

**STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONSE**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Teknik Informatika**



Oleh:

Nama : Jonathan Akbar

No. Mahasiswa : 12 523 079

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2016

**STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONE**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Teknik Informatika**



Oleh:

Nama : Jonathan Akbar

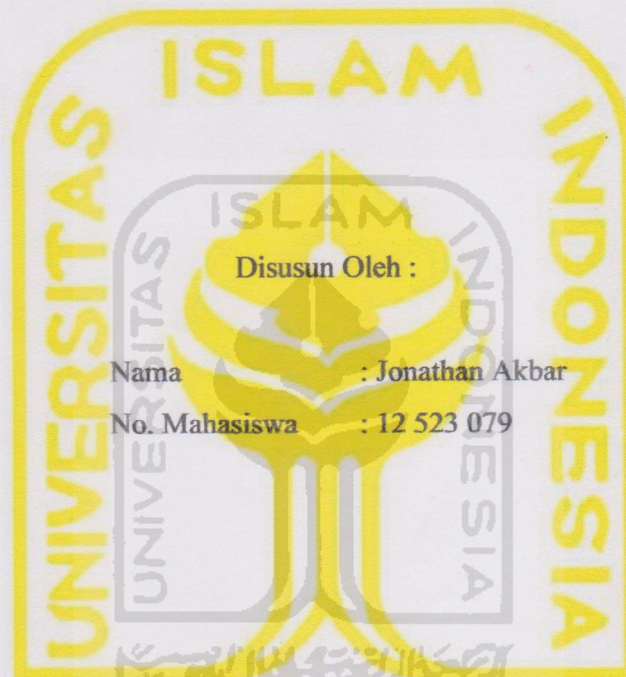
No. Mahasiswa : 12 523 079

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2016

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN
STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONE

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Jonathan Akbar

No. Mahasiswa : 12 523 079

Yogyakarta, 21 Oktober 2016

Dosen Pembimbing

(Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN
STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONE

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Jonathan Akbar

No. Mahasiswa : 12 523 079

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Pengujian Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 21 Oktober 2016

Tim Penguji,

Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom.

Ketua

Taufiq Hidayat, ST., MCS.

Anggota I

Galang Prihadi M, S.Kom., M. Kom.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Hendrik, ST., M.Eng.)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Jonathan Akbar

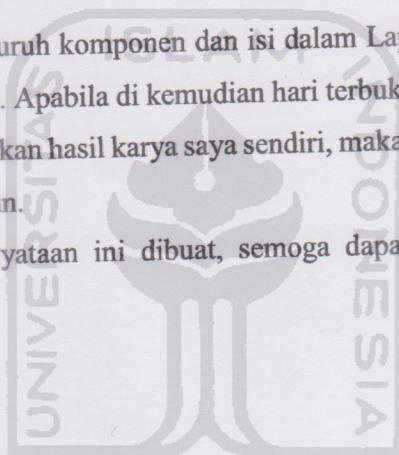
NIM : 12 523 079

Tugas Akhir dengan judul :

**STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONSE**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



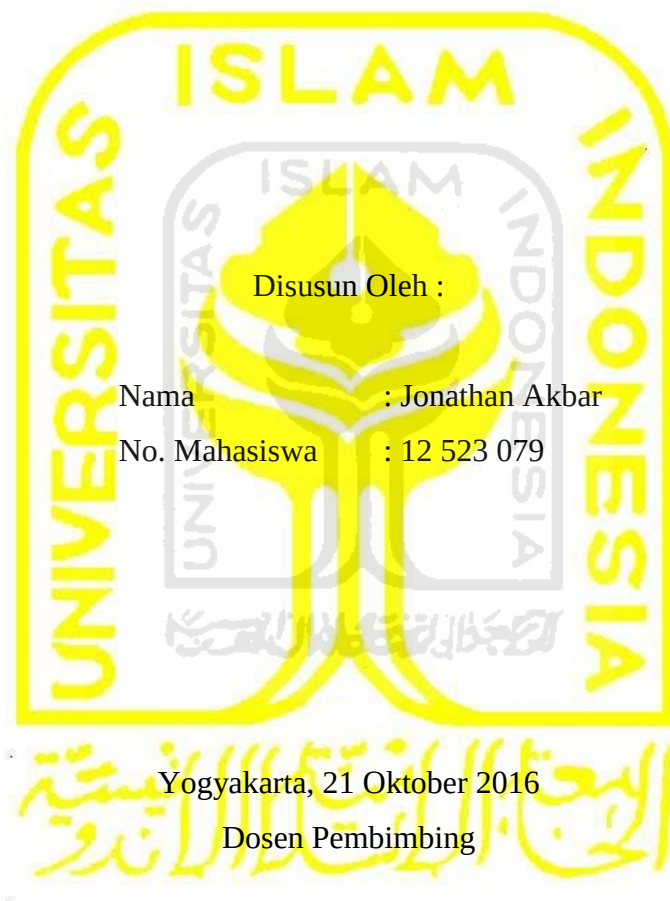
Yogyakarta, 21 Oktober 2016



(Jonathan Akbar)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN
STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONE

TUGAS AKHIR



(Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN
STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONE

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Jonathan Akbar

No. Mahasiswa : 12 523 079

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Pengujian Sebagai Salah Satu Syarat untuk
 Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri
 Universitas Islam Indoneisa

Yogyakarta, 21 Oktober 2016

Tim Penguji,

Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom.

Ketua

Taufiq Hidayat, ST., MCS.

Anggota I

Galang Prihadi M, S.Kom., M. Kom.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

(Hendrik, ST., M.Eng.)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Jonathan Akbar

NIM : 12 523 079

Tugas Akhir dengan judul :

**STUDI DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM
INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN
INTERACTIVE VOICE RESPONSE**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 21 Oktober 2016

(Jonathan Akbar)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan rasa syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya serta taburan cinta dan kasih sayang-Mu memberikanku kekuatan dan membekaliku dengan ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW, sebagai uswatun hasanah bagi seluruh umat.

Skripsi ini dapat terselesaikan atas doa dari orang yang sangat kukasihi dan kusayangi. Kedua Orang Tua saya Bapak Nurhadi Aris dan Ibu Yuliana terima kasih atas dukungan moril maupun materi serta nasihat dan do'a yang telah diberikan kepadaku. Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua, Semoga bapak dan ibu selalu berada dalam lindungan Allah SWT.

Untuk Kakak Adikku Nuraini Yulia dan Dina Octafia terimakasih sudah mensuprot dan mendoakanku dalam menyelesaikan tugas akhir ini, hanya karya kecil ini yang dapat ku persembahkan. Maaf belum bisa menjadi panutan seutuhnya, tapi aku akan selalu menjadi yang terbaik untuk kalian semua.

Buat teman dekatku Dyan Permatasari terima kasih atas kesabaran, perhatian dan kasih sayang yang telah memberikanku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga engkau bisa menemaniku sampai kapanpun.

Bapak dan ibu Dosen pembimbing, penguji dan pengajar yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun saya dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya. Terimakasih banyak bapak ibu dosen atas jasa kalian dalam penyusunan skripsi ini.

MOTTO

MAN JADDA WAJADA

Siapa yang bersungguh-sungguh pasti berhasil

MAN SHABARA ZHAFIRA

Siapa yang bersabar pasti beruntung

MAN SARA ALA DARBIWASHALA

Siapa menapaki jalan-Nya akan sampai ke tujuan

Kesuksesan hanya dapat diraih ketika kita mampu untuk menyelesaikan.
Dan semua usaha akan terselesaikan bila mana kita bersungguh—sungguh.
Tanpa usaha kita tidak dapat untuk mencapai semua kesuksesan.

Ingat bahwa apapun yang kita lakukan di dunia ini adalah atas kehendak-Nya

Serahkan semua apa yang kamu cita-cita kan kepadaNya.

Dan jangan lupa juga untuk melakukan usaha yang semaksimal mungkin

Agar hasilnya bisa dapt memuaskan

JUST ANOTHER HUMBLE PERSON

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Robbil 'Alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan atas segalanya. Shalawat serta salam kepada nabi kita Muhammad SAW, sehingga atas berkat dan rahmat-Nya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan judul **“Studi dan Implementasi Elastix Sebagai Voip Server Dalam Infrastruktur Cloud Computing Dengan Layanan Interactive Voice Response”**. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari saran, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak (Nurhadi Aris) dan Ibu (Yuliana). Semoga bapak dan ibu senantiasa berada dalam lingkungan Allah SWT.
2. Dr. Ir. Harsoyo, M.Sc selaku Ketua Rektor Universitas Islam Indonesia.
3. Dr. Drs., Imam Djati Widodo M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Bapak Luthfi, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan selama penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Hendrik, ST., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri.
6. Keluarga besar penulis yang senantiasa selalu mendukung dan mendorong untuk berbuat yang terbaik.
7. Adik tersayang yang selalu memberikan *support* dan mendoakan (Dina Octafia).
8. Orang yang penulis sayangi dan selalu ada disamping untuk memberikan *support* (Dyan Permatasari).

9. Keluarga Berencana adalah sahabat penulis yang selalu memberikan saran dan dukungan. Sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
10. Sahabat-sahabat di Yogyakarta Bayu, Jumroh, Risman, Ghoni, Arif, Wisnu, Adam, Firza, Teguh, Andy, Eliska, Septika, Audina, Mayang dan semua teman-teman yang ada di jogja terima kasih atas semua kesabaran dan pengertian dan kebaikan kalian.
11. Terima kasih juga kepada teman-teman lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusunan laporan tugas akhir ini, tentu tidak lepas dari kesalahan, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik untuk kebaikan penulis kedepan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Wassalamu 'Alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 21 Oktober 2016

Jonathan Akbar



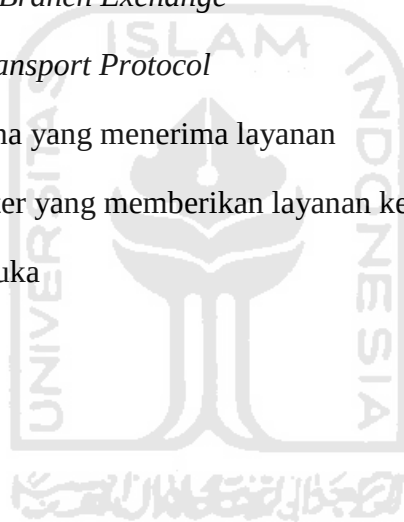
SARI

Keberadaan teknologi informasi kini telah merambah pada seluruh aspek kehidupan manusia tanpa memandang usia penggunaannya. Keberadaan informasi menjadi soal yang utama dalam setiap orang, apalagi dengan komunikasi. Hal ini sangat berkaitan dalam peluang yang didapatnya. Komunikasi dan informasi menjadi layanan yang sangat penting bagi lingkungan fakultas dan masyarakat pada umumnya. Di lingkungan fakultas sendiri komunikasi sangat penting karena sangat berhubungan langsung dengan proses belajar mengajar. Contohnya, ketika dosen maupun mahasiswa yang membutuhkan pegawai *admin* fakultas atau menginginkan sebuah informasi berkaitan dengan proses belajar mengajar, karena mengingat jaraknya yang lumayan jauh antara kelas dan bagian ruang jurusan dengan adanya aplikasi *Voice over Internet Protocol* ini dengan pengaksesan layanan *Interactive Voice Response* di *smartphone android* merupakan layanan yang sangat strategis untuk fakultas dalam melayani dosen maupun mahasiswa karena mempermudah dalam pencarian sebuah informasi pada fakultas. Dapat dilihat saat ini *server cloud* (ESXi) sangat mudah dalam penggunaan dibandingkan dengan *server* fisik dan juga dapat menghemat penggunaan server secara fisik. Sistem *cloud* merupakan kumpulan *server* yang tersambungan dengan sebuah jaringan internet berupa LAN dan WAN. Tetapi pada sisi pengguna dapat melihatnya sebagai sebuah *server* fisik. Penelitian ini difokuskan untuk membuat sistem VoIP dengan pengaksesan layanan IVR *Call Center* berbasis *cloud server*. Dimana *client* dapat mengakses layanan panggilan ini dengan menekan tombol ekstension yang sudah ditentukan dan langsung terhubung langsung dengan *server Elastix* pada menu PBX yang ada pada *server*, kemudian *client* akan dipandu melalui sistem IVR untuk memilih layanan fakultas yang diinginkan. Kesimpulannya pada Implementasi VoIP *server (Elastix)* pada pengaksesan layanan *Interactive Voice Response* melalui jaringan *cloud* berhasil dilakukan. kemudian pada kualitas yang digunakan pada saat layanan IVR berjalan dapat disimpulkan bahwa kualitas yang didapatkan sesuai standar yang ada, dengan total nilai *throughput* 29814.985 kbps, *packet loss* 0%, *delay* 0,00936 ms, dan *jitter* 0,9783 ms yang masih pada kategori baik. Dan Hasil Kuisioner ini dapat diketahui kelayakan pada sistem yang digunakan oleh pengguna dan dapat disimpulkan bahwa skor pada manfaat aplikasi 90,90 %, kualitas sistem 76,64 % dan kinerja sistem 93,46 %.

Kata Kunci : *Elastix, Voice over Internet Protocol, Interactive Voice Response*

TAKARIR

VoIP	= <i>Voice over Internet Protocol</i>
IVR	= <i>Interactive Voice Response</i>
ATA	= <i>Analog Telephone Adaptor</i>
PSTN	= <i>Public Switched Telephone Network</i>
BPS	= <i>Bit per Second</i>
PBX	= <i>Private Branch Exchange</i>
RTP	= <i>Real Transport Protocol</i>
Client	= Pengguna yang menerima layanan
Server	= Komputer yang memberikan layanan ke klien
Interface	= Antarmuka



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI	ix
TAKARIR.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian.....	4
1.7. Sistem Penulisan Laporan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Voice over Internet Protokol (VoIP)	6
2.1.1 Pengertian VoIP	6
2.2.1 Manfaat VoIP.....	6
2.3.1 Unsur Pembentukan VoIP.....	7
2.3.1.1 User Agent	7
2.3.1.2 Proxy	8
2.3.1.3 Protokol.....	8

2.3.1.4	Codec	10
2.4.1	Parameter Pengujian VoIP	10
2.4.1.1	Quality of Service (QoS).....	10
2.2.	ELASTIX.....	12
2.3.	X-LITE	13
2.4.	ZOIPER	13
2.5.	INTERACTIVE VOICE RESPONSE (IVR)	13
2.6.	VMware	14
2.7.	Cloud Computing	14
2.8.	Wireshark.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Gambaran Umum Sistem.....	17
3.1.1	Tahapan Perancangan	17
3.2.1	Perancangan Sistem IVR (<i>Interactive Voice Response</i>).....	18
3.3.1	Perancangan suara sistem IVR.....	19
3.4.1	Perancangan pada Client.....	20
3.5.1	Arsitektur Perancangan Jaringan <i>Server VoIP</i> dengan IVR	21
3.2	Konfigurasi Router	21
3.3	Konfigurasi Hypervisor	22
3.4	Konfigurasi Rekaman	23
3.5	Konfigurasi Elastix	24
3.6	Konfigurasi IVR	26
3.7	Konfigurasi Client	29
3.7.1	Konfigurasi pada sisi <i>softphone</i>	30
3.8	Pengujian VoIP	32
3.8.1	Pengujian Quality of Service	33
3.9	Metode Pengumpulan Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Hasil Pengujian Sistem.....	42
4.2	Hasil Pengujian Parameter <i>Quality of Service</i>	43

