

32337/H/08



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



RSE  
004.62  
ISR  
9-1  

---

2008

**TUGAS AKHIR - RE1599**

**ANALISA PERBANDINGAN KINERJA ROUTING  
PROTOCOL OSPF DENGAN RIP PADA APLIKASI VOIP**

**Febri Ishani**  
NRP 2203 100 097

**Dosen Pembimbing**  
Dr.Ir.Achmad Affandi, DEA  
Ir. Djoko Suprajitno Rahardjo

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2008

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	08-2-2008
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	220895

**ANALISA PERBANDINGAN KINERJA ROUTING PROTOCOL  
OSPF DENGAN RIP PADA APLIKASI VOIP**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

**Pada**

**Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Mengetahui / Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr.Ir.Achmad Affandi, DEA**

**NIP. 131 879 394**

**Dr.Dioko Suprajitno Rahardjo**

**NIP. 131 651 447**

**SURABAYA  
JANUARI, 2008**

Syukur Alhamdulillah Kehadirat Allah SWT, Tuhan seru  
sekalian alam, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya  
yang telah diberikan



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# ABSTRAK

## ABSTRAK

Routing merupakan proses penyampaian paket data dari host asal ke host tujuan melewati network yang berbeda, untuk menangani routing jaringan internal/intranet pada sebuah *autonomous system* digunakan *Interior Routing Protocol* (IRP). Routing Protocol yang termasuk di dalamnya adalah OSPF (*Open Shortest Path First*) dan RIP (*Routing Information Protocol*).

Ketepatan pada pemilihan jalur menuju host tujuan sangat menentukan QoS (*Quality of Service*) dari sebuah jaringan, terutama pada aplikasi yang bersifat realtime seperti VoIP (*Voice Over IP*) yang akhir-akhir ini menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan baik untuk kegiatan bisnis, pendidikan maupun komunikasi jarak jauh. Pada tugas akhir ini akan di bangun jaringan dengan router PC yang menggunakan protocol RIP dan OSPF, kemudian akan dijalankan aplikasi VoIP dan akan dianalisa unjuk kerjanya dengan cara membandingkan parameter QoS antara kedua protokol routing tersebut.

Berdasarkan hasil pengukuran dari implementasi yang telah dilakukan didapatkan parameter QoS yaitu *packet loss*, *throughput*, *jitter*, dan *delay* menunjukkan bahwa penggunaan *routing protocol* OSPF masih lebih baik dibandingkan dengan penggunaan *routing protocol* RIP. Hal ini disebabkan pada RIP melakukan penentuan jalur terbaiknya berdasarkan nilai hops terkecil sedangkan pada OSPF menentukan jalur terbaiknya berdasarkan *metric*. Parameter *metric* pada OSPF antara lain *bandwidth*, *load balance*, *delay*. Penambahan beban TCP dan UDP mengakibatkan nilai *jitter* meningkat dan akibat semakin banyaknya beban maka *packet loss* meningkat pula.

## ABSTRACT

Routing is processing forwarding of data package from host of to host purpose of passing network is different, to handle routing network internal/intranet at a autonomous system applied by Interior Routing Protocol (IRP). Routing Protocol which inclusion in it is OSPF (Open Shortest Path First) and RIP (Routing Information Protocol).

Accuracy at election of line towards host purpose of hardly determine QoS (Quality of Service) from a network, especially at the application of having the character of realtime like VoIP (Voice Over IP) which recently show enough improvement signifikan good to activity of business, long distance communication and also education. At this end duty would in network similar with router PC using protocol RIP and OSPF, then will be implemented the application of VoIP and will be analysed by the performance short exchange by the way of comparing parameter QoS between both routing protocol.

Based on measurement result from implementation which have been done got by parameter QoS that is packet loss, throughput, jitter, delay indicate that usage of routing protocol OSPF still be better compared with usage of routing protocol RIP. This thing is caused at RIP do determination of line the OSPF at while smallest hops value based on good of is determine line the metric based on good of. Parameter metric at OSPF for example bandwidth, load balance, delay. Addition of burden TCP and UDP result value jitter increase and effect progressively the many burden hence packet loss increase.

Terima kasih kepada Bapakku Soenarno dan Ibuku Almrh.  
**Samsidar, Kakakku Rahma Devi, Moch. Effendi, Arif,**  
serta seluruh keluarga, atas segala bimbingan, do'a, semangat  
dan cinta kasih yang tulus selama ini

# ***KATA PENGANTAR***

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah Subhanahu Wata'ala, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku laporan tugas akhir dengan judul

### **ANALISA PERBANDINGAN KINERJA ROUTING PROTOCOL OSPF DENGAN RIP PADA APLIKASI VOIP**

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada Ibu dan Bapak selaku orang tua penulis yang telah memberikan bantuan baik moral, material maupun doa, Dr.Ir. Moch.Ashari, M.Eng selaku ketua jurusan Teknik Elektro, Bapak Dr.Ir.Achmad Affandi, DEA selaku dosen pembimbing tugas akhir dan Bapak Ir.Djoko Suprajitno Rahardjo selaku dosen pembimbing tugas akhir serta sebagai dosen wali saya yang telah membimbing, membantu dan memberikan saran dalam penyusunan tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat kelulusan untuk program Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro ITS. Penulis menyadari akan adanya kekurangan-kekurangan baik dalam penyusunan maupun pembahasan masalah karena keterbatasan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa buku tugas akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro pada khususnya.

Surabaya, Januari 2008

Penulis

Terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Achmad Affandi DEA,  
Ir. Djoko Suprajitno Rahardjo dan , selaku Dosen Pembimbing,  
atas perhatian, bimbingan, bantuan dan arahan kepada  
penulis dalam upaya menyelesaikan Tugas Akhir ini

## DAFTAR ISI



## DAFTAR ISI

	<b>HAL</b>
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	v
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metodologi	2
1.5 Sistematika Laporan	3
1.6 Tujuan	4
1.7 Relevansi	4
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b>	<b>5</b>
2.1 Sejarah Internet	5
2.2 Konsep Jaringan Komputer	5
2.3 Standarisasi Protocol	6
2.4 Standard OSI	7
2.4.1 Model OSI	7
2.4.2 Konsep dan Kegunaan Layer	9
2.5 Model Astitektur TCP/IP	9
2.5.1 Internetworking	9
2.5.2 Lapisan (layer) TCP/IP	10
2.5.3 Internet Protocol	13
2.6 IP Routing	16
2.6.1 Table Routing	17
2.6.2 Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast	19

2.7	IP Private-Intranet	20
2.8	Protocol Routing	20
2.8.1	Autonomous System	21
2.8.2	Tipe IP Routing dan Algoritma IP Routing	22
2.8.3	Static Routing	22
2.8.4	Distance Vector Routing	22
2.8.5	Link State Routing	23
2.8.6	Hybrid Routing	23
2.9	Routing Information Protocol	23
2.10	Open Shortest Path First	24
2.11	Enhanced Interior Gateway Routing Protocol	24
2.12	Border Gateway Protocol	25
2.12.1	Konsep dan Terminologi BGP	25
2.12.2	Operasional BGP	26
2.13	Voice over Internet Protocol	27
2.13.1	Delay	27
2.13.2	Bandwidth	29
2.13.3	Throughput	29
2.14	Voice Codec	30
2.15	SIP Protocol	31
2.15.1	Sistem SIP	32
2.15.2	Format Pengalamatan SIP	33
2.15.3	Messages pada SIP	34
2.15.4	Arsitektur SIP	36
2.15.5	Operasi Dasar SIP	37
2.15.6	RTP (Real Time Transport Protocol)	39
2.15.7	RTCP (Real-time Control Transport Protocol)	41
2.15.8	Perhitungan Bandwidth VoIP Per Call	42
<b>BAB III PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI</b>		<b>43</b>
3.1	Perencanaan Topologi	43
3.2	Metode Pengukuran	44
3.2.1	Pada kondisi normal tanpa lewat jaringan	45
3.2.2	Pada kondisi menggunakan RIP	45

3.2.3	Pada kondisi menggunakan OSPF	46
3.3	Konfigurasi Jaringan	47
3.3.1	Konfigurasi Hardware	47
3.3.2	Konfigurasi Server	49
3.3.3	Konfigurasi Router	54
3.3.4	Konfigurasi Client	61
3.4	Pembatasan Bandwidth pada Jaringan	62
3.5	Pemberian Beban pada Jaringan	63
3.5.1	Beban TCP	63
3.5.2	Beban UDP	64
3.6	Pengambilan data pada VQ Manager	65
3.7	Pengambilan data pada Wireshark	65

#### BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN 67

4.1	Pengukuran Packet Loss	67
4.1.1	Pengukuran pada topologi-1	67
4.1.2	Pengukuran pada topologi-2	68
4.2	Pengukuran Throughput	69
4.2.1	Pengukuran pada topologi-1	70
4.2.2	Pengukuran pada topologi-2	71
4.3	Pengukuran Jitter	72
4.3.1	Pengukuran pada topologi-1	72
4.3.2	Pengukuran pada topologi-2	73
4.4	Pengukuran Delay	74
4.4.1	Pengukuran pada topologi-1	74
4.4.2	Pengukuran pada topologi-2	76
4.5	Pengukuran update routing protocol	77
4.5.1	Pada routing protocol RIP	77
4.5.2	Pada routing protocol OSPF	78

#### BAB V PENUTUP 79

5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80

Daftar Pustaka		81
Lampiran A	Listing Program	83
Lampiran B	Tabel Hasil Pengukuran	89
Lampiran C	Proposal	97
Riwayat Penulis		103

**Terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Wirawan, DEA.,  
Bapak Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng. Ph.D.,  
Bapak Ir. Achmad Ansori, DEA., Bapak Ir. M. Aries Purnomo,  
Ibu Ir. Titiek Suryani, MT.,  
Bapak Istas dan seluruh dosen serta karyawan  
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia**

## **DAFTAR GAMBAR**

## DAFTAR GAMBAR

	HAL	
Gambar 2.1	Contoh Jaringan Internet	9
Gambar 2.2	Protocol TCP/IP	11
Gambar 2.3	Detail dari Model Arsitektur TCP/IP	12
Gambar 2.4	Pembagian kelas pada IP	14
Gambar 2.5	Direct dan Indirect Routing	17
Gambar 2.6	Skenario Table Routing	18
Gambar 2.7	Mode pengiriman data	19
Gambar 2.8	Operasi routing sebuah pada IP	20
Gambar 2.9	Autonomous System	21
Gambar 2.10	Shortest Path First	23
Gambar 2.11	Komponen BGP	26
Gambar 2.12	H.323 dan SIP	33
Gambar 2.13	Contoh Sesi Komunikasi pada SIP	34
Gambar 2.14	Arsitektur Sistem berbasis SIP	36
Gambar 2.15	Basic Call Flow Diagram	38
Gambar 2.16	Posisi RTP dalam SIP Signalling	40
Gambar 2.17	Format Paket VoIP	40
Gambar 3.1	Topologi Jaringan	43
Gambar 3.2	Metodologi Pengukuran	44
Gambar 3.3	Percobaan-1	45
Gambar 3.4	Percobaan-2	45
Gambar 3.5	Percobaan-3	46
Gambar 3.6	Percobaan-4	46
Gambar 3.7	Percobaan-5	47
Gambar 3.8	Konfigurasi X-Lite	61
Gambar 3.9	X-Lite Ready	62
Gambar 3.10	Hasil pengambilan data pada VQ Manager	65
Gambar 4.1	Grafik Packet Loss pada topologi-1	68
Gambar 4.2	Grafik Packet Loss pada topologi-2	69
Gambar 4.3	Grafik Throughput pada topologi-1	70
Gambar 4.4	Grafik Throughput pada topologi-2	71
Gambar 4.5	Grafik Jitter pada topologi-1	72
Gambar 4.6	Grafik Jitter pada topologi-2	73
Gambar 4.7	Grafik Delay pada topologi-1	75
Gambar 4.8	Grafik Delay pada topologi-2	76
Gambar 4.9	Grafik Update pada RIP	77
Gambar 4.10	Grafik Update pada OSPF	78



Terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Mochamad Ashari, M.Eng.,  
selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS dan Bapak Ir.

M. Aries Purnomo, selaku Koordinator Bidang Studi  
Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektro FTI-ITS



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# DAFTAR TABEL



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## DAFTAR TABEL

	<b>HAL</b>	
Tabel 2.1	Fungsi Beserta Contoh Layer OSI	7
Tabel 2.2	Fungsi Beserta Contoh Layer TCP/IP	11
Tabel 2.3	Standart voice coding	31
Tabel 2.4	Fungsi Layanan VoIP	32
Tabel 2.5	SIP Request Message	35
Tabel 2.6	SIP Respond Message	35
Tabel 2.7	Call Flow Detail	38
Tabel 2.8	Link Header	41
Tabel 2.9	Voice Payload	41
Tabel 3.1	Panjang Kabel pada tiap-tiap Device	43



Terima kasih kepada Pak.Achmad, Arif Fathoni, Arie yang telah bersedia meminjamkan komputer untuk tugas akhir ini



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# BAB I

# PENDAHULUAN



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Routing merupakan proses penyampaian paket data dari host asal ke host tujuan melewati network yang berbeda, untuk menangani routing jaringan internal/intranet pada sebuah *autonomous system* digunakan IRP (*interior routing protocol*). *Routing protocol* yang termasuk di dalamnya adalah OSPF (*Open Shortest Path Firest*) dan RIP (*Routing Information Protocol*).

Analogi *routing protocol* adalah bagaikan marka penunjuk jalan yang biasanya berwarna hijau dan terdapat di jalan-jalan raya. Marka penunjuk jalan ini sangat berguna untuk menghantarkan ke tempat yang dituju. Jika mengikuti terus marka penunjuk jalan ini maka kemungkinan besar akan sampai ke tempat tujuan. Marka jalan tersebut akan menciptakan sebuah rute perjalanan untuk tempuh ke tujuan. Mungkin terbentang banyak rute untuk mencapai tempat tujuan, namun biasanya marka jalan tersebut akan menunjukkan jalan yang terbaik untuk mencapai tujuan tersebut. *Routing protocol* bekerja dengan analogi yang hampir sama dengan marka jalan tersebut. *Routing protocol* memiliki tugas dan fungsi menunjukkan jalan untuk sebuah informasi agar dapat mencapai tempat tujuannya. *Routing protocol* akan mengumpulkan rute-rute perjalanan apa saja yang tersedia dalam sebuah jaringan dan semua kemungkinan yang ada. Kemudian rute-rute yang terkumpul tersebut diolah dan dijadikan sebuah tabel yang disebut sebagai *routing table*. Dari routing tabel ini, kemudian perangkat jaringan seperti router dapat memilih jalan terbaik untuk menuju ke lokasi tujuan.

