* seperti pada gambar 11. Pada gambar 11 diminta untuk *login* dengan cara mengetikkan "*maint*" pada *user name*, dan "*password*" pada *password*.



Gambar 11. Halaman *Login user pada web browser server VoIP*

3. Komputer *server VPN booting* secara normal sampai proses berakhir ditandai dengan munculnya halaman *login user* pada layar monitor seperti pada gambar 5.4.



Gambar 12. Tampilan *login user VPN server*

Pada gambar 12 diminta untuk *login* dengan cara mengetikkan "*root*" pada *user name*, dan *password* yang sama dengan penyetingan sebelumnya.

5.4. Pengukuran dan Analisis performansi VoIP

Pengukuran dan analisis performansi VoIP (*Voice over Internet Protocol*) pada VPN (*Virtual Private Network*) meliputi *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Hasil pengukuran yang didapat akan dibandingkan antara layanan VoIP tanpa menggunakan VPN, dan yang menggunakan VPN dengan rekomendasi ITU-T untuk layanan *voice*, mengenai standart ITU-T untuk kualitas layanan VoIP adalah sebagai berikut:

1. *Delay* (harus < 150 ms, ITU-T G.114)
2. *Jitter* (harus < 75 ms, ITU-T Y.1541)
3. *Packet loss* (< 5 %, ITU-T Y.1541)

Pengukuran dilakukan dengan berbagai variasi *bandwidth* yang digunakan. Pembagian *Bandwidth* dilakukan pada ClearOS yang juga digunakan sebagai *server VPN (Virtual Private Network)* dengan cara memilih "*Gateway*" kemudian pilih "*Bandwith*" pada bagian "*Bandwith and QoS*" seperti tampilan pada gambar 13.



Gambar 13. Pembagian Bandwith

5.4.1. Pengukuran dan analisis VoIP tanpa VPN

Bandwidth yang digunakan sebagai pengukuran diambil dari nilai 64 kbps, 128 kbps, 256 kbps, hingga 512 kbps. Pengambilan data dilakukan sebanyak 4 kali panggilan. Untuk pengukuran nilai performansinya dilakukan dengan *software* wireshark, dengan menangkap paket-paket data RTP (*Real Time Protocol*) yang melewati jaringan tersebut.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwasanya nilai *delay* yang di dapatkan masih dapat diterima sesuai referensi ITU-T G.114, yakni kurang dari 150 ms.

Table 2. Tabel nilai performansi VoIP tanpa VPN

Co dec	Bandwidth Kbps	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)
G711	64	40,10	18,03	0,9
	128	37,92	7,64	0,1
	256	30,24	4,58	0
	512	23,76	2,94	0

Parameter lain yang dianalisa adalah *jitter* untuk mengetahui delay kedatangan antar satu paket dengan paket lainnya. Semakin besar *jitter* maka semakin besar perbedaan waktu antara suara asli dengan suara yang terdengar.

Jitter sangat mempengaruhi kualitas suara. Semakin besar *jitter* maka suara yang dihasilkan akan semakin tidak jelas (terputus-putus). Nilai *jitter*

berpengaruh ketika paket RTP yang datang akan di proses menjadi suara. Ketika nilai *jitter* lebih kecil dari waktu pemrosesan paket data, maka sebelum paket selesai di proses paket selanjutnya telah datang untuk menunggu diproses. Sehingga suara yang dihasilkan pun bagus. Ketika *jitter* dari paket jauh lebih besar dari *buffer jitter*, maka kualitas suara akan menjadi buruk. Hal ini terjadi ketika menggunakan bandwidth 64 pada codec G711.