4.2.1	Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Throughput</i>	43
4.2.2	Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Packet Loss</i>	44
4.2.3	Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Delay</i>	46
4.2.4	Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Jitter</i>	46
4.3	Hasil Kesimpulan Pengumpulan Data	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Topologi Jaringan.....	21
Gambar 3.2	<i>Address List</i>	22
Gambar 3.3	Konfigurasi NAT Pada <i>Mikrotik Routerboard</i>	22
Gambar 3.4	Konfigurasi EXSi.....	23
Gambar 3.5	Membuat Rekaman IVR.....	24
Gambar 3.6	<i>Convert</i> Rekaman Suara.....	24
Gambar 3.7	Konfigurasi <i>Elastix</i>	25
Gambar 3.8	Menu PBX.....	25
Gambar 3.9	Konfigurasi Nomer Extension	26
Gambar 3.10	Daftar Nomer Extension.....	26
Gambar 3.11	Tampilan <i>System Recording</i>	27
Gambar 3.12	Melakukan <i>Upload</i> Rekaman.....	27
Gambar 3.13	Konfigurasi IVR.....	28
Gambar 3.14	Penentuan Tombol IVR.....	28
Gambar 3.15	Mengatur Jalur Komunikasi.....	29
Gambar 3.16	Konfigurasi <i>Set Destination</i>	29
Gambar 3.17	Tampilan X-lite.....	30
Gambar 3.18	Konfigurasi X-lite.....	30
Gambar 3.19	Tampilan Zoiper.....	31
Gambar 3.20	Pemilihan Jenis Protokol.....	31
Gambar 3.21	<i>SIP Account</i>	32
Gambar 3.22	<i>Account Name</i>	32
Gambar 3.23	Letak Data <i>Throughput</i>	34
Gambar 3.24	Letak Data <i>Packet Loss</i>	36

Gambar 3.25 Letak Data <i>Delay</i>	37
Gambar 3.26 Letak Nilai <i>Request</i>	39
Gambar 3.27 Letak Nilai <i>Replay</i>	40
Gambar 4.1 Komunikasi Dari <i>Softphone</i>	42
Gambar 4.2 Komunikasi Dari <i>Handphone</i>	43



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kategori Packet Loss.....	36
Tabel 3.2 Kategori Besar <i>Delay</i>	36
Tabel 3.3 Nilai <i>Jitter</i>	38
Tabel 3.4 Tabel Kuisisioner.....	39
Tabel 4.1 Hasil Keseluruhan <i>Throughput</i>	45
Tabel 4.2 Hasil Keseluruhan Paket Data Yang Diterima	46
Tabel 4.3 Hasil Keseluruhan <i>Packet Loss</i>	46
Tabel 4.4 Hasil Keseluruhan Perhitungan <i>Delay</i>	47
Tabel 4.5 Perhitungan Pertama <i>Jitter</i>	48
Tabel 4.6 Perhitungan Kedua <i>Jitter</i>	48
Tabel 4.7 Perhitungan Terakhir <i>Jitter</i>	49
Tabel 4.8 Tabel Kuisisioner.....	49



DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1	<i>Throughput</i>	34
Rumus 3.2	<i>Packet Loss</i>	35
Rumus 3.3	Paket Data Yang Diterima.....	35
Rumus 3.4	<i>Delay</i>	37
Rumus 3.5	<i>Jitter</i>	38
Rumus 3.6	Mencari Nilai <i>Delay</i>	39



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, telah terjadi kemajuan yang sangat pesat di berbagai bidang terutama di bidang teknologi. Perkembangan teknologi yang demikian pesat memudahkan untuk mendapatkan informasi yang didapatkan dari mana saja, kapan saja dan siapa saja. Teknologi membawa dampak positif pada berbagai bidang seperti pendidikan, perkantoran, dan pebisnis yang di mana mereka dapat melakukan saling tukar informasi melalui media komunikasi. Salah satu keunggulan *internet* ialah dengan menyampaikan sistem yang ada untuk bisa saling berkomunikasi dengan yang lain secara mudah dan dengan adanya perkembangan di bidang telekomunikasi saat ini memungkinkan semua bidang kehidupan manusia dapat semakin ringan di kerjakan dengan bantuan sebuah komputer.

Peranan teknologi informasi pada komunikasi sangatlah besar, karena dengan adanya informasi yang mendukung akan terciptalah komunikasi yang efektif dan dengan adanya kemajuan dari kedua bidang tersebut maka akan majulah suatu pembangunan dalam infrastruktur. Teknologi mampu mewujudkan suatu perkembangan pada teknologi sekarang ini. Salah satunya kebutuhan kehidupan manusia dalam sistem komunikasi dan informasi. VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) merupakan alternatif untuk memudahkan dalam saling tukar menukar informasi secara realtime dengan melalui jaringan protokol. Terutama untuk suatu kampus atau perkantoran yang membutuhkan adanya layanan komunikasi dan adapun bentuk teknologi yang memenuhi kebutuhan tersebut adalah aplikasi *call center*. (M.Ridho Maulana, Prima Kristalina 2012).

Linux Elastix merupakan sebuah sistem operasi CentOS Linux yang *free lisence* dan *open source* yang terdiri dari komponen modul berbagai teknologi media komunikasi yang dapat digunakan untuk *email server*, *instant message* VoIP dan *video conference*. Dengan memakai sistem operasi Linux Elastix akan mempermudah dalam pengerjaan pembuatan VoIP server. (Iskandar Badai 2015).

Cloud computing merupakan sebuah teknologi virtualisasi dimana kita tidak harus menyediakan sumber daya untuk membangun sebuah sistem atau menggunakan aplikasi tertentu. Dengan adanya *cloud* kita mendapatkan layanan penyimpanan secara online di *storage server*. *Server* pada umumnya banyak membutuhkan sumber daya yang cukup banyak, apalagi membangun *server* baru pada instansi atau kampus yang notabennya sudah tidak memiliki ruang untuk membuat *server*. Dengan adanya *cloud server* maka pengguna tidak perlu lagi membawa data mereka ke suatu tempat bila mengalami perpindahan suatu tempat. Hadirnya *cloud computing* membuat beberapa sumberdaya menjadi lebih efisien seperti biaya, tempat maupun perangkat komputer. *Cloud* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aplikasi Vsphere ESXi 5.5 yang dijadikan sebagai *Cloud server*. kemudian pada *cloud sever* akan dipasang sebuah *voip server* yang akan membentuk sistem *Interactive Voice Response* merupakan sistem yang dapat digunakan untuk menjawab panggilan secara otomatis. *Admin* hanya berperan bila ingin melakukan percakapan secara langsung saja. Pada sistem ini *client* dapat mengakses layanan panggilan yang langsung terhubung dengan *admin*, caranya *admin* mendial nomer ekstension tertentu melalui aplikasi VoIP. (Q. Zhang 2010 & arief Arfiandi 2011).

Berdasarkan dari pembahasan di atas, penulis akan mencoba merancang sebuah sistem VoIP *cloud* dengan aplikasi *server* yang diimplementasikan dengan aplikasi X-Lite, Zoiper, dan akan diterapkan pada *handphone* khususnya di *Android* dengan memakai aplikasi Zoiper *Android*. Sehingga penulis akan membuat dan menyusun Penelitian dengan judul Studi dan Implementasi Elastix sebagai VoIP *Server* dalam Infrastruktur *Cloud Computing* dengan Layanan IVR pada jaringan *Private Cloud*.

1.2. Rumusan Masalah

Merujuk dari latar belakang yang ada, maka ditemukanlah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang sistem aplikasi VoIP dengan layanan IVR?
2. Bagaimana merancang *cloud computing* sebagai *server* untuk sistem VoIP?

3. Bagaimana cara merancang sistem aplikasi ini bisa berjalan di *softphone* ataupun *smartphone*?
4. Bagaimana mengetahui kualitas jaringan *cloud* dan jaringan VoIP ?
5. Bagaimana mengetahui kelayakan penggunaan pada sistem yang dibuat?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Teknik virtualisasi *server computing* akan diimplementasikan dalam server Vshpere ESXi 5.5 (*Baremetal Hypervisor*).
2. Aplikasi VoIP akan dibuat di sistem operasi linux debian khususnya elastix.
3. Aplikasi yang digunakan sebagai *client* adalah Zoiper, X-lite, dan Zoiper *Android*.
4. Pengaturan dan konfigurasi *server* VoIP untuk menangani panggilan suara di setiap kampus.
5. Parameter pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software *Wireshark* untuk melakukan analisis dari implementasi IVR VoIP yang terintegrasi dengan Vshpere ESXi 5.5 adalah jitter, delay, throughput, dan packet loss.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *Interactive Voice Response* pada layanan media komunikasi dengan sistem VoIP yang diterapkan ke *server* yang berbasis *cloud computing* dan akan di terapkan ke *softphone* dan *handphone*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Perguruan Tinggi

Menambahkan wawasan bagi pembaca, khususnya yang berminat untuk mengembangkan teknologi tersebut.

2. Bagi Penulis

Penelitian ini telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk belajar dan mengenal lebih dekat, bagaimana sistem VoIP dan *cloud* berjalan dan bagaimana membuat sistem tersebut agar dapat bekerja lebih baik.

3. Bagi Mahasiswa

Memberikan mobilitas bagi mahasiswa untuk dapat mencari informasi secara langsung pada jurusan yang ada di fakultas dengan menggunakan sistem yang ada pada *smartphone*.

1.6. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperluas wacana terkait materi tugas akhir yang di kerjakan, dimana informasi diperoleh melalui berbagai literatur, baik buku, jurnal, makala penelitian, serta sumber lain yang relevan.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem diperlukan untuk membuat sistem IVR berdasarkan VoIP dalam jaringan *cloud* dan membentuk topologi jaringan VoIP yang tepat dan benar.

3. Implementasi Sistem

Setelah perancangan sistem telah selesai dibuat, maka tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan rancangan tersebut pada perangkat nyata, dimana harus menginstal *software* Vsphere ESXi 5.5 sebagai *cloud server* dan elastix sebagai VoIP *server*. Implementasi dilakukan untuk membangun infrastruktur *cloud server* dan sebuah media *server* untuk menyediakan layanan *interactive voice response*.

4. Pengujian dan Analisis Data

Tahap pengujian serta analisis data dilakukan untuk mengumpulkan bukti terkait keefektifan penggunaan *cloud computing* sebagai *servernya*. Pengujian dilakukan setelah semua perangkat berjalan dengan baik.

5. Penarikan Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis data, maka dilakukan kesimpulan untuk menunjukkan hasil akhir secara keseluruhan dalam tugas akhir ini.

6. Penulisan Laporan

Pada tahap ini, semua hasil analisis dan penarikan kesimpulan dikumpulkan dalam bentuk laporan, agar penjelasan setiap bagian tersusun lebih struktur dan sistematis.

1.7. Sistem Penulisan Laporan

Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta penjelasan terkait metodologi yang digunakan dalam penelitian.

Bab II Landasan Teori, berisikan teori-teori yang menjadi dasar penelitian teori yang digunakan, memuat referensi tentang cara membangun dan membuat aplikasi IVR, antara lain konfigurasi jaringan VoIP dan jaringan *cloud*.

Bab III Metodologi Penelitian, berisi analisi sistem, perancangan sistem, serta implementasi sistem dalam perangkat nyata. Analisis sistem, berisikan tentang kinerja aplikasi IVR pada jaringan VoIP dan jaringan *cloud* yang akan digunakan untuk membuat tahapan perancangan dan implementasi sistem, perancangan sistem dilakukan dengan membentuk topologi jaringan VoIP pada aplikasi GNS3.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, berisikan uraian terkait pembahasan hasil pengujian, dari perencanaan dan implementasi sistem yang telah dilakukan. Informasi yang ada di dalam pembahasan tersebut, disampaikan dalam bentuk tabel dan diagram, yang disertai dengan keterangan dari sekumpulan data yang diperoleh.

Bab V Kesimpulan dan Saran, berisikan kesimpulan dari hasil pengujian secara garis besar, yang disesuaikan dengan konsep awal penelitian. Selain itu bab ini juga memaparkan saran terkait kekurangan yang ditemukan pada penelitian, untuk dikembangkan lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Voice over Internet Protokol (VoIP)

2.1.1 Pengertian VoIP

VoIP merupakan singkatan dari *Voice over Internet Protocol*, seperti yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya, VoIP adalah suatu sistem yang menggunakan jaringan *internet* untuk mengirimkan *data* paket suara dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan perantara protokol IP (*Internet Protocol*). Sehingga perbedaan VoIP dengan telepon tradisional adalah masalah infrastrukturnya, jika VoIP menggunakan *internet* sebagai medianya sedangkan telepon menggunakan menggunakan jaringan berbeda. Dalam hal ini, tipe media transmisi sangatlah penting untuk menentukan awal terbentuknya suatu komunikasi, karena dapat mempengaruhi jumlah maksimum *bit* (*binary bit*) yang dapat ditransmisikan (Winarno Sugeng, 2008). Dengan bertelepon dengan menggunakan VoIP, banyak keuntungan yang dapat diambil diantaranya adalah dari segi biaya jelas lebih murah dibandingkan tarif telepon tradisional. Karena jaringan IP bersifat *global*. Sehingga untuk berhubung secara Internasional dapat ditekan hingga 70%. Selain itu biaya *maintenance* dapat ditekan karena *voice* dan *data network* terpisah, sehingga sebuah *softphone* atau pun perangkat asli seperti *IP Phone* dapat ditambah, dipindah dan diubah. Hal ini karena VoIP dapat dipasang di sembarang *Ethernet* dan *IP address*, tidak seperti telepon tradisional yang harus mempunyai *port* tersendiri di PBX.

2.2.1 Manfaat VoIP

Dalam bukunya yang berjudul “Membangun Telepon berbasis VoIP”, (Winarno Sugeng, 2008), penelitian Jaringan Komputer dan Sistem Operasi Linux, menyebutkan ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh Dari penggunaan VoIP, yaitu:

- a) Alokasi *bandwidth* menjadi lebih efisien.

- b) Adanya kemampuan keamanan untuk menggunakan metode kompresi suara.
- c) Mampu menggunakan *single interface*.
- d) Meningkatkan keandalan (*reliability*) jaringan komputer.
- e) Dapat menekan biaya operasional hingga mendekati gratis (Rp 0,-), misalnya untuk SLI atau SLJJ.

Manfaat kehadiran *IP Phone* memberi banyak perubahan bagi media telekomunikasi, kehadirannya pun ditunggu-tunggu untuk para pengguna telepon. Hanya saja di Indonesia kebanyakan masih menggunakan telepon biasa, yang dimana masih menggunakan pulsa untuk menghubungi seseorang. Tetapi beberapa persen penduduk di Indonesia sudah menggunakan layanan ini. Berbeda dengan negara yang sudah maju, yang dimana mereka melakukan telepon melalui jaringan *internet*, sehingga pemakaian VoIP pun gratis.

2.3.1 Unsur Pembentukan VoIP

Berdasarkan buku yang ditulisnya tersebut, (Winarno Sugeng, 2008) menjelaskan empat unsur pembentuk VoIP, yakni :

2.3.1.1 User Agent

User agent berfungsi layaknya telepon yang kita kenal, yakni dengan melakukan panggilan maupun menerima panggilan dari telepon lain. *User agent* merupakan perangkat pendukung yang melengkapi penggunaan VoIP. Ada yang berupa *software* dan juga *hardware*.

Dengan *user agent*, kita dapat melakukan panggilan antar komputer, komputer dengan *IP Phone*, maupun komputer dengan PSTN. Untuk sambungan dengan PSTN (*Public Switched Telephone Network*), dibutuhkan tambahan alat berupa ATA (*Analog Telephone Adaptor*), untuk mengubah sinyal telepon dari *analog* ke *digital*.

