

RANCANG BANGUN SERVER VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) DENGAN PENGAMANAN VIRTUAL PRIVATE NETWORK (VPN) STUDI KASUS STMIK ATMA LUHUR

Laurentinus
NIM : 0911500020

Teknik Informatika STMIK ATMA LUHUR PANGKALPINANG
Jl. Jend. Sudirman Selindung Lama Pangkalpinang Kepulauan Babel
Email : laurentinus99@gmail.com

Abstract

The Information Technology development is an essential aspect for life. Each company or institution is demanded to maximize its performance by using technology more over in communication sector. STMIK Atma Luhur is one of institution needs inexpensive communication but does not decrease communication security.

The reseach purpose is to implement Voice over Internet Protocol (VoIP) utilizes the availability internet network in STMIK Atma Luhur Pangkalpinang to hold voice communication via TCP/IP. The encrypted Tunnel Virtual Private Network is used to make communication process being secure. The research stages include data collecting, data analysis, designing, implementation and testing. Data collected as a need analysis and network analysis, the result analysis is continued by designing system process and network, then the implemetation is executed by configured VoIP Server and VPN server together with infrasctructure STMIK Atma Luhur netwok. The testing stage was done to VPN server by tested connectivity quality and security. The VoIP server tested the quality of calling between computers using X-lite softphone.

The result both Implementation and testing VoIP and VPN on the STMIK Atma Luhur Network found that calling process, Video call and conference call can be an alternative liability communication, inexpensive and secure with encryption technology support.

Keywords: Network, Communication, VoIP, VPN, softphone, encryption

1. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berkembang saat ini telah mempengaruhi cara berpikir manusia. Dengan kemajuan ini telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya, terutama dalam bidang komunikasi yang menjadi salah satu kebutuhan paling penting bagi manusia sebagai makhluk sosial untuk berinteraksi dengan orang lain.

STMIK Atma Luhur yang memiliki berbagai bagian, dosen, mahasiswa dan lembaga pendidikan komputer yang menuntut STMIK Atma Luhur untuk dapat melakukan komunikasi jarak jauh agar bisa dapat saling terhubung sehingga proses kerja menjadi terkoordinasi.

Dengan berkembangnya teknologi yang mengarah ke jaringan berbasis alamat IP (*internet protocol*) dan *internet* memungkinkan kita saling berkomunikasi baik melalui *voice call* ataupun *video call* menggunakan VoIP (*Voice over Internet Protocol*).

Voice over internet protocol memiliki keunggulan yaitu berbasis *internet protocol* sehingga

pengeluaran biaya menjadi sangat murah dalam berkomunikasi, teknologi voip ini memanfaatkan jaringan *internet* yang sudah ada di STMIK Atma Luhur. Tetapi masalah yang ditimbulkan dalam menggunakan voip adalah data komunikasi yang tidak aman. Untuk mengamankan data komunikasi pada Voip, maka dalam skripsi ini juga membahas mengenai VPN (*Virtual Private Network*). VPN berfungsi memberikan sarana *tunneling* untuk berkomunikasi melalui internet yang terenkripsi dan terotentikasi.

Berdasarkan latar belakang masalah yang terjadi, maka penulis mengangkat tema "*Rancang Bangun Server Voice Over Internet Protocol (VOIP) dengan pengamanan VPN Studi Kasus STMIK Atma Luhur*" dalam penulisan skripsi ini.

1.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan masalah diatas maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana merancang topologi jaringan voip yang sesuai di STMIK Atma Luhur ?
- Bagaimana membangun VoIP *server*, sehingga semua bagian, karyawan, dosen, dan mahasiswa dapat melakukan komunikasi ?

- c. Bagaimana membangun VPN *server*, agar data komunikasi aman ?
- d. Bagaimana konfigurasi perangkat *client* agar terhubung ke jaringan vpn dan berkomunikasi melalui VoIP Server ?

1.2 Maksud dan Tujuan

Untuk mengatasi permasalahan diatas, maka penyusunan Skripsi ini bertujuan :

- a. Membangun VoIP *server* pada STMIK Atma Luhur.
- b. Membangun VPN *server* pada STMIK Atma Luhur.
- c. Menerapkan VoIP *server* dengan pengamanan VPN pada STMIK Atma Luhur.

