

**IMPLEMENTASI DAN ANALISA KUALITAS VOIP
DENGAN CODEC G.723.1**

SKRIPSI

Konsentrasi Komputasi Berbasis Jaringan

Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Komputer



Disusun oleh :

AULIA YUSIANA FARDANI

NIM. 0910960027

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
MALANG
2013**

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI DAN ANALISA KUALITAS VOIP
DENGAN CODEC G.723.1**

SKRIPSI

Konsentrasi Komputasi Berbasis Jaringan

Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Komputer



Disusun oleh :

AULIA YUSIANA FARDANI

NIM. 0910960027

Skripsi ini telah disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 1 Juli 2013

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Kasyful Amron, S.T., M.Sc.

NIP. 19750803 200312 1 003

Sabriansyah R.A., S.T., M.Eng.

NIK. 820809 06 1 1 0084

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI DAN ANALISA KUALITAS VOIP
DENGAN CODEC G.723.1**

SKRIPSI

Konsentrasi Komputasi Berbasis Jaringan

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh :

AULIA YUSIANA FARDANI

NIM. 0910960027

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 19 Juli 2013

Penguji I

Penguji II

Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom.

Barlian Henryranu P., S.T., M.T.

NIP. 19650402 199002 1 001

NIK. 821024 06 11 0254

Penguji III

Eko Sakti P., S.Kom., M.Kom.

NIK. 860805 06 1 1 0252

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Komputer

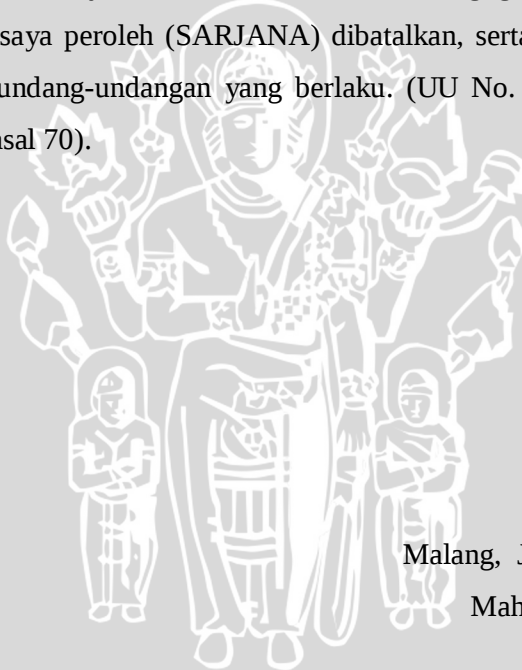
Drs. Marji, M.T.

NIP. 19670801 199203 1 001

**PERNYATAAN
ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).



Malang, Juli 2013

Mahasiswa,

Aulia Yusiana Fardani

NIM 0910960027

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbil 'alamin*, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Implementasi dan Analisa Kualitas VoIP dengan Codec G.723.1”**.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini sudah cukup banyak bantuan yang diberikan berbagai pihak, baik berupa bimbingan dan saran hingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Kasyful Amron, S.T., M.Sc dan Bapak Sabriansyah R.A., S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini,
2. Bapak Drs. Marji, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya,
3. Ibu Dian Eka R., S.Si., M.Kom. selaku Dosen Penasehat Akademik,
4. Bapak Ir. Sutrisno, M.T. selaku Ketua Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya,
5. Seluruh Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer yang telah mengajarkan ilmunya kepada penulis,
6. Seluruh staf dan karyawan Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini,
7. Kedua orang tua penulis, Daryana dan Zubaidah Farchani yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan, doa dan kasih sayang kepada penulis,

8. Kakak dan adik penulis, Ryan Rosyad Fardani dan Febriana Arum Nurjanah serta keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
9. Yoga Agung Baktiar yang telah memberikan doa, dukungan dan saran kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini,
10. Semua teman-teman Ilmu Komputer 2009 dan penghuni kost Bunga Pinang Merah 3 yang telah banyak memberikan bantuan selama menjadi mahasiswa di Universitas Brawijaya,
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuannya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan kebahagiaan dan kesuksesan atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, baik penulis maupun pembaca.

Malang, Juli 2013

Penulis

ABSTRAK

Aulia Yusiana Fardani. 2013. Implementasi dan Analisa Kualitas VoIP dengan Codec G.723.1. Skripsi Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Pembimbing : Kasyful Amron, S.T., M.Sc. dan Sabriansyah R.A., S.T., M.Eng.

Kemajuan pada bidang teknologi informasi sekarang ini telah banyak menghasilkan berbagai aplikasi, VoIP adalah salah satu contoh aplikasinya. VoIP mampu melewati suara melalui jaringan Internet secara *realtime*. Dalam komunikasi VoIP membutuhkan *bandwidth* yang cukup besar. Permasalahan tersebut dapat ditekan dengan melakukan kompresi data suara menggunakan codec. Penggunaan jenis codec akan mempengaruhi kualitas komunikasi VoIP. Codec G.723.1 adalah salah satu codec yang dapat digunakan untuk kompresi data suara dengan *bandwidth* yang kecil.

Dalam implementasi komunikasi VoIP, perancangan jaringan yang digunakan terdiri dari satu server dengan sepuluh *client* yang tersebar di 3 gedung PTIIK. Pengujian dilakukan dengan melakukan komunikasi VoIP menggunakan codec G.723.1 pada jaringan lokal PTIIK dengan 3 kondisi yang berbeda.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, codec G.723.1 membutuhkan *bandwidth* untuk *upstream* sebesar 19.529 kbps dan *bandwidth* untuk *downstream* sebesar 19.715 kbps, terdapat *packet loss* untuk *upstream* sebesar 1.622 % dan *packet loss* untuk *downstream* sebesar 12.694 %, serta *delay* untuk *upstream* sebesar 30.679 ms dan *delay* untuk *downstream* sebesar 41.54 ms.

Kata kunci : VoIP, Codec, G.723.1.

ABSTRACT

Aulia Yusiana Fardani. 2013. Implementation and Analysis of VoIP Quality with Codec G.723.1. Minor thesis Program Study of Informatics Technology/ Computer Science, Information Technology and Computer Science Program, Brawijaya University. Supervisor: Kasyful Amron, S.T., M.Sc. and Sabriansyah R.A., S.T., M.Eng.

Progress in the field of information technology at present has resulted in a variety of applications, VoIP is one example of its application. VoIP able to skip voice through the internet network in realtime. Communication VoIP needed bandwidth usage which quite a lot. These problems can be suppressed by doing voice data compression using codec. The use of codec will affect the quality of VoIP communication. Codec g.723.1 is one of codecs which can be used for voice data compression with a small bandwidth.

In the implementation of VoIP communications, designing network consists of one server with up to ten clients spread over 3 buildings of PTIIK. Testing has been done by doing VoIP communication using the codec G. 723.1 on local network PTIIK with 3 different conditions.

From the results of testing that has been done, the codec G.723.1 require bandwidth for upstream of 19.529 kbps and bandwidth for downstream of 19.715 kbps, there is packet loss for upstream of 1.622 % and packet loss for downstream of 12.694%, as well as delay to upstream of 30.679 ms and delay for downstream of 41.54 ms.

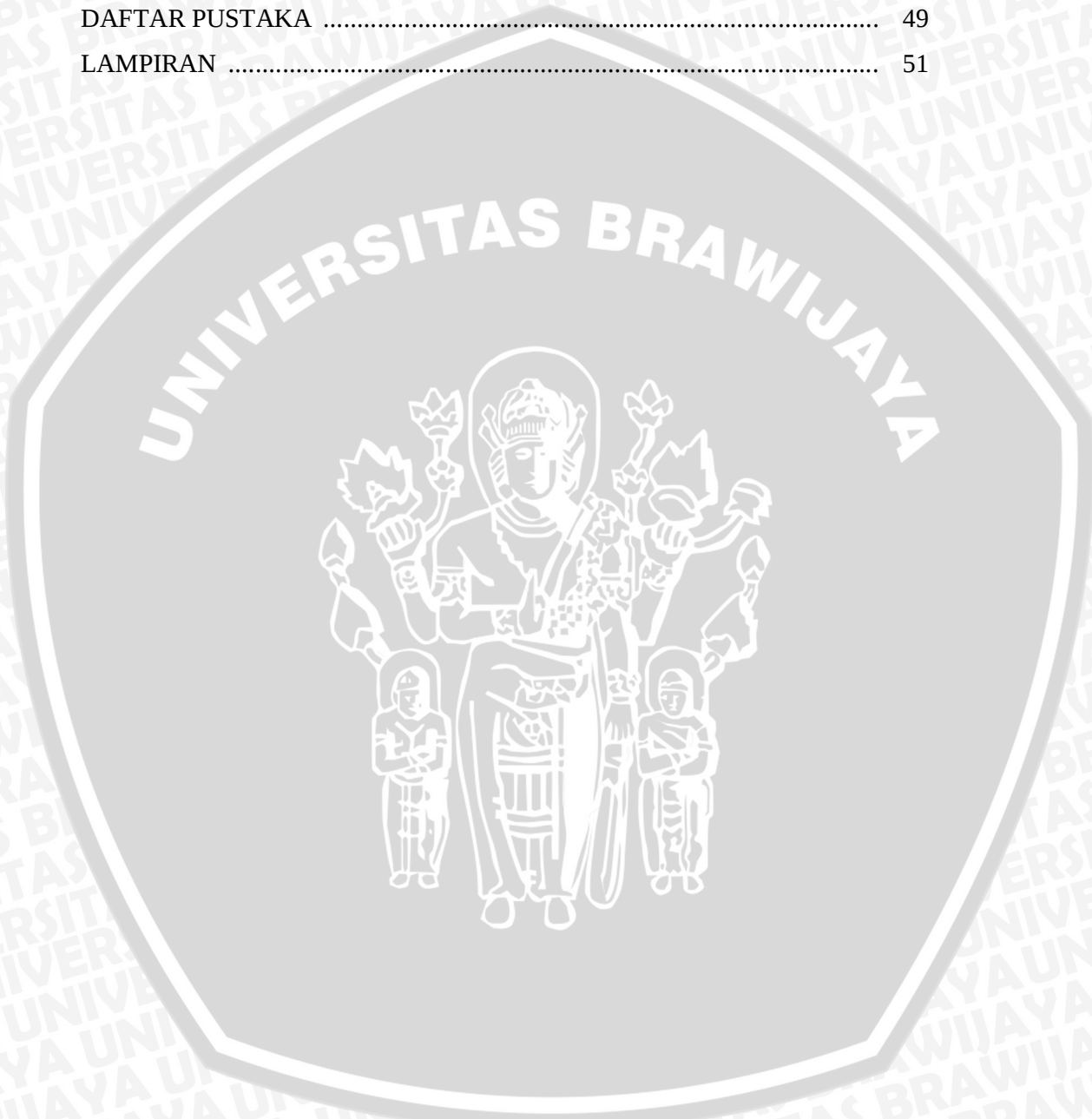
Keywords: VoIP, Codec, G.723.1.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 VoIP (<i>Voice over Internet Protocol</i>)	4
2.2 SIP (<i>Session Initiation Protocol</i>)	4
2.2.1. Arsitektur SIP	5
2.2.2. Operasi Dasar SIP	6
2.3 Codec	9
2.4 G.723.1	10
2.5 Pengukuran Kualitas VoIP	11
2.5.1. <i>Bandwidth</i>	11
2.5.2. <i>Packet Loss</i>	11
2.5.3. <i>Delay</i>	12
BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN	13
3.1 Metodologi	13
3.1.1 Studi Literatur	14
3.1.2 Analisa Kebutuhan	14
3.1.1.1. Lingkungan	14
3.1.1.2. Kebutuhan Perangkat Keras	15

3.1.1.3. Kebutuhan Perangkat Lunak	16
3.1.3 Perancangan Sistem	16
3.1.4 Implementasi	17
3.1.5 Pengujian dan Analisa	17
3.1.6 Pengambilan Kesimpulan	21
3.2 Perancangan	21
3.2.1 Perancangan Jaringan	21
3.2.2 Perancangan Panggilan	23
3.2.3 Perancangan Perangkat Keras	24
3.2.4 Perancangan Perangkat Lunak	24
BAB IV IMPLEMENTASI	26
4.1 Spesifikasi Sistem	26
4.1.1 <i>Server</i>	26
4.1.2 <i>Client</i>	27
4.2 Instalasi dan Konfigurasi <i>Server</i>	27
4.2.1 Konfigurasi Eth0	28
4.2.2 Instalasi Asterisk VoIP <i>Server</i>	28
4.2.3 Instalasi Codec	29
4.2.4 Konfigurasi Registrasi Akun <i>Client</i>	30
4.3 Instalasi dan Konfigurasi <i>Client</i> VoIP.....	31
4.3.1 Konfigurasi TCP/IP	31
4.3.2 Instalasi dan Konfigurasi <i>Softphone Client</i>	31
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS	33
5.1 Pengujian Koneksi	33
5.2 Pengujian Panggilan dan Pengambilan Data	35
5.2.1 Prosedur Pengujian	35
5.2.2 Pengujian Iperf	36
5.2.3 Pengambilan Data	36
5.3 Analisa Kualitas VoIP	40
5.3.1 <i>Bandwidth</i>	40
5.3.2 <i>Packet Loss</i>	42
5.3.3 <i>Delay</i>	44

BAB VI PENUTUP	47
6.1 Kesimpulan	47
6.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur pada SIP	5
Gambar 2.2	Enkapsulasi Protokol pada SIP	7
Gambar 2.3	Proses Panggilan pada SIP	8
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	13
Gambar 3.2	Diagram Alir Perancangan Sistem	17
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengujian Koneksi	18
Gambar 3.4	Diagram Alir Pengujian Panggilan VoIP tanpa Iperf	19
Gambar 3.5	Diagram Alir Pengujian Panggilan VoIP dengan Iperf	20
Gambar 3.6	Analisa <i>Upstream</i> dan <i>Downstream</i>	21
Gambar 3.7	Skema Jaringan VoIP	22
Gambar 3.8	Skema Komunikasi VoIP	23
Gambar 3.9	Skema Penggunaan Iperf	24
Gambar 4.1	Konfigurasi Eth0	28
Gambar 4.2	Instal Dahdi dan Libri	29
Gambar 4.3	Instal Asterisk 11.2.1	29
Gambar 4.4	Tampilan <i>Login</i> berhasil	32
Gambar 5.1	Uji Koneksi	34
Gambar 5.2	Uji Konektifitas	34
Gambar 5.3	Asterisk Aktif	35
Gambar 5.4	Aktifitas <i>server</i>	35
Gambar 5.5	Proses Panggilan	36
Gambar 5.6	Hasil <i>Capturing</i> Data dengan Wireshark	37
Gambar 5.7	Wireshark <i>Summary</i>	38
Gambar 5.8	RTP <i>Stream</i>	39
Gambar 5.9	Wireshark <i>Summary</i>	39
Gambar 5.10	<i>Bandwidth Upstream</i>	41
Gambar 5.11	<i>Bandwidth Downstream</i>	42
Gambar 5.12	<i>Packet Loss Upstream</i>	43
Gambar 5.13	<i>Packet Loss Downstream</i>	44
Gambar 5.14	<i>Delay Upstream</i>	45

Gambar 5.15 *Delay Downstream* 46



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam-macam Codec	10
Tabel 4.1	Posisi <i>Client</i>	27
Tabel 5.1	Waktu Pengujian	33
Tabel 5.2	<i>Bandwidth upstream</i> dan <i>downstream</i>	41
Tabel 5.3	<i>Packet Loss upstream</i> dan <i>downstream</i>	43
Tabel 5.4	<i>Delay upstream</i> dan <i>downstream</i>	45

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data trafik jaringan PTIIK	51
Lampiran 2	Diagram Alir perancangan <i>server</i> VoIP	53
Lampiran 3	Diagram alir perancangan <i>software</i> komunikasi VoIP	53
Lampiran 4	Konfigurasi Eth0	54
Lampiran 5	Instalasi paket-paket VoIP	54
Lampiran 6	Instalasi codec G.723.1	55
Lampiran 7	Konfigurasi TCP/IP komputer <i>client</i>	55
Lampiran 8	Registrasi <i>Account</i> SipLite	56
Lampiran 9	Pemilihan Codec G.723.1 pada SipLite	56
Lampiran 10	Pengaturan <i>port</i> pada SipLite	57
Lampiran 11	Pengujian Iperf	57
Lampiran 12	Hasil Analisa <i>Bandwidth</i> (kbps)	60
Lampiran 13	Hasil Analisa <i>Packet Loss</i> (%)	63
Lampiran 14	Hasil Analisa <i>Delay</i> (ms)	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat, hampir semua orang tidak bisa lepas dari teknologi komunikasi. Salah satu teknologi komunikasi yang berkembang pesat adalah VoIP (*Voice over Internet Protocol*), yaitu teknologi yang melewatkan suara atau *voice* melalui jaringan *Internet* secara *realtime*. Pada awalnya VoIP membutuhkan *bandwidth* yang cukup besar dalam melakukan transmisi paket data suara. Hal ini akan menyebabkan trafik penggunaan data suara meningkat sehingga dibutuhkan suatu algoritma kompresi data suara agar *bandwidth* yang dibutuhkan ketika terjadi transmisi paket data suara menjadi berkurang.

Compression/ decompression (codec) merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan kompresi dengan cara mengurangi jumlah *bytes* data tanpa mengurangi isi ataupun informasi yang ada didalamnya. Dalam komunikasi VoIP terdapat beberapa macam codec yang memiliki karakter yang berbeda. Kinerja dalam sistem komunikasi VoIP dipengaruhi oleh codec yang digunakan. Beberapa aspek yang terkait atau terpengaruh dengan pemilihan codec tersebut *bandwidth*, *delay* dan *packet loss*.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini difokuskan pada penggunaan codec G.723.1 untuk mengurangi kebutuhan *bandwidth* yang digunakan dalam proses komunikasi VoIP. G.723.1 membutuhkan *bandwidth* yang lebih kecil daripada codec lainnya yaitu sebesar 21.9 kbps. [CIS-06]. Codec G.723.1 merupakan jenis codec *open source* yang dapat digunakan pada *server Asterisk*. ITU-T memberikan lisensi yang bersifat *free* untuk menyebarkan dengan tujuan yang terbatas. [ITU]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengambil judul pada tugas akhir ini yaitu “Implementasi dan Analisa Kualitas VoIP dengan Codec G.723.1”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada server Asterisk.
2. Mengukur dan menganalisis kualitas VoIP berdasarkan parameter yang telah ditentukan yaitu nilai *bandwidth*, *packet loss* dan *delay*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar tidak melebar nya masalah dalam penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan yang dibahas. Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Fokus penelitian yang dilakukan menggunakan codec G.723.1
2. Server menggunakan sistem operasi Centos 6.3 dengan Asterisk 11.2.1 sebagai *softswitch*.
3. *Softphone* yang digunakan untuk *client* adalah SipLite 3.1.0.2.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada server Asterisk kemudian melakukan analisis kualitas VoIP yaitu nilai *bandwidth*, *packet loss* dan *delay*.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mempunyai beberapa manfaat baik bagi penulis maupun pembaca. Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi dalam implementasi VoIP menggunakan codec G.723.1 pada server Asterisk.
2. Menghemat kebutuhan *bandwidth* dalam komunikasi VoIP.
3. Memberikan informasi kualitas VoIP menggunakan codec G.723.1

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa bab yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung dalam perancangan komunikasi VoIP.

BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi metode penelitian dan perancangan yang akan dilakukan dalam implementasi komunikasi VoIP.

BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini berisi proses implementasi dari perancangan yang telah dibuat.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi pelaksanaan pengujian komunikasi VoIP yang telah diimplementasikan dan diperoleh hasil pengujian kemudian dilakukan analisa kualitas VoIP.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran pengembangan dari keseluruhan tahapan pelaksanaan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang akan dilakukan adalah implementasi VoIP dengan codec G.723.1 pada jaringan lokal PTIHK dan kemudian akan dianalisa nilai *bandwidth*, *delay* dan *packet loss*. Untuk mendukung hasil penelitian ini, akan digunakan beberapa tinjauan pustaka yang berkaitan dengan VoIP, berupa protokol pendukung, codec, dan parameter performansi seperti *bandwidth*, *delay* dan *packet loss*.

2. 1. VoIP (Voice over Internet Protocol)

VoIP (*Voice over Internet Protocol*) adalah teknologi yang mampu melewati trafik suara, *video* dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP. Jaringan IP adalah jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*, sehingga komunikasi telepon dapat dijalankan pada jaringan IP atau Internet. [ISK-03]. Teknologi VoIP memberikan banyak keuntungan, antara lain biaya yang lebih murah dibandingkan dengan jaringan PSTN.

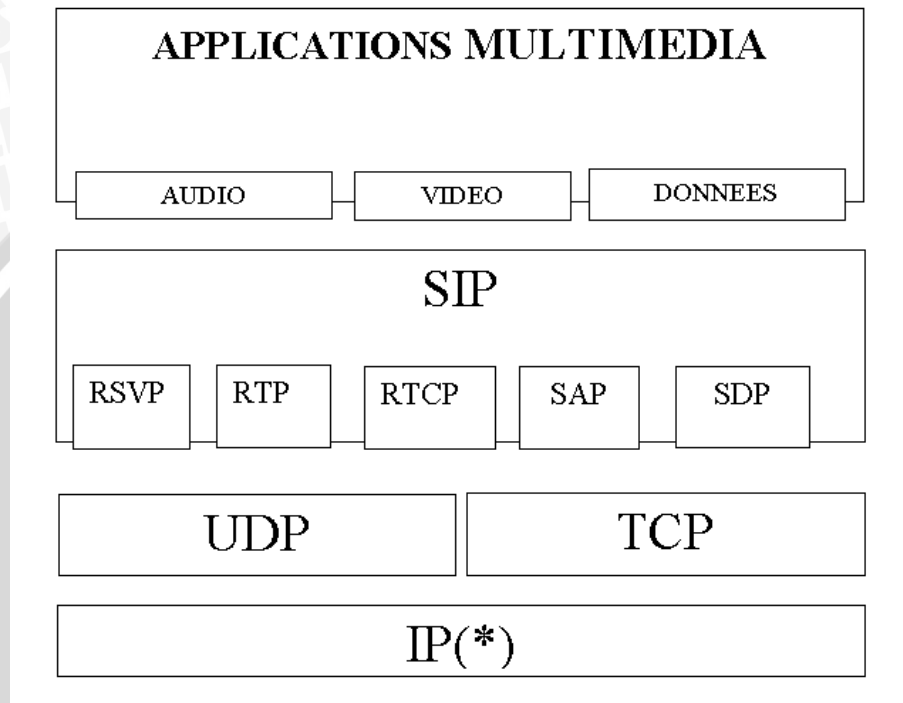
Pengiriman suara pada komunikasi VoIP dengan cara merubah suara *analog* menjadi data-data *digital*. Perubahan ini dilakukan dengan menggunakan *Analog to Digital Converter* atau dikenal sebagai ADC. Data *digital* ini kemudian dikirimkan kepada penerima melalui jaringan Internet. Ketika data *digital* tersebut diterima, maka data *digital* tersebut akan di konversi kembali menjadi suara *analog* yang dapat didengarkan oleh penerima. Proses konversi ini menggunakan *Digital to Analog Converter* atau DAC.

2. 2. SIP (Session Initiation Protocol)

SIP adalah sebuah protokol yang berada pada *layer* aplikasi yang dapat membangun, memodifikasi dan mengakhiri sesi multimedia atau panggilan. [HAS-99]. Dalam transaksi SIP, *client* memberikan *request* dan kemudian *request* akan dikirimkan ke *server* dan kemudian *server* akan mengolah *request* tersebut dan memberikan tanggapan terhadap *request client*.

2.2.3. Arsitektur SIP

Dalam arsitektur SIP, terdapat beberapa protokol yang menunjang kinerja komunikasi pada SIP. Protokol penunjang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur pada SIP.

Sumber : [CHL-00]

Pada Gambar 2.1 menunjukkan arsitektur pada SIP, tetapi dalam komunikasi VoIP tidak semua protokol digunakan. Protokol yang digunakan dalam komunikasi VoIP yaitu [THA-02] :

1. RTP (*Real-time Transport Protocol*)

RTP menyediakan fungsi *transport end to end* untuk aplikasi yang membutuhkan transmisi secara *realtime*, seperti *audio* atau *video* melalui layanan jaringan *unicast* atau *multicast*. Layanan RTP meliputi : identifikasi tipe *payload*, penomoran *sequence*, *timestamp*, dan *monitoring* pengiriman.

2. RTCP (*Real-time Control Transport Protocol*)

RTCP adalah suatu protokol yang berfungsi untuk mengendalikan transfer media. Dalam proses komunikasi, RTCP dikirimkan secara periodik untuk melihat kondisi suatu jaringan dalam menentukan kualitas layanan yang digunakan. Setelah kualitas layanan diketahui, maka sejumlah paket RTP akan dikirim berdasarkan kualitas jaringan yang digunakan.

3. SDP (*Session Description Protocol*)

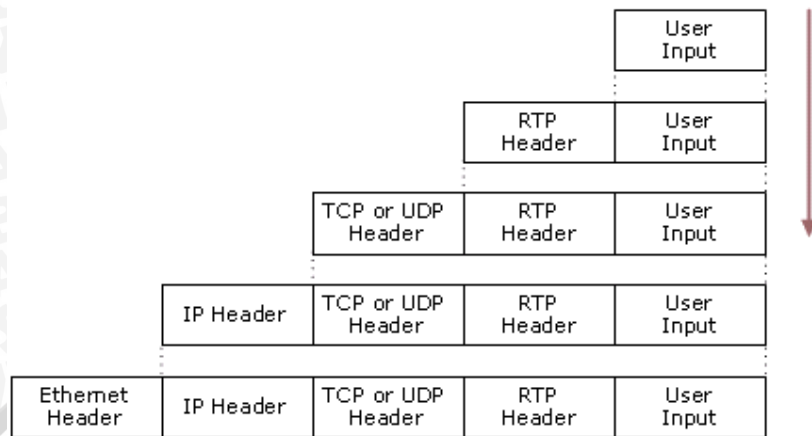
SDP adalah protokol yang memberikan informasi aliran media dalam sebuah sesi komunikasi agar pengirim dan penerima dapat saling berkomunikasi.

2.2.4. Operasi Dasar SIP

Dalam proses transmisi komunikasi *realtime* dari satu titik ketitik lainnya terdapat beberapa langkah dengan beberapa protokol yang digunakan yaitu :

1. Beberapa jenis *signaling* dan *call control* dibutuhkan untuk membuat, memodifikasi dan mengakhiri suatu panggilan.
2. Setelah sesi panggilan dibuat, *input* yang berupa *audio voice* akan disampling dan dirubah ke dalam format *digital*. Data *sampling* tersebut akan dienkapsulasi menjadi paket RTP (*Realtime Transport Protocol*). RTP didesain secara khusus untuk memenuhi kebutuhan komunikasi secara *realtime* melalui jaringan *packet-switched*.
3. Kemudian paket-paket RTP tersebut dienkapsulasi lagi ke dalam protokol *transport*, dalam hal ini yang sering digunakan adalah UDP (*User Datagram Protocol*).
4. Ketika paket RTP ditransmisikan, RTCP (*Real-time Control Transport Protocol*) digunakan untuk memonitoring kualitas dari sebuah sesi RTP.
5. Selanjutnya *protocol transport* yaitu UDP dienkapsulasi kembali kedalam sebuah paket IP
6. Langkah terakhir, paket IP akan dienkapsulasi lagi ke dalam *link layer* protokol misalnya Ethernet.

Proses-proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Enkapsulasi Protokol pada SIP.

Sumber :[CAR-03]

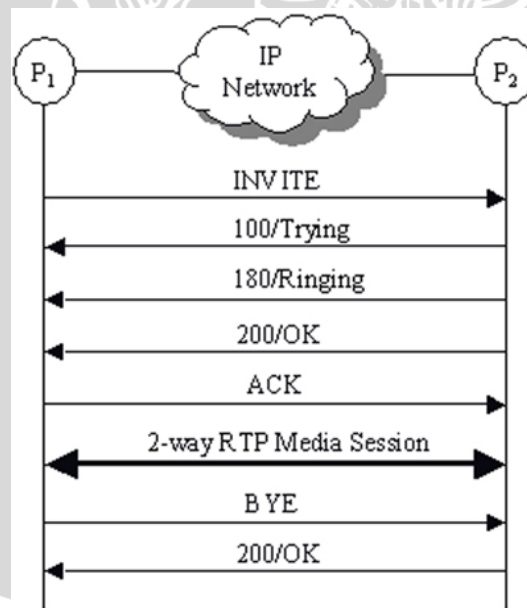
Dalam proses panggilan SIP terdapat *method* yang digunakan yaitu :

1. INVITE : permintaan untuk inisialisasi sebuah sesi dalam SIP. INVITE dikirim dari pemanggil kepada penerima panggilan.
2. ACK : penerima panggilan menerima panggilan. ACK dikirim dari penerima panggilan kepada pemanggil.
3. OPTIONS : pemanggil meminta *server* untuk merespon dengan kemampuannya.
4. BYE : permintaan untuk mengakhiri sebuah sesi dalam SIP. BYE dapat dikirim dari pemanggil atau penerima panggilan.
5. CANCEL : digunakan untuk membatalkan sebuah permintaan.
6. REGISTER : pemanggil ingin mendaftarkan alamatnya pada *server*
7. SUBSCRIBE : pemanggil meminta informasi pada *server* tentang keberadaan pihak yang akan dipanggil.
8. NOTIFY : *server* memberikan informasi status keberadaan kepada yang meminta SUBSCRIBE.
9. MESSAGE : digunakan untuk mengirim pesan.

Dalam proses panggilan SIP juga terdapat kode status respon yaitu :

1. 1xx (*informational*) : permintaan telah diterima dan sedang diproses.
2. 2xx (*success*) : permintaan yang diminta telah dipahami dan diterima.
3. 3xx (*redirection*) : tindakan lebih lanjut diperlukan untuk menyelesaikan permintaan.
4. 4xx (*client error*) : permintaan yang berisi sintak yang salah atau tidak dapat diterima oleh server.
5. 5xx (*server error*) : server menerima permintaan tersebut tetapi tidak dapat memprosesnya.
6. 6xx (*global failures*) : server menerima permintaan tersebut tetapi tidak dapat memproses sehingga permintaan tidak dapat diteruskan.

Proses panggilan SIP digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses Panggilan pada SIP.

Sumber : [JON-12]

Dari Gambar 2.3 menunjukkan proses panggilan antara dua *client* yaitu *client* P1 dan *client* P2 sebagai berikut :

1. Invite : *client* P1 mengirimkan permintaan invite untuk melakukan panggilan kepada *client* P2.
2. 100 Trying : *client* P2 memberikan respon ke *client* P1 bahwa panggilan sedang diproses.
3. 180 Ringing : *client* P2 mendapat panggilan dari *client* P1 dengan mengirim sinyal dering ke *client* P1.
4. 200 OK : *client* P2 siap menerima panggilan
5. ACK : *client* P1 memberitahu *client* P2 bahwa telah menerima pesan 200 OK dari *client* P2.
6. 2-way RTP Media Session : proses komunikasi *voice* dua arah menggunakan RTP antara *client* P1 dan P2 sedang berlangsung.
7. BYE : *client* P1 mengakhiri komunikasi *voice* dengan *client* P2.
8. 200 OK : *client* P2 mengakhiri komunikasi *voice*.

2.3. Codec

Codec adalah algoritma untuk pengkodean data *multimedia* agar dapat dialirkan atau dikirim secara *realtime* melalui jaringan. [WAL-05]. Tujuan VoIP codec adalah mengkonversikan sinyal suara *input* menjadi bentuk *digital* dan mentransmisikan sinyal tersebut ke penerima dan merekonstruksi sinyal suara asli untuk didengar oleh penerima. [PRI-09]. Penggunaan jenis codec dalam komunikasi VoIP akan menentukan kualitas suara yang diterima. Contoh macam-macam codec yang dapat digunakan dalam komunikasi VoIP ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Macam-macam Codec

Codec Information				Bandwidth Calculations					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps
G722_64k(64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6Kbps	87.2 Kbps
ilbc_mode_20(15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	NA	38 Bytes	20 ms	50	34.0Kbps	18.8 Kbps	38.4Kbps
ilbc_mode_30(13.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	NA	50 Bytes	30 ms	33.3	25.867 Kbps	15.73Kbps	28.8 Kbps

Sumber : [CIS-06]

2.4. G.723.1

G.723.1 adalah sebuah codec ketika proses transmisi suara dapat menggunakan *dual rate speech* yang berbeda yaitu pada 5.3 kbps dan 6.3 kbps.. Codec G.723.1 dalam melakukan kompresi suara membutuhkan delay sebesar 37.5 ms. [ITU-96]. Nilai *bit rate* yang lebih tinggi akan menghasilkan kualitas suara yang lebih bagus. Dalam transmisi suara dengan *bit rate* 5.3 kbps maka proses kompresi suara digunakan algoritma ACELP (*Algebraic Code Excited Linear Prediction*) sedangkan dengan *bit rate* 6.3 kbps digunakan algoritma MPC-MLQ (*Multipulse LPC with Maximum Likelihood Quantization*). Codec G.723.1 sering digunakan pada aplikasi VoIP dengan kebutuhan *bandwidth* yang rendah.

2. 5. Pengukuran Kualitas VoIP

Pengiriman paket suara pada jaringan data akan menghadapi beberapa masalah yang dapat mempengaruhi kualitas suara yang dikirim. Beberapa diantaranya adalah : [THA-02]

1. *Delay*
2. *Packet Loss*
3. Keterbatasan *Bandwidth*, dan lain-lain.

Tujuan dari desain kualitas layanan suara adalah dapat menekan *delay* sekecil mungkin dan juga dapat menghemat penggunaan *bandwidth*.

2.5.4. *Bandwidth*

Bandwidth adalah salah satu karakteristik yang digunakan dalam mengukur kinerja jaringan. Istilah *bandwidth* dapat dirujuk pada jumlah bit per detik yang terdapat pada sebuah *channel*, *link* atau pada jaringan transmisi. [FOR-07]. Untuk mencari nilai *bandwidth* dapat digunakan Persamaan (2-1). [CIS-06].

$$bandwidth = total\ ukuran\ paket(bits) \times PPS \quad (2 - 1)$$

Untuk mencari nilai PPS (*Packet Per Seconds*) digunakan Persamaan (2-2). [CIS-06].

$$PPS = \frac{besar\ bit\ rate\ codec(bps)}{ukuran\ voice\ payload(bits)} \quad (2 - 2)$$

2.5.5. *Packet Loss*

Packet loss adalah jumlah paket yang hilang ketika proses transmisi dari pengirim sampai kepada penerima. *Paket loss* biasanya dinyatakan dalam ukuran prosentase (%). Untuk mencari besar *packet loss* dalam komunikasi suara dapat dicari menggunakan Persamaan (2-2). [OLS-03].

$$Pln = \frac{jumlah\ packet\ loss}{jumlah\ packet\ loss + jumlah\ packet\ yang\ dikirim} \quad (2 - 2)$$

2.5.6. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data dari pengirim untuk sampai ke penerima. *Delay* merupakan parameter yang penting dalam menentukan kualitas suara karena *delay* merupakan penyebab utama menurunnya kualitas suara. *Delay* yang berpengaruh dalam komunikasi VoIP adalah *delay propagasi*. *Delay propagasi* adalah *delay* yang ditentukan oleh karakteristik jarak antara sumber dan tujuan, serta media transmisi yang digunakan untuk pengiriman sinyal suara. [THP-01]. Untuk mencari besar *delay* dalam komunikasi suara dapat dicari menggunakan Persamaan (2-3). [HAD-11].

$$\text{delay} = \frac{\text{waktu}}{\text{jumlah paket}} \quad (2-3)$$



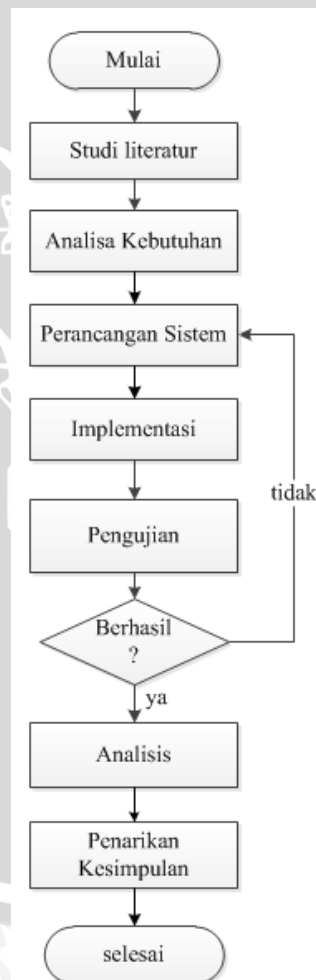
BAB III

METODOLOGI DAN PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian dan perancangan VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada jaringan lokal Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

3.2. Metodologi

Bagian metodologi menjelaskan tahapan yang digunakan dalam penelitian. Tahapan penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.

Sumber : [Perancangan]

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dan memahami hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1. Sumber bacaan yang digunakan berupa *text book*, skripsi, *paper*, dan sumber bacaan *softcopy* yang diperoleh dari Internet. Teori-teori yang digunakan yaitu :

- a. VoIP
- b. SIP
- c. Codec
- d. G.723.1
- e. Pengukuran Kualitas VoIP

3.1.2 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan digunakan untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian sebelum diimplementasikan yang meliputi :

3.1.2.1 Lingkungan

Penelitian ini akan diimplementasikan pada 3 gedung PTIHK yaitu:

1. Gedung A

Dalam gedung A, *client* menggunakan laptop dan terhubung ke jaringan lokal dengan menggunakan *wireless*.

2. Gedung B

Dalam gedung A, *client* menggunakan laptop dan PC. Laptop terhubung ke jaringan lokal dengan menggunakan *wireless* dan PC terhubung ke jaringan lokal dengan menggunakan kabel UTP.

3. Gedung C

Dalam gedung C, *client* menggunakan laptop dan terhubung ke jaringan lokal dengan menggunakan *wireless*.

Kondisi lingkungan yang akan dilakukan dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 kondisi yang berbeda untuk mengetahui kualitas VoIP yang akan diimplementasikan, yaitu :

1. Kondisi sepi, pada kondisi ini penggunaan trafik cenderung sedikit.
2. Kondisi ramai, pada kondisi ini penggunaan trafik cenderung padat.

3. Kondisi ramai dengan iperf, pada kondisi ini penggunaan trafik cenderung sedikit dan diberikan beban dengan menggunakan iperf.

Kondisi tersebut dapat diketahui dengan melihat grafik aktifitas dan trafik data jaringan PTIIK yang dikelola oleh BPTIK sebelum pengujian sehingga dapat ditentukan waktu pengujian sesuai dengan kondisi pengujian. Contoh grafik trafik jaringan satu hari, satu minggu dan satu bulan dapat dilihat pada lampiran 1.