Packet loss menentukan besarnya paket yang hilang di dalam perjalanannya dari *source address* ke *destination address*. Semakin besar *packet loss* menyebabkan suara yang dikirim tidak akan bisa didengarkan (hilang). Sesuai dengan tabel 5.1. nilai *Packet Loss* untuk *bandwidth* 64 kbps rata-rata hampir mencapai 1% maka pada *bandwidth* 64 Kbps terdapat beberapa paket yang tidak sampai ke penerima sehingga kualitas pembicaraan menjadi tidak layak. Sedangkan nilai *Packet Loss* pada *bandwidth* 128 Kbps dan seterusnya mempunyai nilai 0,1% bahkan hingga mencapai 0 % yang berarti baik/layak untuk pembicaraan.

5.4.2. Pengukuran dan analisis layanan VoIP menggunakan VPN

Sama halnya dengan pengukuran sebelumnya, untuk pengukuran dan analisis layanan VoIP menggunakan VPN juga dilakukan dengan 4 variasi *bandwith* yang berbeda yakni 64kbps, 128kbps, 256kbps, dan 512kbps dengan *codec* G.711.

Table 3. Tabel nilai performansi VoIP dengan VPN

Codec	Bandwidth Kbps	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)
G711	64	108,21	10,01	0,1
	128	38,01	7,52	0
	256	37,82	3,49	0
	512	25,76	3,01	0

Dari tabel 3 nilai jitter yang didapatkan untuk VoIP menggunakan VPN tidak terlalu tinggi yakni 10,01 ms untuk bandwidth 64 kbps, 7,52 ms untuk bandwidth 128 kbps, 5,49 ms untuk bandwidth 256 kbps, dan 3,01 ms untuk bandwidth 512 kbps serta masih sesuai dengan rekomendasi dari ITU-T Y.1541 serta tidak jauh berbeda dengan nilai *jitter* VoIP tanpa VPN.

Tabel 4. Tabel perbandingan performansi VoIP tanpa dan dengan VPN

Codec G711		Bandwidth				Standar ITU-T
		64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	
Tanpa VPN	Delay	40,10	31,02	30,24	23,76	≤ 150 ms
		ms	ms	ms	ms	
Dengan VPN	Delay	108,71	38,01	37,82	25,76	≤ 150 ms
		ms	ms	ms	ms	
Tanpa VPN	Jitter	18,03	7,64	4,58	2,91	≤ 75 ms
		ms	ms	ms	ms	
Dengan VPN	Jitter	10,01	7,52	5,49	3,01	≤ 75 ms
		ms	ms	ms	ms	
Tanpa VPN	Packet Loss	0,9 %	0,1 %	0 %	0 %	≤ 5 %
		%	%	%	%	
Dengan VPN	Packet Loss	0,1 %	0 %	0 %	0 %	≤ 5 %
		%	%	%	%	

Dari tabel 4 dapat dilihat perbandingan nilai performansi VoIP tanpa VPN dan menggunakan VPN dengan bandwidth yang berbeda yakni 64kbps, 128kbps, 256kbps, dan 512kbps. Dari beberapa bandwidth yang dicobakan dapat disimpulkan ketika bandwidth 64kbps di dapatkan nilai performansi yang lebih tinggi dari bandwidth yang lain, hal ini dipengaruhi oleh codec yang digunakan. Codec G.711 mempunyai standar bitrate 64kbps. Untuk bandwidth 128kbps dan 256kbps *delay* yang didapatkan berkisar antara 30ms sampai 40ms, *jitter* 4ms sampai 8ms, dan *packet loss* rata-rata 0%.

Selanjutnya dilakukan analisa pada pengaruh kecepatan aliran data yang disediakan bandwidth. Pada pengukuran ini ada tiga variasi *greed* yakni *low*, *medium* dan *high*. Adapun hasil dari pengujian sistem dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Performansi VoIP menggunakan VPN dengan variasi greed

Codec G711	GREED									
	Bandwidth (Kbps)	Low			Medium			High		
		Delay (ms)	Jitter (ms)	P.Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	P.Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	P.Loss (%)
64	111,01	6,98	0,1	108,99	10,05	0,1	108,71	10,01	0,1	
128	61,01	6,77	0,2	49,99	9,51	0,1	38,01	7,52	0	
256	37,72	6,78	0	37,98	9,32	0	27,82	5,49	0	
512	18,03	7,5	0	10,51	7,9	0	7,64	3,01	0	