Sedangkan maksud dari penyusunan skripsi ini adalah :

- a. Memberikan service komunikasi yang murah.
- b. Komunikasi antar bagian, antar dosen dan antar mahasiswa menjadi lebih mudah dengan *voice call* maupun *video call*.
- c. Memungkinkan komunikasi bersama menggunakan *call conference*.
- d. Memberikan keamanan yaitu menjaga kerahasiaan, keutuhan data dan menjamin keaslian sumber data.
- e. Meningkatkan keamanan komunikasi VoIP.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian dilakukan di STMIK Atma Luhur Pangkalpinang.
- b. *Server* menggunakan sistem operasi Linux.
- c. VoIP server yang akan digunakan adalah asterisks.
- d. Menggunakan PPTP sebagai protokol VPN.
- e. Menggunakan *softphone* untuk komunikasi antar *client*.

1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

a. Tahap Pengumpulan data

- 1) Observasi
Pengumpulan data dengan cara meninjau langsung tentang permasalahan yang diambil di STMIK Atma Luhur.
- 2) Wawancara
Pengumpulan data dengan cara tanya jawab langsung dengan pihak STMIK Atma Luhur tentang permasalahan yang diambil.
- 3) Studi Pustaka
Pengumpulan data dengan cara mempelajari, mengkaji dan memahami sumber-sumber data literatur, buku-buku, referensi yang berhubungan dengan topik penelitian.

b. Tahap Pembangunan Server

Dalam penulisan penelitian skripsi ini menggunakan metode waterfall (gambar 1.1). Yang terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut :

- 1) Analisis
Tahap menganalisis data yang telah dikumpulkan, analisis berkaitan dengan proses dan data yang diperlukan oleh sistem serta keterkaitannya.
- 2) Perancangan
Tahap dimana merancang jaringan VoIP melalui VPN dan perancangan jaringan.
- 3) Implementasi
Tahap konfigurasi pada VoIP *server* dan server VPN.
- 4) Pengujian
Tahap uji coba terhadap VoIP server dan keamanan VPN serta pengujian komunikasi antar client.

2. Tinjauan Pustaka

a. Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah suatu himpunan interkoneksi dari sejumlah komputer otonomi. Dengan kata lain, jaringan komputer adalah kumpulan beberapa komputer yang saling terhubung satu sama lain melalui media perantara agar bisa berkomunikasi. Media perantara ini bisa berupa media kabel ataupun media tanpa kabel (nirkabel). Informasi berupa data akan mengalir dari satu komputer ke komputer lainnya atau dari satu komputer ke perangkat yang lain, sehingga masing-masing komputer yang terhubung tersebut bisa saling bertukar data atau berbagi perangkat keras.

b. Protokol Jaringan Komputer

Protokol adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Pada tingkatan yang terendah, protokol mendefinisikan koneksi perangkat keras.

Protokol perlu diutamakan pada penggunaan standar teknis, untuk menspesifikasi bagaimana membangun komputer atau menghubungkan peralatan perangkat keras. Protokol secara umum digunakan pada komunikasi *real time*, dimana standar digunakan untuk mengatur struktur dari informasi untuk penyimpanan jangka panjang.

c. VoIP

Voice over internet protocol atau disingkat VoIP, dikenal juga dengan sebutan *IP Telephony*. VoIP didefinisikan sebagai suatu sistem yang menggunakan jaringan *internet* untuk mengirimkan data paket suara dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan perantara protokol IP. Sehingga perbedaan VoIP dengan telepon tradisional adalah masalah infrastrukturnya, jika telepon tradisional menggunakan infrastruktur telepon yang sudah dibangun lebih awal maka VoIP menggunakan *internet*.

Jika dilihat dari perkembangan teknologi komunikasi data, teknologi komunikasi data sudah semakin handal kualitas media transmisinya. Dalam hal ini, tipe media transmisi sangatlah penting untuk menentukan awal terbentuknya suatu komunikasi, karena mempengaruhi jumlah maksimum *bit* (binary *bit*) yang dapat ditransmisikan (bps).