3.1.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- 1 unit *server* yang digunakan sebagai penyedia layanan VoIP
- 3 unit PC
Untuk kondisi sepi dan ramai tanpa iperf menggunakan 2 unit PC sebagai *client* VoIP sedangkan kondisi ramai dengan iperf menggunakan 3 unit PC dengan 2 unit PC yang digunakan sebagai *client* VoIP dan 1 unit PC digunakan sebagai iperf untuk memberikan beban.
- 11 unit laptop
Untuk kondisi sepi dan ramai tanpa iperf menggunakan 8 unit laptop sebagai *client* VoIP sedangkan kondisi ramai dengan iperf menggunakan 11 unit laptop dengan 8 unit laptop yang digunakan sebagai *client* VoIP dan 3 unit laptop digunakan sebagai iperf untuk memberikan beban.
- 3 kabel UTP beserta *connector* yang digunakan pada komputer untuk terhubung ke jaringan komputer PTIIK.
- 10 unit *headphone* yang digunakan untuk mendengarkan suara dari lawan komunikasi.
- 10 unit *handphone* yang digunakan untuk memutar *file* suara yang akan ditransmisikan pada saat komunikasi berlangsung.
- 10 unit kabel *sound* yang digunakan sebagai media transmisi untuk memasukkan suara dari *handphone* kedalam komputer yang akan digunakan saat komunikasi berlangsung.

3.1.2.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. *Softphone*

Softphone adalah aplikasi yang berfungsi sebagai telepon dalam komunikasi VoIP. *Softphone* yang digunakan dalam penelitian ini adalah SipLite. SipLite digunakan karena mendukung codec yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu codec G.723.1 dan dapat diperoleh secara *free* di <http://iaxtalk.com>.

2. Wireshark

Wireshark adalah *software* yang dapat digunakan untuk melakukan analisa jaringan komputer. Dalam penelitian ini, wireshark digunakan untuk menganalisa nilai *bandwidth*, *packet loss*, dan *delay* dengan cara melakukan *capture* protokol yang sedang berjalan dalam jaringan tersebut yang akan digunakan di semua *client* ketika proses komunikasi VoIP berjalan. Dalam penelitian ini, wireshark yang digunakan adalah versi 1.9.2.

3. *Media Player*

Media player adalah *software* yang digunakan untuk memutar suara atau *audio*. Dalam penelitian ini, *media player* digunakan untuk memutar *file* suara yang berada dalam *handphone* kemudian akan ditransmisikan melalui layanan VoIP.

4. Iperf

Iperf adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menguji kinerja dari suatu jaringan dengan cara mengukur beberapa parameter yaitu *bandwidth*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Dalam menggunakan iperf diperlukan sedikitnya dua *host* yaitu satu *host* sebagai *client* dan satu *host* sebagai *server*. Pengujian dilakukan dengan cara *client* mengirimkan beberapa paket data ke *server*, paket data yang dikirimkan dapat berupa UDP atau TCP.

3.1.3 Perancangan Sistem

Perancangan untuk komunikasi VoIP menggunakan Asterisk *server* dan codec G.723.1 yang akan dilakukan di tiga gedung PTIIK dengan 10 *client* yang tersebar pada masing-masing gedung dan terhubung dalam jaringan lokal PTIIK

dengan subnet yang berbeda-beda pada tiap gedung. Perancangan dilakukan setelah mengetahui kondisi trafik jaringan di PTIIK. Untuk mengetahui kondisi trafik jaringan tersebut menggunakan perangkat lunak cacti. Hasil dari grafik cacti tersebut didapatkan dari BPTIK dan digunakan sebagai acuan ketika proses implementasi. Gambar 3.2 menunjukkan diagram alir perancangan sistem.



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan Sistem.

Sumber : [Perancangan]

3.1.4 Implementasi

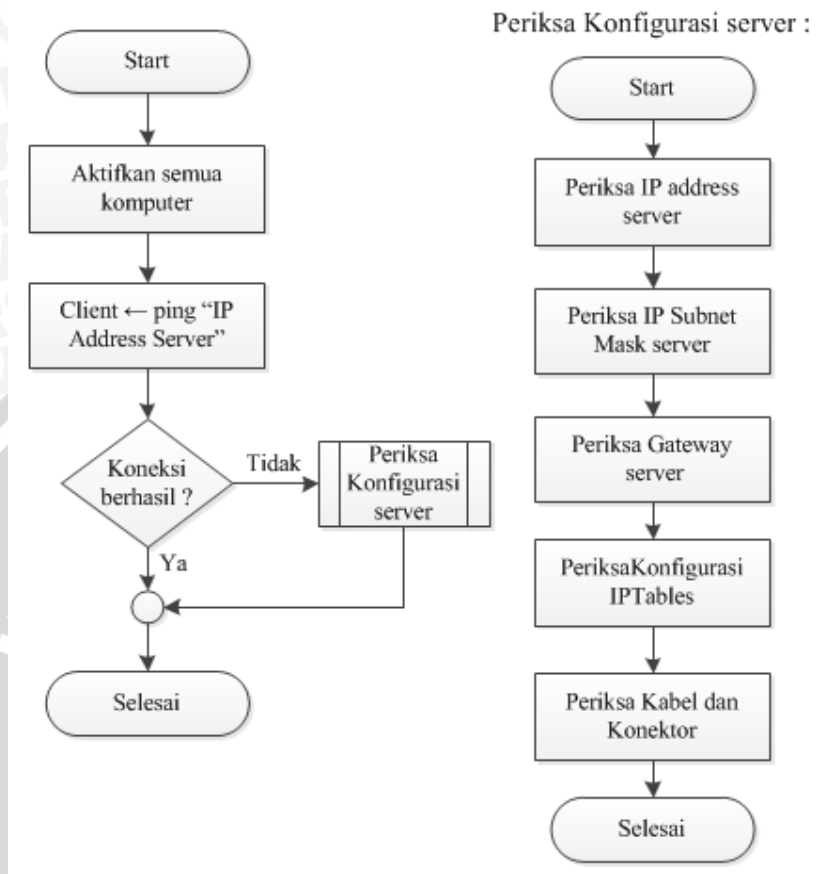
Tahapan selanjutnya adalah membuat implementasi sistem sesuai dengan tahap perancangan sistem yang telah ditentukan agar menjadi sebuah sistem nyata yang dapat digunakan.

3.1.5 Pengujian dan Analisa

Pada tahap pengujian ini, sistem yang telah diimplementasikan diuji dengan beberapa cara yaitu :

a. Pengujian interkoneksi jaringan *client-server*

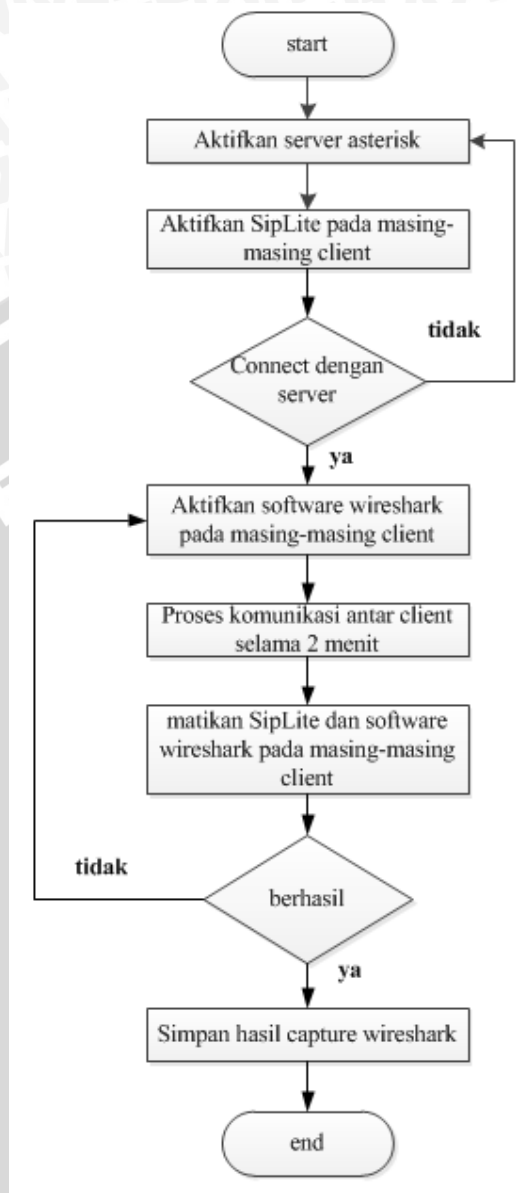
Tahap pengujian ini akan dilakukan dengan melakukan ping antara *client* ke *server*. Gambar 3.3 menunjukkan diagram alir pengujian koneksi *client-server*.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengujian Koneksi.

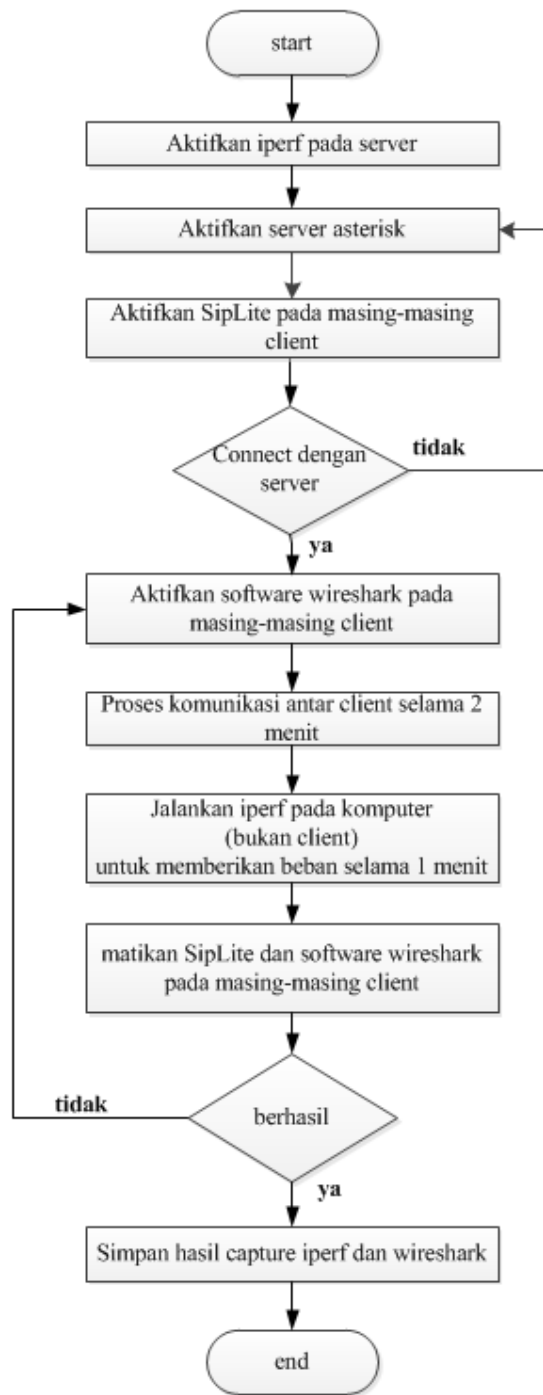
Sumber : [Perancangan]

- b. Pengujian interkoneksi jaringan *client-client*
Tahap pengujian ini akan dilakukan dengan melakukan ping antar *client*.
- c. Pengujian panggilan VoIP dan pengambilan data
Tahap pengujian ini akan dilakukan dengan melakukan panggilan komunikasi VoIP antara *client* satu dengan *client* lainnya selama 2 menit dengan 10 kali pengujian untuk setiap kondisi dan ketika proses panggilan VoIP berlangsung akan dilakukan pengambilan data menggunakan *software* wireshark. Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir pengujian panggilan VoIP pada kondisi sepi dan ramai tanpa iperf. Gambar 3.5 menunjukkan diagram alir pengujian panggilan VoIP pada kondisi ramai dengan iperf.



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian Panggilan VoIP tanpa Iperf

Sumber : [Perancangan]

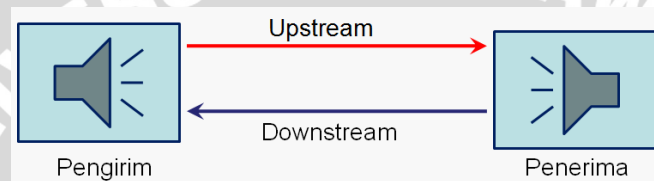


Gambar 3.5 Diagram Alir Pengujian Panggilan VoIP dengan Iperf.

Sumber : [Perancangan]

- d. Analisa kualitas VoIP menggunakan codec G.723.1 pada server Asterisk yang meliputi *bandwidth*, *delay* dan *packet loss*.

Setelah tahapan pengujian dilakukan dan data-data hasil pengujian didapatkan kemudian dilakukan analisa sesuai dengan teori-teori dengan persamaan matematis yang ada pada bagian tinjauan pustaka, dimana hasil analisa akan digunakan untuk pengambilan kesimpulan. Parameter yang akan dianalisa yaitu nilai *bandwidth*, *delay*, dan *packet loss*. Dalam analisa data akan dibedakan menjadi 2 yaitu *upstream* dan *downstream* untuk setiap *client*. Gambar 3.6 menunjukkan analisa untuk *upstream* dan *downstream*.



Gambar 3.6 Analisa *Upstream* dan *Downstream*.

Sumber : [Perancangan]

3.1.6 Pengambilan Kesimpulan

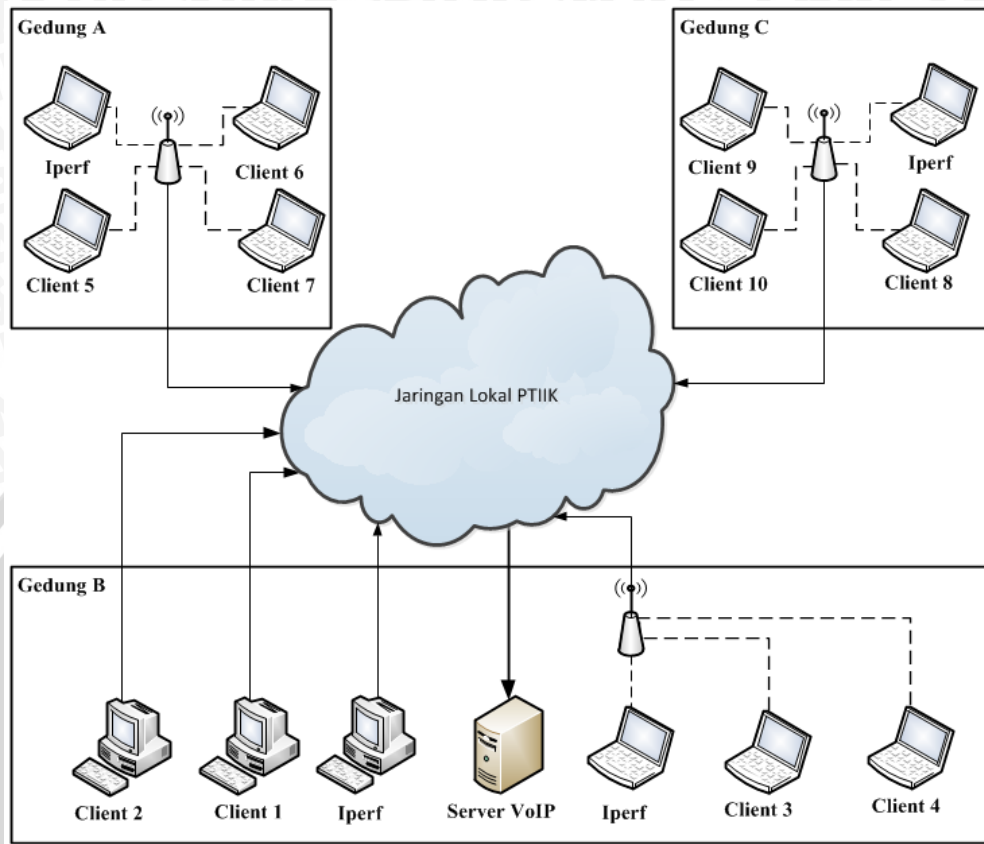
Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah melakukan analisis data. Kesimpulan merupakan hasil akhir yang diperoleh dan didasarkan pada kesesuaian dengan teori dan praktek yang telah dilakukan. Selanjutnya penulisan saran untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi untuk penelitian selanjutnya.

3.2 Perancangan

Tahap perancangan komunikasi VoIP terdiri dari :

3.2.1 Perancangan Jaringan

Jaringan yang akan diimplementasikan terdiri dari satu *server* dan sepuluh *client* serta 4 komputer sebagai *iperf* yang digambarkan pada Gambar 3.7.



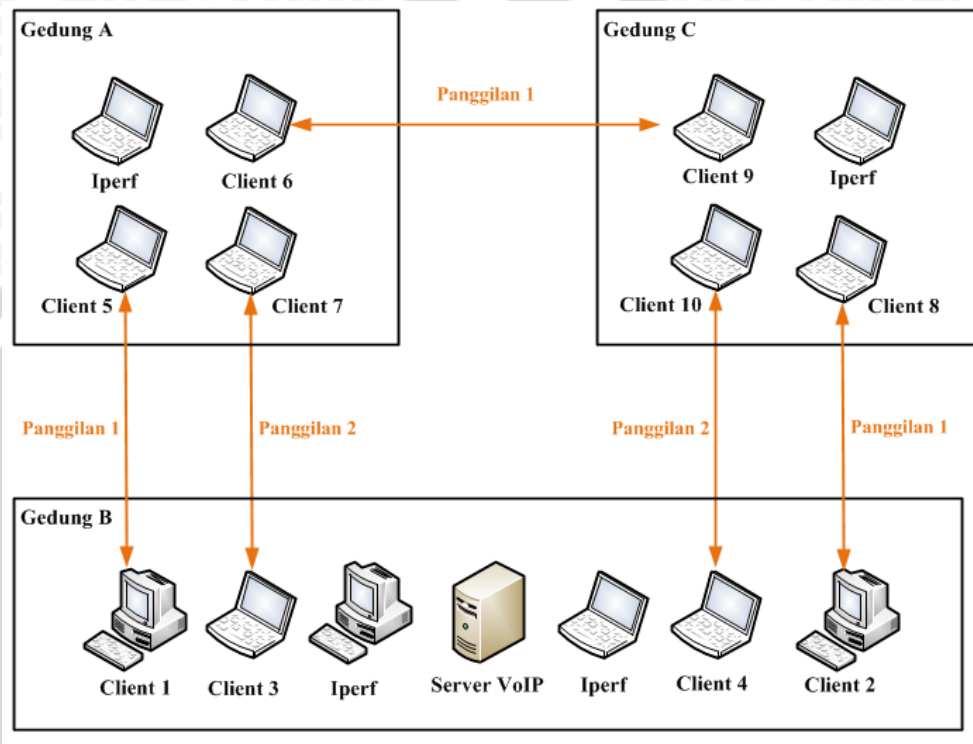
Gambar 3.7 Skema Jaringan VoIP.

Sumber : [Perancangan]

Dari Gambar 3.7 dapat dilihat bahwa di dalam gedung A terdapat 3 laptop yang digunakan sebagai *client* dan 1 laptop sebagai iperf untuk memberikan beban, gedung B terdapat 2 laptop dan 2 PC yang digunakan sebagai *client* serta 1 laptop dan 1 PC sebagai iperf untuk memberikan beban dan gedung C terdapat 3 laptop yang digunakan sebagai *client* dan 1 laptop sebagai iperf. Laptop terhubung ke jaringan lokal PTIIK menggunakan media wireless sedangkan PC terhubung ke jaringan lokal PTIIK menggunakan media kabel UTP. Setiap gedung memiliki subnet yang berbeda dengan gedung yang lain. Tetapi untuk gedung B, *client* yang menggunakan kabel berbeda subnet dengan *client* yang menggunakan *wireless*.

3.2.2 Perancangan Panggilan

Pada penelitian ini, terdapat 5 komunikasi yang akan berjalan dan dilakukan oleh 10 *client*. Gambar 3.8. menunjukkan skema komunikasi yang dilakukan oleh 10 *client*.



Gambar 3.8 Skema Komunikasi VoIP.

