

Kualitas Pelayanan Dalam Voice Over Internet Protokol Berbasis Shorewall

Hendra Supendar¹, Yopi Handrianto^{2,*}, Santoso Setiawan³

¹ Teknologi Informasi; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kamal Raya No.18, RT.6/RW.3, Cengkareng Bar., Kecamatan Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, (021) 54376398; e-mail: hendra.hds@bsi.ac.id

² Sistem Informasi Akuntansi; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kamal Raya No.18, RT.6/RW.3, Cengkareng Bar., Kecamatan Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, (021) 54376398; e-mail: yopi.yph@bsi.ac.id

³ Sistem Informasi; STMIK Nusa Mandiri; Jl. Kramat Raya No. 25 Jakarta, 021-31908575; e-mail: santoso.sts@nusamandiri.ac.id

* Korespondensi: e-mail: yopi.yph@bsi.ac.id

Diterima: 30 Juli 2019; Review: 20 Agustus 2019; Disetujui: 10 September 2019

Abstract

Communication is very important and a success factor of the system at the company. Communication can be done using telephone media and internet media. PT. Interdev Prakarsa has several branches and communication between branches is still done using telephone media, and it is very costly for the company especially since the company is already using internet media in the network. The solution to this problem in this study was designing an internet-based technology as communication between branches, the technology is called Voice over Internet Protocol (VoIP) with an open source operating system and an open source firewall that was Shorewall. Result showed that after installation and testing, this firewall reliable enough to overcome the problem of attack problems from outside. The results of VoIP tightening on service quality found that the application of VoIP did not consume a lot of CPU Benchmarks, i.e. only 0.80 to 1.35 per cent. The bandwidth used is also very small between 86 to 86.8 kbps for incoming calls and 83.4 up to 84.3 kbps for outgoing calls. Communication built between VoIP peripherals has also been tested to run well because the value of delay, jitter and packet loss is included in the good category.

Keywords: *VoIP, Shorewall, Comunication*

Abstrak

Komunikasi pada sebuah perusahaan sangatlah penting, dimana komunikasi menjadi alat ukur keberhasilan sistem di perusahaan tersebut. Komunikasi yang dilakukan dapat menggunakan media telepon dan media internet. PT. Interdev Prakarsa memiliki beberapa cabang dan komunikasi antar cabang masih dilakukan dengan menggunakan media telepon, dan itu sangatlah menghabiskan cost perusahaan apalagi perusahaan tersebut sudah menggunakan media internet dalam jaringan. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan mendesain sebuah teknologi yang berbasis jaringan internet sebagai komunikasi antar cabang, teknologi tersebut bernama Voice over Internet Protocol (VoIP) dengan sebuah sistem operasi open source dan sebuah firewall open source yaitu Shorewall dimana setelah dilakukan penginstalan dan pengetesan, firewall ini cukup handal untuk mengatasi masalah masalah serangan dari luar. Hasil dari pengetesan VoIP terhadap kualitas pelayanan didapatkan bahwa penerapan

VoIP tidak banyak menghabiskan Benchmark CPU yaitu hanya 0,80 sampai dengan 1.35 persen per call. Untuk bandwidth yang di pakai juga sangatlah kecil berada di antara 86 sampai dengan 86.8 kbps untuk panggilan masuk dan 83.4 sampai dengan 84.3 kbps untuk panggilan keluar. Komunikasi yang dibangun antar peripheral VoIP pun teruji berjalan dengan baik karena nilai dari delay, jitter dan packet loss termasuk dalam katagori baik.