Ketepatan pada pemilihan jalur menuju host tujuan sangat menentukan QoS (*Quality of Service*) dari sebuah jaringan, terutama pada aplikasi yang bersifat realtime seperti VoIP yang akhir-akhir ini menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan baik untuk kegiatan bisnis, pendidikan maupun komunikasi jarak jauh, untuk membangun sistem VoIP dalam lingkup intranet maka diperlukan pembagian jaringan besar menjadi beberapa bagian yang lebih kecil untuk efisiensi *bandwidth*, sehingga packet data tidak dialirkan ke seluruh jaringan, tetapi menuju jaringan dimana host tujuan berada. Untuk itu diperlukan proses *routing interior* dengan menggunakan RIP atau OSPF.

Dalam mengumpulkan rute-rute perjalanan apa saja yang ada dalam sebuah jaringan, *routing protocol* memiliki dua buah metode atau cara kerja yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya tersendiri dalam mengumpulkan rute. Kedua metode tersebut adalah *Link State routing protocol* dan *Distance Vector routing protocol*.

### 1.2.1 Perumusan Masalah

Analisa Perbandingan Kinerja *Routing protocol* OSPF dengan RIP pada Aplikasi VoIP berdasarkan permasalahan :

1. Bagaimana membangun jaringan menggunakan *routing protocol* RIP dan OSPF.
2. Bagaimana mengimplementasikan jaringan yang menggunakan *routing protocol* RIP dan OSPF dalam aplikasi VoIP yang kemudian dianalisa unjuk kerjanya dengan membandingkan QoS antara kedua *routing protocol* tersebut.
3. Bagaimana pengaruh *routing protocol* terhadap perubahan jaringan yang di aplikasi pada VoIP.

### 1.2.2 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir, permasalahan dibatasi dengan asumsi sebagai berikut :

1. Jaringan dibentuk dengan menggunakan 3 router, sebuah PC1 sebagai Server VoIP dan PC2 Client
2. Router yang digunakan adalah PC router menggunakan Linux Debian dengan paket program quagga
3. Parameter yang digunakan untuk mengamati kualitas layanan meliputi *delay, jitter, packet loss, dan throughput*
4. IP Address yang digunakan versi 4.

### 1.4 Metodologi

Metodologi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur  
Mengumpulkan dan mempelajari referensi tentang RIP, OSPF, serta VoIP
2. Perancangan sistem

Pada tugas akhir ini akan dibentuk jaringan menggunakan routing protocol RIP dan OSPF, kemudian akan dijalankan aplikasi VOIP di dalamnya.

3. *Implementasi dan pengujian sistem*

Jaringan dibentuk dengan menggunakan 5 buah PC dengan konfigurasi seperti di atas, setelah secara fisik terbentuk, masing-masing router PC di konfigurasi dengan menggunakan protokol RIP dan OSPF.

4. *Pengambilan dan analisa data*

Setelah dilakukan implementasi dan pengujian sistem, akan di catat data-data yang berhubungan dengan parameter QoS (*Quality of Service*) baik pada routing OSPF dan RIP dengan bantuan software wireshark., pengambilan data dilakukan pada sisi server dan client. Dari hasil data yang didapat akan dilakukan analisa.

5. *Penarikan kesimpulan*

Selanjutnya dari hasil analisa tersebut akan dibandingkan antara hasil routing menggunakan protokol RIP dan OSPF, kemudian akan ditarik kesimpulan routing apakah yang paling cocok untuk aplikasi VoIP.

6. *Penulisan buku laporan*

Dalam penulisan laporan ini mengacu pada pedoman penulisan ilmiah dalam hal ini penulisan Tugas Akhir yang bentuk bakunya telah diatur oleh pihak Jurusan Teknik Elektro.

### **1.5 Sistematika Laporan**

Untuk memudahkan pembahasan, maka Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

**Bab I : Pendahuluan**

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika pembahasan, tujuan dan relevansi.

**Bab II : Teori Penunjang**

Pada bab ini dijelaskan landasan teori dari poin-poin penting yang digunakan dalam Tugas Akhir ini.

**Bab III: Perancangan dan Implementasi**

Pada bab ini dijelaskan tentang rancangan jaringan yang akan dibuat dan disertai metode pengukuran parameter QoS pada jaringan tersebut.

**Bab IV : Data dan Analisa**

Pada bab ini ditampilkan data-data hasil pengukuran parameter QoS beserta analisa kinerja jaringan.

**Bab V : Penutup**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil perancangan dalam Tugas Akhir ini.

**1.6.1 Tujuan**

Tugas akhir ini bertujuan membangun jaringan dengan router PC yang menggunakan protocol RIP dan OSPF, kemudian akan dijalankan aplikasi VoIP di dalamnya dan akan dianalisa unjuk kerjanya dengan cara membandingkan parameter QoS antara keduanya, parameter yang dibandingkan adalah *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*.

**1.7 Relevansi**

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat berikut:

1. Hasil dari tugas akhir ini dapat diimplementasikan di lingkungan ITS untuk melakukan VoIP antar jurusan.
2. Sebagai bahan referensi untuk penyusunan buku tugas akhir selanjutnya, khususnya yang berhubungan dengan voip dan *routing protocol*

Terimakasih pada Om dan tante saya yang ada di jakarta atas segala dukungan serta doa selama kuliah hingga sampai selesai.



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **BAB II**

# **TEORI PENUNJANG**

## BAB II TEORI PENUNJANG

### 2.1 Sejarah Internet<sup>1</sup>

Jaringan mulai dibangun pada kisaran tahun 60an dan 70an, dimana mulai banyak penelitian tentang *paket-switching*, *collision-detection* pada jaringan lokal, hirarki jaringan dan teknik komunikasi lainnya. Semakin banyak yang mengembangkan jaringan, tapi hal ini mengakibatkan semakin banyak perbedaan dan membuat jaringan harus berdiri sendiri tidak bisa dihubungkan antar tipe jaringan yang berbeda. Sehingga untuk menggabungkan jaringan dari group yang berbeda tidak bisa terjadi. Terjadi banyak perbedaan dari interface, aplikasi dan protokol. Situasi perbedaan ini mulai di teliti pada tahun 70an oleh group peneliti Amerika dari DARPA (*Defence Advanced Research Project Agency*). Meneliti tentang internetworking, selain itu ada organisasi lain yang juga bergabung seperti ITU-T (dengan nama CCITT) dan ISO.

Tujuan dari penelitian tersebut membuat suatu protokol, sehingga aplikasi yang berbeda dapat berjalan walaupun pada sistem yang berbeda. Group resmi yang meneliti disebut ARPANET network research group, dimana telah melakukan meeting pada oktober 1971. Kemudian DARPA melanjutkan penelitiannya tentang *host-to-host protocol* dengan menggunakan TCP/IP, sekitar tahun 1978. Implementasi awal internet pada tahun 1980, dimana ARPANET menggunakan TCP/IP. Pada tahun 1983, DARPA memutuskan agar semua komputer terkoneksi ke ARPANET menggunakan TCP/IP. DARPA mengontak Bolt, Beranek, and Newman (BBN) untuk membangun TCP/IP untuk Berkeley UNIX di University of California di Berkeley, untuk mendistribusikan kode sumber bersama dengan sistem operasi BSD (*Berkeley Software Development*), pada tahun 1983 (4.2BSD). Mulai saat itu, TCP/IP menjadi terkenal di seluruh universitas dan badan penelitian dan menjadi protokol standar untuk komunikasi.

### 2.2 Konsep Jaringan Komputer

Jaringan Komputer adalah sekelompok komputer otonom yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya dengan menggunakan protokol komunikasi untuk komputer, sehingga dapat saling berbagi informasi, program-program, penggunaan bersama perangkat keras

<sup>1</sup> Sukaridhoto, Sritustra. Jaringan Komputer, 2006, hal 5



seperti printer, hardisk, dan lain sebagainya. Selain itu jaringan komputer bisa diartikan sebagai kumpulan sejumlah terminal komputer yang berada diberbagai lokasi yang terdiri dari lebih dari satu komputer yang saling berhubungan.

Prinsip dasar sistem jaringan komputer ini adalah proses pengiriman data atau informasi dari pengirim ke penerima melalui suatu media komunikasi tertentu. Tujuan dibangunnya suatu jaringan komputer adalah untuk membawa data informasi dari sisi pengirim menuju penerima secara cepat dan tepat tanpa adanya kesalahan melalui media komunikasi tertentu. Jaringan komputer yang digunakan didalam perusahaan dapat dikelompokan berdasarkan luasan area yang dapat dijangkau atau dilayani. Berdasarkan cakupan luasan area nya jaringan komputer dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu PAN (*Personal Area Network*), LAN (*Local Area Network*), MAN (*Metropolitan Area Network*), WAN (*Wide Area Network*).

### 2.3 Standarisasi Protocol

Dengan berbagai macam merek dan jenis sistem komputer yang masing-masing memiliki ciri khas tersendiri. Oleh karena itu muncul keinginan untuk dapat saling menghubungkan sistem komputer tersebut. Bahkan antar komputer yang berbeda merek. Beberapa organisasi yang berperan dalam standarisasi komunikasi data, yaitu EAI (*Electronic Industries Assosiation*), CCITT (*Commitee Consultative Internationale de Telegrapque et Telephonique*), ISO (*International Standard Organization*), ANSI (*American National Standard Institute*), IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Enginners*). Organisasi tersebut bekerja sama dalam hal komunikasi data, karena hingga saat ini terdapat berbagai macam protocol yang digunakan. protocol yang sering digunakan ialah TCP/IP yang semakin populer diantara developer dan pengguna, karena itu perlu adanya standarisasi. Standarisasi di kelola oleh Internet IAB (*Architecture Board*). IAB mengacu pada IETF (*Internet Engineering Task Force*) untuk membuat standar baru. Dimana standarisasi menggunakan RFC. Untuk Internet Standar Process, menggunakan RFC 2026 – The Internet Standard Process – Revision 3, dimana didalamnya berisi tentang protokol, prosedur, dan konvensi yang digunakan dari oleh internet. *Internet Protocol suite* masih dikembangkan dan perkembangannya menggunakan mekanisme RFC (*Request For Comment*). Protokol baru yang dikembangkan oleh peneliti akan diajukan dalam bentuk ID (*Internet Draft*). Kemudian akan di evaluasi oleh IAB. Apabila disetujui maka akan lahir RFC dengan seri



baru untuk aplikasi atau protokol tersebut, sehingga *developer* dapat menggunakan standar tersebut.

## 2.4 Standard OSI

Salah satu standard dalam protocol jaringan yang dikembangkan oleh ISO adalah model referensi Open Sistem Interconnection (OSI). Model OSI ini memberikan gambaran tentang fungsi, tujuan, dan kerangka kerja suatu struktur model referensi untuk proses sistem komunikasi. Teknik pada model referensi OSI yang diterapkan untuk mengatur transmisi data adalah teknik layer.

### 2.4.1 Model OSI<sup>2</sup>

OSI model terdiri dari 7 layer. Dimana bagian atas dari layernya (layer 7,6,dan 5) difokuskan untuk bentuk pelayanan dari suatu aplikasi. Sedangkan untuk layer bagian bawahnya (layer 4,3, 2 dan 1) berorientasikan tentang aliran data dari ujung satu ke ujung yang lainnya.

**Tabel 2.1 Fungsi Beserta Contoh Layer OSI**

<b>Nama Layer</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Contoh</b>
Aplikasi	Aplikasi yang saling berkomunikasi antar komputer. Aplikasi layer mengacu pada pelayanan komunikasi pada suatu aplikasi.	Telnet, HTTP, FTP, WWW Browser, NFS, SMTP, SNMP
Presentasi	Pada layer bertujuan untuk mendefinisikan format data, seperti ASCII text, binary dan JPEG	JPEG, ASCII, TIFF, GIF, MPEG, MIDI
Session	Sesi layer mendefinisikan bagaimana memulai, Mengontrol dan mengakhiri suatu percakapan (biasa disebut session)	RPC, SQL, NFS, SCP

<sup>2</sup> Ibid, hal 9

**Lanjutan Tabel 2.1**

<b>Nama Layer</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Contoh</b>
Transport	<p>Pada layer 4 ini bisa dipilih apakah menggunakan protokol yang mendukung error recovery atau tidak.</p> <p>Melakukan multiplexing terhadap data yang datang, mengurutkan data yang datang apabila datangnya tidak berurutan.</p>	TCP, UDP, SPX
Network	<p>Layer ini mendefinisikan pengiriman data dari ujung ke ujung. Untuk melakukan pengiriman pada layer ini juga melakukan pengalamatan.</p> <p>Mendefinisikan pengiriman jalur (routing).</p>	IP, IPX, Appletalk, DDP
Data Link	<p>Layer ini mengatur pengiriman data dari interface yang berbeda.</p> <p>Semisal pengiriman data dari ethernet 802.3 menuju ke High-level Data Link Control (HDLC), pengiriman data WAN</p>	IEEE 802.2/802.3, HDLC, Frame relay, PPP, FDDI, ATM
Physical	<p>Layer ini mengatur tentang bentuk interface yang berbeda-beda dari sebuah media transmisi.</p> <p>Spesifikasi yang berbeda misal konektor, pin, penggunaan pin, arus listrik yang lewat, encoding, sumber cahaya dll</p>	EIA/TIA-232, V35, EIA/TIA-449, V.24, RJ45, Ethernet, NRZI, NRZ, B8ZS

## 2.4.2 Konsep dan Kegunaan Layer

Banyak kegunaan yang didapat dari pembagian fungsi menjadi yang lebih kecil atau yang disebut *layer*. Kegunaan yang pasti adalah mengurangi kompleksitas, sehingga dapat didefinisikan lebih detail.

Contoh kegunaannya antara lain:

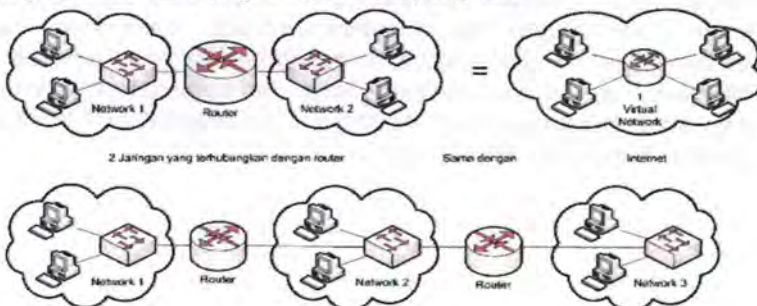
- Manusia dapat membahas dan mempelajari tentang protokol secara detail.
- Membuat perangkat menjadi bentuk modular, sehingga pengguna dapat menggunakan hanya modul yang dibutuhkan
- Membuat lingkungan yang dapat saling terkoneksi
- Mengurangi kompleksitas pada pemrograman sehingga memudahkan produksi.
- Tiap layer dapat diberikan pembuka dan penutup sesuai dengan layernya.
- Untuk berkomunikasi dapat dengan segera menggunakan layer dibawahnya.