Sumber : [Perancangan]

Gambar 3.8 menjelaskan skema komunikasi yang akan dilakukan oleh *client*. Komunikasi yang dilakukan dibedakan menjadi 2 proses yang berbeda yaitu

1. Proses1

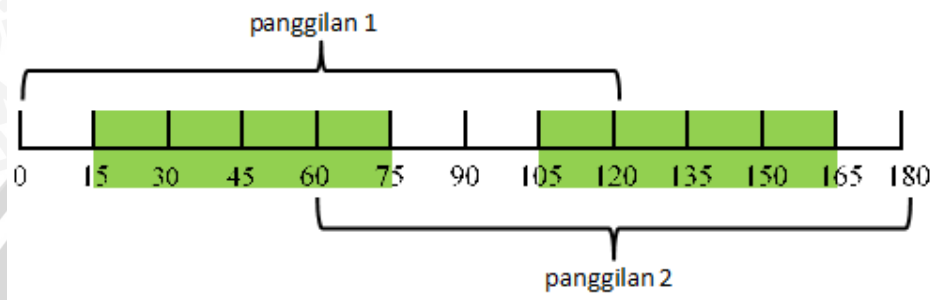
Dalam proses ini terdapat tiga komunikasi yang akan dilakukan yaitu panggilan 1 secara bersamaan.

2. Proses 2

Ketika proses 1 sedang berlangsung selama 1 menit, akan dilanjutkan proses 2 dengan dua komunikasi yaitu panggilan 2 secara bersamaan.

Dalam satu waktu akan terdapat 5 komunikasi secara bersamaan. Proses komunikasi tersebut akan berulang sebanyak 10 kali untuk setiap kondisi yang

telah ditentukan. Untuk kondisi ramai dengan iperf, ketika panggilan 1 telah berjalan selama 15 detik maka iperf akan dijalankan selama 1 menit dan kemudian berhenti selama 30 detik dan iperf akan dijalankan kembali selama 1 menit. Ketika iperf berjalan terdapat kondisi panggilan 1 dan panggilan 2 berjalan bersamaan. Skema penggunaan iperf tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Skema Penggunaan Iperf.

Sumber : [Perancangan]

3.2.3 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahapan ini akan dilakukan perancangan untuk perangkat keras yang akan digunakan. Setiap PC akan terhubung ke jaringan lokal dengan menggunakan kabel UTP, sedangkan laptop menggunakan *wireless*. Kemudian PC dan laptop tersebut dihubungkan ke *handphone* dengan menggunakan kabel *sound* untuk proses transmisi suara. Untuk mendengarkan transmisi suara yang datang diperlukan *headphone* yang sebelumnya telah terpasang pada PC atau laptop *client*.

3.2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Sebelum dilakukan implementasi, perangkat lunak yang dibutuhkan harus dirancang terlebih dahulu.

1. Perancangan *server* VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada *server* Asterisk. Dalam hal ini, akan dilakukan konfigurasi eth0 pada *server* VoIP agar dapat terhubung pada jaringan lokal PTIIK. Setelah itu dilakukan instalasi Asterisk *server* dan codec G.723.1 pada *server* yang akan

digunakan serta konfigurasi registrasi *client*. Diagram alir perancangan *server* VoIP ditunjukkan pada lampiran 2.

2. Perancangan *software* komunikasi VoIP pada *client* yaitu SipLite dan pengaturan IP pada *client*. Dalam hal ini, akan dilakukan instalasi *softphone* yaitu SipLite serta pengaturan IP dengan menggunakan DHCP *server*. Diagram alir perancangan *software* komunikasi VoIP ditunjukkan pada lampiran 3.
3. Perancangan *software* capture data yaitu *wireshark* yang digunakan untuk mengukur kualitas layanan VoIP. Dalam hal ini, akan dilakukan instalasi *software* paket capturing pada *client* yang akan melakukan komunikasi.
4. Perancangan *iperf* pada *server* dan *client* VoIP untuk menguji performansi dari komunikasi VoIP yang diimplementasikan pada jaringan lokal PTIIK.



BAB IV

IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang implementasi VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dengan menggunakan codec G.723.1 pada server Asterisk dalam jaringan lokal Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

4.1. Spesifikasi Sistem

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dibutuhkan beberapa perangkat yang menunjang ketika proses implementasi dilaksanakan. Perangkat yang dibutuhkan yaitu :

4.1.1. Server

Server yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit server Cisco UCS C210 M2 dengan spesifikasi sebagai berikut :

CPU	: Dual Intel Xeon 5600 Series
Harddisk	: 140GB
Memory	: 8GB
NIC	: Embedded dual-port Intel 82576NS PCIe-based Gigabit Ethernet controller
Operating System	: Centos 6.3
IP Address	: 175.45.187.252
Subnet Mask	: 255.255.255.240
Default Gateway	: 175.45.187.241

Server yang akan digunakan dalam penelitian ini akan menggunakan Asterisk sebagai VoIP server serta codec G.723.1 sebagai algoritma kompresi data suara dan iperf yang akan digunakan untuk menguji performansi jaringan di PTIIK.

4.1.2. Client

Dalam penelitian ini, perangkat yang digunakan untuk *client* berbeda-beda dalam 3 kondisi pengujian. Tetapi, subnet yang digunakan oleh *client* tetap. Posisi *client* ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Posisi *Client*

Gedung	Client	Netmask	Gateway	Range IP	Media
A	105 106 107	255.255.255.0	172.21.12.1	172.21.12.2- 172.21.12.254	Wireless
B	101 102	255.255.255.192	172.21.3.1	172.21.3.2- 172.21.3.62	Kabel
B	103 104	255.255.255.0	172.21.11.1	172.21.11.2- 172.21.11..254	Wireless
C	108 109 110	255.255.255.0	172.21.13.1	172.21.13.2- 172.21.13.254	Wireless

Sumber : [Perancangan]

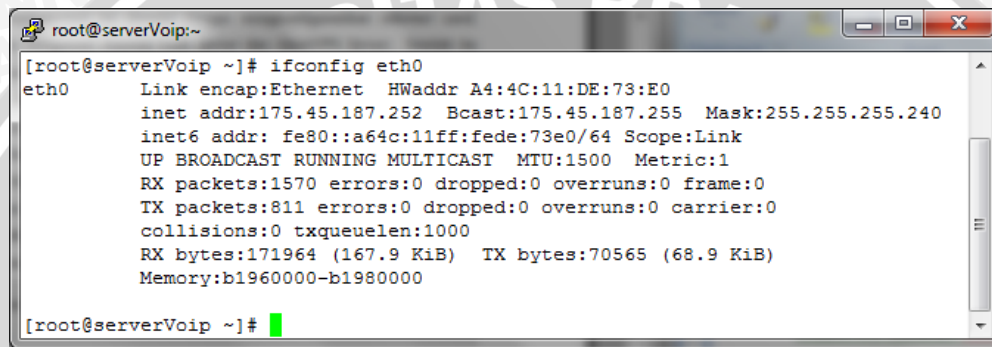
Dalam penelitian ini, *client* menggunakan sistem operasi Windows 7 dan Windows XP serta aplikasi utama yaitu SipLite yang digunakan sebagai VoIP *client* dan Wireshark yang digunakan untuk menangkap paket data yang keluar masuk dari *client*.

4. 2. Instalasi dan Konfigurasi Server

Dalam penelitian ini, *server* yang akan digunakan telah diinstall Sistem Operasi Centos 6.3 minimal. Proses yang akan dilakukan ketika instalasi dan konfigurasi *server* adalah sebagai berikut :

4.2.1. Konfigurasi Eth0

Konfigurasi Eth0 dalam server digunakan agar server dapat terhubung ke jaringan lokal PTIIK Universitas Brawijaya. Konfigurasi yang dilakukan meliputi konfigurasi ip *address*, *gateway*, *netmask* dan DNS yang akan digunakan. Dalam hal ini, DNS yang digunakan adalah DNS Universitas Brawijaya. Pengaturan konfigurasi Eth0 ditunjukkan pada lampiran 4. Tampilan konfigurasi eth0 ditunjukkan pada Gambar 4.1.



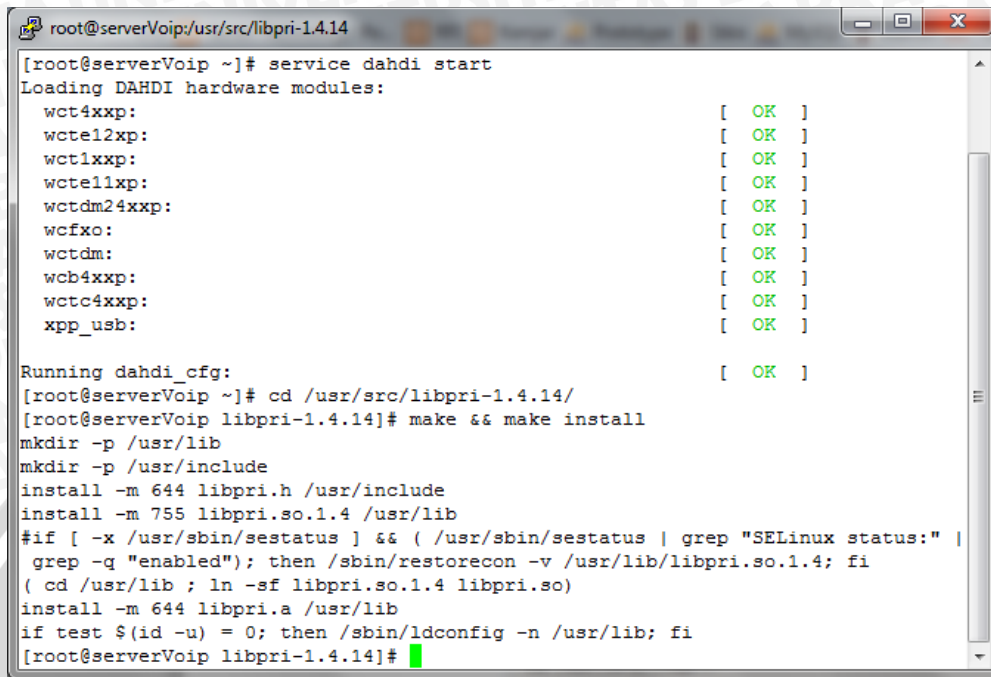
```
root@serverVoip:~  
[root@serverVoip ~]# ifconfig eth0  
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr A4:4C:11:DE:73:E0  
          inet addr:175.45.187.252  Bcast:175.45.187.255  Mask:255.255.255.240  
          inet6 addr: fe80::a64c:11ff:fedc:73e0/64 Scope:Link  
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1  
          RX packets:1570 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0  
          TX packets:811 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0  
          collisions:0 txqueuelen:1000  
          RX bytes:171964 (167.9 KiB)  TX bytes:70565 (68.9 KiB)  
          Memory:b1960000-b1980000  
[root@serverVoip ~]#
```

Gambar 4.1 Konfigurasi Eth0.

Sumber : [Perancangan]

4.2.2. Instalasi Asterisk VoIP Server

Dalam penelitian ini, paket utama yang digunakan untuk komunikasi VoIP adalah Asterisk. Asterisk yang digunakan adalah Asterisk versi 11.2.1. Selain Asterisk, terdapat paket-paket yang mendukung komunikasi VoIP yaitu dahdi dan libpri, karena tanpa paket tersebut komunikasi VoIP tidak dapat berjalan. Perintah instalasi Asterisk VoIP server ditunjukkan pada lampiran 5. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa paket dahdi dan libpri telah diinstall dalam server. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa Asterisk telah diinstall dan dapat dijalankan.



```

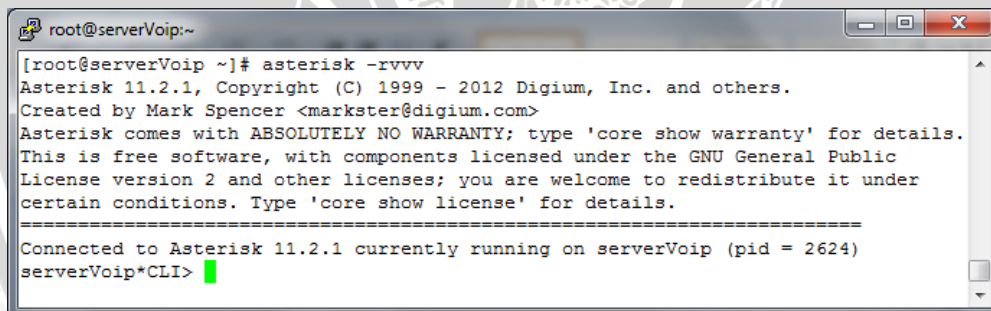
root@serverVoip:/usr/src/libpri-1.4.14
[root@serverVoip ~]# service dahdi start
Loading DAHDI hardware modules:
wct4xxp: [ OK ]
wct12xp: [ OK ]
wct1xxp: [ OK ]
wct11xp: [ OK ]
wctdm24xxp: [ OK ]
wcfxo: [ OK ]
wctdm: [ OK ]
wcb4xxp: [ OK ]
wctc4xxp: [ OK ]
xpp_usb: [ OK ]

Running dahdi_cfg: [ OK ]
[root@serverVoip ~]# cd /usr/src/libpri-1.4.14/
[root@serverVoip libpri-1.4.14]# make && make install
mkdir -p /usr/lib
mkdir -p /usr/include
install -m 644 libpri.h /usr/include
install -m 755 libpri.so.1.4 /usr/lib
#if [ -x /usr/sbin/sestatus ] && ( /usr/sbin/sestatus | grep "SELinux status:" |
grep -q "enabled"); then /sbin/restorecon -v /usr/lib/libpri.so.1.4; fi
( cd /usr/lib ; ln -sf libpri.so.1.4 libpri.so )
install -m 644 libpri.a /usr/lib
if test $(id -u) = 0; then /sbin/ldconfig -n /usr/lib; fi
[root@serverVoip libpri-1.4.14]#

```

Gambar 4.2 Instal Dahdi dan Libri.

Sumber : [Perancangan]



```

root@serverVoip:~
[root@serverVoip ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.2.1, Copyright (C) 1999 - 2012 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.2.1 currently running on serverVoip (pid = 2624)
serverVoip*CLI>

```

Gambar 4.3 Instal Asterisk 11.2.1.

Sumber : [Perancangan]

4.2.3 Instalasi Codec

Codec yang digunakan dalam penelitian ini adalah codec G.723.1. Ketika Asterisk telah diinstal, beberapa codec telah disertakan tetapi untuk codec G.723.1 belum tersedia, maka harus *download* paketnya terlebih dahulu. Sebelum dilakukan *download* codec G.723.1, terlebih dahulu dilihat arsitektur CPU yang

digunakan. Dalam penelitian ini CPU yang digunakan memiliki arsitektur core2 sse4. Perintah instalasi codec G.723.1 ditunjukkan pada lampiran 6.

4.2.4 Konfigurasi Registrasi Akun *Client*

Dalam komunikasi VoIP, setiap akun *client* didaftarkan ke dalam *server*. Konfigurasi akun *client* di Asterisk berada pada *file* /etc/asterisk/sip.conf. Berikut ini adalah konfigurasi registrasi akun *client* di Asterisk.

```
[general]
context=telp
bindport=5060
bindaddr=0.0.0.0
disallow=all
allow=g723 ; codec yang digunakan

[101]
context=telp
type=friend
username=client1
secret=101
host=dynamic
qualify=yes
```

Dalam penelitian ini, *client* yang akan ditambahkan sebanyak 10 *client* yang akan berkomunikasi dengan nomor VoIP 101-110. *Context* digunakan untuk melakukan panggilan ke *server* dengan aturan yang sudah ada pada *file* *extensions.conf*, *type* menunjukkan tipe yang akan digunakan dalam komunikasi, *username* menunjukkan nama *client* yang didaftarkan, *secret* menunjukkan *password* yang digunakan oleh *client* untuk *login*., *host* digunakan untuk menentukan alamat IP dari *client*, *qualify* digunakan oleh *server* untuk uji koneksi ke *client*.

Sebelum menjalankan komunikasi VoIP, nomor VoIP yang akan digunakan oleh *client* harus ditetapkan terlebih dahulu. Untuk menetapkan nomor VoIP tersebut dilakukan dalam *file* `/etc/asterisk/extensions.conf`. Berikut adalah konfigurasi yang digunakan :

```
[telc]
exten =>101,1,Dial(SIP/101,20)
exten => 101,2,Hangup()
exten =>102,1,Dial(SIP/102,20)
exten => 102,2,Hangup()
```

Konfigurasi *dial plan* untuk *client* (101-110) adalah jika ada telpon dari *client* dengan *extension* (101-110), langkah pertama adalah memanggil (*dial*) *extension* tersebut menggunakan protokol SIP dan jika tidak ada respon selama 20 detik maka panggilan akan langsung terputus (*Hang Up*).

4. 3. Instalasi dan Konfigurasi *Client* VoIP

Tahapan ini akan membahas tentang instalasi dan konfigurasi *client* VoIP. Proses yang akan dilakukan yaitu konfigurasi TCP/IP serta instalasi dan konfigurasi *softphone client*.

4.3.1. Konfigurasi TCP/IP

Konfigurasi TCP/IP pada komputer *client* dilakukan agar PC/laptop yang akan digunakan dapat berkomunikasi dengan *access point* maupun kabel. Untuk konfigurasi komputer digunakan alamat IP dinamis yang telah ditentukan oleh subnet jaringan yang digunakan. Gambar konfigurasi TCP/IP ditunjukkan pada lampiran 7.

4.3.2. Instalasi dan Konfigurasi *Softphone Client*

Softphone yang digunakan dalam penelitian ini adalah SipLite versi 3.1.0.1. Berikut adalah langkah-langkah dalam konfigurasi *client* pada SipLite.

1. Pengaturan untuk registrasi SIP *account*

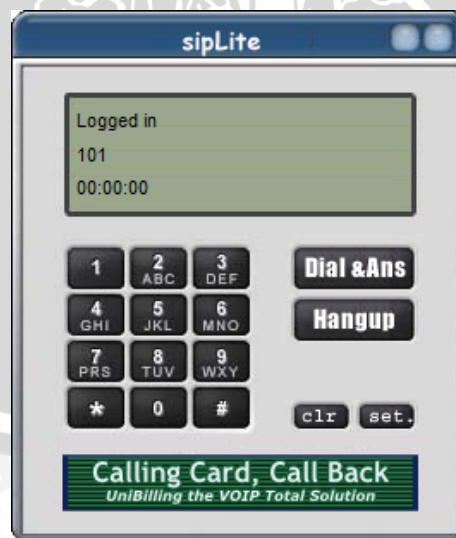
Sebelum melakukan komunikasi VoIP, *client* harus melakukan registrasi terlebih dahulu. Registrasi dilakukan dengan mengisi *Server Address* yang merupakan IP *server* yang akan digunakan, *account code* yang merupakan nomor VoIP *client* serta *password* yang merupakan *password client* sesuai dengan nomor VoIP *client* yang telah didaftarkan pada *server Asterisk* sebelumnya. Pengaturan untuk registrasi SIP *account* ditunjukkan pada lampiran 8.

2. Pengaturan pemilihan codec

Dalam penelitian ini menggunakan codec G.723.1 untuk komunikasi VoIP. Pengaturan codec yang akan digunakan dengan memilih codec G.723.1. Pengaturan untuk pemilihan codec ditunjukkan pada lampiran 9.

3. Pengaturan *port*

Dalam proses komunikasi VoIP menggunakan *port* 5060. Pengaturan *port* yang akan digunakan dengan mengisi *bind to port* yang merupakan nomor *port* yang dibuka untuk komunikasi VoIP pada *client* dan *server port* yang merupakan nomor *port* yang dibuka pada *server Asterisk VoIP*. Pengaturan untuk port yang digunakan ditunjukkan pada lampiran 10. Kemudian SipLite melakukan *login* dengan mengirim nomor VoIP dan *password* ke *server VoIP*. Jika login berhasil akan muncul tampilan seperti Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan *Login* berhasil.