Selain perkembangan teknologi media transmisi yang beragam, teknologi sistem kompresi sudah semakin berkembang pula. Dalam tahun-tahun terakhir perkembangan sudah terlihat kecepatan dalam hal peningkatan sistem kompresi melalui algoritma kompresi untuk mengurangi *bit rate*. Perkembangan di bidang ini memberikan kontribusi pengurangan transmisi *voice* yang awalnya puluhan tahun yang lalu harus menggunakan 64 kbps sekarang cukup dengan 5.3 kbps, pengurangan yang cukup signifikan.

Tiga layanan komunikasi publik yang menggunakan teknologi VoIP diharapkan sama dengan teknologi sebelumnya, yaitu :

- 1) Layanan komunikasi *voice* dengan normal.
- 2) Layanan *voice mail* yang dapat ditinggalkan pada nomor yang dihubungi.
- 3) Layanan pengiriman transmisi *fax* dengan biaya yang terjangkau.

d. VPN

Sebuah *session virtual private network* adalah sebuah kanal (*channel*) komunikasi yang terotentikasi dan terenkripsi yang melalui suatu bentuk *network public*, seperti *internet*. Karena jaringan publik dianggap tidak aman, maka enkripsi dan otentikasi digunakan untuk melindungi data pada saat data dikirimkan. Biasanya, sebuah VPN bersifat *service independent*, atau tidak bergantung pada jenis servis yang menggunakannya, yang berarti bahwa semua pertukaran informasi di antara dua *host* (Web, *File Transport Protocol*, *Simple Mail Transport Protocol*, dan lain sebagainya) akan dikirimkan melalui kanal yang terenkripsi ini.

VPN membutuhkan beberapa perencanaan yang lebih lanjut. Sebelum membuat sebuah VPN, kedua *network* harus melakukan hal-hal berikut :

- 1) Menyiapkan sebuah alat yang mempunyai kemampuan VPN (*VPN Capable device*) di perimeter network tersebut. Alat ini bisa berupa sebuah *router*, sebuah *firewall*, atau sebuah alat yang khusus (*dedicated*) untuk aktivitas VPN.
- 2) Mengetahui alamat subnet IP yang digunakan oleh lokasi lain.
- 3) Menyetujui sebuah metode otentikasi dan mempertukarkan *certificate* digital jika diperlukan.
- 4) Menyetujui sebuah metode enkripsi dan mempertukarkan *key* enkripsi sesuai kebutuhan.

e. Linux

Linux dulunya adalah sistem turunan *UNIX*, yang merupakan independen dari *POSIX*, meliputi *true multitasking*, *virtual memory*, *shared libraries*, *demand-loading*, *memory management* yang baik dan *multiuser*. *Linux* dapat digunakan untuk jaringan, pengembangan perangkat lunak, dan untuk penggunaan sehari-hari. *Linux* merupakan OS yang *open source*, lingkungan sistem operasi *Linux* termasuk ratusan program termasuk *compiler*, *interpreter*, *editor* dan *utility* perangkat bantu yang mendukung konektivitas, *ethernet*, SLIP dan PPP dan interoperabilitas.

f. Cain & Abel

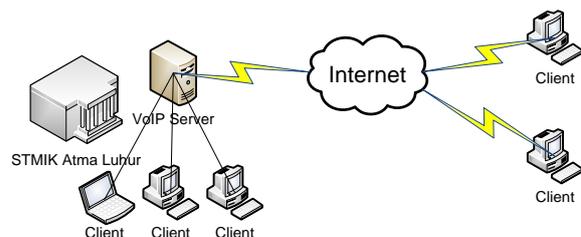
Cain & Abel adalah sebuah program *Recovery Password* sekaligus *Sniffing Jaringan*. *Tool* ini termasuk packet *sniffer* dan banyak disukai karena antarmukanya yang menggunakan GUI (*Graphical User Interface*) atau tampilan grafis.