Ada banyak *user agent* yang dapat diperoleh secara gratis di *internet*. Tentu saja, ini hanya berlaku untuk *user agent* berbasis *software*, meskipun ada pula yang berbayar, seperti *Eyebeam* misalnya. Sedangkan penulis sendiri, akan

menggunakan *user agent* yang gratis yaitu X-Lite, Zoiper, dan Zoiper *Android*, karena gratis dan dapat diletakkan pada *platform* manapun.

2.3.1.2 Proxy

Proxy digunakan sebagai penghubung antara jaringan *server* dengan jaringan *client*. *Proxy* inilah yang bertugas mengendalikan maupun memonitor lalu lintas data yang melewatinya (Adhita, 2014). *Proxy* dapat berupa *web proxy*, *FTP client*, dll. *Proxy* yang bersifat *open source*, ada bermacam-macam, yakni *Asterisk*, *OpenSER*, *SER*, *Yate*, dll. Penulis sendiri akan menggunakan *proxy* dari *Mikrotik RouterOS*, yang dikonfigurasi melalui *Winbox*, untuk pengerjaan penelitian ini.

2.3.1.3 Protokol

Dalam menjalankan tugasnya, VoIP membutuhkan kerjasama dari dua protokol, yaitu protokol *signaling* dan protokol *transport*. Meski berbeda fungsi, protokol tersebut saling terhubung satu sama lain. Pendapat ini dikutip dari penelitian, milik salah satu mahasiswi UII, Yanuarika Insanul R. F. (2012). Berikut penjabaran kedua protokol.

a. Protokol Signaling

Protokol *signaling* berfungsi menjaga dan menjamin paket data dan suara yang terkirim, benar-benar sampai ke tujuan. Protokol ini juga, yang mengatur seluruh operasi di dalam jaringan VoIP, sehingga dengan adanya protokol ini, pengguna VoIP dapat saling berkomunikasi satu sama lain.

Dalam perkembangannya, protokol ini telah mengalami beberapa kali perbaikan, sehingga menghasilkan tiga jenis protokol *signaling*, yaitu H.323, SIP, dan IAX2. Berikut penjabaran mengenai protokol.

a) H.323

Protokol H.323 adalah protokol *signaling* pertama diterbitkan oleh ITU-T (*International Telecommunications Union-*

Telecommunication). Protokol ini diciptakan sebagai standar protokol *signaling* dalam mengatur percakapan suara. Penggunaannya tergolong rumit. Lebih rumit daripada penggunaan SIP, sehingga jarang digunakan untuk saat ini.

b) Session Initial Protocol (SIP)

Meskipun tidak menyediakan layanan secara langsung protokol ini justru menyediakan fondasi yang dapat digunakan oleh protokol aplikasi lainnya. Fondasi tersebut disediakan, untuk memberikan layanan yang lebih lengkap bagi pengguna, seperti protokol *transport* RTP yang memanfaatkan fondasi tersebut, untuk melakukan dekripsi sesi multimedia. Karena kelebihanannya itulah, yang membuat protokol ini lebih sering direkomendasikan daripada protokol sebelumnya H.323.

c) Inter Asterisk Exchange (IAX)

IAX/IAX2 merupakan protokol pengembangan dari Asterisk. Protokol ini dibuat oleh seorang praktisi teknologi informasi, Mark Spencer. Diciptakan guna menyempurnakan SIP yang telah menjadi standar IETF (*Internet Engineering Task Force*). Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Yanuarika. Dalam tugas akhirnya terkait studi komparasi SIP dan IAX2, ia membuktikan bahwa kinerja IAX2 memang lebih baik daripada SIP, karena jumlah *port* yang digunakan IAX2, lebih sedikit daripada SIP, yakni satu *port* (4569) untuk IAX2, dan dua *port* (5060 dan 5061) untuk SIP.

b. Protokol Transport

Protokol yang bertugas mengantar pesan, berupa suara dan data ke alamat tujuan. Contoh protokol ini adalah RTP (*Real time Transport Protocol*), yang digunakan protokol SIP untuk melakukan transmisi data dan suara, sedangkan IAX2, protokol *transport* yang digunakan,

adalah dirinya sendiri dengan memanfaatkan *port* 4569. Dengan menggunakan *port* tersebut, IAX2 dapat melakukan pengiriman pesan, langsung setelah proses *signaling* dijalankan (Kautsar dkk, 2012). Dalam protokol inilah, data dikirim dalam bentuk potongan kecil. Kemudian potongan tersebut, dirangkai oleh UDP (*User Datagram Protocol*), hingga membentuk paket data, dan selanjutnya dikirim ke pengguna lain, melalui jaringan IP.

Dengan menggunakan protokol UDP, proses pengiriman data menjadi lebih cepat dilakukan. Ketika paket yang dikirim dari RTP/*port* 4569 mengalami *drop*, proses pengiriman tetap dilanjutkan dengan mengabaikan perbaikan data. Hal ini sesuai dengan standar protokol UDP, yang lebih mementingkan kecepatan pengiriman data, agar segera sampai ke tujuan, sehingga pengguna tidak perlu menunggu lama (*delay*).

2.3.1.4 Codec

Codec berfungsi mengubah kode suara dari analog ke dalam kode *digital*. *Codec* sendiri merupakan singkatan dari *compressor-decompressor*. Dikembangkan untuk memampatkan suara, agar dapat menghemat penggunaan *bandwidth*, tanpa mengorbankan kualitas suara.

Ada berbagai jenis *codec*, yang telah dibangun saat ini, yaitu GIP, GSM, iLBC, ITU G.711, ITU G.722, ITU G.723.1, ITU G.726, ITU G.728, ITU G.729, Speex, LPC10, dan DoD CELP. Di Indonesia sendiri, *codec* umum digunakan adalah GSM. Hal ini karena kualitasnya cukup baik, *open source*, dan tidak menuntut adanya lisensi (Metri, 2011).

2.4.1 Parameter Pengujian VoIP

Dalam melakukan pengujian terkait dengan jaringan VoIP dengan menggunakan *cloud* sebagai *server*, Penulis menggunakan dua tahapan pengujian, yakni pengujian *Quality of Service (QoS)*

2.4.1.1 Quality of Service (QoS)

QoS adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik data tertentu pada jenis *platform* teknologi. Mekanisme QoS ini digunakan untuk mengukur aplikasi (VoIP) dalam jaringan yang dibangun (Onno dan Tharom. 2001). Berikut ini parameter yang digunakan pada pengujian jaringan VoIP pada *cloud*, yakni :

a. Throughput

Throughput digunakan untuk menghitung waktu sebenarnya dari aktivitas *download* yang berjalan, berbeda dengan *bandwidth* yang digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan, agar memperoleh hasil *download* terbaik. Oleh karena itu, parameter ini dapat digunakan untuk mengukur kualitas suatu jaringan, sehingga semakin tinggi nilai *throughput*, maka nilai *delay* akan semakin rendah, sehingga kualitas jaringan menjadi lebih baik (Anggita dkk, 2012).

b. Jitter

Jitter adalah parameter yang digunakan, untuk menghitung perbedaan waktu kirim dan sampainya *data* ke tujuan. Parameter ini dapat didefinisikan sebagai variasi *delay*. Perbedaannya yaitu *jitter* terletak dari waktu keterlambatan pada saat melintasi jaringan. Karena hal ini memiliki batasan pada kemampuan alat yang berbeda-beda dalam merespon suatu *data* tiap waktunya sehingga menyebabkan jarak antara blok informasi menjadi tidak seragam lagi (Firmansyah, 2008).

c. Delay

Delay adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui dan menilai suatu kemampuan dalam jaringan tersebut. Seperti waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik yang lain. *Delay* dapat dirasakan pada saat melakukan paket data yang bersifat UDP atau secara *realtime*. Parameter ini penting digunakan untuk menentukan kualitas VoIP, semakin besar *delay* yang di dapat berarti semakin rendah kualitas VoIP yang dihasilkan.

c. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter yang digunakan untuk menghitung paket *data* yang hilang ketika proses transmisi terjadi. Karena terjadinya *peak load* dan *congestion* (kemacetan transmisi paket akibat padatnya *traffic* yang harus dilayani) dalam batas tertentu, maka *frame* (gabungan data *payload* dan *header* yang ditransmisikan) suara akan dibuang sebagai perlakuan yang terjadi terhadap *frame* lainnya, itu akan memberi pengaruh besar terhadap IP *Telephony*, dimana apabila terjadinya *packet loss* dalam jumlah tertentu, akan menyebabkan interkoneksi TCP menjadi melambat.

2.2. ELASTIX

Elastix adalah sebuah *softswitch* yang dapat menyatukan IP PBX, *email*, *fax* dan fungsionalitas kolaborasi. Platform ini juga berbasis *open source* yang berfungsi untuk membangun sebuah platform UC. Selain *open source* Elastix memiliki konfigurasi yang *user friendly* yaitu, menggunakan antarmuka berbasis *web* (Ben, 2008).

Elastix pun menetapkan utilitasnya sendiri dan memungkinkan pengkreasian modul *Third Party* untuk membuat perangkat lunak terbaik yang tersedia bagi telepon *open source*.

Tujuan dari Elastix adalah kehandalan, modularitas, dan kemudahan untuk penggunaannya. Karakteristik ini ditambah pada kemampuan pelaporan yang baik sehingga Elastix merupakan pilihan terbaik untuk mengimplementasikan PBX berbasis Asterisk.

Komponen penting yang membangun Elastix diantaranya adalah:

- Asterisk (v1.4)
- A2Billing
- Openfire
- Conferencing
- freePBX

- A report system
- A Maintenance System
- CentOS

2.3. X-LITE

X-Lite adalah sebuah aplikasi *open source* pendukung VoIP yang menggunakan teknologi SIP (*Session Initiation Protocol*). Perangkat ini bisa diibaratkan dapat mentransformasikan PC menjadi telepon yang biasa di sebut *softphone*. X-Lite memberikan manfaat seperti telepon biasa yang melakukan dan menerima panggilan pada PC. Dengan menggunakan koneksi *broadband internet* dan teknik *audio* komprosi yang biasa disebut *codec*. *Quality of Service (QoS)* yang dihasilkan hampir sama dengan telepon tradisional hanya saja disini menggunakan *softphone*.

2.4. ZOIPER

Zoiper adalah sebuah aplikasi *softphone* yang open source sama saja dengan aplikasi X-Lite tetapi disini, zoiper mampu memodifikasi dirinya menjadi layanan berbasis *android*, zoiper mengeluarkan layanan ini untuk mempermudah pemakaian untuk para penggunanya.

2.5. INTERACTIVE VOICE RESPONSE (IVR)

Interactive Voice Response (IVR) merupakan suatu system yang dapat digunakan untuk menerima dan menjawab setiap panggilan telepon secara otomatis. Petugas operator hanya berperan bila perlu interaksi percakapan secara langsung, sehingga dapat lebih berkonsentrasi terhadap kelihtan atau pembicaraan telepon yang *urgent* sifatnya. Saat ini IVR dapat digunakan untuk menjawab pernyataan telepon dari pelanggan yang rutin. Secara otomatis system IVR akan menjawab dan menerjemahkan data dari *database* dalam bentuk suara sehingga dapat didengar dan

dimengerti oleh *costumer*, tentu saja system IVR dibekali terlebih dahulu dengan *library* suara untuk dapat menterjemahkann data-data tersebut dan menkonversi dalam bentuk suara (Prima, Kristalina, 2005).

Teknologi IVR digunakan untuk membuat layanan *server* berbagai bidang yang membutuhkan layanan jasa telekomunikasi dan sebagainya. Aplikasinya pun beragam, mulai dari yang paling sederhana, seperti mengucapkan selamat datang pada perusahaan untuk merutekan panggilan ke nomer tujuan, sampai aplikasi yang membutuhkan *database* seperti layanan informasi.

2.6. VMware

VMware merupakan aplikasi virtual PC yang dimana bisa menjalankan sistem operasi lain didalam sistem operasi yang di jalankan secara bersamaan. Banyak fitur yang diberikan oleh VMware. VMware terbagi menjadi dua yaitu VMware Workstation dan VMware server.

Virtual server adalah sebuah virtualisasi *server* yang bertujuan untuk virtualisasi fungsional *server*, *data center* atau *storage* sistem. VMware Workstation adalah virtualisasi PC yang dimana membuat PC secara *virtual* namun bisa di fungsikan layaknya PC yang sebenarnya.

Vsphere adalah salah satu *virtualisasi server* lanjutan dari VMware ESX/ESXi 3, VSpere atau yang biasa disebut ESXi 4 adalah sebuah perangkat lunak virtualisasi yang bertipe bare-metal atau type 1. ESXi 3 masih menggunakan arsitektur x86 sedangkan ESXi 4 sudah mendukung arsitektur x64. Vsphere dapat melakukan virtualisasi *full virtualiation*, *paravirtualization* dan *hardware-assised virtualization* (hanya berkerja pada sistem operasi x64 bit saja).

2.7. Cloud Computing

Cloud computing adalah teknologi yang memungkinkan *user* untuk mengakses *resource* dalam bentuk *software*, *data*, maupun kemampuan komputasi melalui

jaringan *internet*. Pemanfaatan teknologi komputer (komputasi) dan pengembangan berbasis *internet* (awan). Namun menurut kutipan IEEE (2008) *Internet Computing, Cloud Computing* adalah suatu paradigma dimana informasi secara permanen tersimpan pada *server* di *internet* dan tersimpan secara sementara di komputer pengguna atau *client* termasuk di dalamnya adalah *desktop*, komputer *tablet*, *notebook*, komputer, sensor-sensor, monitor dan lain-lain (Akrom Musajid, 2014).

Berdasarkan jenis layanan yang ditawarkan, *cloud computing* dibagi menjadi tiga. Yaitu:

a. Software as a Service (SaaS)

Software as a Service adalah tipe layanan dimana sebuah aplikasi ditawarkan sebagai layanan kepada *user* dan aplikasi tersebut dapat diakses melalui *internet*. *User* tidak perlu lagi melakukan *install*, *upgrade*, maupun *maintenance*, karena semuanya dilakukan oleh penyedia layanan SaaS.

b. Platform as a Service (PaaS)

Platform as a Service adalah tipe layanan dimana *user* disediakan *resource* yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi sepenuhnya dari *internet* tanpa harus men-*download* dan meng-*instal software*. Seperti namanya PaaS adalah layanan yang menyediakan modul-modul siap pakai yang dapat digunakan untuk mengembangkan sebuah aplikasi, yang tentu saja hanya bisa berjalan diatas *platform* tersebut.

c. Infrastruktur as a Service (IaaS)

Infrastruktur as a Service adalah suatu layanan dimana *user* disediakan *resource* berupa *hardware* maupun *software* yang akan digunakan. IaaS terletak satu *level* lebih rendah dibandingkan PaaS. Ini adalah sebuah layanan yang menyewakan sumber daya teknologi informasi dasar, yang meliputi media penyimpanan, *processing power*, memori, sistem operasi, kapasitas jaringan dan lain-lain, yang dapat digunakan oleh penyewa untuk menjalankan aplikasi yang dimilikinya.

2.8. Wireshark

Wireshark adalah salah satu tool yang digunakan untuk mengetahui sebuah kualitas jaringan pada suatu sistem. Dimana *wireshark* ini mampu menangkap paket-paket data atau informasi pada jaringan yang sedang berjalan. *Wireshark* disini digunakan untuk melihat kualitas jaringan *cloud* dan jaringan pada *server* VoIP yang dimana software ini memonitoring semua aktivitas jaringan pada kecepatan yang sudah diatur.