Dari tabel 5 dapat dilihat bahwasanya kecepatan aliran data juga mempengaruhi nilai performansi VoIP terutama pada VPN yang membutuhkan *bandwidth* yang lebar dengan kecepatan aliran data *high*. Hal ini disebabkan karena seperti yang diketahui walaupun *greed* dibuat *high* tapi kalau bandwidth yang disediakan tidak cukup besar untuk menampung data, maka akan terdapat tambahan pada *delay* dan *jitter*. Sehingga dapat disimpulkan semakin walaupun aliran data dibuat *high* namun bandwidth yang disediakan tidak cukup lebar akan sangat mempengaruhi nilai performansi VoIP pada VPN.

6. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisa performansi layanan VoIP (*Voice over Internet Protocol*) pada VPN (*Virtual Private Network*) dapat disimpulkan :

1. Pada bandwidth 64 kbps dengan codec G711 layanan VoIP tanpa VPN menghasilkan nilai performansi (*delay*, *jitter*, dan *packet loss*) yang kurang baik, sehingga data suara yang disampaikan masih kurang jelas. Maka dari itu untuk codec G.711 pilihan bandwidth 512kbps ke atas adalah solusi terbaik untuk mendapatkan nilai performansi yang lebih baik.
2. Penggunaan VPN mengurangi performansi VoIP. Karena nilai *delay*, *jitter* dan *packet loss* meningkat ketika menggunakan VPN. Bandwidth

minimal agar performansi VoIP yang menggunakan VPN mendekati performansi VoIP tanpa VPN adalah 512 kbps pada codec G711.

3. Kecepatan aliran data (*greed*) juga mempengaruhi nilai performansi walaupun *bandwith* yang disediakan sudah cukup besar.
4. Nilai *delay* pada jaringan VoIP menggunakan VPN terjadi penambahan nilai *delay*. Hal tersebut disebabkan karena pada VPN terjadi penambahan *header*.

7. SARAN

Untuk pengembangan tugas akhir ini terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan, seperti:

1. Menggunakan topologi jaringan yang lebih luas seperti interkoneksi pada PSTN agar dapat menimbulkan pengaruh yang besar sehingga dapat dikaji lebih dalam tentang peningkatan performansi .
2. *Server VoIP* yang dibuat hanya dapat melayani komunikasi suara, ke depannya diharapkan adanya penambahan layanan komunikasi seperti *video call & video conference*.
3. VoIP memiliki kelemahan yaitu keamanan yang tidak terjamin. Karena berbasis IP, maka siapapun bisa melakukan penyadapan dan perekaman terhadap data VoIP. Maka dari itu kedepannya diharapkan dilakukan penelitian tentang fungsi dari VPN untuk mengamankan data VoIP tanpa mengurangi performansi dari jaringan VoIP itu sendiri.

8. DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2010. *PPTP VPN*.
<http://www.clearcenter.com> 4
Oktober 2011
- Admin. 2011. *Jaringan VPN*.
<http://www.ghalia-indonesia.com>.
15 September 2011

Purbo, Onno W. 2007. *VoIP Cikal Bakal "Telkom Rakyat".Infokomputer*

Raharja, Anton. 2006. *VoIP Rakyat: Jaringan VoIP Berbasis Protokol SIP (Session Initiation Protocol)*.

Taufiq, Mochammad. 2005. *Membuat SIP Extensions Pada Linux Trix Box untuk server VoIP*.

www.clearos-indonesia.com, di akses tanggal 26 November 2011

D.A.Syafitri."Analisis Waktu Tunda Satu Arah Pada Panggilan VoIP Antara Jaringan UMTS Dan PSTN", 2007)

Pramudiyanto,S. "Analisa performansi realtime IP Videoconferencing Pada VPN", 2 Juli 2011)