Kata kunci: VoIP, Shorewall, Komunikasi

1. Pendahuluan

PT. Interdev Prakarsa merupakan perusahaan konsultan yang bergerak dalam jasa manajemen *stakeholder* meliputi manajemen CSR, manajemen komunikasi dan *engagement*. Visi dari perusahaan ini adalah “Menjadi perusahaan yang inovatif dan pilihan utama *corporate* untuk menjadi CSR dan manajemen *stakeholder* sebagai bagian dari upaya meningkatkan daya saing perusahaan guna pembangunan berkelanjutan”. Misi dari perusahaan konsultan ini adalah: 1). Meningkatkan nilai perusahaan klien melalui peningkatan kualitas hubungan dengan *stakeholder* yang berorientasi pada *shared value* termasuk dalam desain strategi CSR. 2). Memberikan dukungan strategi dan teknik implementasi pada klien. 3). Turut berkontribusi dalam mendukung penciptaan lingkungan bisnis yang berdaya saing dan pembangunan berkelanjutan. 3). Memberikan nilai pada *shareholder*, karyawan dan mitra kerja. Pada proses bisnisnya, PT. Interdev Prakarsa menggunakan jaringan internet untuk menunjang operasional perusahaan. Karena memiliki beberapa kantor perwakilan yang cukup jauh di beberapa wilayah, saat ini penggunaan telepon biasa dilakukan untuk melakukan komunikasi operasional perusahaan. Karena menggunakan media telepon biasa yang biaya operasionalnya masih terhitung sangat tinggi, maka terjadilah pengeluaran operasional keuangan yang tidak bisa diprediksi secara pasti. Melihat kondisi tersebut, penerapan teknologi berbasis yang dapat menggantikan telepon dengan biaya murah sangatlah diperlukan, sehingga dipilihlah VoIP sebagai Alternatif pemecahan masalah tersebut.

Tabel 1. Perbandingan VoIP and PSTN Services

Service	PSTN	VOIP
Switching	Bertukar Sirkuit. Bandwidth tetap digunakan bahkan ketika informasi tidak sedang ditukarkan.	Pengaktifan Paket. Tidak ada reservasi bandwidth, sumber daya jaringan tidak digunakan saat paket tidak ditransmisikan.
Protocol	Menggunakan SS7 Protocol	Menggunakan SIP, H323, RTP and beberapa transmission protocol untuk mengirim data.
Service	Tradisional services Seperti Panggilan Telepon, voice mail box, fax, caller ID dan sebagainya	Menyediakan hampir semua tradisional service dan lainnya seperti video, data dan multimedia service.
Quality	Kualitas di sini dijamin berdasarkan pada reservasi bandwidth 64kbps.	Tidak ada reservasi bandwidth dan kualitas bisa dipengaruhi oleh lalu lintas tinggi tetapi kualitas juga bisa lebih baik dari PSTN dengan cukup bandwidth
Infrastructure	Perlu Segmentasi infrastruktur	Data dan suara berbagi sama infrastruktur
Power supply	Saluran telepon mentransmisikan daya 48V bahkan selama pemadaman listrik	idak ada catu daya independen, alternatif kekuatan biasanya diatur.
Access	Terbatas	Arsitektur terbuka dengan hampir tanpa batasan
Emergency	Penelepon dapat dilokalisasi selama kasus darurat sebagai masing klien yang memiliki baris pelanggan	Tidak dibangun mekanisme darurat
Security	Diamankan dengan biasa	tanpa jaminan karena sifatnya yang terbuka
Cost	Tinggi karena tambahan	Relatif rendah seperti jaringan