## 2.5 Model Arsitektur TCP/IP

Protokol TCP/IP terbentuk dari 2 komponen yaitu TCP (*Transmission Control Protocol*) dan IP (*Internet Protocol*).

### 2.5.1 Internetworking

Tujuan dari TCP/IP adalah untuk membangun suatu koneksi antar jaringan (*network*), dimana biasa disebut *internetwork*, atau *internet*, yang menyediakan pelayanan komunikasi antar jaringan yang memiliki bentuk fisik yang beragam. Tujuan yang jelas adalah menghubungkan (*hosts*) pada jaringan yang berbeda, atau mungkin terpisahkan secara geografis pada area yang luas.



Gambar 2.1 Contoh Jaringan Internet

Internet dapat digolongkan menjadi beberapa group jaringan, antara lain:

- Backbone: Jaringan besar yang menghubungkan antar jaringan lainnya.

Contoh : NSFNET yang merupakan jaringan backbone dunia di Amerika, EBONE yang merupakan jaringan backbone di Eropa, dan lainnya.

- Jaringan regional, contoh: jaringan antar kampus.
- Jaringan yang bersifat komersial dimana menyediakan koneksi menuju backbone kepada pelanggannya.
- Jaringan lokal, contoh: jaringan dalam sebuah kampus.

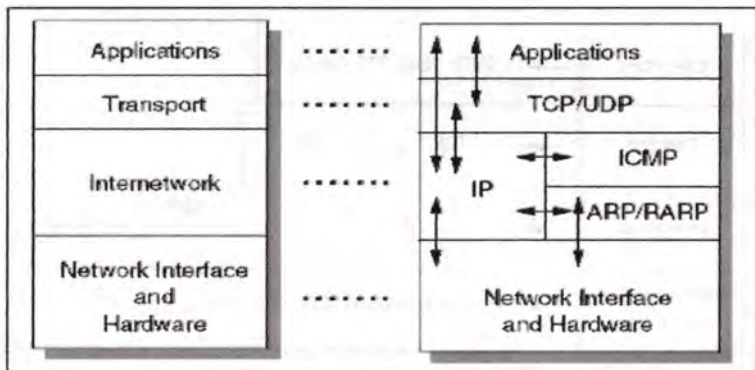
Aspek lain yang penting dari TCP/IP adalah membentuk suatu standarisasi dalam komunikasi. Tiap-tiap bentuk fisik suatu jaringan memiliki teknologi yang berbeda-beda, sehingga diperlukan pemrograman atau fungsi khusus untuk digunakan dalam komunikasi. TCP/IP memberikan fasilitas khusus yang bekerja diatas pemrograman atau fungsi khusus tersebut dari masing-masing fisik jaringan. Sehingga bentuk arsitektur dari fisik jaringan akan tersamarkan dari pengguna dan pembuat aplikasi jaringan. Dengan TCP/IP, pengguna tidak perlu lagi memikirkan bentuk fisik jaringan untuk melakukan sebuah komunikasi. Sebagai contoh pada Gambar 2.1, untuk dapat berkomunikasi antar 2 jaringan, diperlukan komputer yang terhubung dalam suatu perangkat yang dapat meneruskan suatu paket data dari jaringan yang satu ke jaringan yang lain. Perangkat tersebut disebut Router. Selain itu router juga digunakan sebagai pengarah jalur (*routing*).

### 2.5.2 Lapisan (layer) TCP/IP<sup>3</sup>

Seperti pada perangkat lunak, TCP/IP dibentuk dalam beberapa lapisan (*layer*). Dengan dibentuk dalam layer, akan mempermudah untuk pengembangan dan pengimplementasian. Antar layer dapat berkomunikasi ke atas maupun ke bawah dengan suatu penghubung interface. Tiap-tiap layer memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda dan saling mendukung layer di atasnya. Pada protokol TCP/IP dibagi menjadi 4 layer, tampak pada Gambar 2.2

---

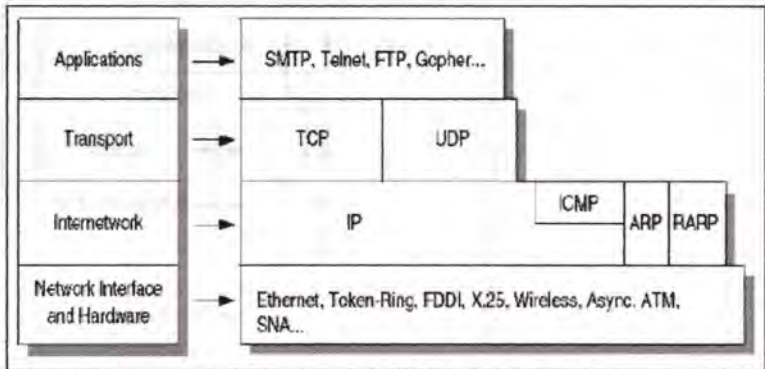
<sup>3</sup> Ibid, hal 2



Gambar 2.2 Protocol TCP/IP

Tabel 2.2 Fungsi Beserta Contoh Layer TCP/IP

Nama Layer	Kegunaan	Contoh
Aplikasi	Layer aplikasi digunakan pada program untuk berkomunikasi menggunakan TCP/IP, interface yang digunakan untuk saling berkomunikasi adalah nomer port dan socket.	FTP, Telnet
Transport	Layer transport memberikan fungsi pengiriman data secara <i>end-to-end</i> ke sisi remote. Aplikasi yang beragam dapat melakukan komunikasi secara serentak (simultaneously).	TCP, UDP
Internetwork	Layer Internetwork biasa disebut juga layer internet atau layer network, dimana memberikan "virtual network" pada internet.	IP, ICMP, IGMP, ARP, RARP
Network Interface	Layer network interface disebut juga layer link atau layer datalink, yang merupakan perangkat keras pada jaringan.	IEEE802.2, X.25, ATM, FDDI, dan SNA



**Gambar 2.3 Detail dari Model Arsitektur TCP/IP**

Fungsi masing-masing layer / lapisan protokol serta aliran data pada layer TCP / IP diatas, dapat dicontohkan dengan menggunakan analogi yang sangat sederhana. Seperti analogi pengiriman surat, seperti berikut ini:

1. Pertama, kita harus menulis dahulu isi surat tersebut. Maka kita harus mengambil selembar kertas dengan ballpoint untuk menulis berita tersebut.
2. Setelah langkah ini terselesaikan, maka kita harus mengambil amplop surat agar terlindung dari kerusakan.
3. Maka kita harus memilih amplop yang tertutup (TCP) atau amplop yang terbuka (UDP).
4. Barulah kita menulis alamat yang dituju dengan jelas, serta nama pengirim dan lalamat pengirim.
5. Maka selesailah sudah pengiriman surat tersebut dengan menitipkan surat itu pada kantor pos.

Cara kerja TCP/IP dalam satu komputer adalah sangat mirip dengan cerita diatas. Mengirimkan e-mail dll, terlebih dahulu diolah di TCP. Saat diolah TCP memberi amplop untuk melindungi data-data yang hendak dikirim, yang berupa data tambahan (no.urut), 16 bit source port number (nama pengirim dan penerima).

Komputer dengan protokol TCP/IP dapat berhubungan dengan komputer lain dan jaringan lain karena bantuan peralatan jaringan komputer. Peralatan ini biasanya disebut *network interface*. Selain peralatan tersebut masih diperlukan peralatan lain yang disebut dengan device penghubung jaringan, yang secara umum dibagi menjadi beberapa kategori :

### 1. Repeater

Fungsinya adalah menerima sinyal dari satu segment kabel LAN dan memancarkan kembali dengan kekuatan yang sama dengan sinyal aslinya. Pada segment (satu atau lebih) kabel LAN lain, dengan adanya repeater ini jarak antara dua jaringan komputer bisa diperjauh.

### 2. Bridge

- Bridge lebih cerdas dan fleksibel dibandingkan dengan repeater.
- Bridge bekerja dengan meneruskan paket ethernet dari satu jaringan ke jaringan yang lain.
- Beberapa bridge mempelajari alamat ethernet setiap device yang terhubung dengannya dan mengatur alur frame berdasarkan alamat tersebut.
- Dapat dihubungkan dalam jaringan dengan metode transmisi yang berbeda. LAN ethernet dengan LAN token ring dan mampu memisahkan sebagian trafik karena adanya pemfilteran frame.

### 3. Router

Melewatkan paket IP dari satu jaringan ke jaringan lain yang mungkin memiliki banyak jalur diantara keduanya.

## 2.5.3 Internet Protocol

*Internet Protocol* didesain untuk interkoneksi sistem komunikasi komputer pada jaringan *paket switched*. Pada jaringan TCP/IP, sebuah komputer diidentifikasi dengan alamat IP. Tiap-tiap komputer memiliki alamat IP yang unik, masing-masing berbeda satu sama lainnya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kesalahan pada transfer data. Terakhir, protokol data akses berhubungan langsung dengan media fisik. Secara umum protokol ini bertugas untuk menangani pendeteksian kesalahan pada saat transfer data. Untuk komunikasi datanya, *Internet Protokol* mengimplementasikan dua fungsi dasar yaitu *addressing* dan fragmentasi.

Salah satu hal penting dalam IP dalam pengiriman informasi adalah metode pengalamatan pengirim dan penerima. Saat ini terdapat standar pengalamatan yang sudah digunakan yaitu IPv4 dengan alamat terdiri dari 32 bit. Jumlah alamat yang diciptakan dengan IPv4 diperkirakan tidak dapat mencukupi kebutuhan pengalamatan IP sehingga sekarang sudah tersedia sistim pengalamatan yang baru yaitu IPv6 yang menggunakan sistim pengalamatan 128 bit.

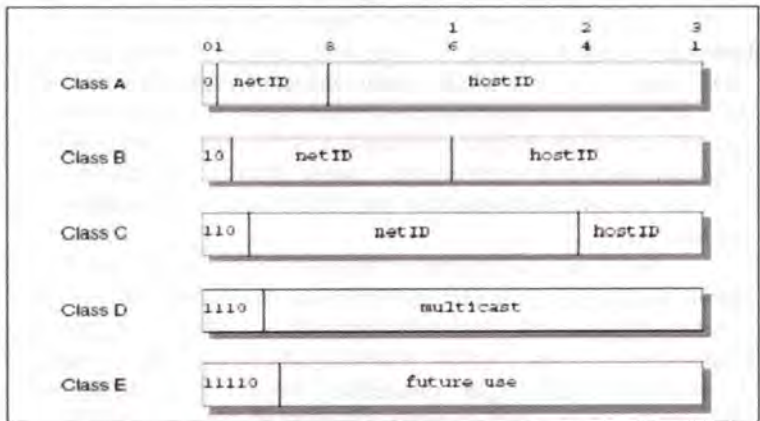
Pengalamatan IP dapat di lihat di RFC 1166 – Internet Number. Untuk mengidentifikasi suatu host pada internet, maka tiap host diberi

IP address, atau *internet address*. Apabila *host* tersebut tersambung dengan lebih dari 1 jaringan maka disebut *multi-homed* dimana memiliki 1 IP address untuk masing-masing interface. IP Address terdiri dari :

$$\text{IP Address} = \langle \text{nomer network} \rangle \langle \text{nomer host} \rangle$$

Nomer network diatur oleh suatu badan yaitu Regional Internet Registries (RIR), yaitu : American Registry for Internet Number (ARIN), bertanggung jawab untuk daerah Amerika Utara, Amerika Selatan, Karibia, dan bagian sahara dari Afrika. Reseaux IP Europeens (RIPE), bertanggung jawab untuk daerah Eropa, Timur Tengah dan bagian Afrika Asia Pasific Network Information Center (APNIC), bertanggung jawab untuk daerah Asia Pasific IP address merupakan 32 bit bilangan biner dimana bisa dituliskan dengan bilangan desimal dengan dibagi menjadi 4 kolom dan dipisahkan dengan titik. Bilangan biner dari IP address 128.2.7.9 adalah : 10000000 00000010 00000111 00001001.

Penggunaan IP address adalah unik, artinya tidak diperbolehkan menggunakan IP address yang sama dalam satu jaringan. Bit pertama dari alamat IP memberikan spesifikasi terhadap sisa alamat dari IP. Selain itu juga dapat memisahkan suatu alamat IP dari jaringan. Network. Alamat Network (network address) biasa disebut juga sebagai netID, sedangkan untuk alamat host (host address) biasa disebut juga sebagai hostID. Ada 5 kelas pembagian IP address yaitu :



**Gambar 2.4** Pembagian kelas pada IP



Dimana :

- Kelas A: Menggunakan 7 bit alamat network dan 24 bit untuk alamat host. Dengan ini memungkinkan adanya  $2^7-2$  (126) jaringan dengan  $2^{24}-2$  (16777214) host, atau lebih dari 2 juta alamat
- Kelas B: Menggunakan 14 bit alamat network dan 16 bit untuk alamat host. Dengan ini memungkinkan adanya  $2^{14}-2$  (16382) jaringan dengan  $2^{16}-2$  (65534) host, atau sekitar 1 juta alamat
- Kelas C: Menggunakan 21 bit alamat network dan 8 bit untuk alamat host. Dengan ini memungkinkan adanya  $2^{21}-2$  (2097150) jaringan dengan  $2^8-2$  (254) host, atau sekitar setengah juta alamat.
- Kelas D : Alamat ini digunakan untuk multicast
- Kelas E : Digunakan untuk selanjutnya.