Sniffing, alias mengendus, adalah suatu kegiatan mengendus-endus seperti namanya. Untuk istilah bidang informatika, *sniffing* adalah pekerjaan menyadap paket data yang lalu-lalang di sebuah jaringan. Paket data ini bisa berisi informasi Mengenai apa saja, baik itu *username*, apa yang dilakukan pengguna melalui jaringan, termasuk mengidentifikasi komputer yang terinfeksi *virus*, sekaligus melihat apa yang membuat komputer menjadi lambat dalam jaringan. Bisa juga untuk menganalisis apa yang menyebabkan jaringan macet.

3. Metode Penelitian

3.1 Analisis dan Perancangan Sistem

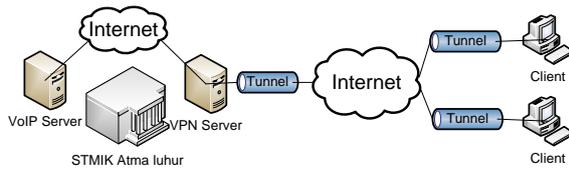
Sistem yang akan dibangun yaitu VoIP *server* yang merupakan pusat pelayanan seperti registrasi dan melakukan panggilan dengan media *internet*. VPN *server* yang merupakan pusat pelayanan terhadap saluran komunikasi VoIP sehingga menjadi lebih aman. Sedangkan untuk VoIP *client* adalah *personal computer* dengan aplikasi *softphone* sehingga dapat berkomunikasi dengan *user* lain pada VoIP *server*.



Gambar 3.1 Komunikasi Langsung ke VoIP Server

Mahasiswa STMIK Atma Luhur yang telah teregistrasi di VoIP *server* dapat melakukan

komunikasi dengan mahasiswa lain dengan cara *dial* ke VoIP *server*.

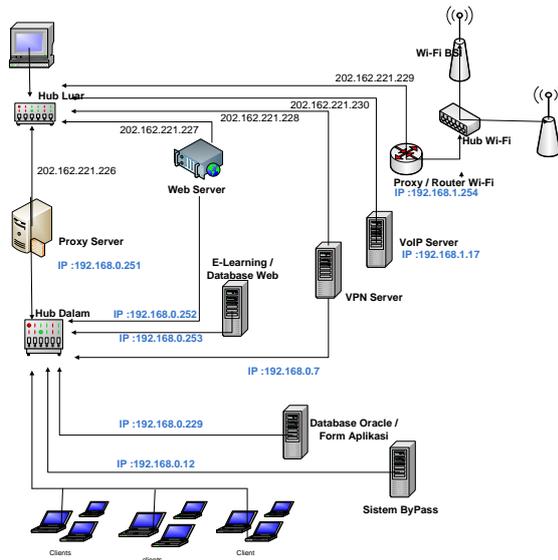


Gambar 3.2 Komunikasi VoIP melalui jaringan VPN

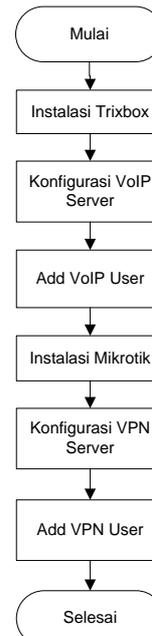
Setiap bagian di STMIK Atma Luhur melakukan autentikasi pada VPN *server*, kemudian VPN *server* akan memberikan hak akses dan jalur khusus yang telah terenkripsi kepada *client*. Dengan menggunakan koneksi VPN maka *client* dapat *dial* ke dalam VoIP *server*. Setelah *dial* ke dalam VoIP *server* maka *client* dapat melakukan komunikasi dengan *client* lain lewat jalur VPN yang aman.

VoIP yang akan dibangun untuk komunikasi suara menggunakan protokol SIP (*Session Initiation Protocol*) dengan sistem operasi trixbox 2.8.0.4. Sedangkan VPN yang akan dibangun untuk mengamankan komunikasi data menggunakan protokol PPTP (*Point to Point Tunneling Protocol*), yaitu teknik yang dapat menghubungkan beberapa jaringan lokal melalui jaringan publik atau *internet* dengan membuat *tunneling* dan diimplementasikan dengan cara *remote access*, dengan sistem operasi mikrotik 5.20. Untuk *client* VoIP menggunakan *softphone*.