Sumber : Perancangan

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dilakukan pengujian, pengambilan data dan analisis kinerja VoIP menggunakan codec G.723.1 yang dilakukan pada jaringan lokal PTIIK. Waktu pengujian yang akan dilakukan ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Waktu Pengujian

No.	Kondisi	Tanggal	Waktu
1	Sepi	5 Juni 2013	15.20-16.30
2	Ramai	5 Juni 2013	17.00-18.10
3	Ramai dengan iperf	21 Juni 2013	16.20-17.40

Sumber : [Pengujian]

5. 1. Pengujian Koneksi

Pada tahap pengujian ini akan dilakukan pengujian koneksi untuk *client-server* dan *client-client*. Pengujian koneksi *client-server* untuk memastikan bahwa *client* dapat melakukan koneksi dengan *server* dan sebaliknya *server* dapat melakukan koneksi dengan *client*. Pengujian koneksi *client-client* untuk memastikan bahwa *client* dapat melakukan koneksi dengan *client* lainnya. Pengujian koneksi dilakukan dengan perintah ping antara *client-server* dan *client-client*. Selain itu juga akan dilakukan uji konektifitas *client* dari sisi *server*. Gambar 5.1 menunjukkan uji koneksi dan Gambar 5.2 menunjukkan uji konektifitas *client*.

```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\TEMP.LABjarkom08-PC.000>ping 175.45.187.252

Pinging 175.45.187.252 with 32 bytes of data:
Reply from 175.45.187.252: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 175.45.187.252: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 175.45.187.252: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 175.45.187.252: bytes=32 time<1ms TTL=63

Ping statistics for 175.45.187.252:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\TEMP.LABjarkom08-PC.000>ping 172.21.12.26

Pinging 172.21.12.26 with 32 bytes of data:
Reply from 172.21.12.26: bytes=32 time=13ms TTL=126
Reply from 172.21.12.26: bytes=32 time=4ms TTL=126
Reply from 172.21.12.26: bytes=32 time=9ms TTL=126
Reply from 172.21.12.26: bytes=32 time=12ms TTL=126

Ping statistics for 172.21.12.26:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 13ms, Average = 9ms

```

Gambar 5.1 Uji Koneksi.

Sumber : [Hasil Pengujian]

```

serverVoip*CLI> sip show channels

```

Peer	User/ANR	Call ID	Format	Hold	Last Message	Expiry	Peer
172.21.13.166	client10	13ca52461fc0fe5	(g723)	No	Tx: ACK		110
172.21.12.144	client7	51c84c14a0e74bc	(g723)	No	Tx: ACK		107
172.21.3.44	client2	2c72f59e66575a7	(g723)	No	Tx: ACK		102
172.21.12.26	client5	5f7cf4e74e1aa9d	(g723)	No	Tx: ACK		105
172.21.3.57	client1	b22bf31d6845474	(g723)	No	Tx: ACK		101
172.21.11.108	client4	63e15f210afa45c	(nothing)	No	Tx: BYE		104
172.21.11.108	client4	1766fd558fd243d	(g723)	No	Tx: ACK		104
172.21.11.107	client3	653dfa31319e900	(g723)	No	Tx: ACK		103
172.21.13.144	client9	36343fd539e8d70	(g723)	No	Tx: ACK		109
172.21.12.185	client6	4aab863e0b74446	(g723)	No	Tx: ACK		106
172.21.13.141	client8	f866e920c42840d	(g723)	No	Tx: ACK		108
11 active SIP dialogs							

```

serverVoip*CLI>

```

Gambar 5.2 Uji Konektifitas.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Berdasarkan Gambar 5.1 uji koneksi menunjukkan bahwa antara *client-server* dan *client-client* telah terkoneksi sehingga komunikasi VoIP dapat dilakukan. Hal ini ditunjukkan bahwa *server* membalas *request* yang dikirim oleh *client*, begitu juga *client* membalas *request* yang dikirimkan oleh *client* lainnya. Untuk mengetahui konektifitas *client* dari sisi *server*, dapat dilihat pada Gambar 5.2 bahwa pada kolom *last message* tertulis ACK.

5.2. Pengujian Panggilan dan Pengambilan Data

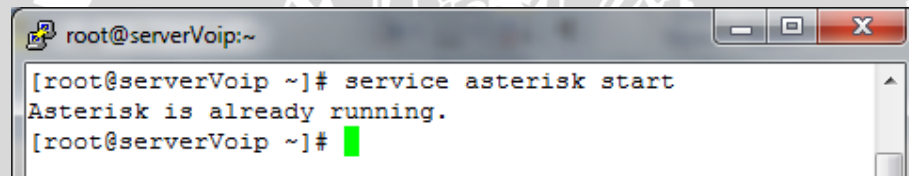
Pada tahap ini akan dilakukan pengujian panggilan VoIP antar *client*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Selain tahap pengujian panggilan juga dilakukan pengambilan data yang kemudian akan dianalisis untuk mengetahui kualitas VoIP. Tahap pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap kondisi dan komunikasi dilakukan dalam waktu 2 menit.

5.2.1. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *service* Asterisk di komputer *server* dengan perintah

```
[root@serverVoip ~]# service asterisk start
```

Gambar 5.3 menunjukkan Asterisk telah dijalankan.



```
root@serverVoip:~
[ root@serverVoip ~ ]# service asterisk start
Asterisk is already running.
[ root@serverVoip ~ ]#
```

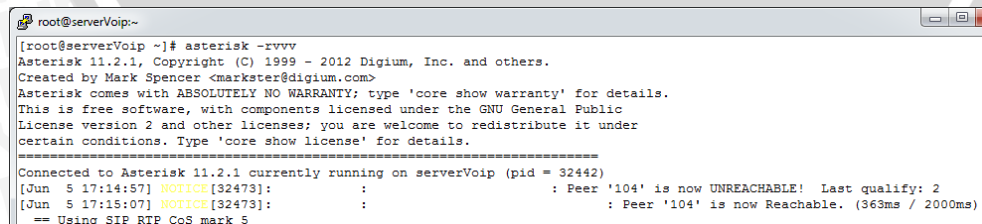
Gambar 5.3 Asterisk aktif.

Sumber : [Hasil Pengujian]

2. Aktifkan SipLite pada komputer *client*
3. Untuk melihat aktifitas *server* digunakan perintah

```
[root@serverVoip ~]# asterisk -rvvv
```

Gambar 5.4 menunjukkan aktifitas yang terjadi pada *server*.



```
root@serverVoip:~
[ root@serverVoip ~ ]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.2.1, Copyright (C) 1999 - 2012 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.

=====
Connected to Asterisk 11.2.1 currently running on serverVoip (pid = 32442)
[Jun  5 17:14:57] NOTICE[32473]:                : Peer '104' is now UNREACHABLE! Last qualify: 2
[Jun  5 17:15:07] NOTICE[32473]:                : Peer '104' is now Reachable. (363ms / 2000ms)
== Using SIP RTP CoS mark 5
```

Gambar 5.4 Aktifitas *server*.

Sumber : [Hasil Pengujian]

4. Aktifkan Wireshark pada *client* untuk menangkap paket data yang keluar masuk dari *client*.
5. *Client* saling menghubungi sesuai dengan skema pemanggilan pada Bab III.

Gambar 5.5 menunjukkan proses panggilan.

```

== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [109@telp:1] Dial("SIP/106-0000048f", "SIP/109,20") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/109
-- SIP/109-00000490 is ringing
-- SIP/109-00000490 is ringing
-- SIP/109-00000490 answered SIP/106-0000048f
-- Remotely bridging SIP/106-0000048f and SIP/109-00000490
-- Using SIP RTP CoS mark 5

```

Gambar 5.5 Proses Panggilan.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Pada Gambar 5.5 terlihat bahwa terdapat panggilan yang sedang diproses yaitu *client* 106 memanggil *client* 109, kemudian *client* 109 *ringing* lalu *client* 109 menjawab panggilan dari *client* 106 dan komunikasi VoIP berjalan.

6. Untuk pengujian kondisi ramai dengan *iperf*, ketika komunikasi sedang berjalan maka dijalankan *iperf* untuk memberi beban sesuai dengan skema penggunaan *iperf* pada Bab III.
7. Matikan SipLite dan wireshark pada masing-masing *client*, kemudian hasil *capture* wireshark disimpan.

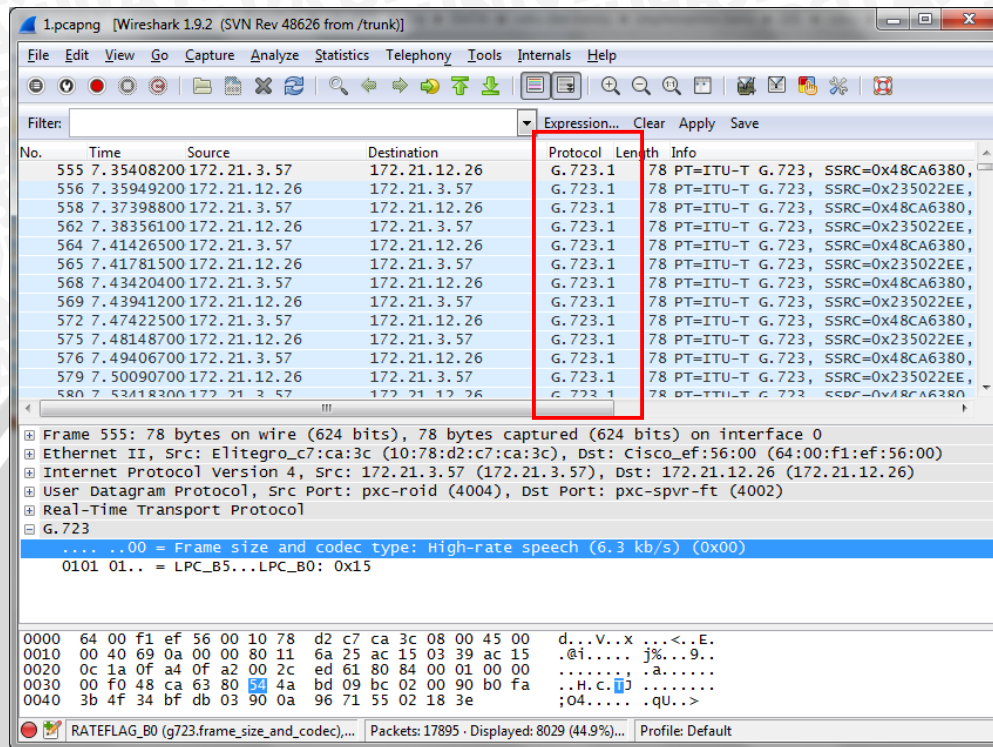
5.2.2. Pengujian *iperf*

Pengujian *iperf* digunakan untuk kondisi ramai dengan beban. *Iperf* digunakan untuk memberi beban pada jaringan dan menguji performansi jaringan yang digunakan. Pada penelitian ini, *iperf* digunakan sebelum panggilan dan ketika panggilan sedang berjalan. *Iperf* digunakan pada PC yang sedang tidak melakukan komunikasi. Perintah untuk *iperf* dapat dilihat pada lampiran 11.

5.2.3. Pengambilan Data

Proses pengambilan data yang dilakukan menggunakan aplikasi wireshark. Pengambilan data dilakukan ketika akan dilakukan panggilan. Dari hasil

pengambilan data yang dilakukan, dapat diketahui nilai *bandwidth*, *delay* dan *packet loss*. Gambar 5.6 menunjukkan *capturing* data wireshark.



Gambar 5.6 Hasil *Capturing* Data dengan Wireshark.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Dari Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa komunikasi VoIP yang berjalan telah menggunakan codec G.723.1 dengan *high rate speech* (6.3 kbps).

Parameter yang akan diukur dalam skripsi ini meliputi :

1. *Bandwidth*

Untuk menganalisa nilai *bandwidth* berdasarkan hasil *capturing* data dengan menggunakan wireshark, terlebih dahulu dilakukan *filtering* paket kemudian dilihat pada fitur *summary* pada wireshark yang ditunjukkan pada Gambar 5.7.

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	17895	4010	22.408%	0	0.000%
Between first and last packet	136.652 sec	120.258 sec			
Avg. packets/sec	130.953	33.345			
Avg. packet size	456.307 bytes	62.395 bytes			
Bytes	8165605	250204	3.064%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	59754.662	2080.555			
Avg. MBit/sec	0.478	0.017			

Gambar 5.7 Wireshark Summary.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Dari Gambar 5.7 dapat dicari nilai *bandwidth* dengan Persamaan (2- 1) dan Persamaan (2-2):

$$PPS = \frac{\text{besar bit rate codec}(bps)}{\text{ukuran voice payload}(bits)} \quad (2-2)$$

$$PPS = \frac{6.3 \text{ kbps} \times 1024}{24 \text{ bytes} \times 8} = 33.6 \text{ pps}$$

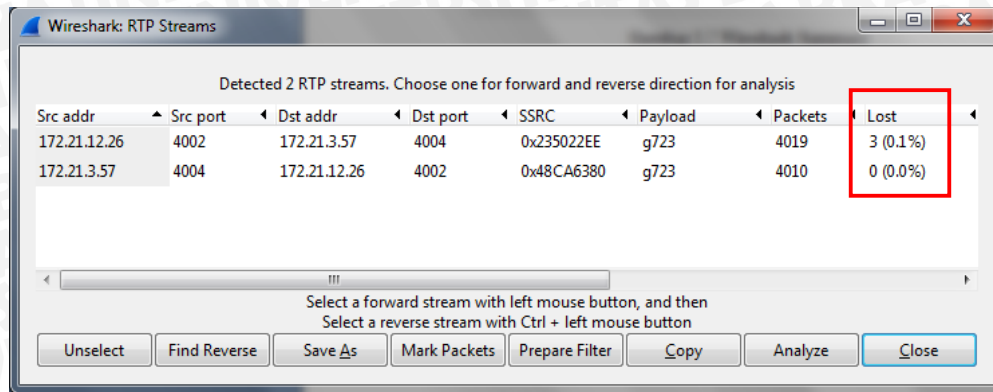
$$\text{bandwidth} = \text{total ukuran paket}(bits) \times PPS \quad (2-1)$$

$$\text{bandwidth} = (62.395 \text{ bytes} \times 8) \times 33.6 \text{ pps} = 16771.776 \text{ bps} = 16.378 \text{ kbps}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai *bandwidth* sebesar 16.378 kbps. Untuk hasil perhitungan *bandwidth* lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 12.

2. Packet Loss

Untuk menganalisa jumlah *packet loss* berdasarkan hasil *capture* data dengan menggunakan wireshark pada fitur *RTP Streams* yang ditunjukkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 RTP Stream.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Berdasarkan Gambar 5.8 dapat dilihat nilai *packet loss upstream* dari 172.21.3.57 menuju 172.21.12.26 sebesar 0 % dengan jumlah *packet loss* 0, sedangkan nilai *packet loss downstream* dari 172.21.12.26 menuju 172.21.3.57 sebesar 0.1 % dengan jumlah *packet loss* 3. Untuk hasil analisa *packet loss* lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 13.

3. Delay

Untuk menganalisa nilai *delay* berdasarkan hasil *capture* data dengan menggunakan wireshark, terlebih dahulu dilakukan *filtering* paket kemudian dilihat pada fitur *summary* pada wireshark yang ditunjukkan pada Gambar 5.9.

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	17895	4010	22.408%	0	0.000%
Between first and last packet	136.652 sec	120.258 sec			
Avg. packets/sec	130.953	33.345			
Avg. packet size	456.307 bytes	62.395 bytes			
Bytes	8165605	250204	3.064%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	59754.662	2080.555			
Avg. MBit/sec	0.478	0.017			

Gambar 5.9 Wireshark Summary.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Dari Gambar 5.9 dapat dicari nilai *delay* dengan Persamaan (2-3) :

$$\begin{aligned} \text{delay} &= \frac{\text{waktu}}{\text{jumlah paket}} & (2-3) \\ \text{delay} &= \frac{120.258 \text{ sec}}{4010} = 0.029 \text{ s} = 29 \text{ ms} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai *delay* sebesar 29 ms. Untuk hasil perhitungan *delay* lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 14.

5. 3. Analisa Kualitas VoIP

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dan diperoleh data hasil pengujian, kemudian akan dilakukan analisis hasil pengujian tersebut. Analisis yang dilakukan meliputi analisis *bandwidth*, *packet loss*, dan *delay*.

Pada penelitian ini, ketika implementasi dilakukan pada kondisi sepi dan ramai dengan ramai diberikan beban menggunakan *iperf* telah berbeda infrastruktur jaringan pada gedung A dan C PTIHK. Infrastruktur ketika pengujian dengan kondisi sepi dan ramai pada gedung A dan C yang sebelumnya menggunakan *switch* dalam pendistribusian paket data telah diganti menggunakan *router* ketika pengujian pada kondisi ramai dengan *iperf*, selain itu juga kondisi jaringan pada gedung B PTIHK dengan media wireless tidak stabil. Hal tersebut akan mempengaruhi hasil analisa kualitas VoIP.

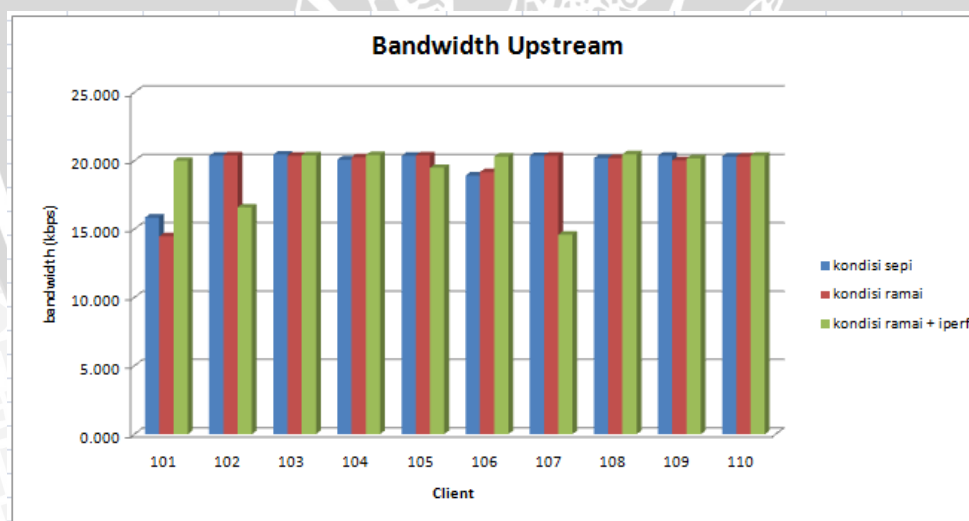
5.3.1. Bandwidth

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh nilai *bandwidth* yang dibutuhkan dalam komunikasi VoIP dengan codec G.723.1 untuk setiap kondisi pada setiap *client* ditunjukkan pada Tabel 5.2. Untuk grafik *bandwidth* dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan 5.11.