Kelas A digunakan untuk jaringan yang memiliki jumlah host yang sangat banyak. Sedangkan kelas C digunakan untuk jaringan kecil dengan jumlah host tidak sampai 254. Sedangkan untuk jaringan dengan jumlah host lebih dari 254 harus menggunakan kelas B. Alamat dengan semua bit = 0, digunakan untuk alamat jaringan (network address). Contoh 192.168.1.0. Alamat dengan semua bit = 1, digunakan untuk alamat broadcast (broadcast address). Contoh 192.168.1.255. Alamat loopback, alamat dengan IP 127.0.0.0 digunakan sebagai alamat loopback dari sistem lokal. Perkembangan internet yang semakin pesat, menyebabkan penggunaan IP semakin banyak, dan jumlah IP yang tersedia semakin lama semakin habis. Selain itu untuk pengaturan jaringan juga semakin besar karena jaringannya yang semakin besar. Untuk itu perlu dilakukan "pegecilan" jaringan yaitu dengan cara membuat subnet (subnetting). Sehingga bentuk dasar dari IP berubah dengan penambahan subnetwork atau nomer subnet, menjadi :

<nomer jaringan><nomer subnet><nomer host>

Jaringan bisa dibagi menjadi beberapa jaringan kecil dengan membagi IP address dengan pembagiannya yang disebut sebagai subnetmask atau biasa disebut netmask. Netmask memiliki format sama seperti IP address. Contoh penggunaan subnetmask :

- Dengan menggunakan subnetmask 255.255.255.0, artinya jaringan kita mempunyai  $2^8-2$  (254) jumlah host.
- Dengan menggunakan subnetmask 255.255.255.240, artinya pada kolom terakhir pada subnet tersebut 240 bila dirubah menjadi biner menjadi 11110000. Bit 0 menandakan jumlah host  $2^4-2$  (14) host.

Ada 2 tipe subnetting yaitu static subnetting dan variable length subnetting serta gabungan antara static subnetting dan variable length subnetting :

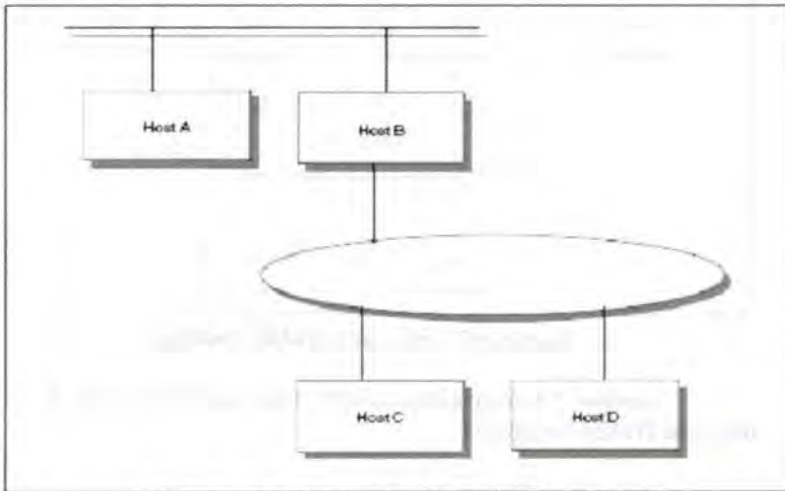
- **Static subnetting** : Subnetting yang digunakan hanya memperhatikan dari kelas dari IP address. Contoh untuk jaringan kelas C yang hanya memiliki 4 host digunakan subnetting 255.255.255.0. Dalam hal penggunaan ini akan memudahkan karena apabila ada penambahan host tidak perlu lagi merubah subnetmask, tetapi akan melakukan pemborosan sebanyak 250 alamat IP.
- **Variable Length Subnetting Mask (VLSM)** : Subnetting yang digunakan berdasarkan jumlah host. Sehingga akan semakin banyak jaringan yang bisa dipisahkan.
- Gabungan antara static subnetting dan variable length subnetting. Penggunaan subnetting biasanya menggunakan static subnetting. Tetapi karena suatu keperluan sebagian kecil jaringan tersebut menggunakan variable length subnetting. Sehingga diperlukan router untuk menggabungkan kedua jaringan tersebut.

## 2.6 IP Routing

Fungsi utama dari sebuah IP adalah IP routing. Fungsi ini memberikan mekanisme pada router untuk menyambungkan beberapa jaringan fisik yang berbeda. Sebuah perangkat dapat difungsikan sebagai host maupun router. Ada 2 tipe IP routing yaitu :

- **Direct Routing** : apabila host kita dengan tujuan berada dalam 1 jaringan. Maka data kita bila dikirimkan ketujuan akan langsung dikirimkan dengan mengenkapsulasi IP datagram pada *layer physical*. Hal ini disebut dengan *Direct Routing*.
- **Indirect Routing** : apabila kita ingin mengirimkan suatu data ketujuan lain, dimana tujuan tersebut berada di jaringan yang berbeda dengan kita. Maka untuk itu dibutuhkan 1 IP address lagi yang digunakan sebagai IP gateway. Alamat pada gateway

pertama (hop pertama) disebut *indirect route* dalam algoritma IP routing. Alamat dari gateway pertama yang hanya diperlukan oleh pengirim untuk mengirimkan data ke tujuan yang berada di jaringan yang berbeda.



**Gambar 2.5 Direct dan Indirect Routing**

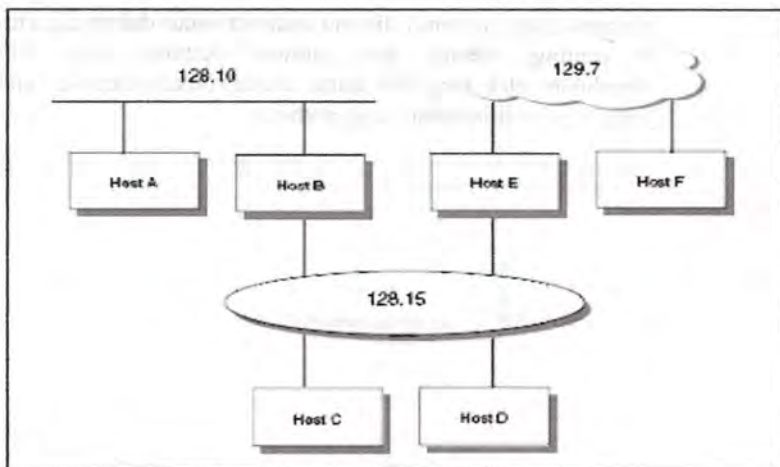
Pada gambar 2.5 diperlihatkan perbedaan *direct* dan *indirect routing*. *Direct* dan *Indirect Route* – Host C memiliki *direct route* terhadap Host B dan D, dan memiliki *indirect route* terhadap host A melalui gateway B.

### 2.6.1 Table Routing

Menentukan arah dari berbagai *direct route* dapat dilihat dari list akan interface. Sedangkan untuk list jaringan dan gatewaynya dapat dikonfigurasi kemudian. List tersebut digunakan untuk fasilitas IP routing. Informasi tersebut disimpan dalam suatu tabel yang disebut tabel arah (Routing Table).

Tipe informasi yang ada pada table routing antara lain :

1. *Direct route* yang didapat dari interface yang terpasang.
2. *Indirect route* yang dapat dicapai melalui sebuah atau beberapa gateway.
3. *Default route*, yang merupakan arah akhir apabila tidak bisa terhubung melalui *direct* maupun *indirect route*.



**Gambar 2.6 Skenario Table Routing**

Gambar 2.6 menyajikan contoh suatu jaringan. Table Routing dari host D akan berisikan :

Destination Router Interface

129.7.0.0 E Lan0

128.15.0.0 D Lan0

128.10.0.0 B Lan0

Default B Lan0

127.0.0.1 Loopback Lo

Host D terhubung pada jaringan 128.15.0.0 maka digunakan direct route untuk jaringan ini. Untuk menghubungi jaringan 129.7.0.0 dan 128.10.0.0, diperlukan indirect route melalui E dan B.

Sedangkan table routing untuk host F, berisikan :

Destination Router Interface

129.7.0.0 F Wan0

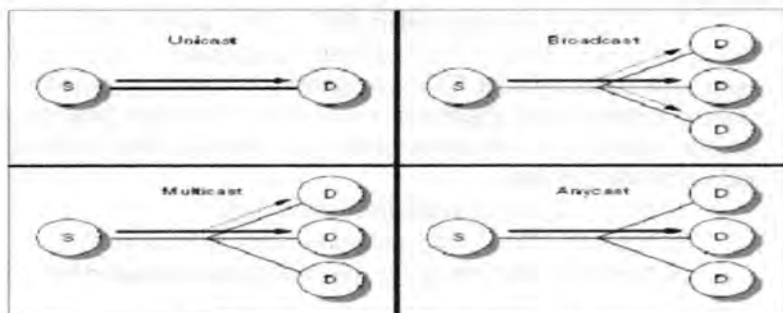
Default E Wan0

127.0.0.1 Loopback Lo

Karena jaringan selain 129.7.0.0 harus dicapai melalui E, maka host F hanya menggunakan default route melalui E.

## 2.6.2 Unicast, Broadcast, Multicast dan Anycast.

Pengiriman data pada IP address umumnya adalah 1 paket pengiriman, hal ini disebut Unicast. Koneksi unicast adalah koneksi dengan hubungan *one-to-one* antara 1 alamat pengirim dan 1 alamat penerima Untuk penerima dengan jumlah lebih dari 1 ada beberapa cara pengiriman yaitu *broadcast*, *multicast* dan *anycast*. Dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Mode pengiriman data

Berikut ini adalah beberapa mode pengiriman data :

- **Broadcast**  
Pengiriman data dengan tujuan semua alamat yang berada dalam 1 jaringan, mode pengiriman data seperti ini disebut *Broadcast*. Aplikasi yang menggunakan metode ini akan mengirimkan ke alamat broadcast. Contoh 192.168.0.255, apabila mengirimkan data ke alamat ini maka semua host yang berada dalam jaringan tersebut akan menerima data.
- **Multicast**  
Pengiriman data dengan tujuan alamat group dalam 1 jaringan, mode pengiriman data ini disebut *Multicast*. Alamat ini menggunakan kelas D, sehingga beberapa host akan didaftarkan dengan menggunakan alamat kelas D ini. Apabila ada pengirim yang mengirimkan data ke alamat kelas D ini akan diteruskan menuju ke host-host yang sudah terdaftar di IP kelas D ini.
- **Anycast**  
Apabila suatu pelayanan menggunakan beberapa IP address yang berbeda, kemudian apabila ada pengirim mengirimkan data menuju ke pelayanan tersebut maka akan diteruskan ke salah satu alamat IP tersebut, mode pengiriman ini disebut *Anycast*. Contoh:

Apabila ada 5 server dengan aplikasi FTP yang sama, maka apabila ada user mengakses pelayanan FTP tersebut akan diarahkan ke salah satu dari 5 server tersebut.

## 2.7 IP Private – Intranet

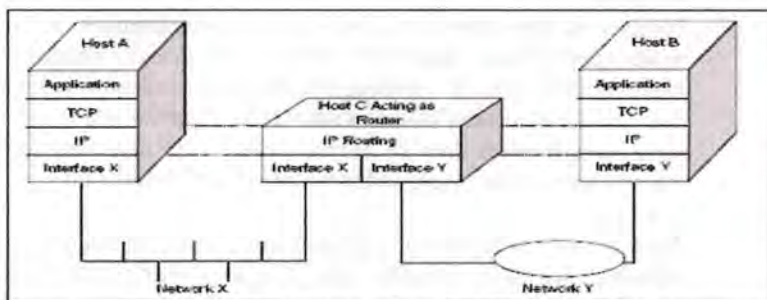
Kebutuhan IP address beriringan dengan meningkatnya penggunaan internet. Karena jumlah IP address yang digunakan semakin lama semakin habis. Untuk mengatasi permasalahan ini dilakukan penggunaan IP Private.

IP Private ini diatur dalam RFC 1918 – *Address allocation for Private Internets*. RFC ini menjelaskan penggunaan IP address yang harus unik secara global. Dan penggunaan beberapa bagian dari IP address tersebut yang digunakan untuk tidak terhubung langsung ke internet. Alamat IP ini digunakan untuk jalur intranet. Alamat-alamat IP address tersebut adalah

- 10.0.0.0 : digunakan untuk jaringan kelas A
- 172.16.0.0 – 172.31.0.0 : digunakan untuk jaringan kelas B
- 192.168.0.0 – 192.168.255.0 : digunakan untuk jaringan kelas C

## 2.8 Protokol Routing

Salah satu fungsi dari protokol IP adalah membentuk koneksi dari berbagai macam bentuk interface yang berbeda. Sistem yang melakukan tugas tersebut disebut IP router. Tipe dari perangkat ini terpasang dua atau lebih bentuk interface dan meneruskan datagram antar jaringan. Ketika mengirim data ke tujuan, suatu host akan melewati sebuah router terlebih dahulu. Kemudian router akan meneruskan data tersebut hingga tujuannya. Data tersebut mengalir dari router satu ke router yang lain hingga mencapai host tujuannya. Tiap router melakukan pemilihan jalan untuk menuju ke hop berikutnya.

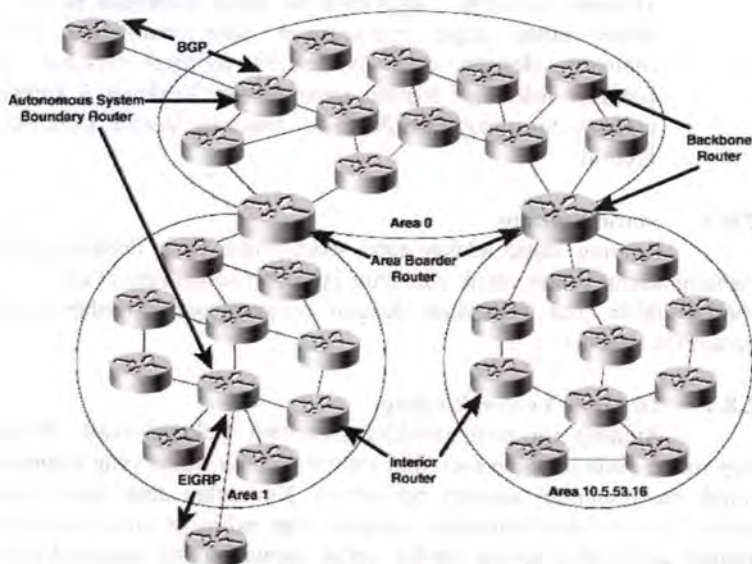


Gambar 2.8 Operasi routing sebuah pada IP

Gambar 2.8 menunjukkan sebuah jaringan dimana host C meneruskan paket data antara jaringan X dan jaringan Y Routing table pada tiap perangkat digunakan untuk meneruskan paket data pada jaringan tiap segmen. *Protocol routing* mempunyai kemampuan untuk membangun informasi dalam *routing table* secara dinamik. Apabila terjadi perubahan jaringan *routing protocol* mampu memperbaharui informasi routing tersebut.