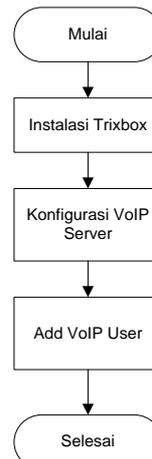
Rancangan topologi jaringan pada STMIK Atma Luhur.



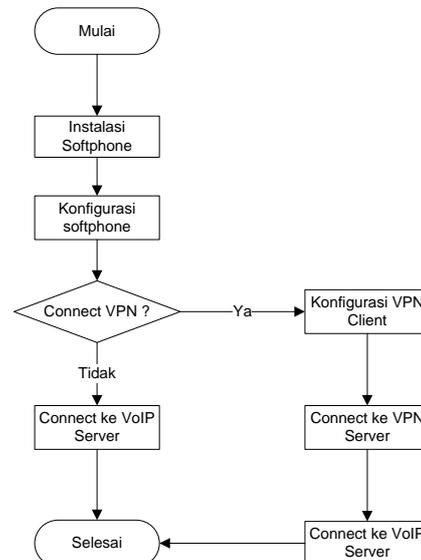
Gambar 3.3 Rancangan Topologi STMIK Atma Luhur



Gambar 3.4 Flowchart Perancangan VoIP Server dengan Pengamanan VPN



Gambar 3.5 Flowchart Perancangan VoIP Server tanpa VPN



Gambar 3.6 Flowchart Perancangan Konfigurasi Client

3.2 Implementasi Sistem

a. Konfigurasi VoIP Server

Konfigurasi VoIP Server bertujuan agar server dapat terkoneksi ke internet dan dapat memberikan layanan registrasi dan komunikasi kepada client

- 1) Instalasi Sistem Operasi Trixbox
- 2) Konfigurasi Jaringan VoIP

Konfigurasi *ethernet card* dengan inisial eth1 pada folder `/etc/sysconfig/network-scripts/` sebagai berikut :

```
[trixbox1.localdomain ~]# cd
/etc/sysconfig/network-scripts/

[trixbox1.localdomain ~]# vi ifcfg-eth1
```

Konfigurasi *IP address* :

```
DEVICE=eth1
BOOTPROTO=static
BROADCAST=202.162.221.255
IPADDR=202.162.221.230
NETMASK=255.255.255.0
NETWORK=202.162.221.0
GATEWAY=202.162.221.225
ONBOOT=yes
TYPE=Ethernet
```

Konfigurasi *Video Call* :

Remote server dan login kemudian masuk ke menu PBX > Config File Editor.

Klik sip.conf

Tambahkan *script*:

```
Videosupport=yes
Allow=h263
Allow=h263p
```

3) Menambah VoIP User

Masuk ke menu PBX > PBX Settings, pada menu Extensions, klik tombol Submit kemudian isi data :

Form User Extension : Nomor identitas *user*
Display Name : Nama *user*
SIP Alias : Nama alias
Secret : Password *user*
kemudian klik Submit.

Gambar 3.7 Tampilan Add SIP Extension

4) Menambah Call Conference

Masuk ke menu PBX > PBX Setting kemudian klik Conference untuk membuat atau mengedit conference.

Conference Number : Nomor konferensi
Conference Name : Nama konferensi
User PIN : Password user
Admin PIN : Password admin
Kemudian klik tombol Submit Changes.

Gambar 3.8 Tampilan Add Conference

b. Konfigurasi VPN Server

- 1) Instalasi Sistem Operasi Mikrotik
- 2) Konfigurasi Jaringan VPN Server
 1. Menambah user baru

```
[admin@Mikrotik] > user add name=laurentinus  
group=full password=vpn123456
```

2. Konfigurasi IP address

```
[admin@Mikrotik] > Ip address add  
address=202.162.221.228/24 interface=public  
[admin@Mikrotik] > Ip address add  
address=192.168.0.7/24 interface=local
```

3. Konfigurasi Gateway

```
[admin@Mikrotik] > Ip route add  
gateway=202.162.221.225
```

4. Konfigurasi DNS

```
[admin@Mikrotik] > Ip dns set servers=8.8.8.8  
[admin@Mikrotik] > Ip dns set allow-remote-  
request=yes
```