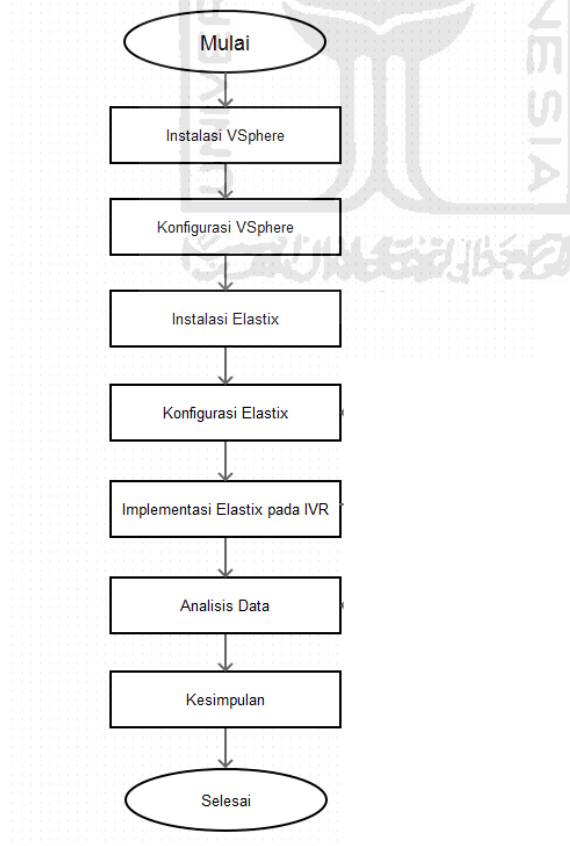
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Sistem

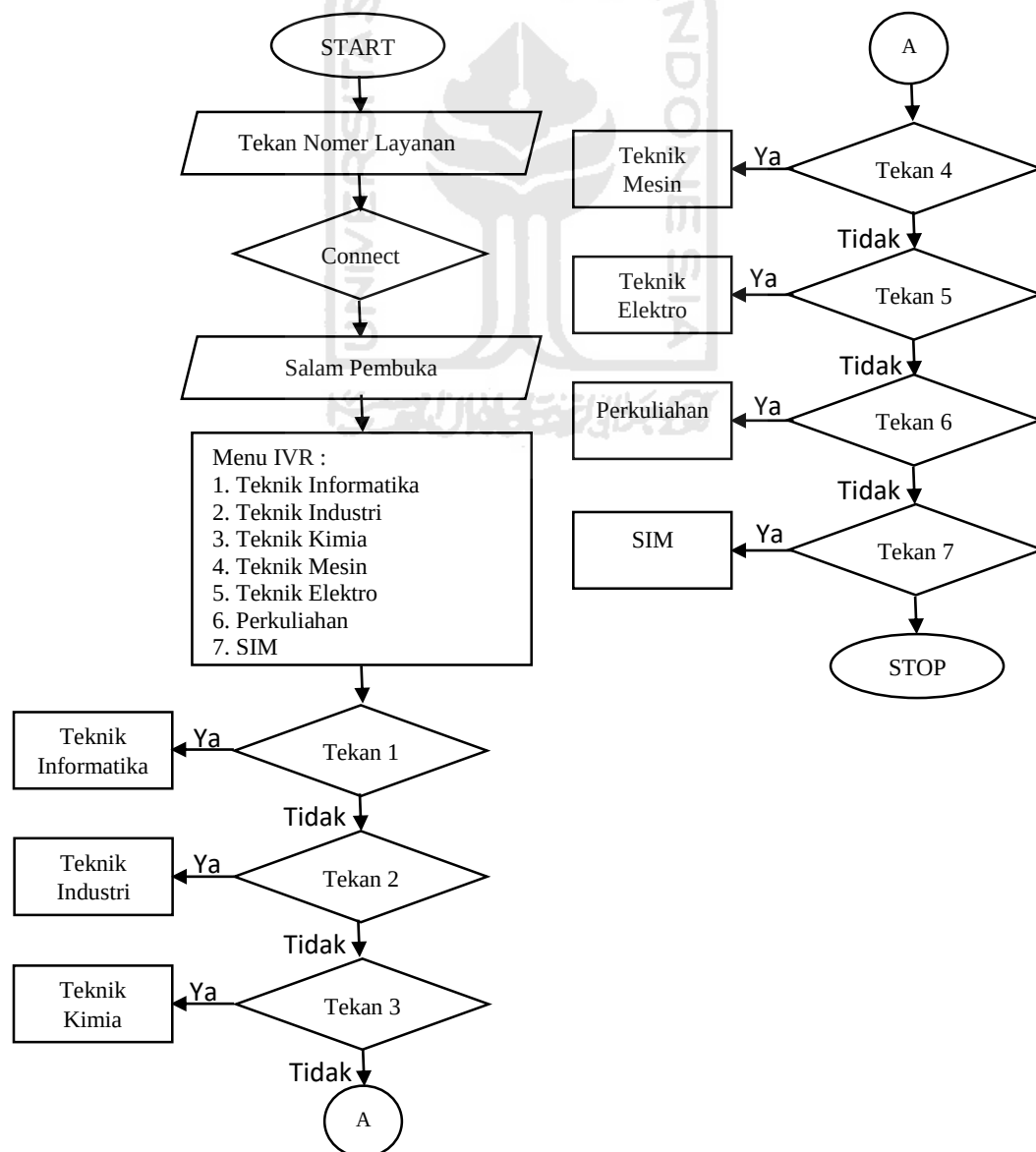
Dalam pengerjaan tugas akhir, akan merancang layanan IVR VoIP dalam infrastruktur *cloud computing* berbasis *virtual server* yaitu *VSphere* dan *Elastix* sebagai sistem operasi sebagai *server*. *Elastix* divirtualisasikan pada *VSphere* yang dimana dijalankan pada aplikasi virtualisasi untuk melakukan proses penginstalannya. Kemudian konfigurasi *server Elastix* ditambahkan beberapa fitur yaitu layanan IVR dan beberapa *softphone* dan konfigurasi pada *client*. Berikut ini gambaran umum rancangan sistem, yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

3.1.1 Tahapan Perancangan



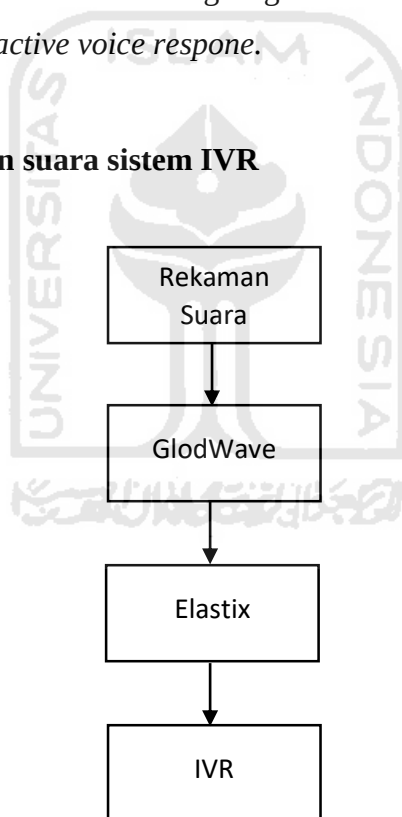
Pada gambar di atas menggambarkan *flowchart* perancangan yang menjelaskan sistem VoIP ini di buat. Perancangan pada sistem VoIP menjelaskan bahwa sistem ini berjalan di infrastruktur *cloud*. Setelah perancangannya dibuat, mulai dari melakukan penginstalan, konfigurasi sampai dengan mengimplementasikan layanan IVR, dibutuhkan beberapa *client* untuk menjalankan sistem ini. Selanjutnya untuk menganalisa data agar sesuai dengan standar VoIP ada beberapa parameter yang perlu di sesuaikan, yaitu mulai dari *jitter*, *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.

3.2.1 Perancangan Sistem IVR (*Interactive Voice Response*)



Pada gambar di atas menunjukkan sistem IVR bekerja. Pertama *user* memasukkan nomer tujuan atau nomer layanan pada sistem IVR yang sudah diatur di *VoIP server*, ketika tidak terhubung ke jaringan maka *client* akan mengulang untuk memasukkan nomer tujuan pada layanan IVR itu dikarenakan bagian operatornya sedang sibuk melayani *client* yang sedang menelpon. Setelah panggilan terhubung maka akan secara otomatis untuk memandu *user* untuk memilih nomer *ekstension* yang mau mereka tuju.. Kemudian setelah menekan nomer tujuan, maka akan tersambung ke nomor prodi yang sudah didaftarkan pada *VoIP server*. Setelah semua itu berlangsung maka akan keluar secara otomatis layanan panggilan *interactive voice response*.

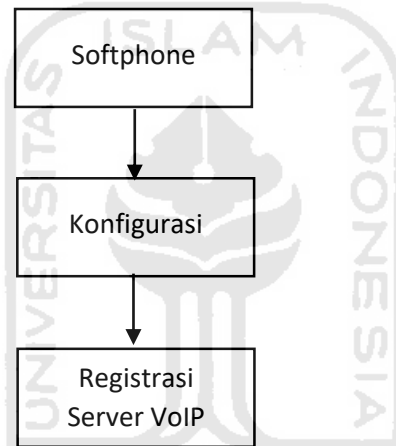
3.3.1 Perancangan suara sistem IVR



Pada gambar di atas menjelaskan tahapan membuat suara untuk IVR, file yang sebelumnya berformat MP3 (MPEG-1 Layer-3 audio) harus di konversikan ke format WAV (*Windows Media Audiofile*) tetapi harus terlebih dulu harus merubah formatnya menjadi *encoded PCM 16 bit* dengan channel

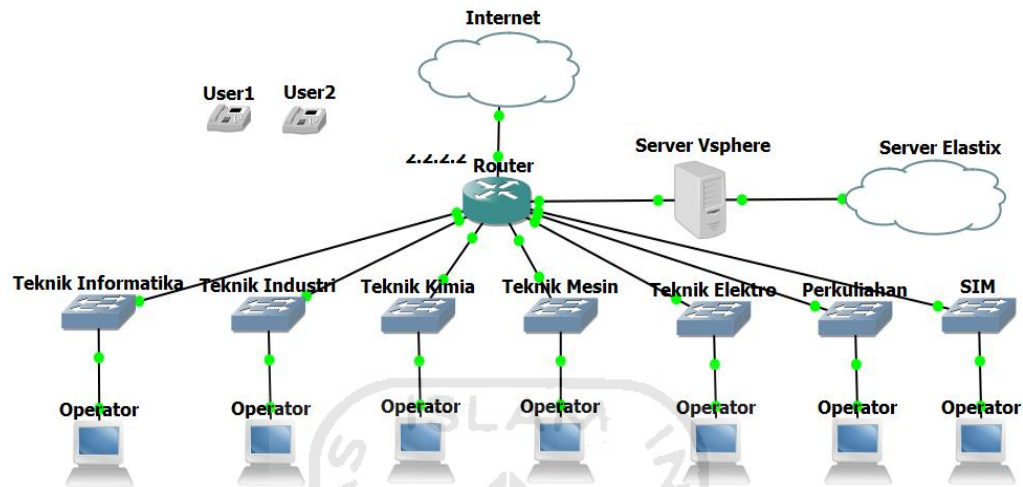
mono dan *sample ratenya* 8 KHz agar dapat aktif pada sistem IVR. Ini merupakan standar khusus IVR dalam format suara. Pada hasil konversi dari aplikasi *GoldWave* dapat mengakibatkan *bit rate audio*, *sample rate*, dan *file size* meningkat. Sedangkan apabila dari ketika syarat tersebut tidak dilakukan maka suara yang dimasukkan ke sistem IVR tidak akan keluar. Karena suara pada sistem IVR ini dapat mempengaruhi parameter pengukuran QoS VoIP.

3.4.1 Perancangan pada Client



Pada gambar di atas menjelaskan perancangan yang dibuat agar *client* dapat melakukan komunikasi. Pertama yang harus dilakukan yaitu adalah melakukan pemasangan *softphone*. Kemudian melakukan konfigurasi terlebih dahulu di sisi *server VoIP*, setelah terdaftar *softphone* kemudian di registrasi dengan cara memasukkan *IP domain* dan nomor *ekstension* yang sudah di daftarkan. Setelah di terregistrasi *softphone* siap untuk di pakai.

3.5.1 Arsitektur Perancangan Jaringan Server VoIP dengan IVR

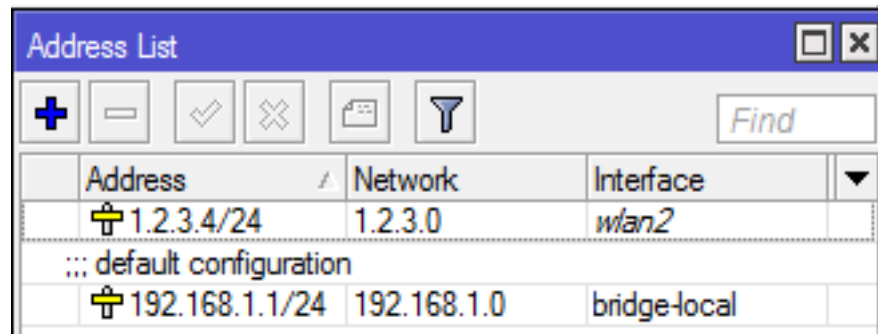


Gambar 3.1 Topologi Pada ESXi

Pada gambar di atas menjelaskan arsitektur perancangan VoIP yang akan digunakan pada tugas akhir ini. VoIP server (*Elastix*) akan di implementasikan di *server Vsphere* (*cloud computing*). Kemudian dapat di akses oleh beberapa operator sebagai *user (client)*. *Elastix* sudah di tanamkan sebuah IVR agar dapat menjawab telepon secara otomatis dan dapat memandu untuk memilih nomer ekstension kepada siapa yang akan melakukan komunikasi.

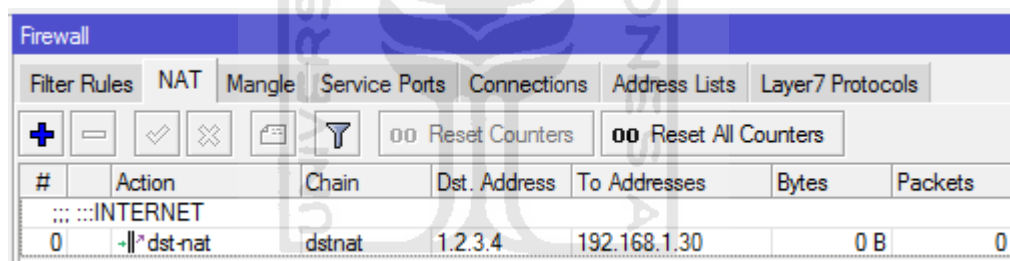
3.2 Konfigurasi Router

Langkah dalam mengkonfigurasi mikrotik untuk membuat sebuah jaringan yang berdasarkan *internet*. Memerlukan sebuah pengaturan agar *ip private* seolah-olah dapat terhubung dengan jaringan *internet*. Dalam jaringan ini memakai IP 192.168.1.30/24. Dengan kata lain ketika melakukan komunikasi melalui *internet*, *ip private* di translasikan menggunakan *ip public* yang di konfigurasi pada mikrotik yang menuju ke jaringan *internet*. Berikut ini langkah pengaturan pakai *router mikrotik*.



Gambar 3.2 Address list

Setelah melakukan penambahan *ip address*, selanjutnya melakukan konfigurasi untuk mengubah *ip private* agar terhubung dengan jaringan *internet*.