### 2.8.1 Autonomous System

Definisi dari AS (*Autonomous System*) merupakan bagian dari memahami *Routing Protocol*. AS merupakan bagian logical dari Jaringan IP yang besar. AS biasanya dimiliki oleh sebuah organisasi jaringan. AS di administrasi oleh sebuah manajemen resmi. AS dapat dikoneksikan dengan AS lainnya, baik *public* maupun *private*. Ilustrasi tentang AS dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Autonomous System

Beberapa *routing protocol* digunakan untuk menentukan jalur pada sistem AS. Yang lainnya digunakan untuk interkoneksi pada suatu set *autonomous system*, yaitu :

- *Interior Gateway Protocol (IGP)* : dengan IGP router dapat saling tukar informasi routing antar AS. Contoh protokol ini antara lain Open Shortest Path First (OSPF) dan Routing Information Protocol (RIP).
- *External Gateway Protocol (EGP)* : dengan EGP router dapat saling tukar hasil akhir (summary) antar AS. Contoh protokol ini antara lain Border Gateway Protocol (BGP).

### 2.8.2 Tipe IP Routing dan Algoritma IP Routing

Algoritma routing digunakan untuk membangun dan mengatur table routing pada perangkat. Terdapat 2 cara untuk membangun table routing, yaitu :

- *Static Routing* : routing ini dibangun berdasarkan definisi dari administrator
- *Dynamic Routing* : algoritma ini dapat membuat perangkat router untuk dapat menentukan jalur routingsnya secara otomatis, dengan cara menjelajah jaringan tersebut dan bertukar informasi routing antar router. Terdapat 3 kategori tentang algoritma dinamik, yaitu : Distance Vector, Link State, Hybrid.

### 2.8.3 Static Routing

Routing static adalah entri suatu route yang dilakukan oleh seorang administrator untuk mengatur jalur dari sebuah paket data. Entri routing table bisa dilakukan dengan program yang terdapat pada perangkat tersebut.

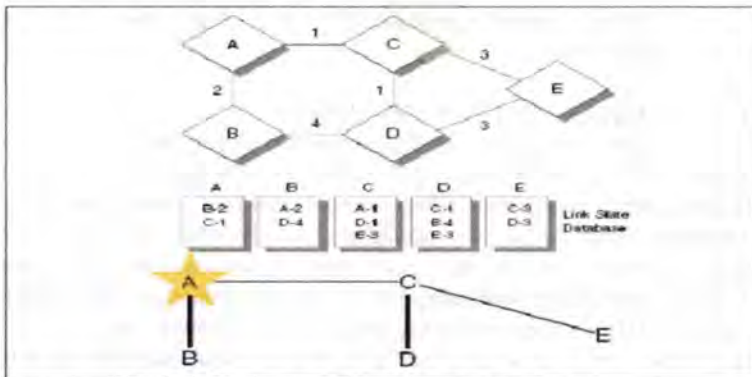
### 2.8.4 Distance Vector Routing

Routing ini menggunakan algoritma Bellman-Ford. Dimana tiap router pada jaringan memiliki informasi jalur mana yang terpendek untuk menghubungi segmen berikutnya. Kemudian antar router akan saling mengirimkan informasi tersebut, dan akhirnya jalur yang lebih pendek akan lebih sering dipilih untuk menjadi jalur menuju ke host tujuan. Protokol yang menggunakan algoritma ini yaitu RIP.



### 2.8.5 Link State Routing

Routing ini menggunakan teknik *link state*, dimana artinya tiap router akan mengolek informasi tentang *interface*, *bandwidth*, *roundtrip* dan sebagainya. Kemudian antar router akan saling menukar informasi, nilai yang paling efisien yang akan diambil sebagai jalur dan di entri ke dalam table routing. Informasi state yang ditukarkan disebut LSA (*Link State Advertisement*). Dengan menggunakan algoritma pengambilan keputusan SPF (*Shortest Path First*), informasi LSA tersebut akan diatur sedemikian rupa hingga membentuk suatu jalur routing. Ilustrasi SPF dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Shortest Path First

### 2.8.6 Hybrid Routing

Routing merupakan gabungan dari *Distance Vector* dan *Link State routing*. Contoh penggunaan algoritma ini adalah EIGRP.

### 2.9 Routing Information Protocol (RIP)

*Routing protocol* yang menggunakan *algoritma distance vector*, yaitu algoritma Bellman-Ford. Pertama kali dikenalkan pada tahun 1969 dan merupakan algoritma routing yang pertama pada ARPANET. Versi awal dari *routing protocol* ini dibuat oleh Xerox Parc's PARC Universal Packet Internetworking dengan nama *Gateway Internet Protocol*. Kemudian diganti nama menjadi RIP (*Router Information Protocol*) yang merupakan bagian Xerox network Services. Versi dari RIP yang mendukung teknologi IP dimasukkan dalam BSD system sebagai *routed daemon*. Spesifikasi RIP dapat dilihat di RFC 1058. RIP yang merupakan *routing protocol* dengan algoritma *distance vector*, yang menghitung jumlah hop (*count hop*) sebagai *routing metric*.

Jumlah maksimum dari hop yang diperbolehkan adalah 15 hop. Tiap RIP router saling tukar informasi routing tiap 30 detik, melalui UDP port 520. Untuk menghindari *loop routing*, digunakan teknik *split horizon with poison reverse*. RIP merupakan routing protocol yang paling mudah untuk di konfigurasi. RIP memiliki 3 versi yaitu

- RIPv1 didefinisikan pada RFC 1058, dimana menggunakan classful routing, tidak menggunakan subnet. Tidak mendukung Variable Length Subnet Mask (VLSM).
- RIPv2 hadir sekitar tahun 1994, dengan memperbaiki kemampuan akan classless inter domain routing. Didefinisikan pada RFC 2080.
- RIPng merupakan protokol RIP untuk IPv6. Didefinisikan pada RFC 2080.

## 2.10 Open Shortest Path First (OSPF)

OSPF merupakan routing protocol berbasis link state, termasuk dalam IGP (*interior Gateway Protocol*). Menggunakan algoritma Dijkstra untuk menghitung SPF (*shortest path first*). Menggunakan cost sebagai *routing metric*. Setelah antar router bertukar informasi maka akan terbentuk database *link state* pada masing-masing router. OSPF mungkin merupakan IGP yang paling banyak digunakan. Menggunakan metode MD5 untuk autentikasi antar router sebelum menerima LSA (*Link-state Advertisement*). Dari awal OSPF sudah mendukung CIDR dan VLSM, berbeda dengan RIP. Bahkan untuk OSPFv3 sudah mendukung untuk IPv6. Router dalam *broadcast domain* yang sama akan melakukan adjacencies untuk mendeteksi satu sama lainnya. Pendeteksian dilakukan dengan mendengarkan "Hello Packet". Hal ini disebut 2 way state. Router OSPF mengirimkan "Hello Packet" dengan cara *unicast* dan *multicast*. Alamat multicast 224.0.0.5 dan 224.0.0.6 digunakan OSPF, sehingga OSPF tidak menggunakan TCP atau UDP melainkan IP protocol 89.

## 2.11 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

EIGRP merupakan routing protocol yang dibuat CISCO. EIGRP termasuk routing protocol dengan algoritma hybrid.

EIGRP menggunakan beberapa terminologi, yaitu :

1. Successor : istilah yang digunakan untuk jalur yang digunakan untuk meneruskan paket data.

2. Feasible Successor : istilah yang digunakan untuk jalur yang akan digunakan untuk meneruskan data apabila successor mengalami kerusakan
3. Neighbor table : istilah yang digunakan untuk tabel yang berisi alamat dan interface untuk mengakses ke router sebelah
4. Topology table : istilah yang digunakan untuk tabel yang berisi semua tujuan dari router sekitarnya.
5. Reliable transport protocol : EIGRP dapat menjamin urutan pengiriman data.

Perangkat EIGRP bertukar informasi hello packet untuk memastikan daerah sekitar. Pada *bandwidth* yang besar router saling bertukar informasi setiap 5 detik, dan 60 detik pada *bandwidth* yang lebih rendah.

## 2.12 Border Gateway Protocol (BGP)

BGP adalah router untuk jaringan external. BGP digunakan untuk menghindari *routing loop* pada jaringan internet. Standar BGP menggunakan RFC 1771 yang berisi tentang BGP versi 4.

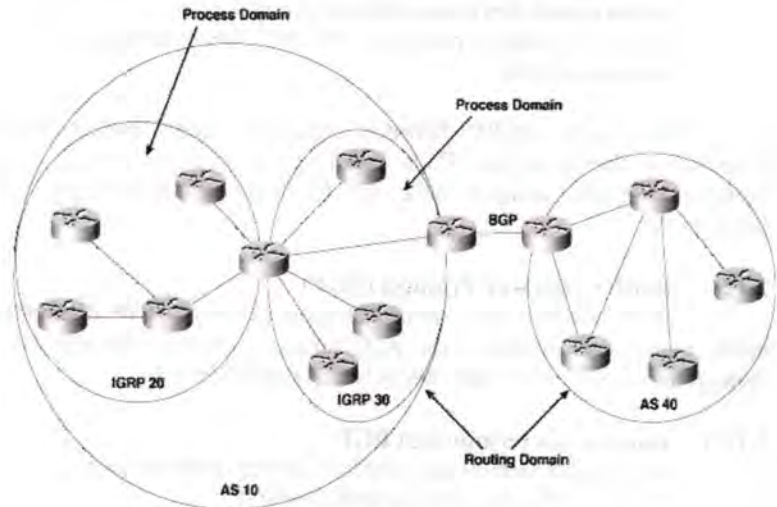
### 2.12.1 Konsep dan terminologi BGP

Konsep dan terminologi Border Gateway Protocol yaitu :

1. BGP Speaker : Router yang mendukung BGP
2. BGP Neighbor (pasangan) : Sepasang router BGP yang saling tukar informasi. Ada 2 jenis tipe tetangga (neighbor) :
  - Internal (IBGP) neighbor : pasangan BGP yang menggunakan AS yang sama.
  - External (EBGP) neighbor : pasangan BGP yang menggunakan AS yang berbeda.
3. BGP session : sesi dari 2 BGP yang sedang terkoneksi
4. Tipe trafik :
  - Lokal : trafik lokal ke AS
  - Transit : semua trafik yang bukan lokal
5. Tipe AS :
  - Stub : bagian AS yang terkoneksi hanya 1 koneksi dengan AS.
  - Multihomed : bagian ini terkoneksi dengan 2 atau lebih AS, tetapi tidak meneruskan trafik transit.
6. Nomer AS : 16 bit nomer yang unik
7. AS path : jalur yang dilalui oleh routing dengan nomer AS
8. Routing Policy : aturan yang harus dipatuhi tentang bagaimana meneruskan paket.

9. Network Layer Reachability Information (NLRI) : digunakan untuk advertise router.
10. Routes dan Path : entri tabel routing

Komponen BGP dapat dilihat pada gambar 2.11



**Gambar 2.11 Komponen BGP**

### 2.12.2 Operasional BGP

BGP *neighbor*, *peer*, melakukan koneksi sesuai dengan konfigurasi manual pada perangkat router dan membuat jalur TCP dengan port 179. BGP speaker akan mengirimkan 19 byte pesan keepalive untuk menjaga konektivitas (dilakukan tiap 60 detik). Pada waktu BGP berjalan pada dalam sistem AS, melakukan pengolahan informasi routing IBGP hingga mencapai administrative distance 200. Ketika BGP berjalan diantara sistem AS, maka akan melakukan pengolahan informasi routing EBGP hingga mencapai administrative distance 20. BGP router yang mengolah trafik IBGP disebut *transit router*. Router yang berada pada sisi luar dari sistem AS dan menggunakan EBGP akan saling tukar informasi dengan router ISP. Semakin bertambahnya jaringan akan mengakibatkan jumlah table routing yang semakin banyak pada router BGP. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan : *route reflector* (RFC 2796) dan *Confederation* (RFC 3065).

*Router reflector* akan mengurangi jumlah koneksi yang dibutuhkan AS. Dengan sebuah router (tau dua router untuk redundansi) dapat dijadikan sebagai *router reflector* (duplikasi router), sehingga router yang lainnya dapat digunakan sebagai peer. *Confederation* digunakan untuk jaringan AS dengan skala besar, dan dapat membuat jalan potong sehingga internal routing pada AS akan mudah diatur. *Confederation* dapat dijalankan bersamaan dengan *router reflector*.

## 2.13 Voice over Internet Protocol (VoIP)

*Voice over internet protocol* adalah teknologi yang mampu melewati *traffic* suara, video dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP. Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*, jadi dalam bertelepon menggunakan jaringan IP atau internet. Dengan menggunakan VoIP, banyak keuntungan yang dapat diambil diantaranya adalah dari segi biaya jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional, karena jaringan IP bersifat global. Sehingga untuk hubungan internasional dapat ditekan hingga 70 %. Selain itu, biaya *maintenance* dapat di tekan karena *voice* dan data network terpisah, sehingga IP Phone dapat di tambah, dipindah dan diubah. Hal ini karena VoIP dapat dipasang disembarang Ethernet dan ip address, tidak seperti telepon tradisional yang harus mempunyai port tersendiri di sentral atau PBX.

Dalam perancangan jaringan VoIP, yang ditekankan adalah masalah *delay* dan *bandwidth*. *Delay* mendefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari pengirim ke penerima, sedangkan *bandwidth* yang dimaksud disini adalah *bandwidth* yang dikenal orang awam sebagai kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan transmisi data antar komputer pada jaringan IP atau internet.

### 2.13.1 Delay

Dalam perancangan jaringan VoIP, *delay* merupakan suatu permasalahan yang harus diperhitungkan, karena kualitas suara bagus tidaknya tergantung dari waktu *delay*. Besarnya *delay* maksimum yang direkomendasikan oleh ITU-Y.1541 untuk aplikasi suara adalah 150 ms, sedangkan *delay* maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat dite rima pengguna adalah 250 ms. *Delay end to end* adalah jumlah *delay* konversi suara analog – digital, *delay* waktu paketisasi atau bisa disebut juga *delay* panjang paket dan *delay* jaringan pada saat t (waktu)

Beberapa *delay* yang dapat mengganggu kualitas suara dalam perancangan jaringan VoIP dapat dikelompokkan menjadi :

- *Propagation delay* ialah *delay* yang terjadi akibat transmisi melalui jarak antar pengirim dan penerima.
- *Serialization delay* ialah *delay* saat terjadi proses peletakan bit ke dalam circuit.
- *Packetization delay* ialah *delay* yang terjadi saat proses pakettisasi digital voice sample.
- *Processing delay* ialah *delay* yang terjadi saat proses coding, *compression*, *decompression*, dan *decoding*.
- *Queuing delay* ialah *delay* akibat waktu tunggu paket sampai dilayani.
- *Jitter delay* ialah *delay* akibat adanya buffer untuk mengatasi *jitter*.