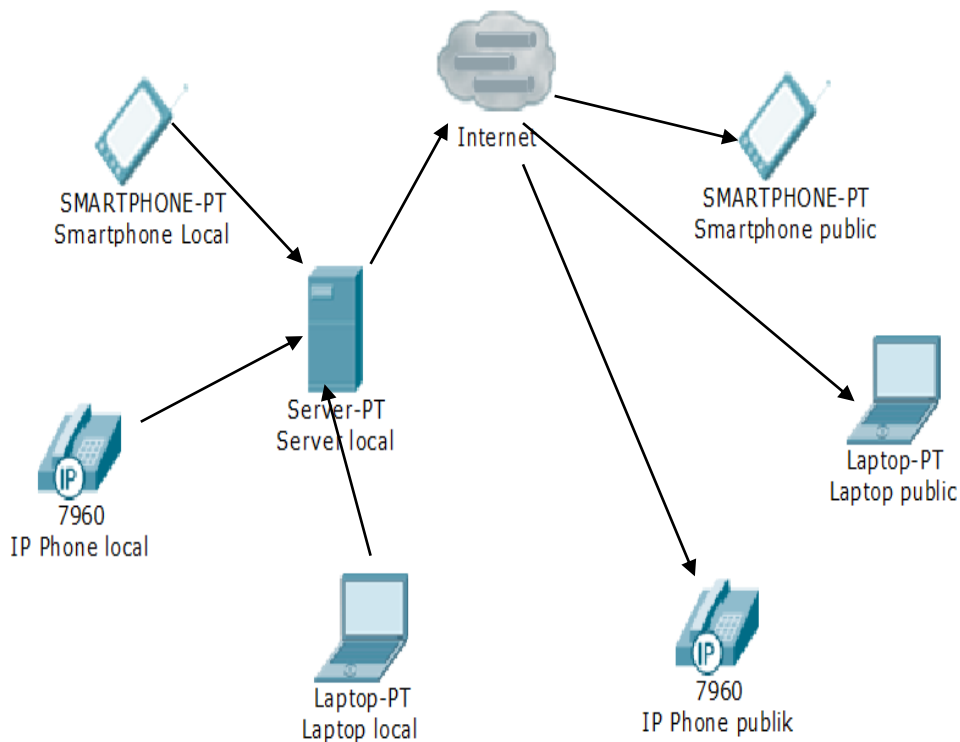
infrastruktur dan manajemen

data yang ada digunakan untuk mentransmisikan suara

Sumber: [Ayokunle, 2012]

Voice over Internet Protokol (VoIP) adalah salah satu aplikasi yang paling cepat berkembang dalam jaringan. [El Brak et al., 2014]. VoIP adalah aplikasi paling penting di antara banyak komunikasi berbiaya rendah dan real-time. [Leu et al., 2014] Karena Layanan VoIP berkembang dengan sangat cepat dan menggunakan media Internet sebagai jaringan pengantar datanya maka server VoIP sangat mungkin terjadi serangan baik oleh para hacker maupun virus. Jika server telah terjangkit virus, maka kerugian bagi perusahaan karena dapat mencuri dan merekam pembicaraan antar client. Disinilah peran Firewall sangat penting untuk menutup ribuan port terbuka dan hanya memberikan beberapa port dan hak akses bagi client, tanpa firewall penyusup pada jaringan kemungkinan akan mampu menghancurkan, merusak atau mendapatkan akses ke file di komputer. Firewall dapat ditemukan dalam bentuk perangkat keras atau perangkat lunak seperti Shorewall. Meski tidak terdapat penjelasan secara detail fungsi kerja dari firewall, firewall berfungsi sebagai filtrasi yang secara kontinyu mengawasi traffic pada suatu network. Dimana bila ditemukan suatu paket informasi yang melintasi filter yang ada, firewall akan memberikan proteksi segala bentuk kejahatan sehingga kerusakan dapat dihindari.

Pada VoIP PT. Interdev Prakarsa akan diterapkan sebuah firewall menganalisa dan menguji mengenai keamanan di server VoIP dan perangkat lunak yang dapat mendukung kinerja keamanan sebuah server. Kemudian akan dilihat bagaimana kualitas pelayanan yang dapat diberikan dengan pemasangan VoIP dengan firewall tersebut.



Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Gambar 1. Topologi VoIP PT. Interdev Prakarsa

Di sini dibangun sebuah jaringan VOIP (*Voice Over Internet Protocol*) dengan sebuah server berbasis open source menggunakan ubuntu dan untuk masing - masing komputer client diinstal dan dikonfigurasi sebuah software softphone. Sehingga diharapkan dapat mengurangi

biaya operasional perusahaan, dengan adanya jaringan VoIP, maka perusahaan tidak perlu atau bisa meminimalisir pengguna telepon dan berganti menggunakan jaringan internet dan tentunya tidak akan terjadinya lagi jaringan sibuk pada saat menelpon karena pada server VoIP adanya fasilitas layanan tunggu Untuk masing - masing komputer client nantinya akan diinstallkan dan dikonfigurasi sebuah software softphone.

Keamanan jaringan menggunakan keamanan jaringan yang menggunakan Shorewall pada server dikarenakan konfigurasi shorewall lebih mudah diimplementasikan dengan shorewall dapat menggambarkan persyaratan firewall/gateway menggunakan entri dalam satu set file konfigurasi. Shorewall membaca file-file konfigurasi dan dengan bantuan dari iptables, iptables-restore, ip dan utilitas tc, Shorewall adalah salah satu tools *firewall* pada *linux* yang berbasis *iptables*. Dalam *shorewall* terdapat konsep "zone" yang memudahkan kita untuk menentukan *policy firewall*, dari pada kita melakukan konfigurasi secara manual dengan *iptables* [Lubis and Allwine, 2018].