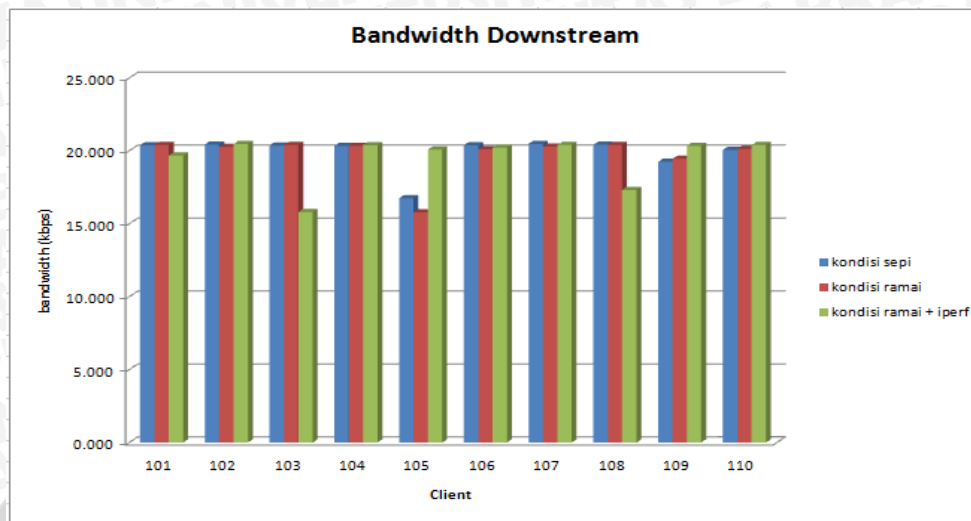
Tabel 5.2 *Bandwidth upstream dan downstream*

<i>Client</i>	Sepi (kbps)		Ramai (kbps)		Ramai + iperf (kbps)	
	<i>Upstream</i>	<i>Downstream</i>	<i>upstream</i>	<i>downstream</i>	<i>upstream</i>	<i>downstream</i>
101	15.848	20.379	14.48	20.40	19.991	19.672
102	20.351	20.427	20.39	20.26	16.584	20.465
103	20.454	20.362	20.36	20.39	20.396	15.804
104	20.075	20.342	20.26	20.34	20.419	20.387
105	20.354	16.746	20.38	15.78	19.475	20.079
106	18.911	20.371	19.16	20.11	20.309	20.226
107	20.346	20.475	20.37	20.29	14.591	20.393
108	20.186	20.411	20.20	20.41	20.463	17.320
109	20.348	19.244	20.03	19.44	20.167	20.337
110	20.308	20.056	20.31	20.13	20.369	20.404
Rata-rata	19.718	19.881	19.593	19.755	19.276	19.509

Sumber : [Hasil Pengujian]

Gambar 5.10 *Bandwidth Upstream*.

Sumber : [Hasil Pengujian]



Gambar 5.11 *Bandwidth Downstream*.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Hasil dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada kondisi sepi membutuhkan *bandwidth* untuk *upstream* sebesar 19.718 kbps dan *downstream* sebesar 19.881 kbps. Pada kondisi ramai membutuhkan *bandwidth* untuk *upstream* sebesar 19.593 kbps dan *downstream* sebesar 9.755 kbps. Sedangkan kondisi ramai dengan beban membutuhkan *bandwidth* untuk *upstream* sebesar 19.276 kbps dan *downstream* sebesar 19.509 kbps.

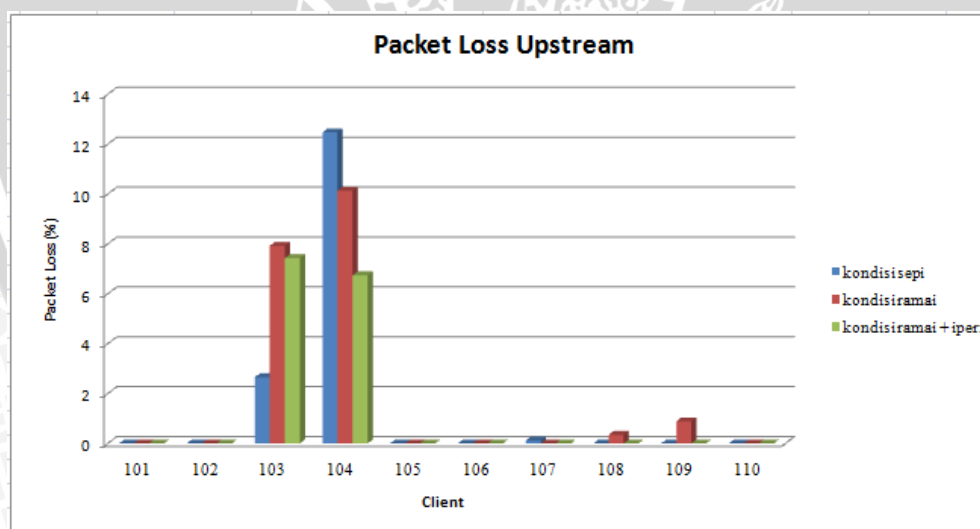
5.3.2. *Packet Loss*

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh nilai *packet loss* yang dibutuhkan dalam komunikasi VoIP dengan codec G.723.1 untuk setiap kondisi pada setiap *client* ditunjukkan pada Tabel 5.3. Untuk grafik *packet loss* dapat dilihat pada Gambar 5.12 dan 5.13.

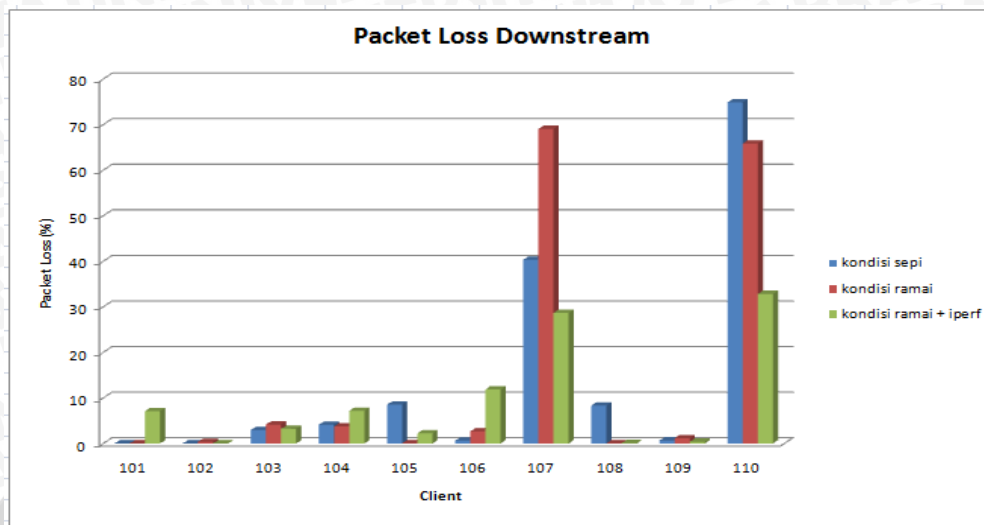
Tabel 5.3 *Packet loss upstream dan downstream*

Client	Sepi (%)		Ramai (%)		Ramai + iperf (%)	
	upstream	downstream	upstream	downstream	upstream	Downstream
101	0	0.01	0	0	0	7.08
102	0	0	0	0.35	0	0.01
103	2.65	2.95	7.92	4.15	7.43	3.21
104	12.47	4.11	10.13	3.74	6.74	7.15
105	0	8.52	0	0.06	0	2.2
106	0	0.61	0	2.66	0	11.87
107	0.11	40.33	0	69.044	0	28.65
108	0	8.32	0.34	0.03	0	0.08
109	0	0.66	0.88	1.15	0	0.38
110	0	74.87	0	65.82	0	32.82
Rata-rata	1.523	14.038	1.927	14.700	1.417	9.345

Sumber : [Hasil Pengujian]

Gambar 5.12 *Packet Loss Upstream*.

Sumber : [Hasil Pengujian]



Gambar 5.13 *Packet Loss Downstream*.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Hasil dari Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada kondisi sepi terdapat *packet loss* untuk *upstream* sebesar 1.523 % dan *downstream* sebesar 14.038 %. Pada kondisi ramai terdapat *packet loss* untuk *upstream* sebesar 1.927 % dan *downstream* sebesar 14.700 %. Sedangkan kondisi ramai dengan beban terdapat *packet loss* untuk *upstream* sebesar 1.417 % dan *downstream* sebesar 9.345 %.

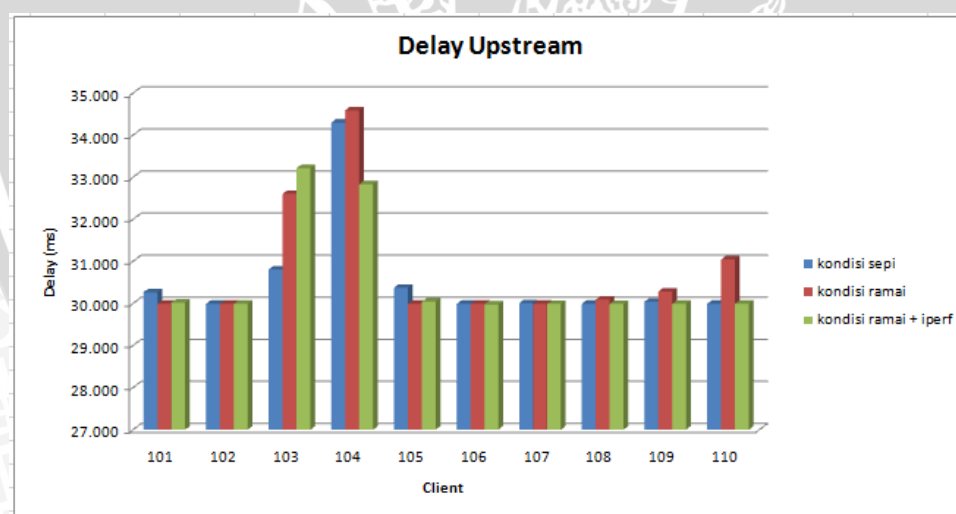
5.3.3. Delay

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh nilai *delay* yang dibutuhkan dalam komunikasi VoIP dengan codec G.723.1 untuk setiap kondisi pada setiap *client* ditunjukkan pada Tabel 5.4. Untuk grafik delay dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan 5.15.

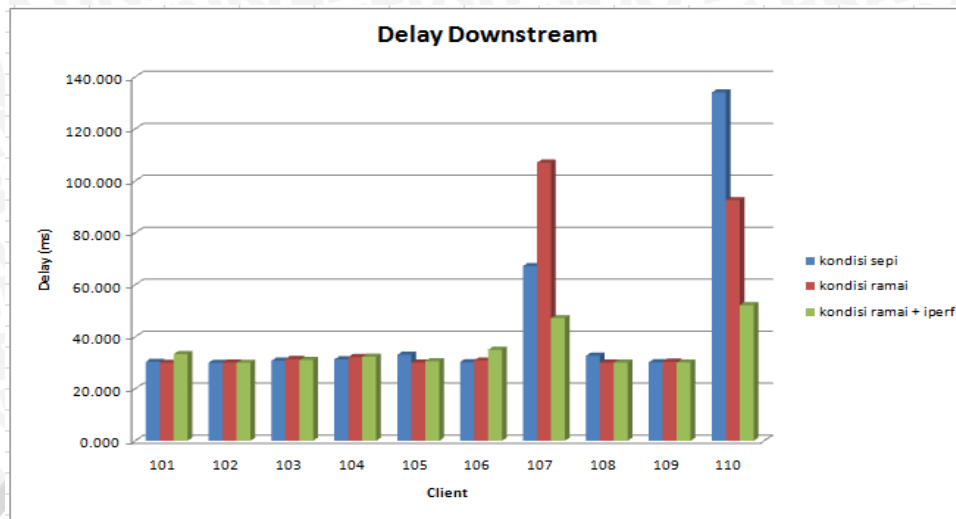
Tabel 5.4 *Delay upstream dan downstream*

Client	Sepi (ms)		Ramai (ms)		Ramai + iperf (ms)	
	Upstream	downstream	upstream	downstream	upstream	downstream
101	30.2658	30.379	29.991	29.99	30.02	33.305
102	29.9902	29.994	29.9904	30.095	29.992	29.993
103	30.8068	30.784	32.6032	31.459	33.215	31.031
104	34.2982	31.285	34.5893	32.208	32.831	32.282
105	30.3719	33.096	29.9896	30.011	30.042	30.614
106	29.9904	30.228	29.9899	30.886	29.978	34.979
107	30.0064	67.218	29.9954	106.98	29.989	47.149
108	29.9906	32.703	30.0927	30.043	29.989	30.015
109	30.0399	30.198	30.281	30.395	29.99	30.112
110	29.9909	134.032	31.0445	92.578	29.991	52.169
Rata-rata	30.575	44.992	30.857	44.465	30.604	35.165

Sumber : [Hasil Pengujian]

Gambar 5.14 *Delay Upstream*.

Sumber : [Hasil Pengujian]



Gambar 5.15 *Delay Downstream*.

Sumber : [Hasil Pengujian]

Hasil dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 pada kondisi sepi terdapat *delay* untuk *upstream* sebesar 30.575 ms dan *downstream* sebesar 44.992 ms. Pada kondisi ramai terdapat *delay* untuk *upstream* sebesar 30.857 ms dan *downstream* sebesar 44.465 ms. Sedangkan kondisi ramai dengan beban terdapat *delay* untuk *upstream* sebesar 30.604 ms dan *downstream* sebesar 35.165 ms.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

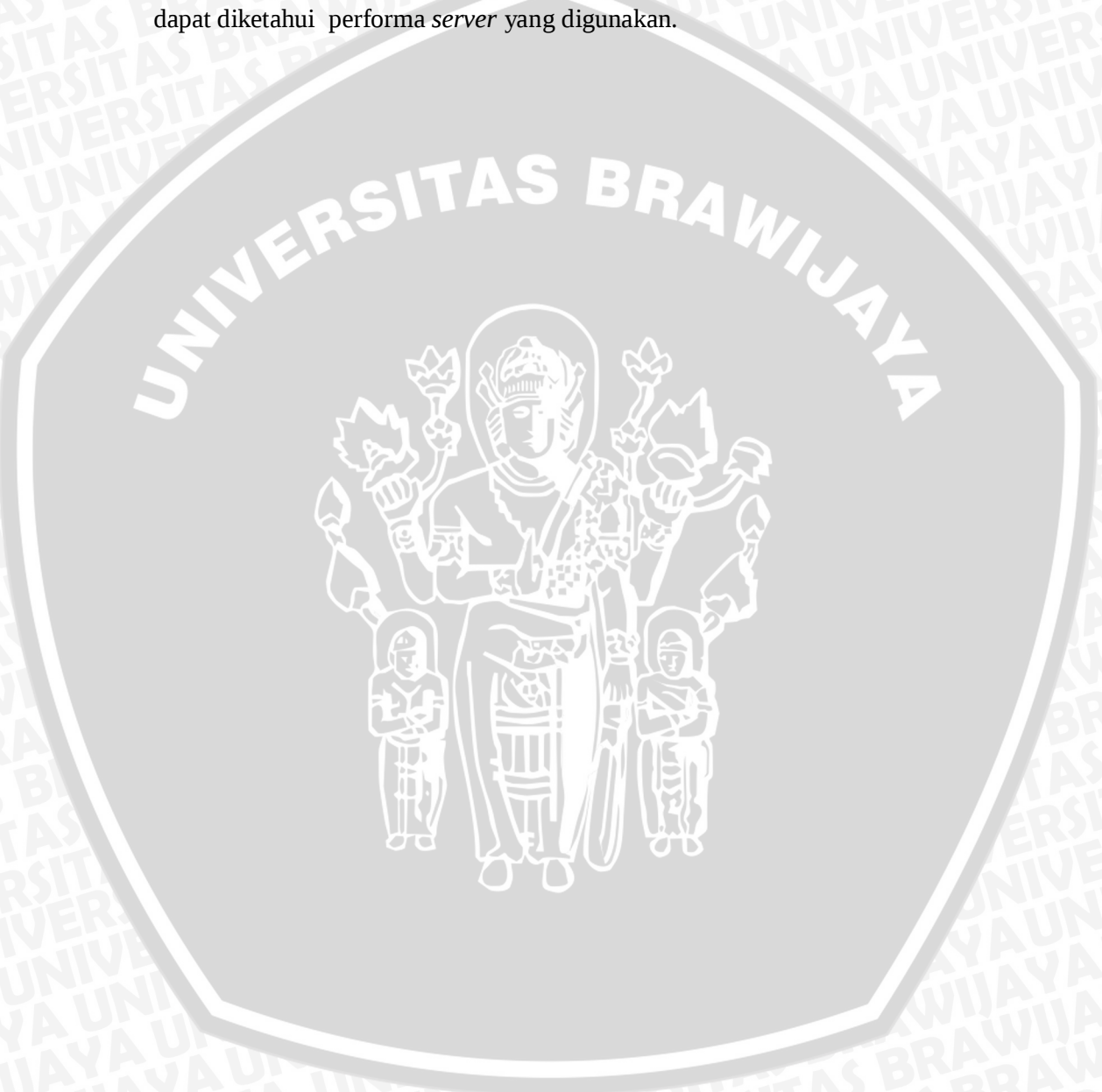
1. Implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 membutuhkan *bandwidth* yang kecil yaitu *bandwidth* untuk *upstream* sebesar 19.529 kbps dan *bandwidth* untuk *downstream* sebesar 19.715 kbps.
2. Implementasi VoIP dengan menggunakan codec G.723.1 dengan tiga kondisi terdapat *packet loss* untuk *upstream* sebesar 1.622 % dan *packet loss* untuk *downstream* sebesar 12.694 %, serta *delay* untuk *upstream* sebesar 30.679 ms dan *delay* untuk *downstream* sebesar 41.540 ms.
3. Kualitas VoIP dipengaruhi oleh kondisi jaringan yang digunakan. Pada kondisi jaringan yang sepi, VoIP dapat berjalan dengan nilai *delay* dan *packet loss* yang lebih kecil daripada kondisi ramai. Untuk kondisi ramai dengan beban menggunakan iperf, nilai *delay* dan *packet loss* yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan kondisi sepi dan ramai. Hal ini dikarenakan ketika pengujian, infrastruktur jaringannya PTIIK telah berubah.

6.2 Saran

Saran untuk pengembangan sistem komunikasi VoIP selanjutnya antara lain :

1. Perlu ditambahkan faktor keamanan dalam komunikasi VoIP, dalam hal ini dapat dilakukan dengan VPN dan enkripsi.
2. Pengembangan komunikasi VoIP tidak terbatas pada suara, tetapi dapat dikembangkan untuk *video* maupun *conference* dan tidak hanya menggunakan perangkat komputer tetapi dapat menggunakan perangkat *mobile*.

3. Area cakupan dalam implementasi komunikasi VoIP dapat lebih diperluas, dalam hal ini dapat mencakup jaringan lokal Universitas Brawijaya dan tidak terbatas pada PTIIK.
4. Melakukan pengujian dengan jumlah *client* yang lebih banyak sehingga dapat diketahui performa *server* yang digunakan.

The logo of Universitas Brawijaya is a large, light gray shield-shaped emblem. It features a central figure of a seated deity or royal figure with multiple arms holding various symbolic objects. The figure is flanked by two smaller standing figures. The text "UNIVERSITAS BRAWIJAYA" is written in a semi-circle above the central figure. The entire logo is set against a background with a repeating pattern of the university's name.