Selain itu parameter – parameter lain yang mempengaruhi adalah QoS (*Quality of Service*), agar didapatkan hasil suara sama dengan menggunakan telepon tradisional (PSTN). Beberapa parameter yang mempengaruhi QoS antara lain :

- Pemenuhan kebutuhan *bandwidth*
- Keterlambatan data (*latency*)
- Packet loss
- Jenis kompresi data
- Interopabilitas peralatan (*vendor* yang berbeda)
- Jenis standard multimedia yang digunakan

Untuk berkomunikasi dengan menggunakan teknologi VoIP yang harus real time, perlu diperhatikan pula parameter performansi seperti *jitter*, *echo*, dan *loss packet*.

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

Echo disebabkan perbedaan impedansi dari jaringan yang menggunakan *four-wire* dengan *two-fire*. Efek echo adalah suatu efek yang dialami mendengar suara sendiri ketika sedang melakukan percakapan. Mendengar suara sendiri pada waktu lebih dari 25 ms dapat menyebabkan terhentinya pembicaraan.

*Loss packet* ketika terjadi peak load dan congestion (kemacetan transmisi paket akibat padatnya traffic yang harus dilayani) dalam batas waktu tertentu, maka frame (gabungan data *payload* dan *header* yang

ditransmisikan) suara akan dibuang sebagaimana perlakuan terhadap frame data lainnya pada jaringan berbasis IP.

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

### 2.13.2 Bandwidth

*Bandwidth* merupakan kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan transmisi data antar komputer pada jaringan IP atau internet. Dalam perancangan VoIP, *bandwidth* merupakan suatu yang harus diperhitungkan agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan yang dapat digunakan menjadi parameter untuk menghitung jumlah peralatan yang dibutuhkan dalam suatu jaringan. Perhitungan ini juga sangat diperlukan dalam efisiensi jaringan dan biaya serta sebagai acuan pemenuhan kebutuhan untuk pengembangan di masa mendatang. Packet loss (kehilangan paket data pada proses transmisi) dan *desequencing* merupakan masalah yang berhubungan dengan kebutuhan *bandwidth*, namun lebih dipengaruhi oleh stabilitas rute yang dilewati data pada jaringan, metode antrian yang efisien, pengaturan pada router, dan penggunaan kontrol terhadap *kongesti* (kelebihan beban data) pada jaringan. Packet loss terjadi ketika terdapat penumpukan data pada jalur yang dilewati dan menyebabkan terjadinya *overflow buffer* pada router. *Bandwidth* adalah konsep pengukuran yang sangat penting dalam jaringan, tetapi konsep ini memiliki kekurangan atau batasan, tidak peduli bagaimana cara Anda mengirimkan informasi mau pun media apa yang dipakai dalam penghantaran informasi. Hal ini karena adanya hukum fisika mau pun batasan teknologi. Ini akan menyebabkan batasan terhadap panjang media yang dipakai, kecepatan maksimal yang dapat dipakai, mau pun perlakuan khusus terhadap media yang dipakai.

### 2.13.3 Throughput

Ternyata konsep *bandwidth* tidak cukup untuk menjelaskan kecepatan jaringan dan apa yang terjadi di jaringan. Untuk itulah konsep *Throughput* muncul. *Throughput* adalah *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute internet yang spesifik ketika sedang mendownload suatu file. Sedangkan *throughput* walau pun memiliki satuan dan rumus yang sama dengan *bandwidth*, tetapi *throughput* lebih pada menggambarkan *bandwidth* yang sebenarnya (aktual) pada suatu waktu tertentu dan pada kondisi dan jaringan internet tertentu yang digunakan untuk

mendownload suatu file dengan ukuran tertentu. Dengan hanya mempergunakan *bandwidth* sebagai patokan, seharusnya file yang akan didownload yang berukuran 64 kb seharusnya bisa didownload dalam waktu sekedip mata atau satu detik, tetapi setelah diukur ternyata memerlukan waktu 4 detik. Jadi jika ukuran file yang didownload adalah 64 kb, sedangkan waktu downloadnya adalah 4 detik, maka *bandwidth* yang sebenarnya atau bisa kita sebut sebagai *throughput* adalah  $64 \text{ kb} / 4 \text{ detik} = 16 \text{ kbps}$ . Karena banyak alasan kadang sangat jauh dari *bandwidth* maksimum yang mungkin dari suatu media. Beberapa faktor yang menentukan *bandwidth* dan *throughput* adalah:

- Piranti jaringan
- Tipe data yang ditransfer
- Topologi jaringan
- Banyaknya pengguna jaringan
- Spesifikasi komputer client/user
- Spesifikasi komputer server
- Induksi listrik dan cuaca
- Dan alasan-alasan lain.

## 2.14 Voice Codec

Komunikasi suara merupakan komunikasi analog, sedangkan komunikasi data merupakan komunikasi digital. Oleh karena itu, suara yang akan dilewatkan pada jalur internet protocol harus dirubah lebih dahulu menjadi digital. Proses perubahan dari analog ke digital dan digital ke analog tersebut dilakukan oleh *Coder* dan *Decoder* (codec). Ada beberapa *codec* yang sudah distandarisasi oleh ITU dan ETSI, antara lain<sup>4</sup>:

- **G.711**

Mengkonversi voice ke 64 kbps *voice stream*. CODEC ini digunakan pada *traditional TDM T1 voice*. Merupakan *The highest quality*.

- **G.723.1**

Terdapat 2 type berbeda untuk compression G.723.1. Pertama menggunakan Code-Excited Linear Prediction (*CELP*) *compression algorithm* dan mempunyai bit rate 5.3 kbps. Type kedua menggunakan Multi Pulse-Maximum Likelihood Quantization *MP-MLQ algorithm* dan memiliki kualitas suara lebih bagus. Type ini mempunyai bit rate of 6.3 kbps.

---

<sup>4</sup> Mudji Basuki, "Voice Over IP", [www.ilmukomputer.com](http://www.ilmukomputer.com)



- **G.726**

CODEC memiliki beberapa bit rate yang berbeda-beda, yaitu 40 kbps, 32 kbps, 24 kbps, dan 16 kbps. CODEC ini paling sesuai untuk interkoneksi ke PBX dengan bit rate 32 kbps.

- **G.728**

CODEC memiliki kualitas suara yang bagus dan spesifik di desain untuk *low latency applications*. CODEC ini mengkompres voice menjadi 16 kbps *stream*.

- **G.729**

CODEC ini adalah salah satu kodek berkualitas lebih baik (better voice quality CODEC). CODEC ini mengkonversi voice menjadi 8 kbps. Terdapat 2 versi yaitu G.729 dan G.729a. G.729a memiliki algoritma yang lebih sederhana dan membutuhkan processing power lebih sedikit dibandingkan G.729.

- **GSM Full Rate**

GSM *full rate* (GSM FR) sering disebut dengan GSM 6.10. sangat sedikit literatur yang membahas mengenai *Codec* GSM FR ini. Hal tersebut karena GSM FR merupakan teknologi lama. Sedangkan teknologi selanjutnya dari GSM FR tersebut adalah GSM *Enhance Full Rate* (EFR) dan GSM *Adaptive Multi-Rate* (AMR). GSM FR mempunyai karakteristik, *Bit rate* 13200 Kbps, *sample* 8000 sample/detik, *Algorithmic delay* 20ms.

**Tabel 2.3. Standart voice coding**

codec	Period (ms)	Payload size (bit)	Packet size (bit)	Payload data size (bytes)	Total data rate (Kbps)
G.711	20	160	200	64	80
G.729	20	20	60	8	24
G.723.1	30	24	64	6.4	17
GSM FR	20	33	73	13.2	29.2
GSM EFR	20	31	71	12.4	28.4
iLBC 20	20	38	78	15.2	31.2

## 2.15 SIP PROTOKOL

SIP merupakan kepanjangan dari *Session Initiation Protocol*, yaitu protocol yang dikeluarkan oleh IETF (*International Engineering Task Force*). Di dalam IP dan telephone tradisional, selalu dibedakan dengan jelas dua tahap panggilan voice. Tahap pertama adalah "Call Setup" yang mencakup semua detail keperluan agar dua perangkat

telephone dapat berkomunikasi. Tahap selanjutnya adalah “transfer data” dimana call setup sudah terbentuk. Di dalam VoIP, SIP adalah protocol call setup yang beroperasi pada layer aplikasi. Protokol lain dengan fungsi yang sama adalah H.323 yang dikeluarkan oleh ITU-T H.323. SIP sangat fleksibel dan didesain secara general untuk setup real-time multimedia sessions antara group participants. Sebagai contoh, selain untuk call telephone yang sederhana, SIP dapat juga digunakan untuk *set-up conference* video dan audio atau instant messaging. SIP tidak hanya meng-handle call setup, tetapi juga memiliki kemampuan fungsi-fungsi lain untuk mendukung layanan VoIP.

**Tabel 2.4 Fungsi Layanan VoIP**

<b>Fungsi</b>	<b>Keterangan</b>
Registrasi dan identifikasi lokasi User	End points (IP Phones) melakukan notifikasi lokasi ke SIP proxies. SIP juga menentukan end point mana yang akan berpartisipasi dalam panggilan.
Ketersediaan User	SIP digunakan oleh end point untuk menentukan apakah panggilan yang datang dijawab atau tidak.
Kemampuan User	SIP digunakan end point melakukan negosiasi dengan kemampuan network, seperti penggunaan voice codec.
Set-up Session	SIP memberitahu ke end point bahwa end point harus ringing, hal ini terkait dengan fitur seperti conference.
Management Session	SIP digunakan untuk transfer calls, memutuskan calls, dan merubah parameter panggilan di tengah session.

Satu yang istimewa dari SIP adalah penggunaan *text-based* model pada *request/response* di HTTP. Ini akan memudahkan debug karena messages mudah untuk dilakukan rekonstruksi dan mudah dilihat dan dianalisa (bagi network manager). Kontras dengan H.323, SIP adalah protocol yang sangat simple, namun demikian mempunyai fitur yang cukup powerfull untuk lingkungan telephone PBX. SIP dapat berjalan diatas IPv4 and IPv6 dan dapat menggunakan TCP atau UDP. Implementasi pada umumnya menggunakan IPv4 dan UDP.

Dalam hubungannya dengan VoIP, terdapat 2 komponen dalam sistem SIP, yaitu :

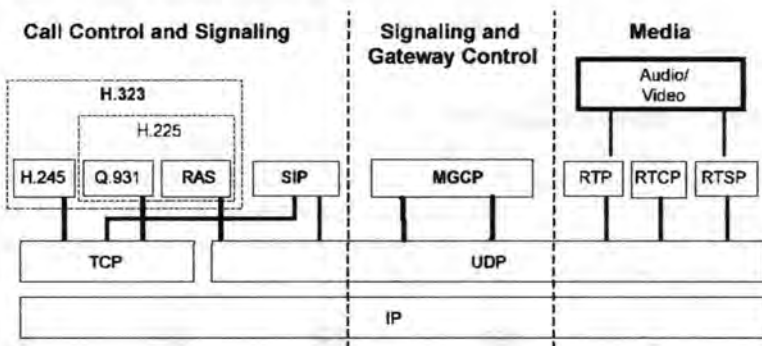
1. User Agent
2. Network Server

User Agent merupakan end sistem yang digunakan untuk berkomunikasi. User agent terdiri dari 2 bagian, yaitu user agent client dan user agent server.

Agar client pada sistem SIP dapat memulai suatu panggilan dan dapat dipanggil, maka client harus melakukan registrasi terlebih dahulu ke server agar lokasinya diketahui. Registrasi dapat dilakukan dengan mengirim pesan "REGISTER" kepada server SIP. Lokasi client dapat berbeda-beda, sehingga untuk mendapatkan lokasi client yang aktual diperlukan suatu *location server*. Sama seperti server lainnya dalam jaringan, suatu server VOIP sangat rentan terhadap serangan karena interaksinya dengan berbagai elemen pada jaringan voip.

### 2.15.1 Sistem SIP

Kedudukan SIP dibandingkan dengan protokol lain dapat digambarkan seperti gambar 2.12 :



Gambar 2.12 H.323 dan SIP

### 2.15.2 Format Pengalamatan SIP

SIP mendefinisikan sebuah SIP *Universal Resource Locator* (SIP URL) yang didasarkan pada URL *World Wide Web* (WWW) dengan ekstensi-ekstensi yang dapat mengakomodasi bermacam-macam alamat seperti nama, port, URL web dan alamat e-mail. Suatu SIP URL merupakan bagian setiap pesan yang menandai asal, tujuan tertentu dan penerima akhir dalam sebuah permintaan / request SIP.

Format yang umum dalam SIP URL terdiri atas tiga bagian utama yaitu :

### 1. Informasi pengguna

Bagian informasi pengguna mengidentifikasi pengguna dalam request SIP dan sebuah pilihan password dapat berhubungan dengan bagian informasi pengguna. Bagian ini dapat berupa username, nomor telepon, atau kombinasi dari keduanya

### 2. Informasi host port

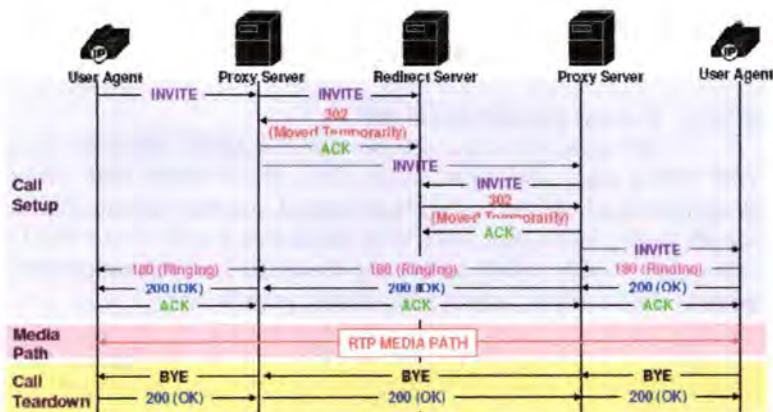
Bagian host port mengidentifikasi suatu nama host, dan port yang berhubungan dengan host. Bagian ini dapat berupa nama host yang simple, suatu nama domain, atau kombinasi antara keduanya.

### 3. Parameter Universal Request Identifier (URI)

Bagian parameter URI ini memberikan fleksibilitas yang besar untuk mengidentifikasi parameter-parameter tertentu. Bagian ini terdiri atas parameter *layer network* dan *transport* yang terdiri atas TCP, UDP dan SCTP.