Untuk mengkonfigurasi Shorewall [Lubis and Allwine, 2018], diperlukan setting beberapa file berikut:

1. *etc/shorewall/zone*.

Berfungsi sebagai pendefinisi daerah asal traffic pada suatu network. Server tempat shorewall diinstal dikenal sebagai zona yang disebut *fw*. Pada file ini, *local* yang merupakan *interface* yang terhubung dengan jaringan *local* dan *net* merupakan *interface* yang terhubung dengan jaringan *network*.

```
# ZONE DISPLAY COMMENTS
```

```
net net Internet
```

```
loc local local networks
```

2. */etc/shorewall/policy*

File ini berisi aturan untuk semua trafik yang lewat pada *firewall* diatur pada */etc/shorewall/rules*, lakukan pemeriksaan file tersebut tidak terdefinisi pada */etc/shorewall/policy*.

```
#SOURCE ZONE DESTINATION POLICY LOG
```

```
loc net ACCEPT C.
```

3. */etc/shorewall/interface*

Berfungsi sebagai penentu interface mana yang akan dihubungkan ke suatu zona, pada file ini, *eth0* terkoneksi dengan jaringan internet dan *eth1* terkoneksi dengan jaringan lokal.

```
#ZONE INTERFACE BROADCAST OPTIONS
```

```
net eth0 I
```

```
oc eth1
```

4. */etc/shorewall/masq*

File ini untuk mendefinikan *masquerade* jaringan lokal dengan jaringan internet. Untuk mensetting apakah trafik yang melalui *eth1* akan dibungkus (*dimasquerade*) dengan dengan *IP* pada *eth0*.

```
#INTERFACE SUBNET ADDRESS
```

```
eth0 eth1
```

5. */etc/shorewall/rules*

File ini berisi aturan-aturan dari semua trafik yang melewati *firewall*. Berikut ini contoh konfigurasinya:

```
#Rule dari local ke mesin firewall
```

```
ACCEPT loc fw tcp 23
```

```
ACCEPT loc fw tcp 80
```

6. */etc/shorewall/shorewall.conf*

Berfungsi sebagai proses aktivasi Showreil supaya dapat dilakukan load saat startup.
`Startup_ENABLE = Yes`

Pengukuran bandwidth akan dilakukan untuk melihat kualitas pelayanan Voip yang dibangun, Pengukuran bandwidth dilakukan antara PC/Laptop ke PC/Laptop, PC/Laptop Ke Smart Phone, PC/laptop ke telepon PSTN, Smart Phone ke Smart Phone, Smart Phone Ke Telepon PSTN dan dari Telepon PSTN ke Telepon PSTN. [Hostiadi and Nasemantho, 2017]

Namun penggunaan teknologi ini tidak bisa lepas dari keraguan persepsi masyarakat yang menganggap bahwa kualitas suara pada percakapan VoIP masih tergolong buruk.

Hal ini banyak disebabkan karena penggunaan *codec* yang tidak sesuai dengan protocol jaringan dan masalah pada jaringan IP yang digunakan. Kesalahan penerapan protocol yang tidak tepat akan menyebabkan terjadinya *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. [Pourqasem et al., 2012].

Agar paket data multimedia bisa di akses oleh Voip, maka protocol yang di gunakan harus protocol yang dapat membawa paket data multimedia seperti Session Initiation Protocol (SIP). Sebuah protocol yang menyediakan service yang mengkombinasikan elemen telepon dan aplikasi berbasis internet seperti e-mail, video conference, multimedia streaming, instant messaging-file dan game komputer. [Jalendry and Verma, 2015].

2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode penelitian eskperimental, yakni suatu penelitian yang dilakukan untuk mencari suatu pengaruh perlakuan terhadap yang lainnya saat keadaan yang tertanggunglangi [Yesserie, 2015].

Pengaruh perlakuan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pengaruh penggunaan teknologi *Voice Internet Protocol* terhadap Kualitas Pelayanan. Karena kualitas layanan berhubungan juga dengan keamanan data maka pada server VoIP ini di bangun sistem keamanan firewall menggunakan shorewall sehingga diharapkan dapat mengurangi tingkat kehilangan data atau gangguan keamanan data.