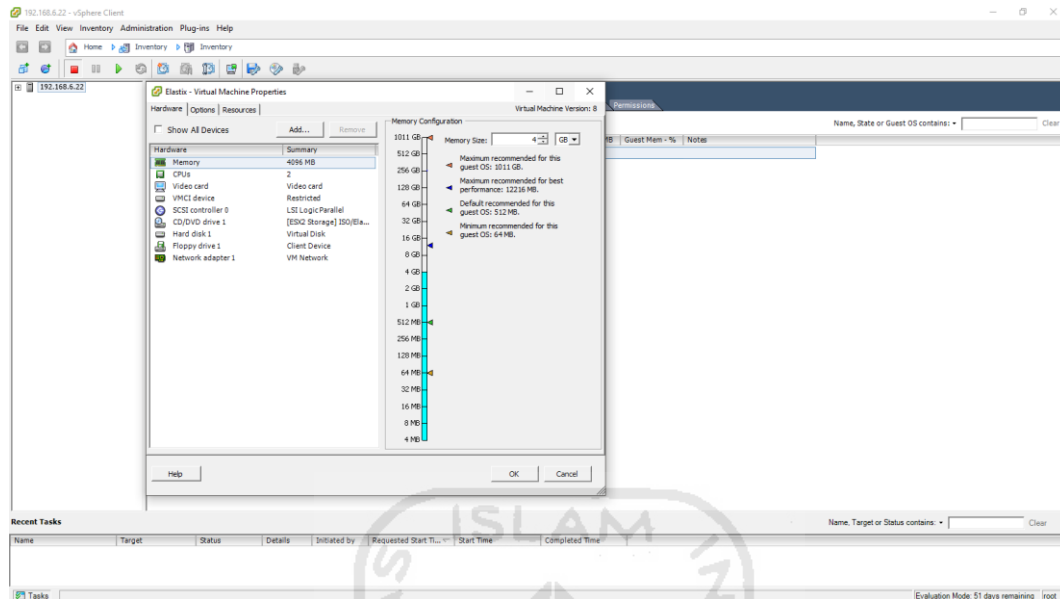


Gambar 3.3 Konfigurasi NAT pada Mikrotik Routerboard

3.3 Konfigurasi Hypervisor

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan VMware ESXi 5.5 sebagai *baremetal hypervisor* yang digunakan sebagai *infrastruktur cloud* dalam pengujian. Untuk ESXi berjalan pada komputer fisik yang dijadikan sebagai *server* yang berbasis *cloud*. Berikut ini adalah konfigurasi pada ESXi:

- 1) Pada ESXi, penulis menentukan spesifikasi *hardware* yang digunakan untuk membuat *server* berbasis *cloud*. Kemudian melakukan proses instalasi.

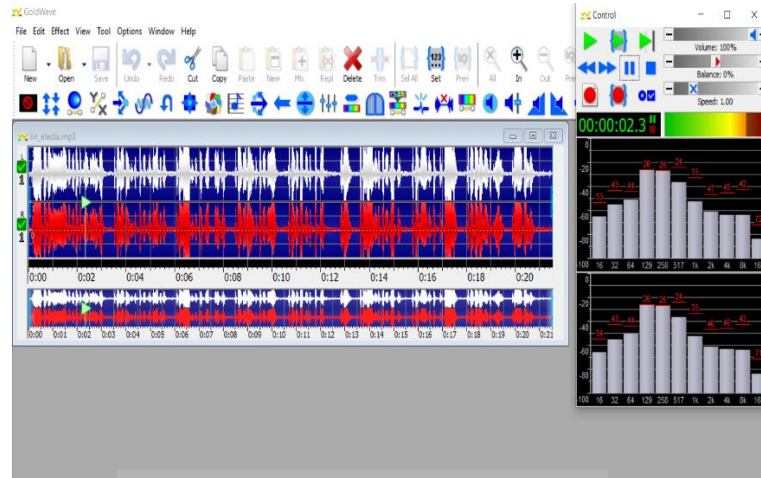


Gambar 3.4 Konfigurasi Pada ESXi

3.4 Konfigurasi Rekaman

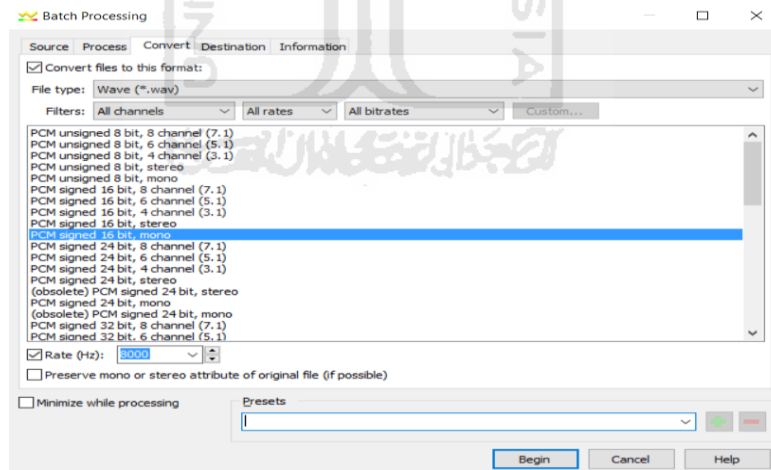
Pada proses rekaman, tahap pertama yang dilakukan adalah membuat rekaman suara. Sesudah selesai melakukan rekaman suara, selanjutnya mengubah format rekaman tersebut, karena format masih bawaan *windows* yaitu ,wma. Format .wma tidak bisa di pakai di IVR karena pada IVR sudah memiliki format tersendiri agar dapat memunculkan suara. Tujuan dari pengubahan format rekaman suara itu untuk menambahkan *noise* pada rekaman suara untuk dijadikan suara operator pada layanan IVR. Aplikasi yang di pakai penulis adalah *GoldWave* karena aplikasi ini memiliki beberapa fitur yang sudah lengkap dan mudah cara mengoperasikannya. Berikut ini cara mengkonversi rekaman suara:

1. Pada tahap ini menjelaskan cara melakukan rekaman suara, tetapi format yang di hasilkan pada rekaman ini masih .wma.n warna pada rekaman pada gambar itu ada frekuensi suara. Dan pada diagram disamping itu menandakan naik turunnya kualitas suara.



Gambar 3.5 Membuat rekaman IVR

2. Melakukan perubahan pada format rekaman agar dapat di *synchron* ke server VoIP (*Elastix*). Syaratnya formatnya harus *encoded PCM 16 bit* pada *channel mono* dan *sample ratenya 8Khz*. Berikut ini cara melakukan *convert* rekaman suara.



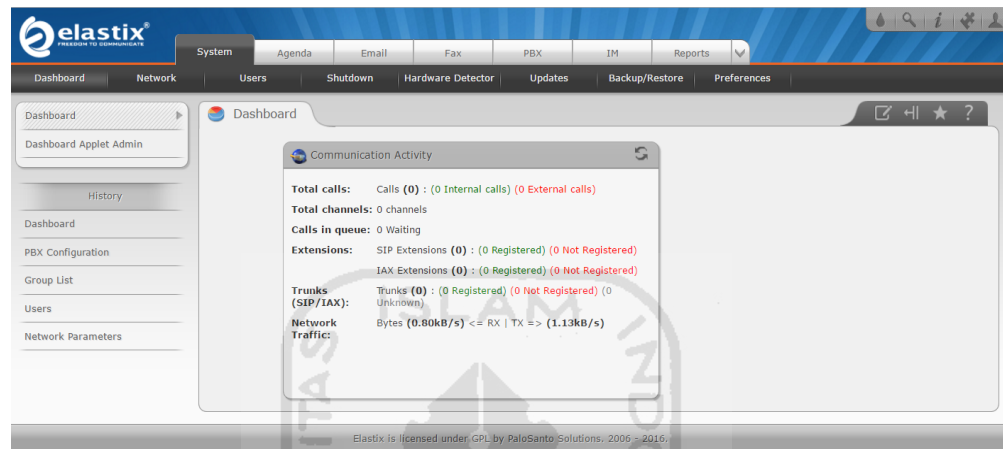
Gambar 3.6 Convert rekaman suara

3.5 Konfigurasi Elastix

Pada tahap ini penulis ebuat beberapa *extension* untuk mendaftarkan nomer *user* agar dapat digunakan pada aplikasi *softphone* dan *handphone*. Semua pengaturan *extension* terdapat pada menu PBX. Pada menu ini , penulis akan mengatur semua

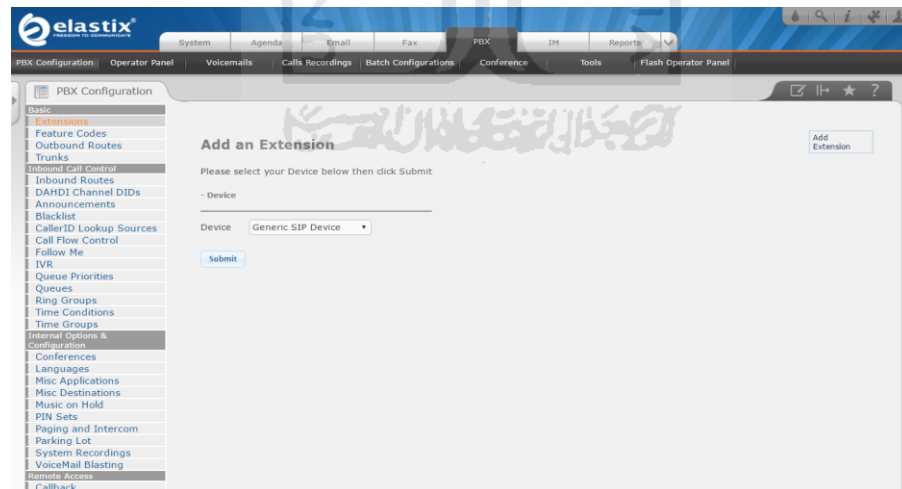
kebutuhan untuk memproses komunikasi agar data berjalan dengan baik. Berikut ini tahapan konfigurasi *extension* pada *elastix*.

- 1) Tampilan awal pada *elastix*, menunjukkan beberapa menu untuk melakukan konfigurasi dalam *server* VoIP.



Gambar 3.7 Konfigurasi *Elastix*

- 2) Melakukan penambahan *extension*



Gambar 3.8 Menu PBX

- 3) Melakukan konfigurasi pada *server* VoIP (*Elastix*)

PBX Configuration | Operator Panel | Voicemails | Calls Recordings | Batch Configurations | Conference | Tools | Flash Operator Panel

PBX Configuration

Add SIP Extension

- Add Extension

User Extension: 1000

Display Name: Teknik Informatika

CID Num Alias:

SIP Alias:

+ Extension Options

+ Assigned DID/CID

- Device Options

This device uses sip technology.

secret: Jojo1234

dtmfmode: RFC 2833

nat: Yes

Remote Access

Callback

DISA

Option

Unembedded FreePBX®

Gambar 3.9 Konfigurasi nomer *extension*

- 4) Nomer extension yang sudah di konfigurasi dan sudah terdaftar pada *server VoIP (Elastix)*.

elastix

System | Agenda | Email | Fax | PBX | IM | Reports

PBX Configuration | Operator Panel | Voicemails | Calls Recordings | Batch Configurations | Conference | Tools | Flash Operator Panel

PBX Configuration

Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

- Device

Device: Generic SIP Device

Submit

Add Extension

Teknik Informatika <1000>

Teknik Industri <1001>

Teknik Kimia <1002>

Teknik Mesin <1003>

Teknik Elektro <1004>

Perkuliahan <1005>

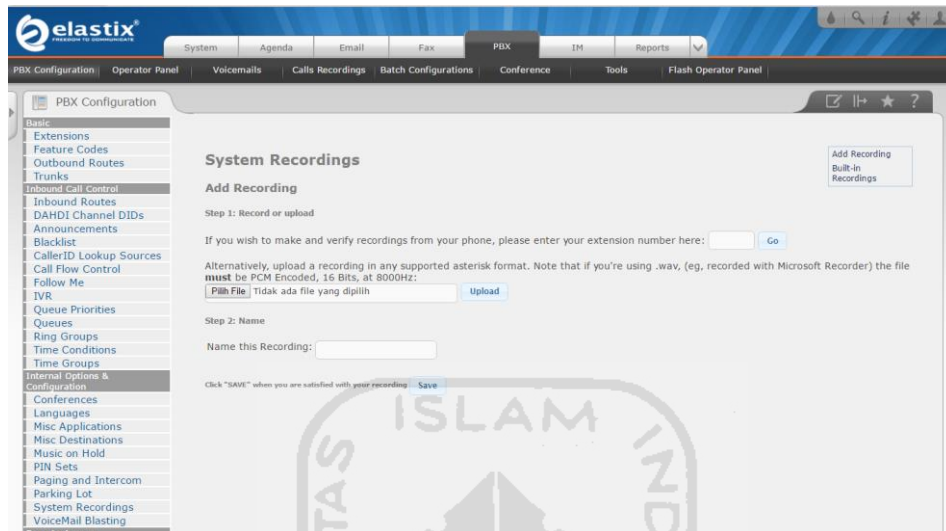
SDM <1006>

Gambar 3.10 Daftar nomer *extension*

3.6 Konfigurasi IVR

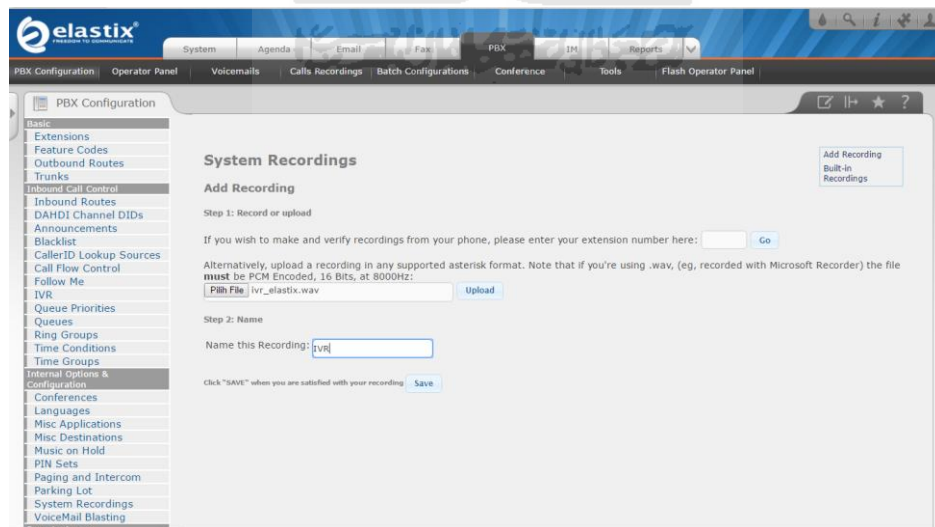
Pada fitur *server VoIP (Elastix)* terdapat menu IVR yang digunakan untuk menambahkan sebuah rekaman. Sebelum memasukkan rekaman ke *server VoIP*, harap menyamakan format yang sudah ditentukan dalam *server VoIP*, yakni .wav. Berikut ini adalah tahapan konfigurasi *Interactive Voice Response (IVR)*.

- 1) Tampilan awal pada menu *system recording* dalam server VoIP.



Gambar 3.11 Tampilan *system recording*

- 2) Melakukan konfigurasi rekaman ke dalam *system recording* dengan melakukan *upload* rekaman dengan file yang sudah ditentukan, lalu menyimpannya kedalam server VoIP.



Gambar 3.12 Melakukan *Upload* Rekaman

- 3) Setelah melakukan *upload*, masuk kedalam menu IVR untuk melakukan

konfigurasi nomer pada *extension* yang sudah dibuat untuk digunakan pada *server VoIP* ke *softphone*.