#### 2.15.3 Messages pada SIP

Hubungan yang dibangun oleh SIP pada proses signalling bersifat *client-server*. Dengan demikian ada 2 jenis message, yaitu request dan response. Langkah-langkah yang lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan 2.6, sedangkan gambaran singkat penggunaan *message* tersebut nampak pada gambar 2.13.



**Gambar 2.13 Contoh Sesi Komunikasi pada SIP**

**Tabel 2.5 SIP Request Message<sup>5</sup>**

SIP Request Messages	Deskripsi
INVITE	Mengindikasikan bahwa user atau service “diundang” (invited) untuk bergabung dalam session
ACK	Konfirmasi bahwa client telah menerima respon final terhadap request “INVITE”
BYE	Mengindikasikan bahwa user ingin mengakhiri panggilan/session
CANCEL	Membatalkan request yang tertunda namun tidak mempengaruhi request yang telah selesai/direspon
REGISTER	Mendaftarkan (register) alamat yang ada pada field header “To” dengan server SIP
OPTIONS	Meminta informasi kapabilitas dari server
INFO	Memungkinkan tersalurkannya informasi kontrol yang berkaitan dengan session, yang dihasilkan selama session

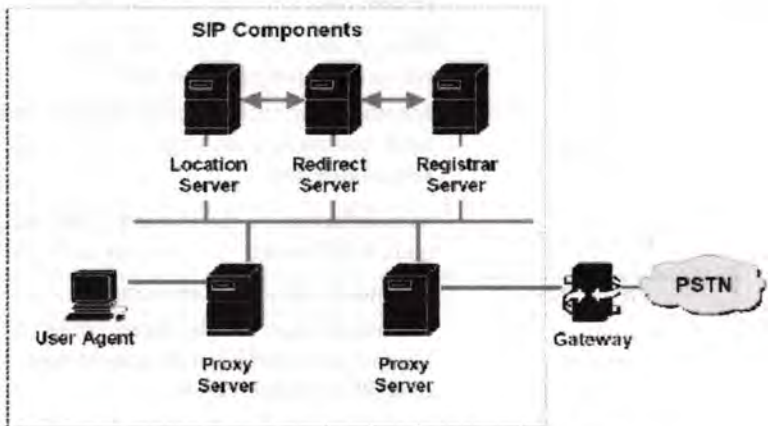
**Tabel 2.6 SIP Respond Message**

Jenis SIP Response Message	Deskripsi
1xx	Respon Informasi Contoh : 180 Ringing
2xx	Respon Sukses/Berhasil Contoh : 200 OK
3xx	Respon Redirection Contoh : 302 Moved Temporarily
4xx	Respon kegagalan request Contoh : 403 Forbidden
5xx	Respon kegagalan server Contoh : 504 Gateway Time-out
6xx	Respon kegagalan global Contoh : 600 Busy Everywhere

<sup>5</sup> Ibid, hal 6

### 2.15.4 Arsitektur SIP

Arsitektur SIP terdistribusi dan scalable, selain itu dapat diintegrasikan dengan protokol standar IETF lainnya untuk membuat suatu aplikasi yang berbasis SIP. Pada gambar 2.14 adalah arsitektur dari SIP.



Gambar 2.14 Arsitektur Sistem berbasis SIP<sup>6</sup>

#### Keterangan:

- **Proxy-server**  
Menerima request dari user-agent-client, melakukan autentikasi, memprosesnya, dan mengirimkan request tersebut kepada hop selanjutnya atas nama client tersebut.
- **Redirect-server**  
Menerima request dari client, membandingkan alamat tujuan yang ingin dicapai, setelah ditemukan, alamat tersebut dikembalikan kepada client.
- **Registrar-server**  
Menerima REGISTER request dari client.
- **Location-server**  
digunakan oleh proxy/redirect server untuk mendapatkan informasi mengenai alamat tujuan yang ingin dicapai.

<sup>6</sup> <http://www.vovida.org>

## Komunikasi dengan SIP

Pembangunan suatu komunikasi multimedia dengan SIP dilakukan melalui beberapa tahap :

- **User location**  
menentukan lokasi pengguna yang akan berkomunikasi.
- **User availability**  
menentukan tingkat keinginan pihak yang dipanggil untuk terlibat dalam komunikasi.
- **User capability**  
menentukan media maupun parameter yang berhubungan dengan media yang akan digunakan untuk komunikasi.
- **Session setup**  
“ringing”, pembentukan hubungan antara pihak pemanggil dan pihak yang dipanggil.
- **Session management**  
meliputi transfer, modifikasi, dan pemutusan sesi.

Komunikasi pada SIP dilakukan dengan mengirimkan message yang berbasis HTTP (*Hypertext Transport Protocol*). Setiap pengguna mempunyai alamat yang dinyatakan dengan SIP-URI (*Uniform Resource Identification*).

### Contoh :

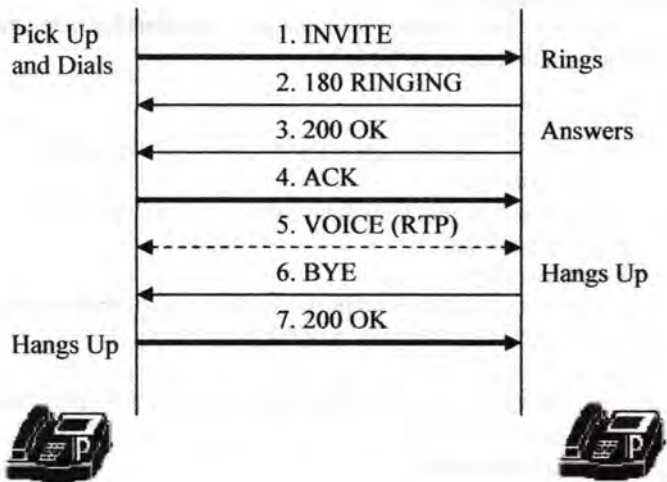
SIP URI : sip:febr\_i\_s@ee.its.ac.id

Selain itu, alamat juga dapat dituliskan dalam tel-URL yang kemudian dikonversikan menjadi SIP-URI dengan parameter ‘user’ diisi ‘phone’.

### 2.15.5 Operasi dasar SIP

Pada operasi dasar VoIP dapat diilustrasikan sebagai berikut dapat dilihat pada gambar 2.15, sebagai contoh *User A* menggunakan aplikasi SIP pada PC (*softphone*) untuk memanggil *User B* (juga menggunakan *softphone*) melalui internet.





**Gambar 2.15 Basic Call Flow Diagram**

Dari ilustrasi gambar 2.15 dapat diuraikan dalam langkah-langkah seperti ditunjukkan pada tabel 2.7

**Tabel 2.7 Call Flow Detail**

No.	Deskripsi
1	<b>INVITE</b> : User A memulai panggilan menuju user B
2	<b>180 Ringing</b> : User B mengirim sinyal dering menuju user A
3	<b>200 OK</b> : User B merespon
4	<b>ACK</b> : User A menjawab bahwa dia menerima pesan "200"
5	<b>VOICE</b> : Sebuah kanal 2 arah terbentuk melalui RTP dan percakapan terjadi antara A dan B
6	<b>BYE</b> : User B memutuskan koneksi
7	<b>200 OK</b> : Panggilan terputus dan user A menutup koneksi