Dalam pengujian server VoIP sendiri digunakan satu buah perangkat PC yang digunakan untuk server, dua perangkat laptop, dua perangkat smartpone, dan dua perangkat IP Phone.

Server menggunakan Linux ubuntu dan Client menggunakan Microsoft windows 7. Dan untuk pengujian terhubung atau tidaknya komunikasi VoIP digunakan softphone X-Lite dan Shorewall sebagai firewall keamanan server VoIP.

Tahap perancangan server yang pertama adalah komputer yang akan di jadikan server VoIP di install dengan sisitem operasi linux. Kemudian lakukan instalasi VoIP gateway sebagai media yang mengolah suara dan video. Apabila konfigurasi pada sisi gateway sudah dilakukan maka pembagian akstensi dapat dikerjakan yakni dengan memberi nomor atau address di sisi client agar terjadi komunikasi antar client.

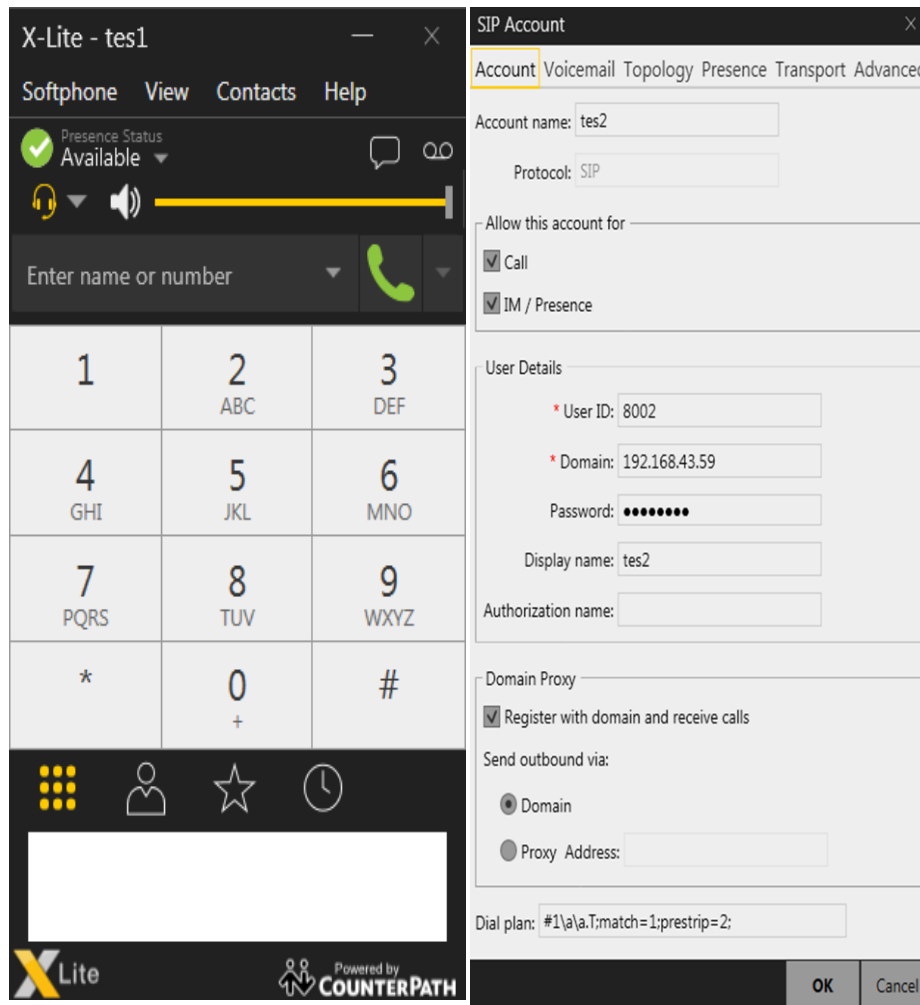
Perancangan yang akan dilakukan pada sisiclient adalah dengan menyiapkan sebuah komputer dan handphone yan g memiliki system operasi android yang akan difungsikan untuk melakukan dan menerima panggilan. Pada tahap ini dapat dilakukan pada sisi client adalah dengan melakukan pemasangan softphone, kemudian mengaktifkan softphone untuk pendaftaran ke server VoIP. Softphone yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Softphone X-Lite.