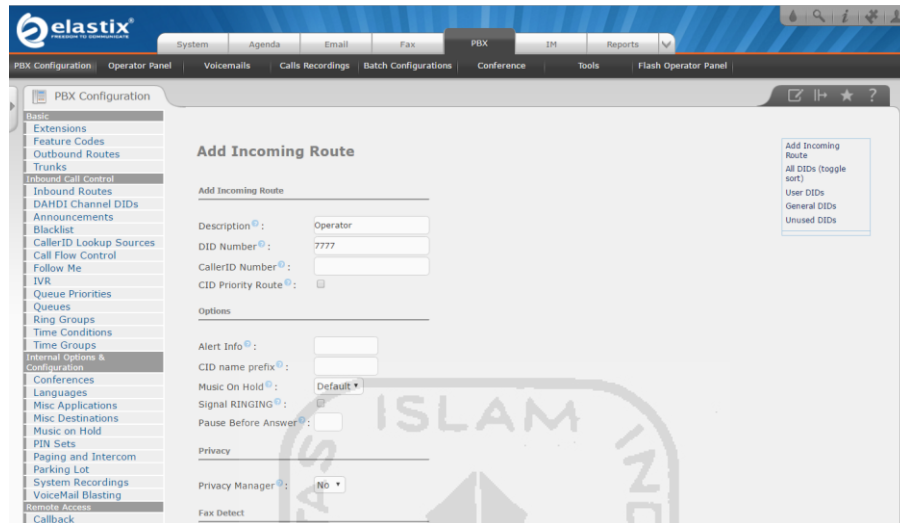
Gambar 3.13 Konfigurasi IVR

- 4) Melakukan Penambahan pada *entri* untuk menentukan penentuan tombol agar IVR dapat berjalan dengan baik.

Gambar 3.14 Penentuan Tombol IVR

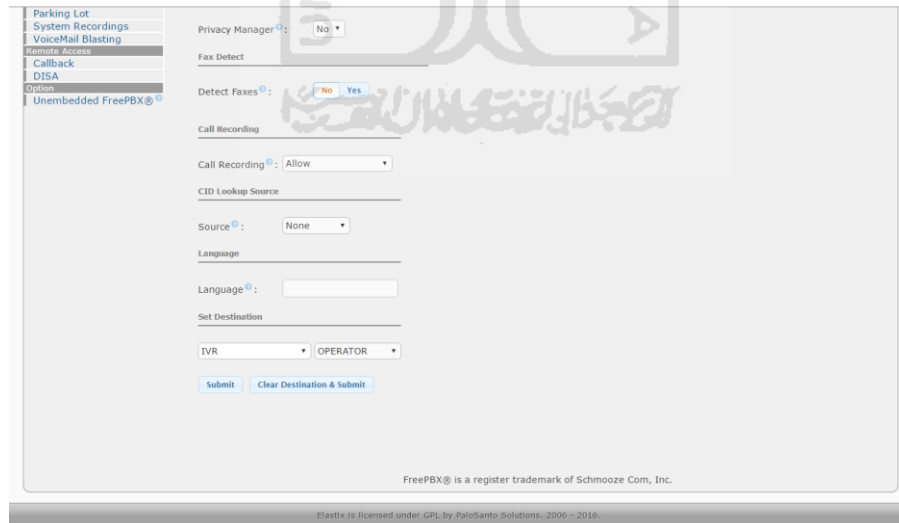
- 5) Setelah mengkonfigurasi IVR, agar dapat berjalan pada *softphone* maupun *handphone* untuk melakukan komunikasi maka harus melakukan *setting*

Inbound Route. Agar jalur IVR dapat didahulukan untuk menengeluarkan hasil rekaman.



Gambar 3.15 Mengatur Jalur Komunikasi

- 6) Melakukan konfigurasi pada *set destination*, agar dapat mengarahkan pertama kali komunikasi berjalan.



Gambar 3.16 Konfigurasi *Set Destination*

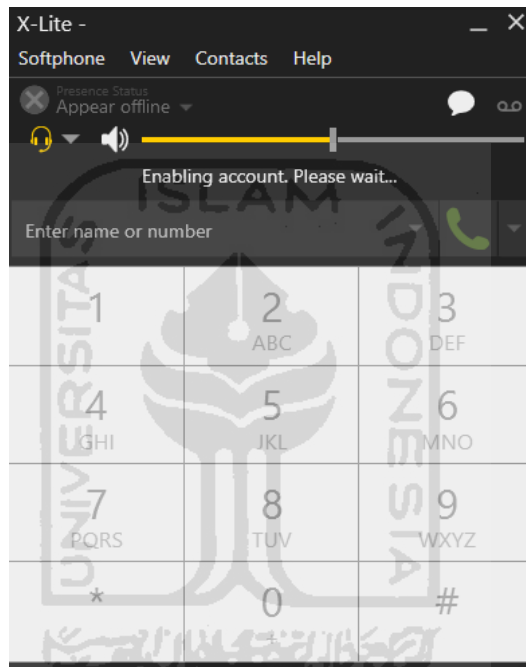
3.7 Konfigurasi Client

Pada sisi *client*, penulis menggunakan beberapa aplikasi *softphone* dan

handphone untuk mendukung proses komunikasi antara beberapa *user*. Penulis disini, menggunakan *Zoiper*, *Xlite*, dan *Zoiper Android* untuk menjalankan komunikasi. Berikut penjelasan untuk melakukan konfigurasi pada *softphone* dan *handphone*.

3.7.1 Konfigurasi pada sisi *softphone*

- a. Aplikasi *Xlite* sebagai media komunikasi pada laptop.



Gambar 3.17 Tampilan *Xlite*

- b. Melakukan konfigurasi pada *SIP account*

User Details

* User ID: 1001

* Domain: 192.168.20.20

Password: ●●●●●●

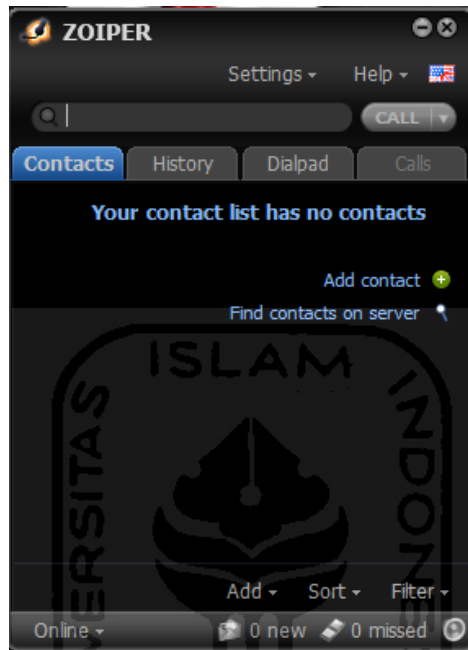
Display name:

Authorization name:

Gambar 3.18 Konfigurasi *Xlite*

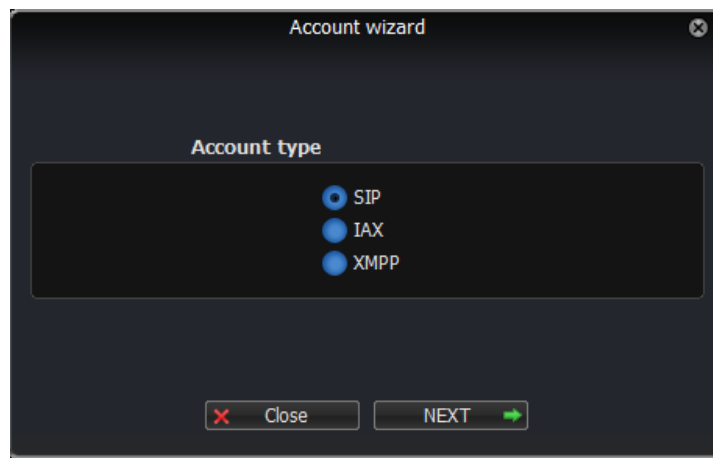
3.7.2 Konfigurasi pada sisi *handphone*.

a. Aplikasi Zoiper Android



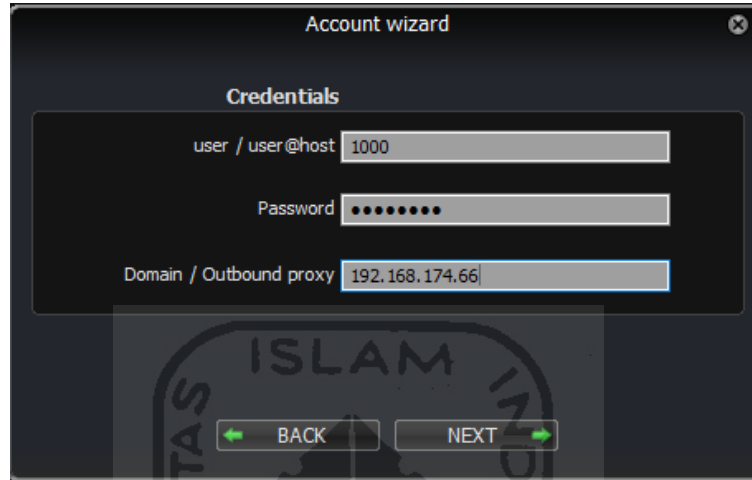
Gambar 3.19 Tampilan Zoiper

b. Melakukan pemilihan jenis *protocol* yang digunakan pada Zoiper Andriod.



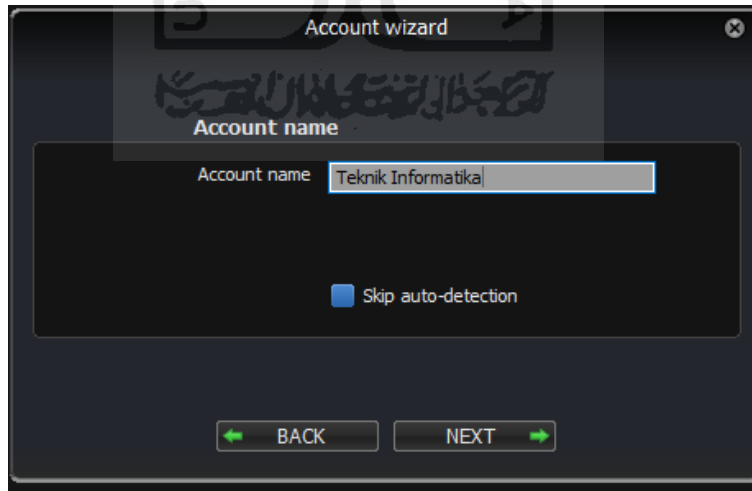
Gambar 3.20 Pemilihan Jenis *Protocol*

- d. Melakukan konfigurasi pada *server elastix* dengan mengisi *account* sesuai yang sudah di konfigurasi di *server VoIP (Elastix)*.



Gambar 3.21 SIP Account

- e. Memasukkan *Account name* untuk nama yang dipakai pada Zoiper Android.



Gambar 3.22 Account Name

3.8 Pengujian VoIP

Setelah membangun *infrastruktur cloud* dengan layanan *interactive voice*

response, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap *Quality of Service* yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik menggunakan cloud sebagai media *server* untuk menjalankan sebuah VoIP dengan layanan *Interactive Voice Response*. Berikut ini penjabaran kedua pengujian tersebut.

3.8.1 Pengujian Quality of Service

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas *transmisi* data yang berjalan langsung pada *cloud server* yang berada pada sistem. Performa pada layanan ini dapat diukur untuk mengetahui tingkat kualitas dari sebuah layanan. Parameter yang digunakan dalam pengujian adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*,. Pada tahap ini parameter akan diukur secara manual dengan menggunakan *software Wireshark*, yang dimana *software* tersebut akan melakukan *monitoring* terhadap jaringan yang sedang berjalan. Kemudian dari data tersebut akan diambil beberapa *point* untuk menghitung parameter agar mendapatkan hasil kualitas *transmisi datanya*. *Bandwidth* yang akan digunakan dalam pengujian parameter ini adalah 128 kbps 256 kbps dan 512 kbps. Berikut penjabaran pengujian pada *Quality of Service* untuk masing-masing parameter.

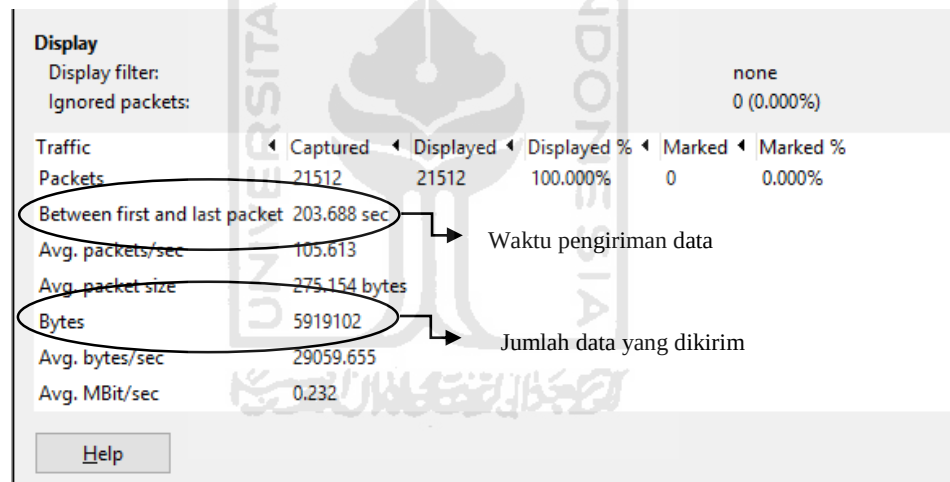
a) Perhitungan Throughput

Throughput adalah kemampuan untuk menghitung waktu sebenarnya dari suatu aktivitas jaringan dalam melakukan pengiriman data yang sedang berjalan. Parameter ini digunakan untuk mengukur kualitas jaringan, jadi semakin tinggi nilai *throughput* yang di dapat, maka nilai pada *delay* akan semakin rendah, sehingga kualitas jaringan akan semakin baik (Anggita dkk, 2012). Pada pengujian *throughput* di jaringan VoIP ini, bandwidth 128 kbps itu sudah bisa digunakan untuk penerapan penelitian ini. Percobaan dilakukan pada *wireshark*. Karena sudah dilakukan sebuah pengujian. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung parameter *throughput*.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim (byte)}}{\text{Waktu pengiriman data (sec)}}$$

Rumus 3.1 Throughput

Berikut ini data yang digunakan pada perhitungan *throughput*, untuk melakukan perhitungan menggunakan rumus 3.1. Hasil yang didapat pada gambar 3.23 yang didapat yaitu pada jumlah data yang dikirim mendapatkan 5919102 byte dan waktu pengiriman data 203.688 sec. Data tersebut diperoleh pada aktivitas *capturing file* yang dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark*.



Display		none		0 (0.000%)	
Display filter:	Ignored packets:				
Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	21512	21512	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet	203.688 sec				
Avg. packets/sec	105.613				
Avg. packet size	275.154 bytes				
Bytes	5919102				
Avg. bytes/sec	29059.655				
Avg. MBit/sec	0.232				

Gambar 3.23 Letak Data *Throughput*

b) Perhitungan *Packet Loss*

Packet loss adalah parameter yang digunakan untuk memperoleh paket data yang hilang ketika proses transmisi berjalan. Parameter ini sangat berperan penting bagi VoIP karena bila terjadi *packet loss* maka akan menyebabkan interkoneksi pada jaringan sehingga jaringan telepon menjadi melambat. Hasil yang di dapat yaitu berupa satuan persen (%). Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung parameter

packet loss.

Berikut ini tabel menurut versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) yang menunjukkan kualitas latensi pada VoIP berdasarkan *packet loss*.