DAFTAR PUSTAKA

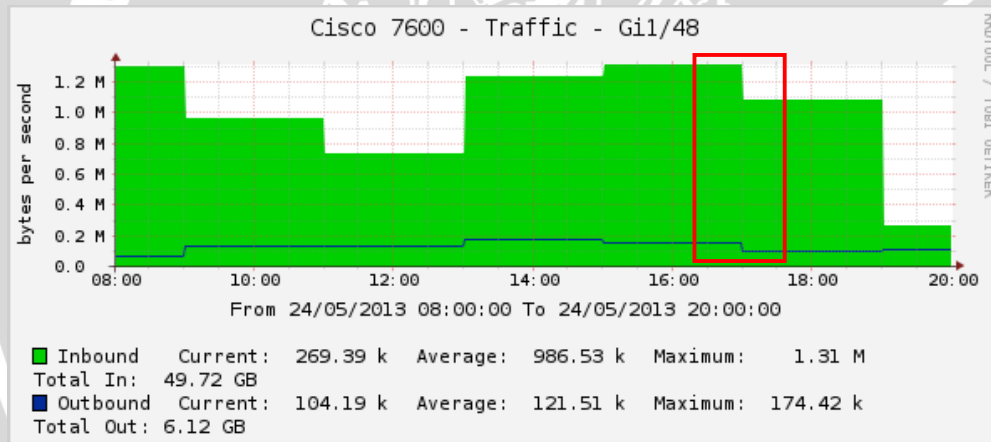
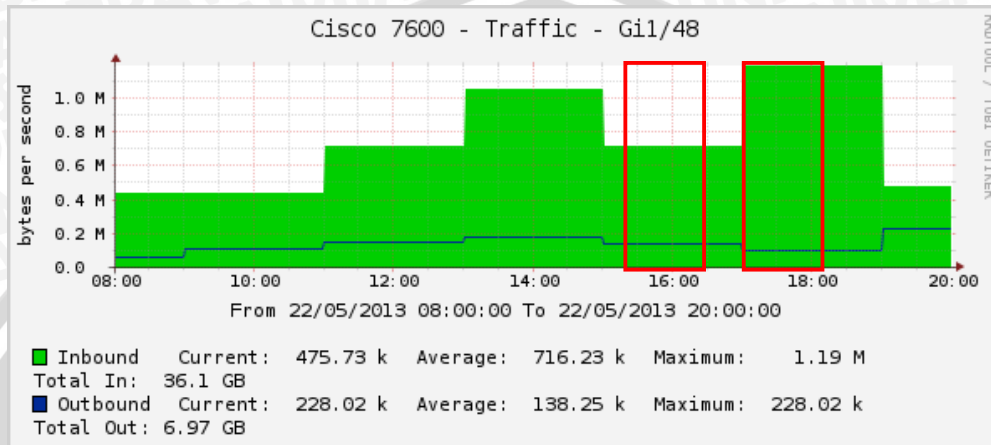
- [CAR-03] Carter, Ross. 2003. "Microsoft Real-Time Communications: Protocols and Technologies", <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb457036.aspx>. Diakses pada tanggal 9 Maret 2013.
- [CHL-00] Charlotte dan Letamendia, Jérôme Pons. 2000, "SIP Version 1 (RFC 2543), a session initiation protocol. <http://jaaayyy.cherz.com/html/ProjetSIP/SIP04.html>. Diakses pada tanggal 2 Juli 2013.
- [CIS-06] Cisco.2006, "Voice Over IP-Per Call Bandwidth Consumption", http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml. Diakses pada tanggal 20 Mei 2013.
- [DEW-03] Dewo, E. Setio. 2003, "Bandwidth dan Throughput", <http://ikc.dinus.ac.id/populer/dewo/dewo-bandwidth.pdf> diakses pada tanggal 20 Mei 2013.
- [FOR-07] Forouzan, Behrouz A. 2007, "Data Communications and Networking, Fourth Edition", McGraw-Hill, New York.
- [HAD-11] Hadi, Muhammad Zen. 2011, "Prakt9 Pengukuran QoS Streaming Server". <http://lecturer.eepis-its.edu/~zenhadi/kuliah/Jarkom2/Prakt9%20Pengukuran%20QoS%20Streaming%20Server.pdf>. Diakses pada tanggal 20 Juni 2013.
- [HAS-99] Handley M., Schulzrinne H., Schooler E., dan Rosenberg J. 1999, "SIP: Session Initiation Protocol". <http://tools.ietf.org/html/rfc2543>. Diakses pada tanggal 20 Juni 2013.
- [ISK-03] Iskandarsyah, M.H. 2003. "Dasar-Dasar Jaringan VoIP", <http://www.ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2006/09/iskandar-voip-dasar.zip>. Diakses pada tanggal 7 Maret 2013.
- [ITU] ITU-T. "Test Vectors Associated to Rec. ITU-T G.723.1". <http://www.itu.int/net/itu-t/sigdb/speaudio/AudioForms.aspx?val=1117231>. Diakses pada tanggal 2 April 2013.

- [ITU-96] ITU –T. 1996, “Dual Rate Speech Coder For Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s”. http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.723.1-199603-S!!PDF-E&type=items. Diakses pada tanggal 20 Juni 2013.
- [JON-12] Jonathan. 2012. “Long Duration Calls with SIP (VoIP)”, <http://www.hul.me.uk/2012/10/long-duration-calls-with-sip-voip/>. Diakses pada tanggal 1 Juni 2013
- [OLS-03] Olsen, Jorgen. 2003. “ On Packet Loss Rates used for TCP Network Modeling”, UUDM, Sweden.
- [PRI-09] Prima. 2009, “Voice over IP (VoIP)”, http://lecturer.eepis-its.edu/~prima/jaringan_teleponi/bahan_ajar/VoIP.pdf. Diakses pada tanggal 7 Maret 2013.
- [THA-02] Tharom, Thabratas. 2002, “Teknis dan Bisnis VoIP”, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [THP-01] Tharom, Tabratas., Purbo, Onno W. 2001, “Teknologi VoIP (Voice Over Internet Protocol)”, Elex Media Computindo, Jakarta
- [WAL-05] Wallingford, Theodore. 2005, “VoIP Hacks : Tips & Tools for Internet Telephony”, O’Reilly, Sebastopol, Canada.

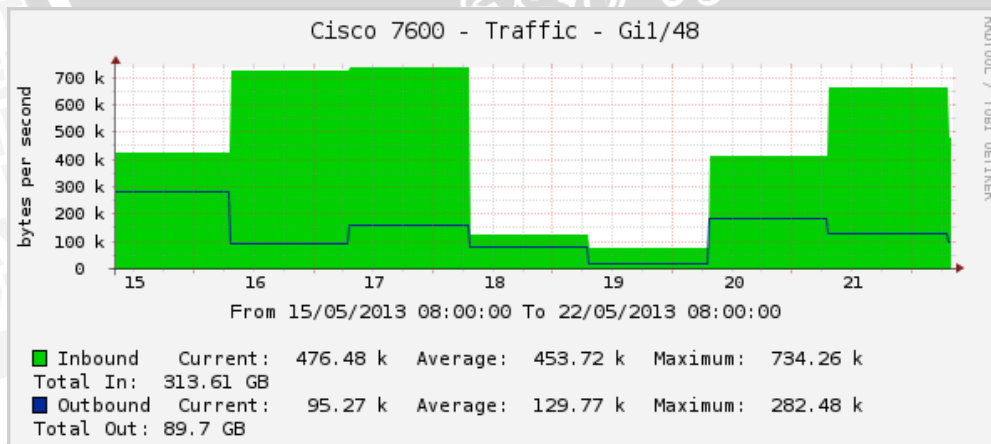
LAMPIRAN

Lampiran 1. Data trafik jaringan PTIIK

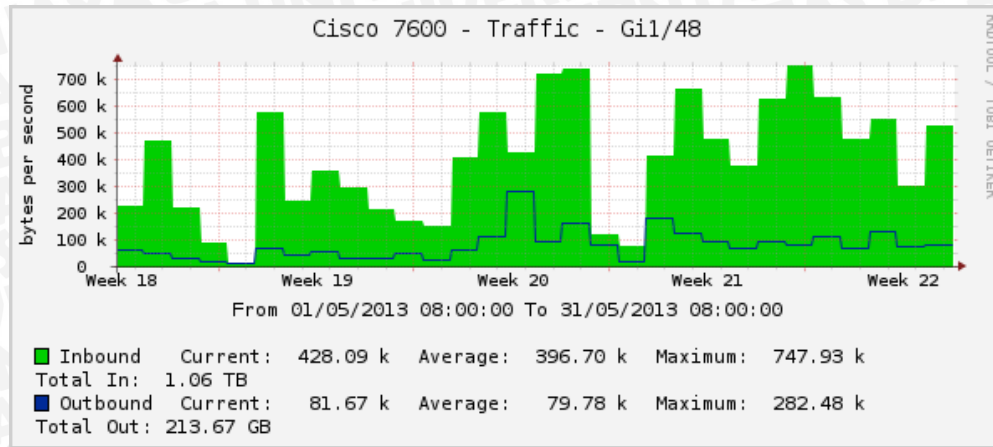
Trafik Satu Hari Sebelum Pengujian



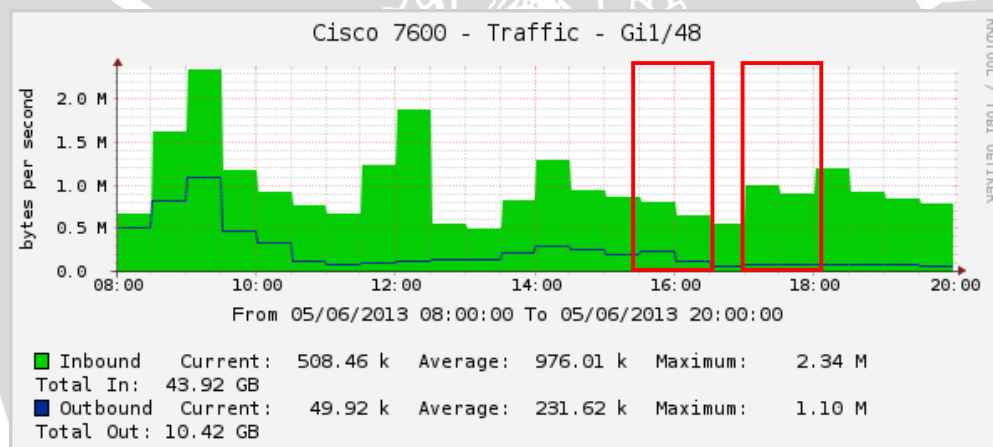
Trafik Satu Minggu Sebelum Pengujian



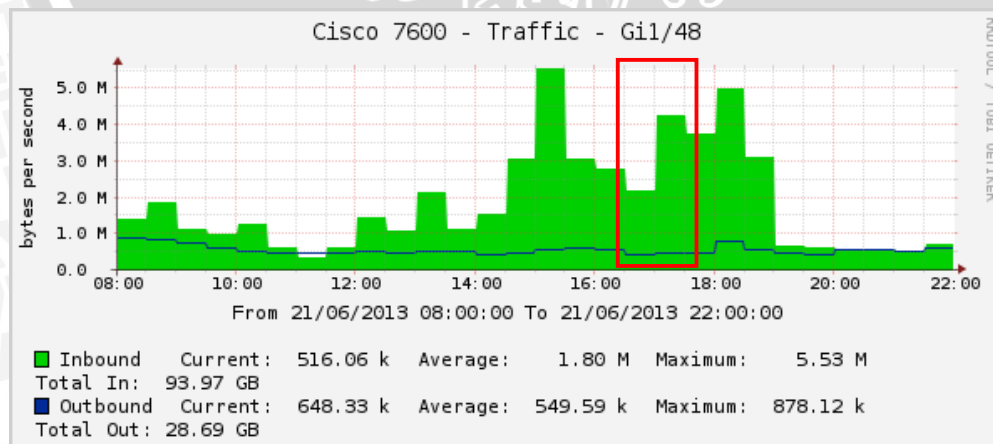
Trafik Satu Bulan Sebelum Pengujian

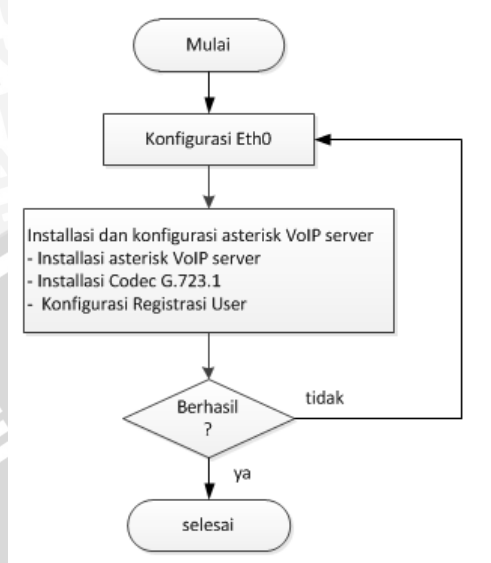
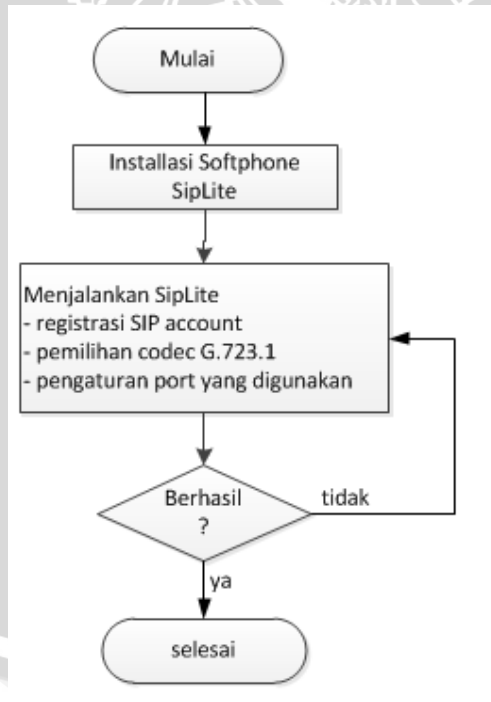


Trafik Pengujian Hari Rabu, 5 Juni 2013



Trafik Pengujian Hari Jum'at, 21 Juni 2013



Lampiran 2. Diagram Alir perancangan server VoIP**Lampiran 3. Diagram alir perancangan software komunikasi VoIP**

Lampiran 4. Konfigurasi Eth0

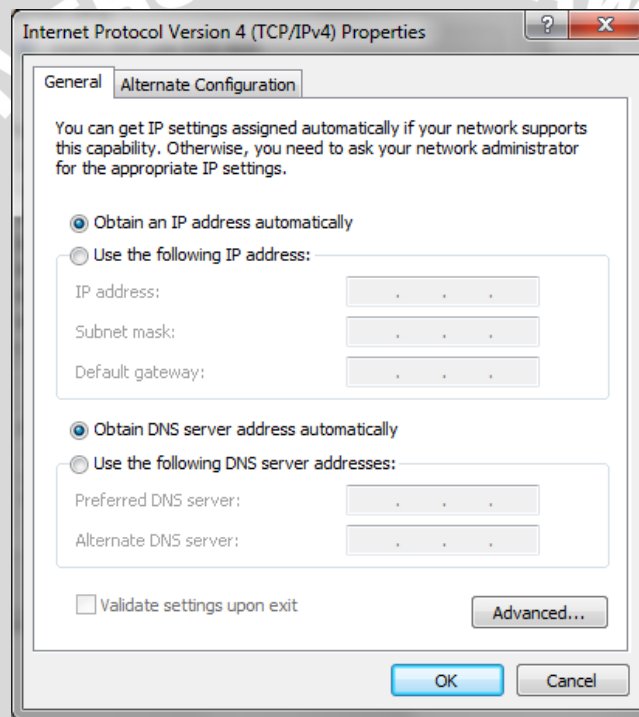
```
DEVICE="eth0"
BOOTPROTO=none
HWADDR="A4:4C:11:DE:73:E0"
NM_CONTROLLED="yes"
ONBOOT="yes"
TYPE="Ethernet"
UUID="f05aa8b5-9d4c-45c2-b5ab-adfba2b3839f"
IPADDR=175.45.187.252
NETMASK=255.255.255.240
GATEWAY=175.45.187.241
DNS1=175.45.184.164
DNS2=175.45.184.165
```

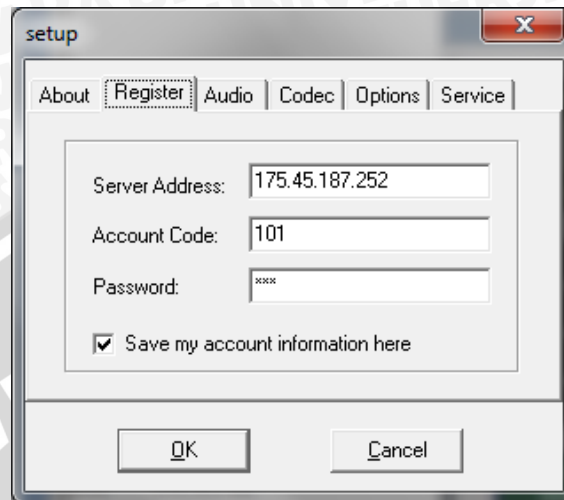
Lampiran 5. Instalasi paket-paket VoIP

```
[root@serverVoip src]# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-
linux-complete/dahdi-linux-complete--current.tar.gz
[root@serverVoip src]# wget
http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/libpri/libpri-1.4-current.tar.gz
[root@serverVoip src]# wget
http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/asterisk-11-current.tar.gz
[root@serverVoip ~]# cd /usr/src/dahdi-linux-complete-2.6.2+2.6.2/
[root@serverVoip dahdi-linux-complete-2.6.2+2.6.2]# make && make install
&& make config
[root@serverVoip ~]# cd /usr/src/libpri-1.4.14/
[root@serverVoip libpri-1.4.14]# make && make install
[root@serverVoip ~]# cd /usr/src/asterisk-11.2.1/
[root@serverVoip asterisk-11.2.1]# ./configure && make menuselect && make
&& make install
[root@serverVoip asterisk-11.2.1]# make samples
[root@serverVoip asterisk-11.2.1]# make config
```

Lampiran 6. Instalasi codec G.723.1

```
[root@serverVoip src]# wget http://asterisk.hosting.lv/bin/codec_g723-ast110-gcc4-glibc-core2-sse4.so
[root@serverVoip src]# cp codec_g723-ast110-gcc4-glibc-core2-sse4.so
/usr/lib/asterisk/modules/codec_g723.so
```

Lampiran 7. Konfigurasi TCP/IP komputer *client*

Lampiran 8. Registrasi Account SipLite

The screenshot shows the 'setup' window with the 'Register' tab selected. The window has a title bar with a close button. Below the title bar are tabs: 'About', 'Register', 'Audio', 'Codec', 'Options', and 'Service'. The 'Register' tab contains the following fields and options:

- Server Address: 175.45.187.252
- Account Code: 101
- Password: xxx
- ☒ Save my account information here

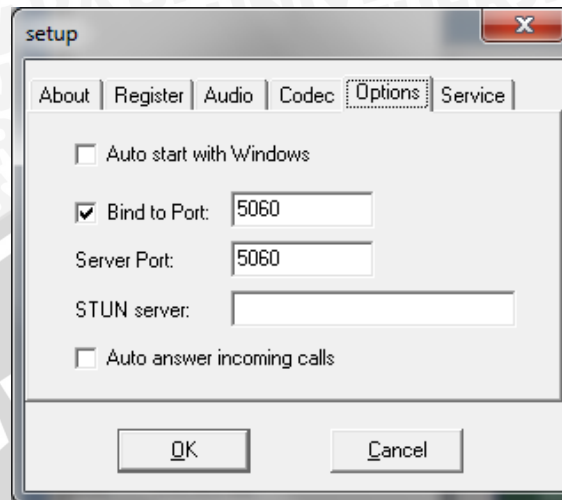
At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Lampiran 9. Pemilihan Codec G.723.1 pada SipLite

The screenshot shows the 'setup' window with the 'Codec' tab selected. The window has a title bar with a close button. Below the title bar are tabs: 'About', 'Register', 'Audio', 'Codec', 'Options', and 'Service'. The 'Codec' tab contains the following options:

- ☒ G723
- ☐ G729
- ☐ uLaw
- ☐ aLaw
- ☐ GSM

At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Lampiran 10. Pengaturan port pada SipLite**Lampiran 11. Pengujian Iperf**

Iperf server

```
[root@serverVoip ~]# iperf -s -u
```

Iperf client sebelum panggilan

```
iperf -c 175.45.187.252 -b 32k
```

Iperf client ketika panggilan dengan menggunakan wireless

```
iperf -c 175.45.187.252 -b 50m -t 60
```

Iperf client ketika panggilan dengan menggunakan kabel

```
iperf -c 175.45.187.252 -b 90m -t 60
```

Hasil iperf *client* sebelum panggilan

```
C:\Users\ThePurple>iperf -c 175.45.187.252 -b 32k
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.13.212 port 53166 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-10.7 sec   41.6 KBytes 32.0 Kbits/sec
[ 3] Sent 29 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-10.7 sec   41.6 KBytes 32.0 Kbits/sec  1.052 ms  0/ 29 (0%)
```