3. Hasil dan Pembahasan

VoIP server yang dibangun menggunakan sistem operasi Linux Server. Linux yang digunakan untuk pembuatan Server VoIP adalah Ubuntu. Ip Address yang digunakan adalah Ip Address IPV4.

Server VoIP yang dibangun menggunakan VoIP protocol Session Initiation Protocol (SIP). SIP yang digunakan adalah berupa aplikasi yang berfungsi sebagai Proxy Server, Redirect Server dan Registrar Server.

Setelah semua terinstal selanjutnya selanjutnya menginstall sistem operasi Ubuntu, install software softphone X-Lite pada client, lalu klik *softphone* dan pilih *account*, isikan SIP dengan user yang terdaftar di server dan isi domain dengan alamat IP server.



Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Gambar 2. X-lite dan SIP Terinstal di Client.

Jika kita mengisi akun dengan benar pada semua client maka kita akan terdaftar dan terhubung dengan server. Namun seperti halnya semua komunikasi yang menggunakan internet sebagai backbone komunikasinya maka jaringan VoIP juga rentan terhadap serangan dari orang-orang yang tak bertanggung jawab, maka jaringan VoIP disini akan dilindungi sebuah firewall berbasis Shorewall.

Tahapan menginstall Shorewall adalah ketik perintah `#apt-get install shorewall`, tunggu hingga proses pemasangan selesai, jika sudah selesai ketik perintah `#sudo nano cp -p /etc/shorewall/shorewall.conf /etc/shorewall/shorewall.conf.orig`, untuk menyimpan setingan yang asli ketik perintah `#sudo nano cp -p /etc/usr/share/doc/shorewall/examples/one-interface/* /etc/shorewall/` untuk menyalin setingan satu *interface* karena firewall di install di server. jika selesai mengisi rules simpan dan ketik perintah berikutnya dan masuk ke berkas berikutnya ketik perintah `#sudo nano /etc/shorewall/interfaces`. disini *interfaces* sebagai mendefinisikan kartu ethernet mana yang terhubung ke jaringan internet. selanjutnya ketik `#sudo nano /etc/shorewall/zones`. dalam pengaturan, *zones* ini tidak ada yang dirubah atau ditambahkan, karena hanya menggunakan satu jaringan yaitu internet. langkah selanjutnya adalah pengaturan *policy*, dalam pengaturan kebijakan diperbolehkan untuk menghubungkan siapa saja dan semua paket diizinkan (*accept*), lalu paket yang berasal dari luar menuju firewall akan diabaikan (*drop*), dan selain itu tolak semuanya (*reject*). pada menu ini ketik perintah `#sudo nano /etc/shorewall/rules`. perintah ini untuk menambahkan aturan akses website. pada tahap terakhir ini ketik perintah `#sudo nano /etc/default/shorewall`, lalu ubah *startup* dari 0 menjadi 1,