5. Konfigurasi Firewall

```
[admin@Mikrotik] > Ip firewall nat add  
chain=srcnat out-interface=local  
action=masquerade  
[admin@Mikrotik] > Ip firewall nat add  
chain=srcnat out-interface=public  
action=masquerade
```

- 3) Konfigurasi VPN Server

1. Pembuatan Interface PPTP

```
[admin@Mikrotik] > Interface pptp-server add  
name=pptp-in1 user=vpn
```

2. Konfigurasi IP Pool

```
[admin@Mikrotik] > ip pool add name=pptp  
ranges=192.168.0.1-192.168.0.50
```

3. Konfigurasi PPP Profile

```
[admin@Mikrotik] > ppp profile set 1 local-  
address=192.168.0.7 remote-address=pptp
```

4. Mengaktifkan PPTP Server

```
[admin@Mikrotik] > Interface pptp-server  
server set enabled=yes
```

5. Mengaktifkan DHCP Server

```
[admin@Mikrotik] > ip dhcp-server add  
name=dhcp interface=local address-pool=pptp  
bootp-support=dynamic
```

- 4) Menambah VPN User

```
[admin@Mikrotik] > PPP secret add  
name=vpn002 password=123456 service=pptp  
profile=default-encryption
```

c. Konfigurasi VoIP dan VPN Client

Konfigurasi VPN client bertujuan untuk mempermudah suatu client dalam pengaksesan resource melalui jaringan public sehingga seolah-olah client berada di satu jaringan lokal yang sama. Konfigurasi pada VoIP bertujuan agar client dapat menerima maupun melakukan voice call maupun video call.

- 1) Konfigurasi VPN client

1. Setup Internet Connection (VPN) baru.
2. Konfigurasi IP address VPN server serta username & password yang telah terdaftar pada VPN server

- 2) Konfigurasi VoIP client

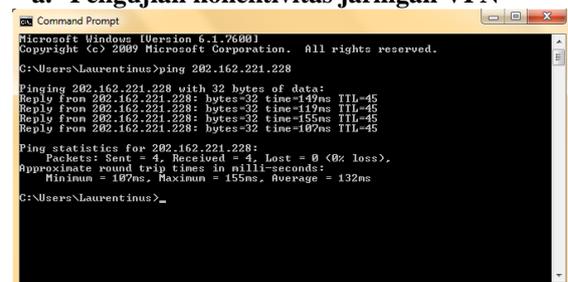
1. Instal softphone X-Lite
2. Konfigurasi SIP account dengan menggunakan Username & password yang telah terdaftar pada VoIP server. Isi IP domain dengan IP address VoIP server.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian VPN

Pengujian mencakup pengujian konektivitas jaringan dan monitoring jaringan.