Hasil iperf *client* ketika panggilan dengan menggunakan *wireless*

```
C:\Users\ThePurple>iperf -c 175.45.187.252 -b 50m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.13.212 port 53966 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec  116 MBytes 16.2 Mbits/sec
[ 3] Sent 82886 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.5 sec  98.6 MBytes 13.7 Mbits/sec  29.869 ms 12549/82884 (15%)

C:\Users\ThePurple>iperf -c 175.45.187.252 -b 50m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.13.212 port 58481 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec  47.2 MBytes 6.60 Mbits/sec
[ 3] Sent 33693 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.1 sec  46.9 MBytes 6.55 Mbits/sec  3.212 ms 231/33692 (0.69%)
[ 3] 0.0-60.1 sec  1 datagrams received out-of-order

C:\Users\ThePurple>iperf -c 175.45.187.252 -b 50m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.13.212 port 50497 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec  101 MBytes 14.2 Mbits/sec
[ 3] Sent 72199 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.1 sec  70.1 MBytes 9.79 Mbits/sec  1.069 ms 22214/72198 (31%)
[ 3] 0.0-60.1 sec  1 datagrams received out-of-order

C:\Users\ThePurple>iperf -c 175.45.187.252 -b 50m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.13.212 port 51654 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec  59.5 MBytes 8.32 Mbits/sec
[ 3] Sent 42459 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.3 sec  51.1 MBytes 7.11 Mbits/sec  20.069 ms 6029/42458 (14%)
[ 3] 0.0-60.3 sec  1 datagrams received out-of-order
```

Hasil iperf *client* ketika panggilan dengan menggunakan kabel

```
C:\Users\Admin>ipperf -c 175.45.187.252 -b 90m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.3.22 port 49660 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec   646 MBytes   90.3 Mbits/sec
[ 3] Sent 460563 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.0 sec   517 MBytes   72.3 Mbits/sec   1.064 ms 91627/460562 (20%)
[ 3] 0.0-60.0 sec   1 datagrams received out-of-order

C:\Users\Admin>ipperf -c 175.45.187.252 -b 90m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.3.22 port 49663 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec   646 MBytes   90.3 Mbits/sec
[ 3] Sent 460563 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.0 sec   504 MBytes   70.5 Mbits/sec   1.063 ms 100775/460562 (22%)
[ 3] 0.0-60.0 sec   1 datagrams received out-of-order

C:\Users\Admin>ipperf -c 175.45.187.252 -b 90m -t 60
WARNING: option -b implies udp testing

Client connecting to 175.45.187.252, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

[ 3] local 172.21.3.22 port 49666 connected with 175.45.187.252 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0-60.0 sec   646 MBytes   90.2 Mbits/sec
[ 3] Sent 460464 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-60.0 sec   491 MBytes   68.6 Mbits/sec   0.992 ms 110236/460463 (24%)
[ 3] 0.0-60.0 sec   1 datagrams received out-of-order
```



Lampiran 12. Hasil Analisa *Bandwidth* (kbps)

Kondisi Sepi

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	16.38	20.45	20.30	20.48	20.28	20.11	19.51	20.48	20.44	17.17	19.87	20.48	20.05	20.48	20.14	20.35	20.48	19.99	20.48	20.44
2	16.61	20.21	20.28	20.45	20.48	20.41	20.07	20.48	20.14	17.35	20.23	20.48	20.39	20.48	20.12	20.38	20.48	20.28	20.48	20.44
3	17.34	20.27	20.29	20.48	20.48	20.48	20.25	19.98	20.21	17.91	19.89	20.46	20.48	20.48	19.85	20.39	20.46	20.00	19.87	20.05
4	17.62	20.42	20.47	20.33	20.48	20.48	20.48	20.28	20.41	18.13	20.45	20.48	20.48	20.48	20.48	20.47	20.48	20.45	20.23	20.48
5	14.50	20.43	20.47	20.43	20.46	20.28	19.83	20.44	20.42	15.78	19.92	20.26	20.24	20.48	19.86	20.35	20.22	20.02	20.43	19.18
6	15.68	20.24	20.48	20.48	20.48	20.48	19.96	20.44	20.18	16.57	20.46	20.07	20.48	20.48	20.31	20.48	19.98	20.46	20.43	19.58
7	14.79	20.48	20.30	20.37	20.48	20.48	20.48	20.48	20.48	15.91	20.21	20.34	20.48	20.48	20.44	20.47	20.31	20.26	20.48	20.48
8	14.73	20.48	20.32	20.38	20.48	20.48	20.36	20.48	20.48	15.85	14.63	20.37	20.48	20.48	20.31	20.36	20.34	15.86	20.48	20.48
9	15.06	20.48	20.30	20.42	20.48	20.19	19.78	20.27	20.48	16.14	14.79	20.31	20.16	20.48	20.47	20.47	20.26	16.00	20.22	19.73
10	15.78	20.34	20.30	20.48	20.48	20.25	20.04	20.12	20.30	16.67	18.66	20.48	20.23	20.48	19.89	20.38	20.48	19.13	19.99	19.72

Keterangan :

U = *upstream*

D = *downstream*

Kondisi Ramai

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	14.48	20.26	20.32	20.20	19.79	20.48	20.13	20.40	20.21	15.78	20.47	19.62	20.48	19.80	20.14	20.35	19.42	20.47	20.37	19.86
2	14.48	20.40	20.35	20.19	20.48	20.45	20.24	20.25	20.38	15.78	20.48	19.94	20.44	20.48	20.12	20.38	19.82	20.48	20.21	20.33
3	14.48	20.45	20.36	19.97	20.48	20.18	20.01	20.23	20.44	15.78	20.46	20.48	20.14	20.48	19.85	20.39	20.48	20.46	20.17	19.32
4	14.48	20.45	20.47	20.48	20.27	20.34	20.18	20.38	20.44	15.78	20.17	20.33	20.32	19.83	20.48	20.47	20.30	20.23	20.36	20.03
5	14.47	20.47	20.32	19.98	20.29	20.47	20.48	20.38	20.47	15.78	20.18	20.23	20.47	19.99	19.86	20.35	20.18	20.23	20.36	20.48
6	14.48	20.35	20.48	20.34	20.48	20.47	20.14	20.24	20.32	15.78	20.25	20.47	20.47	20.48	20.31	20.48	20.46	20.29	20.19	19.83
7	14.47	20.48	20.31	20.48	20.48	20.48	20.48	20.23	20.48	15.78	20.19	19.94	20.36	20.48	20.48	20.34	19.85	20.23	20.19	20.48
8	14.48	20.40	20.47	20.45	20.48	20.18	20.32	20.42	20.38	15.78	20.48	19.55	20.15	20.48	20.44	20.47	19.35	20.48	20.41	20.27
9	14.48	20.48	20.47	20.47	20.45	20.41	20.13	20.47	20.48	15.78	14.47	20.29	20.37	20.43	20.47	20.47	20.24	15.78	20.47	20.24
10	14.48	20.27	20.36	20.00	20.42	20.47	20.48	20.37	20.22	15.78	14.47	20.23	20.45	20.48	19.89	20.38	20.18	15.78	20.35	20.48

Keterangan :

U = *upstream*

D = *downstream*

Kondisi Ramai + iperf

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	20.41	19.98	15.71	20.48	20.48	15.78	20.48	20.47	19.87	20.42	20.39	20.24	14.57	20.48	20.48	16.63	20.20	20.41	20.47	20.48
2	19.55	19.46	16.14	20.48	20.48	15.78	20.24	20.29	19.23	19.75	20.11	20.42	14.48	20.48	20.48	16.97	20.41	20.18	20.25	20.26
3	20.37	19.15	19.10	20.48	20.48	15.78	20.48	20.47	18.81	20.39	20.48	20.30	14.49	20.48	20.48	19.34	20.28	20.48	20.47	20.48
4	20.44	20.28	16.37	20.48	20.48	15.78	20.47	20.22	20.23	20.45	20.19	20.07	14.48	20.48	20.48	17.13	19.98	20.24	20.18	20.47
5	19.62	20.44	15.34	20.48	20.14	15.78	20.48	20.40	20.43	19.78	20.48	20.10	14.52	20.14	20.48	16.33	20.02	20.48	20.38	20.48
6	19.81	20.25	17.58	20.48	20.48	16.02	20.37	20.47	20.19	19.94	20.48	20.13	14.80	20.48	20.48	18.06	20.07	20.48	20.47	20.35
7	20.46	19.03	16.11	20.38	20.36	15.78	20.48	20.35	18.66	20.47	20.12	20.34	14.56	20.43	20.35	17.06	20.31	20.19	20.32	20.48
8	19.48	20.12	16.69	20.48	20.14	15.76	20.48	20.25	20.02	19.62	20.13	20.18	14.75	20.03	20.48	17.37	20.12	20.20	20.21	20.48
9	19.62	19.31	15.77	20.48	20.48	15.78	20.48	20.47	19.03	19.79	20.48	20.37	14.71	20.48	20.48	16.67	20.35	20.48	20.47	20.48
10	20.13	18.71	17.02	20.48	20.48	15.80	20.26	20.48	18.27	20.18	20.24	20.10	14.55	20.48	20.48	17.64	19.92	20.25	20.48	20.11

Keterangan :

U = *upstream*

D = *downstream*

Lampiran 13. Hasil Analisa Packet Loss (%)

Kondisi Sepi

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	0	0.1	0	0	0	4.8	12.6	3.1	0	8.4	0	0	0	18.5	0	8.3	0	0	0	73
2	0	0	0	0	0	0	14.8	4.4	0	8.8	0	0.1	0	14	0	8	0	0	0	86.2
3	0	0	0	0	2	5.3	15.6	4.5	0	8.5	0	0	0	22	0	8.7	0	0	0	72.7
4	0	0	0	0	0	4.1	11.4	2.4	0	7.9	0	0	1.1	40.8	0	8.3	0	0	0	80.1
5	0	0	0	0	0	3.3	15.1	4.7	0	8.8	0	2.1	0	39.5	0	8.7	0	2.1	0	74.4
6	0	0	0	0	0	0	9.7	7.2	0	8.9	0	0.1	0	44.1	0	7.7	0	0	0	79.1
7	0	0	0	0	0	0	6.6	3.9	0	8.7	0	0	0	0	0	8.1	0	0	0	77.9
8	0	0	0	0	12.5	2.4	11.7	4.1	0	8.7	0	0.3	0	82.8	0	8.4	0	0	0	84.7
9	0	0	0	0	5.2	4.6	10.5	4.6	0	8.2	0	0	0	73.1	0	8.2	0	0	0	51.1
10	0	0	0	0	6.8	5	16.7	2.2	0	8.3	0	3.5	0	68.5	0	8.8	0	4.5	0	69.5

Keterangan :

U = upstream

D = downstream

Kondisi Ramai

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	0	0	0	0.3	5.8	2.4	9	2.1	0	0	0	0.1	0	64.4	0.3	0	0	0	0	69.3
2	0	0	0	1.6	9.3	4.3	6.6	4.5	0	0.4	0	0.2	0	69.7	1.6	0	0	0	0	72.4
3	0	0	0	0	8.8	4.3	12.1	3	0	0	0	0	0	69.9	0	0.1	0	0	0	70.4
4	0	0	0	0.9	4.7	2.4	11.3	2.1	0	0.2	0	0.8	0	70.4	0.9	0.1	0.2	0	0	53.8
5	0	0	0	0.1	7.7	4.4	11.3	4.2	0	0	0	5.2	0	64.1	0	0	0.9	3.8	0	75.4
6	0	0	0	0	5.6	5	10.7	4.5	0	0	0	0.3	0	59.54	0	0.1	0.3	0	0	59.8
7	0	0	0	0	8.9	5.5	11.6	6.2	0	0	0	9.1	0	80.5	0	0	2.9	3.9	0	72.9
8	0	0	0	0.6	6.4	6	7.3	4.4	0	0	0	3.5	0	70.4	0.6	0	1.3	1.4	0	52.4
9	0	0	0	0	7.3	2.5	9.5	2.2	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	58.6
10	0	0	0	0	14.7	4.7	11.9	4.2	0	0	0	7.4	0	85.5	0	0	3.2	2.4	0	73.2

Keterangan :

U = *upstream*

D = *downstream*

Kondisi Ramai + iperf

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	0	0.2	0	0	6.3	0.7	0	8	0	0	0	4.5	0	35.2	0	0.1	0	0	0	5.5
2	0	0.2	0	0	0	0.6	8	8	0	1.5	0	6.9	0	14.7	0	0	0	0	0	36.1
3	0	0.3	0	0	1.7	3	0	10.9	0	0.5	0	31.6	0	18	0	0	0	0	0	19.3
4	0	0.1	0	0	1.6	0.4	0.8	9.8	0	0	0	29.8	0	11.5	0	0	0	0	0	19.3
5	0	0	0	0	0	2.1	0	6.9	0	0	0	23.8	0	15.6	0	0	0	1.7	0	20.2
6	0	33.2	0	0	0	7.1	1.2	4	0	10.1	0	21.6	0	34.1	0	0	0	0.8	0	38.6
7	0	4.1	0	0.1	1.6	3.6	1.3	3	0	0.5	0	0	0	30	0	0.7	0	0	0	6.5
8	0	32.7	0	0	38.8	7	12.3	5	0	6.3	0	0	0	59.8	0	0	0	0	0	66.3
9	0	0	0	0	24.3	6.7	39.1	4.3	0	1.5	0	0.5	0	67.4	0	0	0	0.3	0	68.2
10	0	0	0	0	0	0.9	4.7	11.6	0	1.6	0	0	0	0.2	0	0	0	1	0	48.2

Keterangan :

U = *upstream*

D = *downstream*

Lampiran 14. Hasil Analisa Delay (ms)

Kondisi Sepi

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	29.99	30.02	29.99	29.99	29.99	31.51	34.31	30.96	29.99	32.83	29.99	29.99	29.99	36.80	29.99	32.66	29.99	29.99	29.99	111.33
2	29.99	30.01	29.99	29.99	29.97	29.97	35.19	31.36	29.99	32.89	29.99	30.03	29.97	34.83	29.99	32.60	29.99	30.00	29.99	217.40
3	29.99	29.99	29.99	29.99	30.59	31.69	35.55	31.39	29.99	32.78	29.99	29.99	30.01	38.56	29.99	32.84	29.99	29.99	29.99	109.13
4	29.99	30.00	29.99	29.99	29.65	31.01	33.85	30.72	29.99	32.58	29.99	29.98	30.33	50.67	29.99	32.69	29.99	30.00	29.99	150.34
5	29.99	29.99	29.99	29.99	29.99	31.03	35.32	31.48	29.99	32.88	29.99	30.62	30.01	49.59	29.99	32.83	29.99	30.63	29.99	116.96
6	29.99	30.00	29.99	30.00	29.98	29.96	33.21	32.31	29.99	32.93	29.99	30.03	29.97	53.69	30.00	32.50	29.99	29.99	29.99	143.63
7	29.99	29.99	29.99	29.99	29.82	28.93	32.11	31.21	29.99	32.86	29.99	30.00	29.82	29.65	29.99	32.61	29.99	29.99	29.99	135.79
8	29.99	29.99	29.99	30.00	34.27	30.74	33.95	31.30	29.99	32.83	29.99	30.08	29.99	173.97	29.99	32.75	29.99	30.00	30.00	195.87
9	32.75	33.81	29.99	29.99	31.63	31.43	33.50	31.44	33.81	35.66	29.99	29.99	29.99	109.21	29.99	32.68	29.99	29.99	29.99	61.39
10	29.99	29.99	29.99	30.00	32.17	31.57	35.98	30.67	29.99	32.72	29.99	31.58	29.99	95.22	29.99	32.87	30.48	31.40	29.99	98.47

Keterangan :

U = upstream

D = downstream

Kondisi Ramai

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	29.99	29.99	29.99	30.08	31.83	30.74	32.94	30.62	29.99	29.99	29.99	30.03	29.99	84.17	30.09	29.98	29.99	29.98	29.99	97.91
2	29.99	30.00	29.99	30.43	33.07	31.33	32.11	31.41	29.99	30.11	29.99	30.06	29.99	98.96	30.46	30.42	29.99	30.00	29.99	108.62
3	29.99	29.99	29.99	30.00	32.88	31.34	46.14	41.79	29.99	29.98	29.99	30.00	29.99	99.52	29.99	29.79	29.99	29.99	40.52	101.35
4	29.99	29.99	29.99	30.25	31.48	30.72	33.82	30.63	29.99	30.06	29.99	30.23	29.99	101.35	30.25	29.87	30.05	29.99	29.99	64.96
5	29.99	30.00	29.99	30.05	32.48	31.37	33.82	31.32	29.99	30.00	29.99	31.67	29.99	83.53	30.00	30.37	30.25	31.44	29.99	120.22
6	29.99	29.99	29.99	29.99	31.78	31.58	33.58	31.39	29.99	29.99	29.99	30.08	30.02	73.88	29.99	30.01	30.07	30.09	29.99	74.56
7	29.99	29.99	29.99	29.99	32.90	31.73	33.93	31.99	29.99	29.99	29.99	33.36	29.98	154.00	29.99	29.99	31.12	31.37	29.99	110.65
8	29.99	29.99	29.99	30.16	32.06	31.90	32.35	31.37	29.99	29.99	29.99	31.04	29.99	98.95	30.16	29.99	30.38	30.23	29.99	63.07
9	29.99	29.99	29.99	29.99	32.37	30.80	33.16	30.68	29.99	30.00	29.99	30.00	30.02	68.20	29.99	30.00	29.99	30.01	29.99	72.45
10	29.99	29.98	29.99	29.99	35.18	33.08	34.04	30.87	29.99	29.99	29.99	32.38	29.99	207.3	29.99	30.00	30.97	30.84	29.99	111.99

Keterangan :

U = *upstream*

D = *downstream*

Kondisi Ramai + iperf

No	101		102		103		104		105		106		107		108		109		110	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
1	29.99	30.25	29.99	29.99	32.00	30.20	29.90	32.56	30.18	30.00	29.99	31.41	29.99	46.29	29.99	30.02	29.99	30.01	29.99	40.65
2	29.99	30.28	29.99	29.99	29.99	30.16	32.61	32.18	30.18	29.54	29.99	32.22	29.99	35.17	29.99	29.99	29.99	30.01	29.99	47.54
3	29.99	30.26	29.99	29.99	30.51	30.91	29.99	33.67	30.18	30.16	29.99	43.82	29.99	36.59	29.99	29.99	29.99	29.99	29.99	37.16
4	29.99	30.25	29.99	29.99	30.49	30.12	30.23	33.24	30.22	30.00	29.99	42.73	29.99	33.90	29.99	29.99	29.99	30.00	29.99	37.13
5	29.99	30.19	29.99	29.99	30.00	30.55	30.00	32.18	28.77	30.00	29.99	39.34	29.99	35.54	29.99	29.99	29.99	30.53	29.99	37.53
6	29.99	45.17	29.99	29.99	29.97	32.57	30.34	31.22	30.18	33.36	29.99	39.79	29.98	45.53	29.99	29.99	29.99	30.25	29.99	48.83
7	29.99	31.48	29.99	30.01	30.49	31.12	30.39	30.92	30.18	30.13	29.99	29.99	29.99	42.84	29.99	30.20	29.99	29.99	29.99	31.34
8	30.28	44.82	29.99	29.99	49.04	32.25	34.18	31.58	30.18	32.00	29.99	29.99	29.99	74.51	29.99	29.99	29.99	29.99	29.99	89.09
9	29.99	30.18	29.99	29.99	39.64	32.16	49.21	31.34	30.18	30.47	29.88	30.50	29.99	91.07	29.99	29.99	29.99	30.09	29.99	94.42
10	29.99	30.18	29.99	29.99	30.01	30.26	31.47	33.92	30.18	30.48	29.99	29.99	29.99	30.06	29.99	29.99	29.98	30.27	29.99	58.00

Keterangan

U = *upstream*

D = *downstream*