agar setiap kali menghidupkan server firewall akan aktif secara otomatis. jika tahap ini telah selesai kini server voip sudah aman dilindungi oleh firewall shorewall.

```

root@servertest-HP-Pavilion-g4-Notebook-PC: /home/servertest
GNU nano 2.2.6      File: /etc/default/shorewall      Modified
# prevent startup with default configuration
# set the following variable to 1 in order to allow Shorewall to start
startup=1

# If your Shorewall configuration requires detection of the ip address of a ppp
# interface, you must list such interfaces in "wait_interface" to get Shorewall
# to wait until the interface is configured. Otherwise the script will fail
# because it won't be able to detect the IP address.
#
# Example:
#   wait_interface="ppp0"
# or
#   wait_interface="ppp0 ppp1"
# or, if you have defined in /etc/shorewall/params
#   wait_interface=
#
# Startup options
[ Read 24 lines ]
^G Get Help  ^O WriteOut  ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text    ^C Cur Pos
^X Exit      ^J Justify   ^W Where Is  ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Gambar 3. Hasil konfigurasi Shorewall

Pengujian Suara

Pengujian suara dilakukan untuk kedua panggilan client dan hasil *benchmark* tes yang mencakup pengujian panggilan antrian panggilan voIP.

Dari tabel 1, dapat disimpulkan bahwa *benchmark* CPU yang dibutuhkan untuk panggilan VoIP tidak terlalu besar hanya sekitar 0 s/d 1.35 persen.

Tabel 1. Pengujian antrian panggilan VoIP

Aktivitas Panggilan	Penggunaan CPU	Panggilan Simultan	Penggunaan CPU per panggilan
5	12%	10	1.20%
10	16%	20	0.80%
15	26%	30	0.87%
20	34%	40	0.85%
25	64%	50	1.28%
30	81%	60	1.35%

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Pengujian Bandwidth Panggilan Masuk dan Keluar

Pengujian bandwidth panggilan masuk dimaksudkan untuk menguji berapa jumlah rata rata bandwidth yang masuk ke sebuah user ketika mendapatkan *Incoming calls*. Disini di coba 5 kali panggilan masuk terhadap client.

Tabel 2. Rata Rata Bandwidth Panggilan Masuk dan Keluar

Panggilan Masuk/Keluar	Bandwidth yang Masuk	Bandwidth yang Masuk
1	86	83.4
2	86.3	83.8
3	86.2	83.8
4	86.6	84.1
5	86.8	84.3

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa rata rata bandwidth yang di pakai pada saat panggilan masuk adalah 86.38 kbps.

Pengujian bandwidth panggilan keluar dimaksudkan untuk menguji berapa jumlah rata rata bandwidth yang keluar ke sebuah user ketika mendapatkan *Outcoming calls*. Disini di coba 5 kali panggilan keluar terhadap Client. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa rata rata bandwidth yang di pakai pada saat panggilan keluar adalah 83.88 kbps.

Pengujian kualitas layanan Panggilan keluar dan panggilan masuk

Untuk mengukur kualitas layanan panggilan keluar dan panggilan masuk maka dapat di lihat dari nilai delay, jitter dan packet loss. [Zheng et al., 2001].

Dimana delay bisa diartikan keterlambatan atau latensi VoIP yang ditandai sebagai jumlah waktu suara untuk keluar dari mulut atau speaker kemudian mencapai telinga pendengar dan Jitter adalah variasi dari waktu antar kedatangan paket sedangkan packet loss dalam data network adalah kehilangan paket dalam jaringan data biasanya bersifat umum dan diharapkan.[Kumar, 2006]

Tabel 3. Kualitas Layanan Panggilan Masuk Dan Panggilan Keluar

Jumlah Panggilan	Panggilan Masuk			Panggilan keluar		
	Jitter (ms)	Delay (ms)	Packet loss	Jitter (ms)	Delay	Packet loss
1	0.18	30	0	0.20	20	0.07
2	0.21	30	0	0.23	20	0.004
3	0.33	30	0	0.27	20	0
4	0.41	30	0	0.29	20	0
5	0.67	30	0	0.31	20	0
Rata rata	0.36	30	0	0.26	20	0.015

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Berdasarkan Tabel. 3, ditunjukkan bahwa kualitas layanan VoIP ketika sebuah *client* menerima panggilan masuk dan panggilan keluar adalah baik. Kualitas baik tersebut diperoleh dari rata-rata *delay*, *jitter*, dan *packet loss* yang mengacu pada tabel 4, sebagai parameter dari kualitas sebuah layanan.

Nilai rata-rata *delay*, *jitter*, dan *packet loss* diperoleh dari hasil jumlah panggilan yang dilakukan sebanyak 5 kali dan diambil rata-ratanya berdasarkan masing-masing jumlah panggilan, yaitu 1 sampai dengan 5 panggilan dan data tersebut berupa RTP paket.