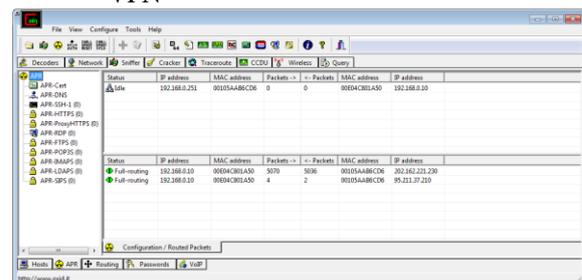
a. Pengujian konektivitas jaringan VPN



Gambar 4.1 Tampilan Test Ping ke VPN Server

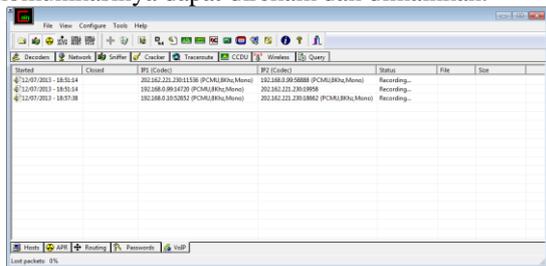
b. Monitoring VPN

- 1) Monitoring Komunikasi VoIP tanpa melalui VPN

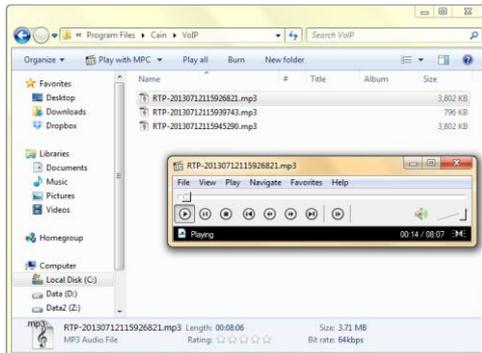


Gambar 4.2 Tampilan ARP Poisoning Routing

Komunikasi yang tidak melalui VPN, komunikasinya dapat direkam dan dimainkan.

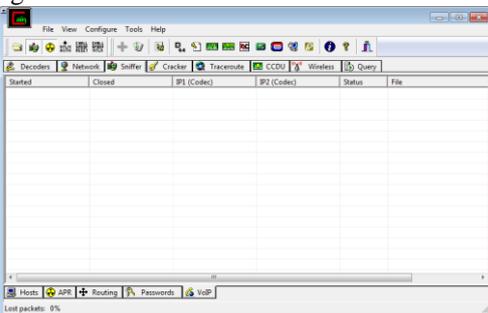


Gambar 4.3 Penyadapan Komunikasi VoIP Tanpa Melalui VPN



Gambar 4.4 Hasil Rekaman Percakapan

2) Monitoring komunikasi VoIP melalui VPN
Untuk komunikasi yang melalui VPN, didapat hasil bahwa komunikasi yang melalui jaringan VPN tidak terekam.



Gambar 4.5 Monitoring Komunikasi Melalui VPN tidak terekam

4.2 Pengujian VoIP

Pengujian VoIP dilakukan dengan cara melakukan panggilan *video call* dari client 1 ke client 2 menggunakan *softphone* X-Lite.

a. Melakukan Panggilan



Gambar 4.6 Tampilan Panggilan Masuk

b. Video Call



Gambar 4.7 Tampilan Video Call Menggunakan X-Lite

c. Melakukan Call Conference



Gambar 4.8 Tampilan Call Conference

4.3 Pengujian Blackbox

Pengujian Sistem ini menggunakan metode pengujian *blackbox*. Pengujian *blackbox* ini tidak perlu tahu apa yang terjadi dalam sistem, pengujian *blackbox* berfokus pada persyaratan fungsional sistem.

Tabel 4.1 Pengujian *Blackbox*

Kelas Uji	Butir Uji	Hasil Pengujian	Info
VPN	Konektivitas jaringan VPN	Berhasil <i>test Ping</i> ke VPN <i>server</i>	Diterima
VPN	Monitoring komunikasi VoIP melalui VPN	Komunikasi tidak dapat disadap dan direkam	Diterima
VoIP	Melakukan panggilan	Berhasil melakukan panggilan dari <i>client</i> 1 ke <i>client</i> lainnya	Diterima
VoIP	Melakukan <i>video call</i>	<i>Video call</i> berfungsi sesuai yang diharapkan	Diterima
VoIP	Melakukan <i>call conference</i>	<i>Call conference</i> berfungsi sesuai yang diharapkan	Diterima

4.4 Kelebihan & Kekurangan

a. Kelebihan

- 1) Biaya lebih rendah untuk sambungan langsung jarak jauh.
- 2) Setiap *client* dapat berkomunikasi menggunakan *voice call* maupun *video call*.
- 3) Memungkinkan komunikasi bersama dengan *Call Conference*.
- 4) Memanfaatkan infrastruktur jaringan data yang sudah ada untuk suara.
- 5) Penggunaan *bandwidth* yang lebih kecil daripada telepon biasa.
- 6) Memungkinkan digabung dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada.
- 7) Berbagai bentuk jaringan VoIP dapat digabungkan menjadi jaringan yang besar. Contoh di Indonesia adalah VoIP rakyat.
- 8) Variasi penggunaan peralatan yang ada, misal dari PC sambung ke telepon biasa, IP phone handset.
- 9) Meningkatkan keamanan dengan tunnel yang dienkripsi VPN.
- 10) Menyederhanakan topologi jaringan.