Table 3.1 Kategori *Packet Loss*

Kategori Degradasi	<i>Packet Loss</i>
Sangat Bagus	0 %
Bagus	3 %
Sedang	15 %
Jelek	25 %

Sumber : TIPHON

$$Packet\ loss = \frac{Packet\ data\ yang\ dikirim - paket\ data\ yang\ diterima}{paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\%$$

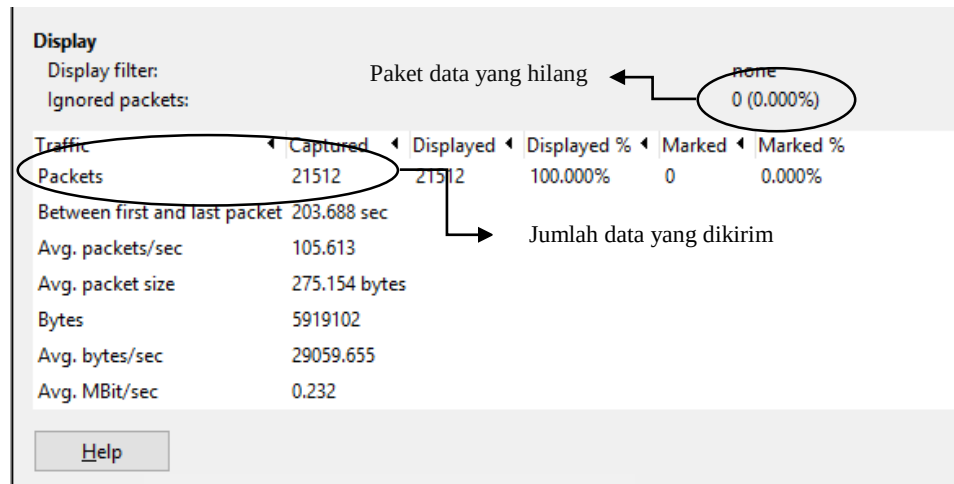
Rumus 3.2 *Packet Loss*

Sebelum menghitung *packet loss* dengan menggunakan rumus diatas, ada salah satu *variable* yang harus dicari terlebih dahulu, yaitu *variable* paket data yang diterima. Untuk mencari paket data yang diterima kita harus menggunakan sebuah rumus untuk mencarinya. Berikut rumus *variable* paket data yang diterima.

$$\begin{aligned} & \text{Paket data yang diterima} = \\ & \text{paket data yang dikirim} - \text{paket data yang hilang} \end{aligned}$$

Rumus 3.3 Paket Data Yang Diterima

Setelah melengkapi semua rumus. Berikut ini adalah data yang digunakan untuk melakukan perhitungan *packet loss*. Hasil yang didapat pada gambar 3.24 yaitu pada paket data yang hilang mendapatkan 0 % dan jumlah data yang dikirim 21512 packets. Data tersebut diperoleh pada aktivitas capturing file yang dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark*.



Gambar 3.24 Letak Data Packet Loss

c) Perhitungan Delay

Delay adalah waktu tunda saat paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik lain yang menjadi tujuan. Parameter ini digunakan untuk menentukan kualitas VoIP. Semakin besar nilai *delay*, maka semakin rendah kualitas VoIP yang dihasilkan. *Delay* diperoleh dari selisih waktu kirim antara satu paket ke paket lainnya. Satuan yang digunakan pada variabelnya yaitu *miliseconds* (ms).

Berikut ini tabel menurut versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) yang menunjukkan kualitas latensi pada VoIP berdasarkan besar *delay*.

Table 3.2 Kategori Besar *Delay*

Kategori Latensi	Besar Delay
Sangat bagus	< 9 ms
Bagus	9 s/d 50 ms
Jelek	50 s/d 450 ms
Sangat jelek	> 450 ms

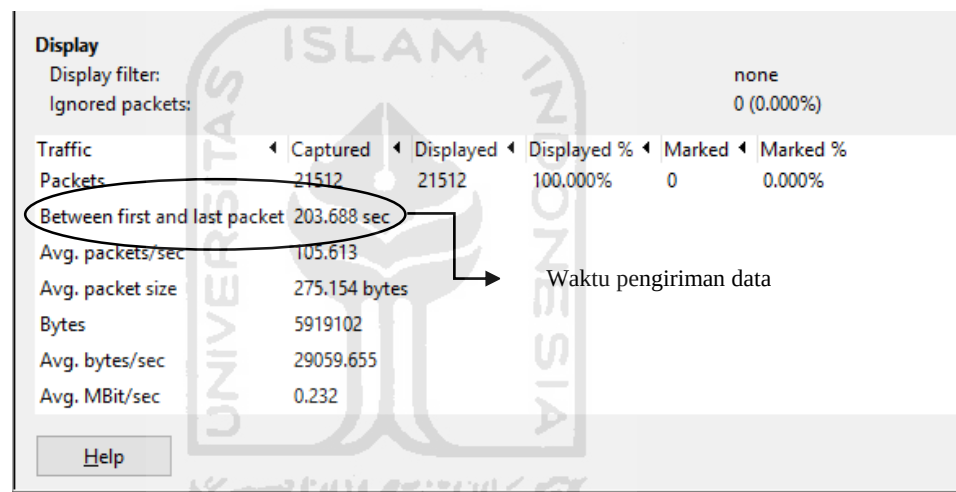
Sumber : TIPHON

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan *delay*.

$$Delay = \frac{Waktu\ pengiriman\ data\ (sec)}{Paket\ data\ yang\ diterima}$$

Rumus 3.4 Delay

Berikut ini adalah data yang digunakan untuk melakukan perhitungan *delay* dengan menggunakan rumus di atas. Untuk data yang diambil yaitu paket data yang diterima sebesar 203.688 sec. Data tersebut diperoleh pada aktivitas *capturing file* yang dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark*.



Gambar 3.25 Letak Data Delay

d) Perhitungan *Jitter*

Jitter adalah variasi dari *delay* yang diakibatkan oleh panjang *queue* dalam suatu proses transmisi VoIP berjalan. pada proses tersebut dihitunglah perbedaan waktu pengiriman dan sampainya paket data tersebut ke tujuan. Untuk meminimalisir terjadi *jitter*, biasanya pengiriman paket dilakukan pada jalur yang sama dan jangan sampai melewati *packet loss*. Karena sampai melewati *packet loss*, pasti akan terjadinya *jitter*. Besarnya nilai *jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi pada beban trafik yang ada dan besarnya *collision* pada jaringan.

Berikut ini adalah tabel Berikut ini tabel menurut versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) yang digunakan untuk kualitas *degradasi* pada VoIP *jitter*.

Tabel 3.3 Nilai *Jitter*

Kategori degradasi	Jitter
Sangat bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	75 s/d 125 ms
Jelek	125 s/d 225 ms

Sumber : TIPHON

Berikut ini adalah rumus-rumus untuk melakukan perhitungan *jitter*.

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ delay}{Total\ paket\ yang\ diterima - 1}$$

Rumus 3.5 *Jitter*

Sebelum menghitung jitter, harus mencari nilai total variasi *delay*. Pada rumus yang akan digunakan kali ini, berbeda dengan rumus *delay* sebelumnya. Rumus ini digunakan untuk menghitung *delay* untuk perhitungan *jitter*. Pencarian *delay* pada tahap ini, menggunakan ICMP (*Internet Protocol Message Protocol*), karena paket yang digunakan untuk proses ini digunakan untuk memberi laporan terkait kondisi jalur komunikasi antara alamat IP pertama dengan alamat IP *destination*. Berikut rumus-rumus yang digunakan untuk mencari nilai *delay* dan nilai total variasi *delay* sebelum menggunakan rumus 3.5.

1. Nilai *Delay*

Pada pencarian nilai ini berbeda dengan rumus yang dipakai pada pencarian *delay* sebelumnya, karena nilai *delay* pada jitter ini digunakan

untuk memperoleh nilai “Total variasi *delay*” yang digunakan untuk menentukan langkah selanjutnya. Pada pencarian nilai *delay* ini, data yang diperoleh dari paket ICMP (*Internet Control Message Protocol*), yakni paket yang digunakan untuk memberikan sebuah laporan terkait kondisi jalur komunikasi yang berjalan pada IP asal dan IP tujuan.

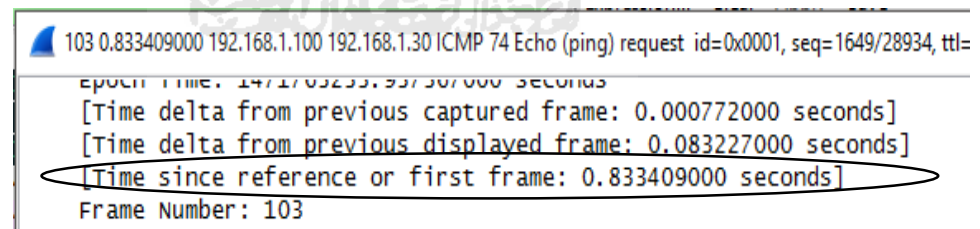
Berikut ini rumus yang digunakan pada pencarian nilai *delay*, (kristianto, 2012). *Delay* yang digunakan untuk mengukur nilai *delay* pada kali ini adalah sebanyak 3 kali.

$$\text{Delay}_{(1,2,3)} = \text{Time since reference or first frame (reply)} - \text{time since reference or first frame (request)}$$

Rumus 3.6 Mencari Nilai Delay

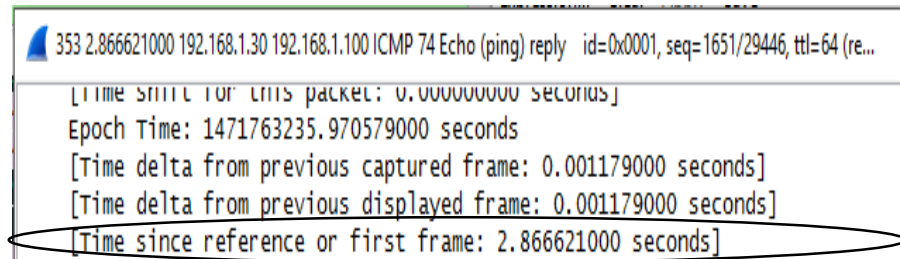
Rumus diatas akan menggunakan data pada gambar dibawah ini untuk menghitung delay pada rumus diatas. Dengan hasil data pada *request* 0.833409000 sec dan pada *reply* 2.866621000 sec. Data tersebut diperoleh pada aktivitas capturing file yang dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark*.

a) Letak nilai *request* berada



Gambar 3.26 Letak Nilai Request

b) Letak nilai *reply* berada



Gambar 3.27 Letak Nilai Reply

3.9 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan pada proses pengambilan angket pada penelitian ini melalui form yang berisikan pertanyaan-pertanyaan yang diajukan langsung kepada penulis untuk seseorang untuk mendapatkan kelayakan atau tanggapan untuk penelitian ini dijalankan. Berikut ini adalah form yang digunakan untuk mengambil tanggapan mengenai penelitian yang penulis lakukan.

Kuisisioner ini untuk mengetahui kelayakan pada sistem yang dibuat mengenai sistem komunikasi yang berbasis layanan pemandu atau *call center* dengan memakai *server cloud*.

Tabel 3.4 Tabel Kuisisioner

No	Pertanyaan	Penilaian					Rata-rata
		SS	S	N	TS	STS	
A	Manfaat Sistem						
1	Sistem dapat membantu dalam proses belajar mengajar						
2	Sistem memudahkan dalam mencari informasi pada fakultas						
3	Sistem ini dijalankan pada sebuah smartphone Android						
4	Sistem menambahkan pengetahuan baru dalam telekomunikasi						
B	Kualitas Sistem						

1	Penggunaan mudah dipahami						
2	Mudah untuk melakukan pengaturan awal						
3	Semua fitur dapat berjalan dengan baik						
C	Kinerja Sistem						
1	Sistem bermanfaat bagi mahasiswa						
2	Sistem ini diimplementasikan pada fakultas						

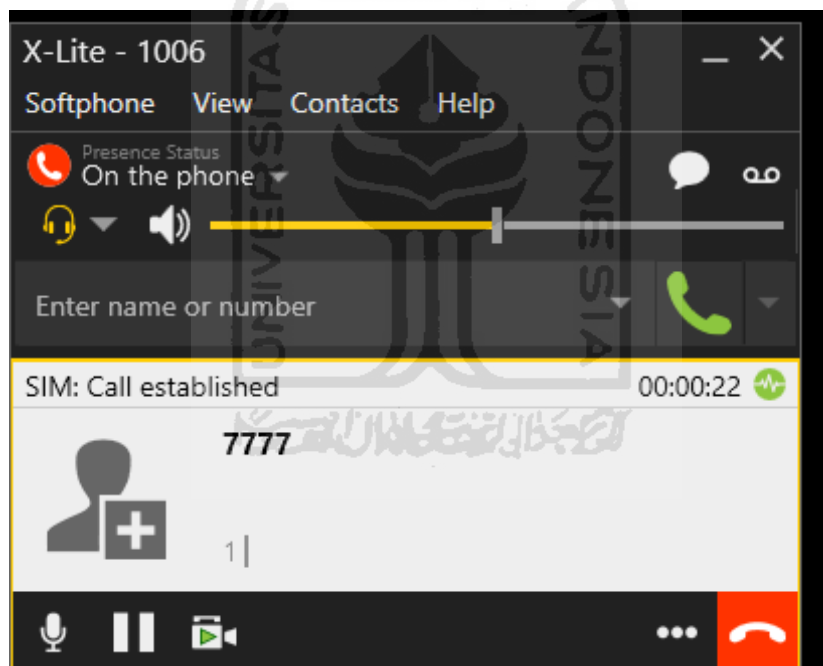


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sistem

Implementasi pada penelitian ini yang berjudul studi dan implementasi elastix sebagai VoIP server dalam infrastruktur *cloud computing* dengan layanan *interactive voice response* berhasil dilakukan. Sistem ini berjalan di sebuah *cloud server* yang sudah di *install* dengan VoIP server. Pertama menjalankan dulu aplikasi VoIP dan melakukan panggilan dengan menekan nomer ekstension yang sudah ditentukan. Berikut ini tampilan komunikasi yang terjadi antara 2 aplikasi.



Gambar 4.1 Komunikasi dari *softphone*



Gambar 4.2 Komunikasi dari *handphone*

4.2 Hasil Pengujian Parameter *Quality of Service*

Pengujian pada *server* VoIP dengan menggunakan infrastruktur *cloud* dengan menggunakan layanan *Interactive Voice Response* dilakukan dengan menggunakan empat parameter, yakni *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Masing-masing parameter, dilakukan pengujian sebanyak tiga, dengan menggunakan *bandwidth* 128 kbps 256 kbps dan 512 kbps yang akan diuji di software *wireshark*. Tahapan untuk melakukan pengujian ini telah dijelaskan pada bab sebelumnya, yakni dalam Bab III Metode Penelitian. Selebihnya untuk terkait kesimpulan perhitungan parameter akan dilampirkan pada lampiran.

4.2.1 Hasil Pengujian untuk Parameter *Throughput*

Throughput adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu jaringan. jumlah total paket yang datang akan di amati pada *destination* selama waktu tertentu kemudia akan dibagi dengan durasi waktu itu. Jadi semakin tinggi nilai *throughput*, maka semakin bagus juga kualitas jaringan yang dihasilkan. Jaringan yang akan diukur adalah jaringan *cloud* yang bekerja

pada server. Berikut ini adalah hasil perhitungan *throughput* dalam tahapan *Quality of Service*.