Tabel 4. Parameter Delay, Jitter Dan Packet Loss Berdasarkan ITU-T G.114.

Delay	Jitter	Packet Loss	Keterangan
0-150 ms	0-20 ms	0 – 0.5 %	Baik
150 – 400 ms	20 – 50 ms	0.5 – 1.5%	Cukup
➢ 400 ms	➢ 50 ms	➢ 1.5 %	Buruk

Sumber: [Setiawan, 2012]

Pengujian Keseluruhan VoIP

Pengujian berikutnya dilakukan dengan menghubungkan seluruh infrastuktur VoIP untuk mengetahui apakah seluruh jaringan VoIP sudah dapat tersambung dengan baik dengan cara saling melakukan panggilan kepada seluruh infrastruktur VoIP yang terpasang.

Tabel 5. Pengujian Topologi VoIP

Pengujian	Kualitas Suara
PC ke PC	Jelas
PC ke Smart phone	Jelas
Pc ke PSTN	Jelas
Smartphone ke smartphone	Jelas
Smartphone ke PSTN	Jelas
PSTN ke PSTN	Jelas

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Dari tabel 5, didapat hasil analisis bahwa semua *device* yang diujikan menghasilkan kualitas suara yang jelas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa pengimplementasian sistem Voice over Internet Protocol (voIP) pada PT. PT. Interdev Prakarsa telah menekan cost telekomunikasi yang dilakukan antar cabang dalam perusahaan, sehingga cost yang di investasikan untuk membangun komunikasi VoIP ini dapat terbayarkan dengan manfaat yang di dapatkan dari pengimplementasian VoIP. Pemasangan VoIP tidak membuat kecepatan komputer yang telah ada menjadi down karena pada VoIP *benchmark* CPU dibutuhkan rata-rata maksimal 1,06 persen. Bandwidth yang dibutuhkan juga tidak terlalu besar sekitar 86 kbps untuk panggilan masuk 84 kbps untuk panggilan keluar. Delay jitter dan packet loss yang dihasilkan ternyata masuk kekatagori baik karena masih masuk kedalam tabel parameter yang sudah di tetapkan yaitu sebesar 0,36 ms untuk jitter, 30 ms untuk delay dan 0 untuk packet loss ketika sistem VoIP melakukan proses panggilan masuk, sedangkan untuk panggilan keluar juga masuk ke katagori baik dimana untuk Jitter rata rata hanya memakan waktu 0,26 ms, sedangkan delay rata-rata adalah 20 ms dan packet loss sebesar 0.015, dengan hasil ini maka ketika dilakukan komunikasi VoIP dari PC ke PC terdengar jelas, dari PC ke Smartphone juga masih terdengar jelas, komunikasi dari PC ke PSTN juga lancar dan jelas, komunikasi antar smartphone juga terdengar jelas dan antara Smartphone ke PSTN juga terdengar jelas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komunikasi VoIP telah berhasil di implementasikan.

Daftar Pustaka

- Ayokunle OO. 2012. International Journal of Information and Communication Technology Research Integrating Voice over Internet Protocol (VoIP) Technology as a Communication Tool on a Converged Network in Nigeria. *Int. J. Inf. Commun. Technol. Res.* 2: 829–837.
- El Brak S, El Brak M, Benhaddou D. 2014. A new QoS management scheme for VoIP application over wireless ad hoc networks. *J. Comput. Networks Commun.* 2014.
- Hostiadi DP, Nasemantho I wayan. 2017. RANCANG BANGUN INFRASTRUKTUR VOIP PADA. In: Konferensi Nasional Sistem & Informatika., p 654–659.
- Jalendry S, Verma S. 2015. A Detail Review on Voice over Internet Protocol (VoIP). *Int. J. Eng. Trends Technol.* 23: 161–166.
- Kumar A. 2006. An Overview Of Voice Over Internet Protocol (VoIP). 2: 1–13.
- Leu JS, Lin WH, Hsieh W Bin, Lo CC. 2014. Design and implementation of a voip broadcasting service over embedded systems in a heterogeneous network environment. *Sci. World J.* 2014.
- Lubis MDS, Allwine. 2018. Membangun PCrouter Dengan UbuntuServer dan Keamanan Jaringan Dengan Shorewall. *J. Armada Inform.* 2: 46–55.
- Pourqasem J, Karimi S, Edalatpanah S. 2012. A Survey of Voice Over Internet Protocol (VOIP) Technology. *Int. Comput. Math. Sci. Appl.* 6: 53–62.
- Setiawan EB. 2012. Analisa Quality Of Services (QoS) Voice Over Internet Protocol (VoIP) Dengan Protokol H . 323 Dan Session Initial Protocol (SIP). *J. Ilm. Komput. dan Inform. (KOMPUTA)* 1: 1–8.

- Yesserie. 2015. Implementasi High Availability Dengan Teknik FailOver Virtual Computer Cluster. 10–17 p.
- Zheng L, Zhang L, Xu D. 2001. Characteristics of network delay and delay jitter and its effect on Voice over IP (VoIP). IEEE Int. Conf. Commun. 1: 122–126.