b. Kekurangan

- 1) Kualitas tidak sejernih jaringan PSTN. Merupakan efek dari kompresi suara dengan *bandwidth* kecil.
- 2) Ada jeda dalam berkomunikasi.
- 3) Menggunakan IP publik pada tiap-tiap server sehingga tidak efisien.
- 4) Regulasi dari pemerintah RI membatasi penggunaan untuk disambung ke jaringan milik Telkom.
- 5) Jika belum terhubung secara 24 jam ke *internet* maka perlu janji untuk saling berhubungan.
- 6) Jika memakai *internet* dan komputer di belakang NAT (*Network Address Translation*), maka dibutuhkan konfigurasi khusus.
- 7) Tidak pernah ada jaminan kualitas jika VoIP melewati *internet*.
- 8) Berpotensi menyebabkan jaringan terhambat/*Stuck*.
- 9) Penggabungan jaringan tanpa dikoordinasi dengan baik akan menimbulkan kekacauan dalam sistem penomoran.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- a. Komunikasi menggunakan VoIP relatif tidak aman, jika tidak melalui jaringan VPN.
- b. Biaya dalam komunikasi sesuai dengan biaya penggunaan internet karena VoIP menggunakan jaringan TCP/IP.
- c. Dikarenakan VoIP menggunakan TCP/IP untuk berkomunikasi maka kepadatan jaringan berpengaruh terhadap delay yang mengakibatkan gangguan konektivitas.

- d. VoIP server memberikan layanan komunikasi SIP kepada client yang telah terdaftar.
- e. Dengan menggunakan VPN maka komunikasi akan lebih aman karena adanya autentikasi server dengan client dan paket yang melalui jaringan VPN akan dienkripsi.

5.2 Saran

- a. Disarankan agar bandwidth cukup baik sehingga tidak terjadi delay.
- b. Infrastruktur jaringan diharapkan memadai agar memudahkan dalam implementasi.
- c. Disarankan agar memiliki IP public sehingga bisa dimanfaatkan untuk komunikasi yang lebih luas.
- d. Server VoIP dan VPN sebaiknya menggunakan komputer yang khusus untuk server.
- e. Memaksimalkan fungsi dari VoIP sehingga kedepannya lebih banyak fungsi yang dapat dimanfaatkan.
- f. Membuat Softphone yang lebih interaktif dan interface yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brenton, Chris. Cameron hunt. *Network Security*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2005.
- [2] Rafiudin, Rahmat. *Sistem Komunikasi Data Mutakhir*. Bandung: Penerbit Andi, 2006.
- [3] Sofana, Iwan. *Membangun Jaringan Komputer*. Bandung: Penerbit Informatika, 2008.
- [4] Sugeng, Winarno. *Membangun Telepon Berbasis VoIP*. Bandung: Penerbit Informatika, 2008.
- [5] Wendy, Aris, Ahmad SS Ramadhana. *Membangun VPN Linux Secara Cepat*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2005.
- [6] Yani, Ahmad. *Panduan Menjadi Teknisi Jaringan Komputer*. Jakarta: Kawan Pustaka, 2008.
<http://blog.unsri.ac.id/adriyansyah/komunikasi-data/pengertian-vpn/mrdetail/13381/>. Diakses Mei 2013.
- [7] http://ega.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/7513/RPL_9.pdf. Diakses Mei 2013.
- [8] <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2007/03/farhan-sniffing.pdf>, diakses Mei 2013.
- [9] http://lecturer.eepis-its.edu/~prima/jaringan_teleponi/bahan_ajar/VoIP.pdf. diakses Mei 2013.
- [10] <http://lukman27.blogspot.com/2011/02/jenis-vpn-virtual-private-network.html>. diakses Mei 2013.
- [11] <http://wahanaweb.com/pengertian-mikrotik-router-os.html>. diakses Mei 2013.
- [12] <http://en.wikipedia.org/wiki/Trixbox>. diakses Mei 2013.
- [13] http://id.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP. diakses Mei 2013.