Tabel 4.1 Hasil Keseluruhan Pengujian *Throughput*

Bandwidht	128 kbps	256 kbps	512 kbps
Pengujian 1	$\frac{5497449}{186.240} = 29518.089$	$\frac{6135874}{188.965} = 32470.954$	$\frac{6309280}{211.390} = 29846.634$
Pengujian 2	$\frac{6253351}{208.837} = 29943.692$	$\frac{5777577}{189.463} = 30494.487$	$\frac{6387059}{207.270} = 30815.163$
Pengujian 3	$\frac{6210085}{207.119} = 29983.174$	$\frac{5919102}{203.688} = 29059.650$	$\frac{6601554}{223.757} = 29503.228$
Rata-rata	29814.985 kbps	30675.027 kbps	30055.008 kbps

Nilai yang terdapat pada *throughput* dengan melakukan pengujian sebanyak tiga kali tidak melihatkan perbedaan yang signifikan. Selisih nilai yang ditampilkan sangat kecil. Dapat diketahui bahwa hasil *throughput* pada table 4.1 dan kualitas jaringan sangat baik. Dikatakan baik karena pada penelitian ini pada bandwidth 128 kbps saja, jaringan yang didapat untuk melakukan sebuah komunikasi sudah sangat baik.

4.2.2 Hasil Pengujian untuk Parameter *Packet Loss*

Packet Loss adalah parameter yang digunakan untuk menghitung paket *data* yang hilang ketika transmisi terjadi. Karena hal itu bisa disebabkan oleh beberapa faktor, yakni mencakup penurunan *signal* dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang *corrupt* yang menolak untuk *transit* dan kesalahan pada perangkat keras jaringan. parameter ini memberi pengaruh besar bagi telepon yang menggunakan IP, yang dimana bila terjadi packet loss dalam jumlah tertentu maka akan menyebabkan koneksi pada TCP menjadi lambat. Berikut ini adalah hasil perhitungan *packet loss* dalam tahapan *Quality of Service*.

Sebelum menghitung *packet loss*, harus mencari paket *data* yang diterima

agar mendapatkan hasil *packet loss*. Berikut ini mencari paket data yang diterima.

Tabel 4.2 Hasil Keseluruhan Paket Data Yang Diterima

Bandwidth	128 kbps	256 kbps	512 kbps
Pengujian 1	19657-0 = 19657	22220-0 = 22220	22976-0 = 22976
Pengujian 2	22384-0 = 22384	21099-0 = 21099	23249-0 = 23249
Pengujian 3	22272-0= 22272	21512-0 = 21512	24110-0 = 24110
Rata-rata	21437 <i>packet</i>	21610 <i>packet</i>	23445 <i>packet</i>

Setelah mencari paket *data* yang diterima, berikut ini cara mencari *packet loss* dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan.

Tabel 4.3 Hasil Keseluruhan *Packet Loss*

Bandwidth	128 kbps	256 kbps	512 kbps
Pengujian 1	$\frac{19657 - 19657}{19657} \times 100\%$ = 0	$\frac{22220 - 22220}{22220} \times 100\%$ = 0	$\frac{22976 - 22976}{22976} \times 100\%$ = 0
Pengujian 2	$\frac{22384 - 22384}{22384} \times 100\%$ = 0	$\frac{21099 - 21099}{21099} \times 100\%$ = 0	$\frac{23249 - 23249}{23249} \times 100\%$ = 0
Pengujian 3	$\frac{22272 - 22272}{22272} \times 100\%$ = 0	$\frac{21512 - 21512}{21512} \times 100\%$ = 0	$\frac{24110 - 24110}{24110} \times 100\%$ = 0
Rata-rata	0 %	0 %	0 %

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai *packet loss* pada perhitungan ini bernilai nol, maka dapat disimpulkan bahwa selama proses pengiriman data yang dilakukan *server* ke *client* tidak ada paket data yang hilang. Hal ini dikarenakan protokol yang digunakan adalah TCP yang memiliki kemampuan untuk pengecekan paket data yang hilang atau pun rusak. Pada hasil keseluruhannya dapat dipastikan sangat sesuai dengan nilai kategori *packet loss*

yang dapat dilihat pada tabel 3.1 Itu menunjukkan bahwa sangat baik untuk pengguna VoIP di jaringan *cloud*.

4.2.3 Hasil Pengujian untuk Parameter *Delay*

Delay adalah parameter waktu yang dibutuhkan sebuah paket, pada proses transmisi pertama sampai proses transmisi ke tujuan delay diperoleh dari selisi waktu kirim antara paket TCP dengan paket lainnya. Parameter ini sangat penting dikarenakan menentukan kualitas VoIP yang dihasilkan. Jadi semakin tinggi nilai *delay* yang didapat maka semakin rendah kualitas VoIP yang dihasilkan. Berikut ini adalah hasil perhitungan *delay* dalam tahapan *Quality of Service*.

Tabel 4.4 Hasil Keseluruhan Perhitungan *Delay*

Bandwidht	128 kbps	256 kbps	512 kbps
Pengujian 1	$\frac{186.240}{19657} = 0.00947$	$\frac{188.965}{22220} = 0.00850$	$\frac{211.390}{22976} = 0.00920$
Pengujian 2	$\frac{208.837}{22384} = 0.00932$	$\frac{189.463}{21099} = 0.00897$	$\frac{207.270}{232249} = 0.00891$
Pengujian 3	$\frac{207.199}{22272} = 0.00929$	$\frac{203.688}{21512} = 0.00946$	$\frac{223.757}{24110} = 0.00928$
Rata-rata	0.00936 ms	0.00897 ms	0.00913 ms

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai pada kategori latensinya tidak jauh beda dengan perhitungan pertama, kedua, dan ketiga. Pada hasil keseluruhannya dapat dipastikan sangat sesuai dengan nilai kategori latensinya yang dapat dilihat pada tabel 3.2 Itu menunjukkan bahwa sangat baik untuk pengguna VoIP di jaringan *cloud*.

4.2.4 Hasil Pengujian untuk Parameter *Jitter*

Jitter adalah parameter yang digunakan, untuk menghitung perbedaan pada saat pengiriman berlangsung dari waktu pengiriman data dan sampainya data

ketujuan. *Jitter* sebenarnya dapat dijumlahkan sebagai variasi *delay*. Karena berhubungan langsung dengan *latency* yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. Berikut ini adalah hasil perhitungan *jitter* dalam tahapan *Quality of Service*.

Tabel 4.5 Perhitungan Pertama *Jitter* (Delay)

Bandwidth	Routing Table		
128Kb	$D1=0.279583000-0.277701000$ = 0.002573	$D2=1.302345000-1.30052000$ = 0.001825	$D3=2.319453000-2.314126000$ = 0.005327
256Kb	$D1=0.618042000-0.616601000$ = 0.001441	$D2=1.628674000-1.627478000$ = 0.001196	$D3=2.646537000-2.645285000$ = 0.001242
512Kb	$D1=0.834449000-0.833409000$ = 0.00104	$D2=1.840927000-1.839898000$ = 0.001029	$D3=0.279583000-0.277701000$ = 0.001179
Rata-rata	0.00168 sec	0.00135 sec	0.00258 sec

Setelah melakukan perhitungan *delay* satu, kedua, dan ketiga selanjutnya mencari *variable* total variasi *delay* untuk melengkapi *variable* perhitungan *jitter*.

Tabel 4.6 Perhitungan Kedua *Jitter* (Total Variasi Delay)

Bandwidth	128 kbps	256 kbps	512 kbps
Routing Table	$-0.000748+(-0.003502)$ = -0.00425 sec	$-0.000245+(-0.000056)$ = -0.000301 sec	$-0.000011+(-0.00015)$ = 0.00026 sec

Hasil dari perhitungan total variasi *delay* sudah ditemukan, kemudian hasil tersebut akan dimasukkan pada rumus *jitter*. Berikut perhitungan *jitter* dengan menggunakan rumus di atas.

Tabel 4.7 Perhitungan Terakhir *Jitter*

Bandwidht	128 kbps	256 kbps	512 kbps
-----------	----------	----------	----------

Routing Table	$\frac{-0.00425}{19657 - 1}$ $= 0.9783 \text{ ms}$	$\frac{-0.000301}{22384 - 1}$ $= 0.986 \text{ ms}$	$\frac{-0.00026}{22276 - 1}$ $= 0.988 \text{ ms}$
------------------	--	--	---

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai pada katagore degradasi tidak jauh beda dengan perhitungan pertama, kedua, dan ketiga. Pada hasil keseluruhannya dapat dipastikan sangat sesuai dengan kategori degradasi yang dapat dilihat pada tabel 3.3 Itu menunjukkan bahwa hasil dari *jitter* ini sangat baik dalam penggunaan VoIP di jaringan *cloud*.

4.3 Hasil Kesimpulan Pengumpulan Data

Pengujian sistem dilakukan dengan cara memberikan kuisioner kepada para mahasiswa yang menjadi sasaran tepat bagi penggunaan aplikasi untuk menguji coba terhadap sistem ini.

Kuisioner ini diisi oleh 50 mahasiswa yang berbeda-beda jurusan dan 5 jurusan yang ada di Fakultas Teknologi Industri yang dimana sebelumnya, responden diberikan penjelesaian mengenai sistem tersebut. Berikut ini adalah hasil dari kuisioner yang telah diberikan kepada para responden.

Tabel 4.8 Tabel Kuisioner

No	Pertanyaan	Penilaian					Skor Total
		SS	S	N	TS	STS	
A	Manfaat Sistem						
1	Sistem dapat membantu dalam proses belajar mengajar	36	16	3	0	0	253
2	Sistem memudahkan dalam mencari informasi pada fakultas	35	20	1	0	0	238
3	Sistem ini dijalankan pada sebuah smartphone Android	25	26	5	1	0	246
4	Sistem menambahkan	35	18	2	1	0	255

	pengetahuan baru dalam telekomunikasi						
B	Kualitas Sistem						
1	Penggunaan mudah memahami	18	25	9	0	0	217
2	Mudah untuk melakukan pengaturan awal	10	31	13	1	0	215
3	Semua fitur dapat berjalan dengan baik	13	30	12	0	0	221
C	Kinerja Sistem						
1	Sistem bermanfaat bagi mahasiswa	47	8	0	0	0	267
2	Sistem ini diimplementasikan pada fakultas	28	24	4	0	0	248

Skor pengujian = skor total : Skor maksimal x 100%

Skor pengujian manfaat aplikasi = $(992 : 1100) \times 100\% = 90,90 \%$

Skor pengujian kualitas sistem = $(653 : 825) \times 100\% = 76,64 \%$

Skor pengujian kinerja sistem = $(515 : 550) \times 100\% = 93,36 \%$

Keterangan:

SS: Sangat Setuju

S: Setuju

N: Netral

TS: Tidak Setuju

STS: Sangat Tidak Setuju

Berdasarkan hasil kuisioner pengujian sistem ini didapatkan bahwa rata-rata memberikan banyak manfaat dalam pencarian informasi. Pada kualitas sistem, pengguna juga mudah untuk memahami semua fitur yang terdapat dalam aplikasi smartphone android. Pada kinerja sistem, semua mahasiswa ingin penelitian ini untuk diterapkan di fakultas. Maka dapat disimpulkan bahwa sistem ini bermanfaat dan berkualitas serta kinerja sistemnya sangat memumpuni dan mudah untuk digunakan.

Maka dengan adanya komunikasi VoIP berbasis *cloud* dengan layanan *Interactive Voice Response* sangat membantu maupun memudahkan dalam proses belajar mengajar pada sebuah Fakultas.

Hasil pengujian kuisisioner ini didapatkan pada manfaat aplikasi mendapatkan skor 90,90 %, kemudian pada kualitas sistem skor yang didapat adalah 76,64 %, yang dimana pengguna juga mmudah untuk memahami semua fitur yang terdapat dalam aplikasi smartphone android. Yang terakhir pada kinerja sistem mendapatkan skor 93,36 % yang dimana penelitian ini mahasiswa menginginkan untuk diterapkan pada fakultas.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil proses studi dan implementasi pada pengujian tugas akhir, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Implementasi pada rancangan VoIP dengan menggunakan layanan *Interactive Voice Response* berhasil dilakukan.
2. Implementasi VoIP server (*Elastix*) pada pengaksesan layanan *Interactive Voice Response* melalui jaringan *cloud* berhasil dilakukan.
3. Pada implementasi ini berhasil untuk menginstalnya ke dalam *softphone* dan *handphone* dalam sistem operasi *Android*.
4. Pada kualitas yang digunakan pada saat layanan IVR berjalan dapat disimpulkan bahwa kualitas yang didapatkan sesuai standar yang ada, dengan total nilai *throughput* 29814.985 kbps, *packet loss* 0%, *delay* 0,00936 ms, dan *jitter* 0,9783 ms yang masih pada kategori baik.
5. Dari Hasil Kuisioner ini dapat diketahui kelayakan pada sistem yang digunakan oleh pengguna dan dapat disimpulkan bahwa skor pada manfaat aplikasi 90,90 %, kualitas sistem 76,64 % dan kinerja sistem 93,46 %.

5.2 Saran

Dalam melakukan pengujian ini, ada beberapa saran yang diajukan mengenai topik ini adalah:

1. Perlu dilakukannya implementasi dengan layanan yang lebih baik lagi pada VoIP server di didalam jaringan *Cloud*.
2. Penentuan parameter kualitas jaringan yang lebih kompleks.
3. Menambahkan pengukuran di *softphone* dan *handphone* di beberapa *audio codec* yang berbeda-beda.

Demikian beberapa kendala yang penulis temukan melakukan pengujian ini. Semoga kendala-kendala tersebut dapat dijadikan sebagai bahan sekaligus saran untuk penelitian selanjutnya. Jika terdapat kekeliruan dalam penyampaian pada penulisan mohon dimaafkan. Semoga dengan diperolehnya mampu memberikan sebuah kemanfaatan bagi bidang telekomunikasi VoIP kedepannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Pembuatan Aplikasi VoIP *Based Emergency-Call* dengan Layanan IVR Manajemen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya tahun 2012.
- Sutiyadi, M. 2007. Pengertian VoIP (*Voice over Internet Protocol*).
<http://idkf.bogor.net/yuesbi/eDU.KU/edukasi.net/TIK/VoIP/semua.html>
- Perancangan, Implementasi, dan Analisa kinerja Virtual Server menggunakan Proxmox, Vmware Esx, dan Openstack. Teknik Informatika Universitas Gunadarma Tahun 2011.
- Analisa *Quality of Service (QoS) Voice Over Internet Protocol* dengan Protokol H.323 dan *Session Initila Protokol (SIP)* Teknik Informatika Unikom Bandung tahun 2012.
- Design and Implementation of SIP VoIP Adapter*, Ecole D'Electronique de Paris (ECE) tahun 2013.
- Ying Dar Lin, Ren Hung Hwang, Fred Baker. "*Computer Networks : An Open Source Approach*". McGraw-Hill, 2012.
- Q. Zhang, et al., "*Cloud Computing: State-of-the-Art and Research Challenges*," *Journal of Internet Services and Applications*, vol. 1, pp. 7-18, 2010.
- Purbo, O, W.2011. Proxmox <http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/Proxmox>.
- Niken, Metri. 2015. Penerapan Segmentasi Vlan sebagai Mekanisme Pendukung Pengamanan Data VoIP pada Jaringan MPLS-VPN
- Anggita, T., Helmy F. dan Herlinawati. 2012. *Analytical Study of QoS (Quality of Service) in the Implementation of Voice Communication Application VoIP (Voice over Internet Protocol) on the Intranet Network at the University of*

Lampung. Diakses tanggal 27 Oktober 2015, dari website:

<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=267905&val=7087&title=ANALYTICAL>



LAMPIRAN