Proses INVITE dapat dituliskan sebagai berikut<sup>7</sup> :

```
INVITE sip:cool@surabaya.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP bandung.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: mier <sip:cool@surabaya.com >
From: mier <sip:mier@jakarta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@bandung.com
Cseq: 314159 INVITE
Contact: <sip:proxy@bandung.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

Contoh RESPONSE nya :

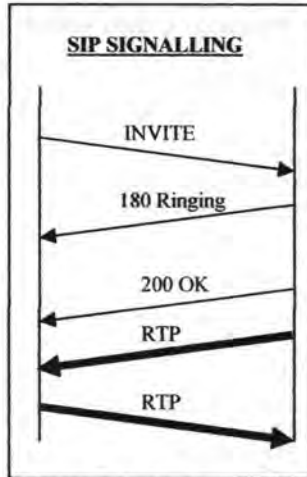
```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP jakarta.com
;branch=z9hG4Knashds8;received=192.0.2.3
Via: SIP/2.0/UDP bogor.com
;branch=z9hG4bK77ef4c2312983.1;received=192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP bandung.com
;branch=z9hG4bK776asdhds;received=192.0.2.1
To: mier <sip:mier@jakarta.com>;tag=a6c85cf
From: Cool <sip:cool@surabaya.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@surabaya.com
Cseq: 314159 INVITE
Contact: <sip:mier@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131
```

### 2.15.6 RTP (Real Time Transport Protocol)

RTP merupakan protokol yang dibuat untuk mengkompensasi *jitter* dan *de-sequencing* yang terjadi pada jaringan IP<sup>8</sup>. RTP dapat digunakan untuk beberapa macam data stream yang real-time seperti data suara dan data video.

<sup>7</sup> *ibid*, hal 6

<sup>8</sup> <http://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt>



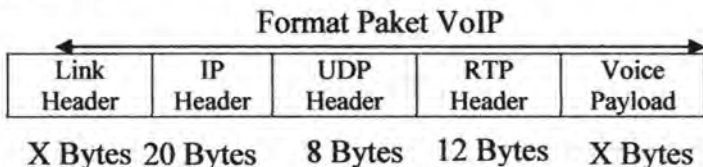
Gambar 2.16 Posisi RTP dalam SIP Signalling

Tiap paket VoIP terdiri atas dua bagian, yaitu *header* dan *payload* (beban). *Header* terdiri atas *IP Header*, *RTP (Realtime Protocol) Header*, *UDP (User Datagram Protocol) Header*, dan *Link Header*.

*IP Header* berfungsi menyimpan informasi routing untuk mengirimkan paket-paket ke tujuan. Pada tiap *header IP* disertakan tipe layanan atau *TOS (type of service)* yang memungkinkan paket tertentu seperti paket VoIP mendapat perlakuan berbeda dibanding dengan paket yang tidak realtime.

*UDP Header* menunjukkan identitas dari paket VoIP yaitu *connection less* artinya tidak ada jaminan paket sampai pada tujuan dan oleh karena itu *UDP* digunakan pada aplikasi realtime yang sangat peka terhadap *delay* dan *latency*.

*RTP Header* berfungsi untuk melakukan *framing* dan *segmentasi data realtime*. *RTP* berjalan diatas protokol *UDP* sehingga tidak menjamin paket sampai tujuan, akan tetapi *RTP* menggunakan *RTCP (RealTime Control Protocol)* untuk melakukan pemantauan kualitas dari distribusi data.



Gambar 2.17 Format Paket VoIP

Besarnya *Link Header* tergantung dari media yang digunakan, berikut tabel *link header* untuk media yang berbeda.

**Table 2.8 Link Header**

Media	Link Header Size
Ethernet	14 Byte
PPP	6 Byte
Frame Relay	4 Byte
ATM	5 Byte tiap cell

Sedangkan untuk *Voice Payload* berisi informasi suara yang sudah melalui proses *coding*, berikut tabel *voice payload* untuk beberapa teknik *coding*.<sup>9</sup>

**Tabel 2.9 Voice Payload**

Teknik Kompresi / Coding	Ukuran Payload (byte)
G.711 (64kbps)	240
G.711 (64kbps)	160 (default)
G.723.1 (6.3kbps)	48
G.723.1 (6.3kbps)	24 (default)
G.723.1 (5.3kbps)	40
G.723.1 (5.3kbps)	20 (default)

Pada Tugas Akhir ini digunakan codec G.711, dengan alasan *codec* ini memiliki rating MOS (*Mean Opinion Score*) terbesar dibandingkan dengan *codec* lainnya<sup>10</sup>. Ini disebabkan karena G.711 tidak menggunakan kompresi, sehingga lebih *robust* terhadap *packet loss*<sup>11</sup>.

### 2.15.7 RTCP (Real-time Control Transport Protocol)

Protokol RTCP merupakan protokol yang mengendalikan transfer media. Protokol ini bekerja sama dengan protokol RTP. Dalam satu sesi komunikasi, protokol RTP mengirimkan paket RTCP secara

<sup>9</sup> [http://www.cisco.com/warp/public/788/pkt-voice-general/bwidth\\_consume.htm](http://www.cisco.com/warp/public/788/pkt-voice-general/bwidth_consume.htm)

<sup>10</sup> <http://www.en.voipforo.com/codecs/codecs.php>

<sup>11</sup> Shim, C., Xie, L., Zhang, B. dan Sloane, C.J., *How Delay and Packet Loss Impact Voice Quality in VoIP*, 2003

periodik untuk memperoleh informasi transfer media dalam memperbaiki kualitas layanan.

Terdapat dua komponen penting pada paket RTCP, yang pertama adalah *sender report* yang berisikan informasi banyaknya data yang dikirimkan, pengecekan timestamp pada *header* RTP dan memastikan bahwa datanya tepat dengan timestamp-nya. Elemen yang kedua adalah *receiver report* yang dikirimkan oleh penerima panggilan. *Receiver report* berisi informasi mengenai jumlah paket yang hilang selama sesi percakapan, menampilkan timestamp terakhir dan *delay* sejak pengiriman *sender report* yang terakhir.

### 2.15.8 Perhitungan Bandwidth VoIP Per Call

Perhitungan *bandwidth* VoIP Per Call mencakup beberapa rumus berikut

- Total ukuran paket = *Link Header* + (IP/UDP/RTP) *Header* + *Payload*
- $PPS = \text{Codec bit rate} / \text{voice payload}$   
PPS = Packet Per Second
- $\text{Bandwidth} = \text{Total ukuran paket} * PPS$

Misalnya untuk paket VoIP yang menggunakan *codec* G711 dengan konektor RJ45 (ethernet) yaitu:

Total ukuran paket =  $14 + 40 + 160 = 214$  Bytes = 1712 bit

PPS =  $64 \text{ Kbps} / 1280 \text{ bit} = 50$  pps, catatan  $1280 \text{ bit} = 160 \text{ Bytes} * 8$  (bit per byte)

$\text{Bandwidth} = 1712 * 50 = 85.6 \text{ Kbps}$

Terima kasih kepada Pencipta Microsoft, Quagga, wireshark, Iperf, Linux Debian, dan VQ Manager. Tanpa software bikinanmu tugas akhir ini tidak akan terselesaikan

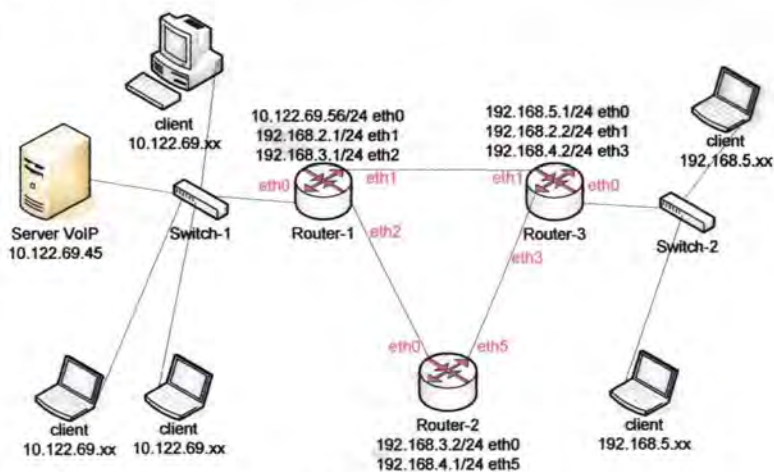
**BAB III**  
**PERANCANGAN DAN**  
**IMPLEMENTASI**

## BAB III PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan diuraikan tentang penerapan VoIP melalui routing protocol OSPF dan RIP yang meliputi perencanaan sistem yang digunakan, baik server maupun client. Dimulai dengan perencanaan topologi, metodologi pengukuran, dan konfigurasi jaringan meliputi persiapan hardware, instalasi software, serta persiapan pengujian.

### 3.1 Perencanaan Topologi

Pada sistem yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dibutuhkan enam buah komputer, masing-masing komputer berfungsi sebagai satu server, 3 router serta 4 client. Seperti topologi yang digambarkan dalam gambar 3.2 sebagai berikut :



**Gambar 3.1 Topologi Jaringan**

**Tabel 3.1 Panjang Kabel pada Tiap-Tiap Device**

Device Asal	Device Tujuan	Panjang kabel
Server VoIP	Switch-1	10 meter
Router-1	Switch-1	10 meter
Router-1	Router-2	10 meter
Router-2	Router-3	10 meter
Router-3	Router-1	10 meter

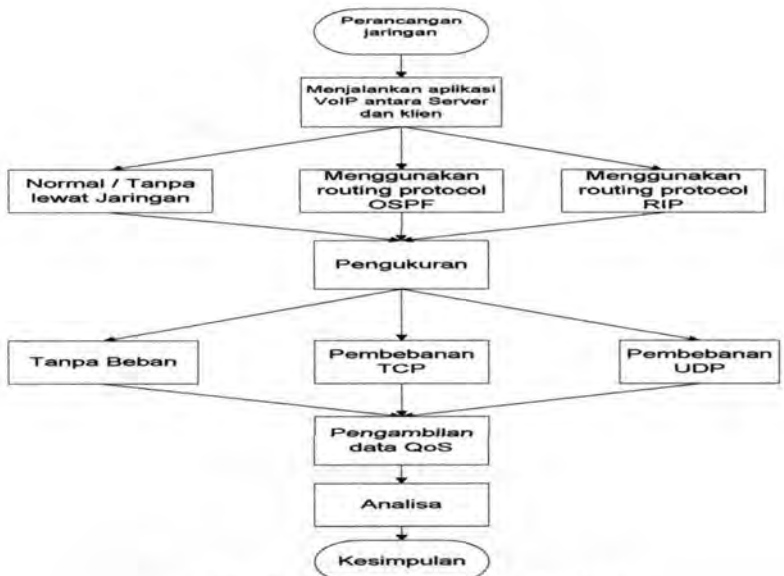
Lanjutan Tabel 3.1

Device Asal	Device Tujuan	Panjang kabel
Router-3	Switch-2	10 meter
Client	Switch-1	10 meter
Client	Switch-2	10 meter

Pada Server terhubung dengan switch dengan menggunakan kabel UTP tipe *straight*, switch menghubungkan antara router dengan server serta tiga router terhubung menggunakan kabel UTP tipe *crossover*. Pengalamatan IP berdasarkan sesuai dengan gambar 3.1 topologi jaringan diatas.

### 3.2 Metode Pengukuran

Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali dengan masing-masing memiliki bandwidth yang berbeda-beda sedangkan tahap-tahap pengukuran di gambarkan dalam bentuk flowchart di bawah ini :

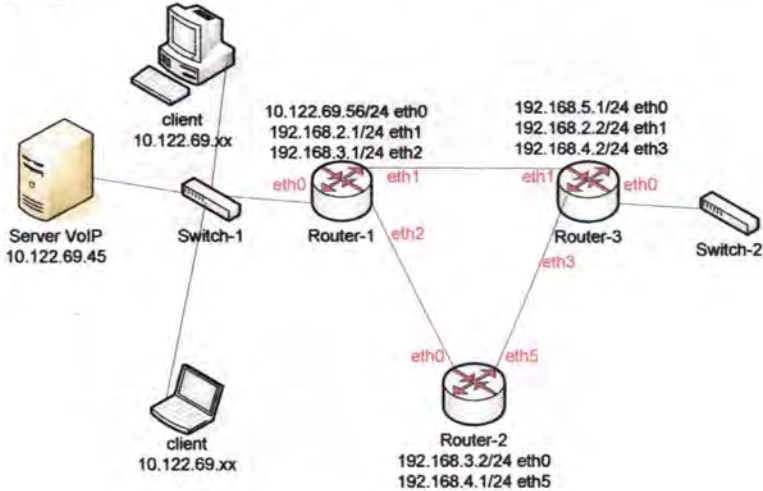


Gambar 3.2 Metodologi Pengukuran

Dalam metodologi pengukuran diatas menggunakan topologi yang berbeda-beda yang masing-masing topologinya adalah sebagai berikut :

### 3.2.1 Pada kondisi normal tanpa lewat jaringan

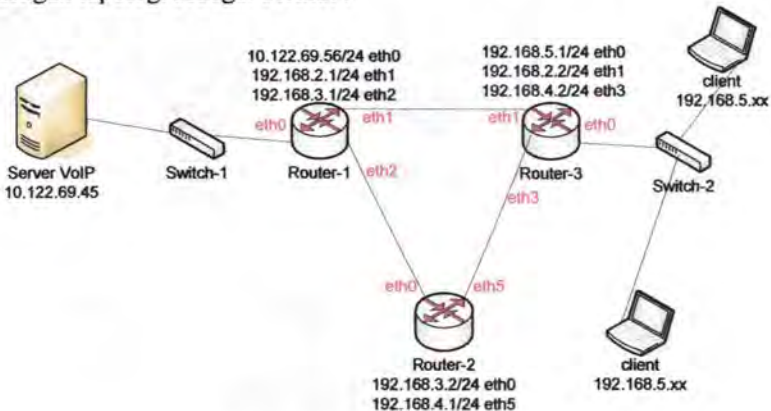
Untuk percobaan pertama menggunakan topologi sebagai berikut :



Gambar 3.3 Percobaan-1

### 3.2.2 Pada kondisi menggunakan routing protocol RIP

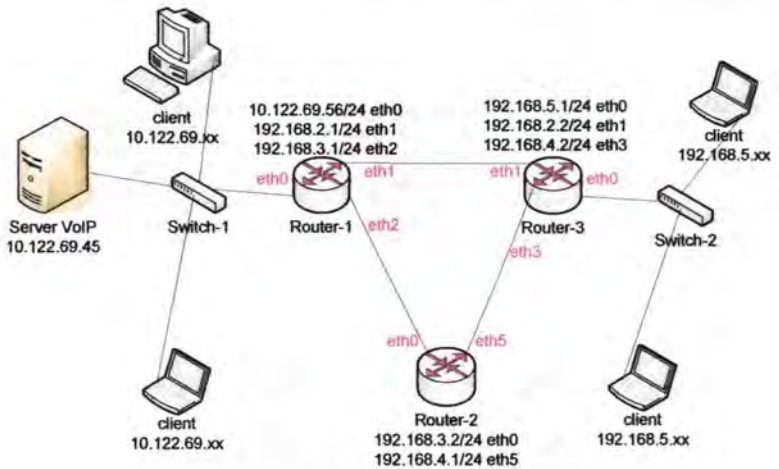
Untuk percobaan kedua menggunakan routing protocol RIP dengan topologi sebagai berikut :



Gambar 3.4 Percobaan-2



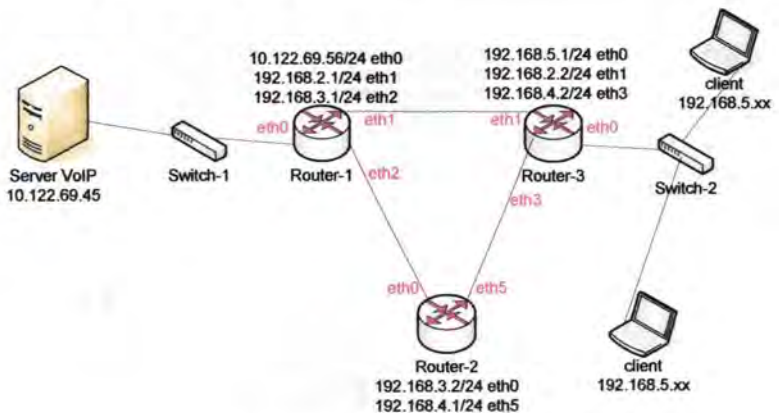
Untuk percobaan ketiga menggunakan Router routing protocol RIP dengan topologi sebagai berikut :



Gambar 3.5 Percobaan-3

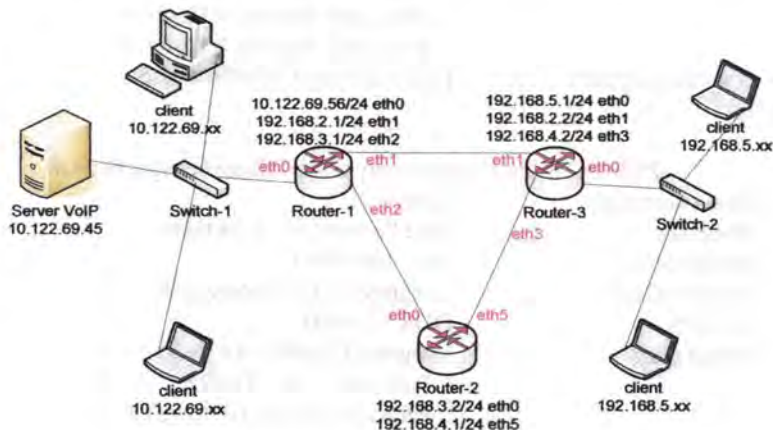
### 3.2.3 Pada kondisi menggunakan routing protocol OSPF

Untuk percobaan keempat menggunakan routing protocol OSPF dengan topologi sebagai berikut :



Gambar 3.6 Percobaan-4

Untuk percobaan kelima menggunakan routing protocol OSPF dengan topologi sebagai berikut :



**Gambar 3.7 Percobaan-5**

### 3.3 Konfigurasi Jaringan

Konfigurasi jaringan pada Server dan Router menggunakan linux debian etch kernel 2.6 sedangkan pada sisi client menggunakan windows xp service pack 2.

#### 3.3.1 Konfigurasi Hardware

Pada server mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer	: Server VoIP
Processor	: Intel P4 3.2 GHz HT
Motherboard	: ASUS P4P800X
Graphic card	: Graphic Card ATI RADEON 9200SE
Memory	: DDR 1 GB
Sound Card	: Audio Integrated in MoBo
NIC	: Pada eth0 Via VT6102
Operating system	: Linux Debian Etch kernel 2.6

Pada PC Router-1 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer	: Router-1
Processor	: Intel Pentium IV-2.26 GHz
Motherboard	: AsRock P4S61

Graphic Card : Integrated SiS Real256E  
 Memory : DDR 256 MB  
 Sound Card : AC97  
 NIC : 1. Pada eth0 SiS900 PCI Fast Ethernet  
       2. Pada eth1 Realtek RTL-8139  
       3. Pada eth2 Realtek RTL-8139  
 Operating system : Linux Debian Etch kernel 2.6

Pada PC Router-2 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer : Router-2  
 Processor : Intel Pentium IV-2.26 GHz  
 Motherboard : Asus P4VPMX  
 Graphic Card : Integrated VIA ProSavage8  
 Memory : DDR 256 MB  
 Sound Card : Integrated Realtek ALC655  
 NIC : 1. Pada eth0 Via VT6102  
       2. Pada eth5 3Com 100BaseTX  
 Operating system : Linux Debian Etch kernel 2.6

Pada PC Router-3 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer : Router-3  
 Processor : Intel Pentium IV-2.26 GHz  
 Motherboard : AsRock P4VM800  
 Graphic Card : Integrated UniChrome Pro 3D  
 Memory : DDR 256 MB  
 Sound Card : CMI9761 AC'97  
 NIC : 1. Pada eth0 Via VT6103  
       2. Pada eth1 Intel 82557 Ethernet Pro 100  
       3. Pada eth3 Intel 82557 Ethernet Pro 100  
 Operating system : Linux Debian Etch kernel 2.6

Pada client-1 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer : Client-1  
 Processor : Intel Pentium(R) CPU 3.00 GHz  
 Motherboard : Intel Foxconn  
 Graphic card : Radeon 9550 256 mb  
 Memory : DDR 512 MB  
 Sound Card : Realtec AC97  
 NIC : Pada eth0 Realtek RTL 8139/810X  
 Operating system : Windows XP service pack 2

Pada client-2 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer	: Client-2
Processor	: Intel Centrino Core2 Duo@1.66 Ghz
Motherboard	: Toshiba L100 Intel i945GM
Graphic card	: Mobile Intel(R) 945GM Express CHipset
Memory	: DDR2 1280 MB
Sound Card	: Conexant HD Audio output
NIC	: Pada eth0 RTL8139/810x
Operating system	: Windows XP service pack 2

Pada client-3 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer	: Client-3
Processor	: Intel Pentium IV-1,5 GHz
Motherboard	: Toshiba Portege
Graphic card	: Nvidia GeForce FX 64 MB
Memory	: DDR 512 MB
Sound Card	: Sound Max digital audio
NIC	: Pada eth0 Intel Pro /100 VE
Operating system	: Windows XP service pack 2

Pada client-4 mempunyai spesifikasi sebagai berikut ;

Nama komputer	: Client-4
Processor	: Intel Pentium IV -1,8 GHz
Motherboard	: Asus P4S533
Graphic card	: Nvidia GeForce FX 5200 128MB
Memory	: DDR 640 MB
Sound Card	: Sound Max digital audio
NIC	: Pada eth0 SIS 900 Based PCI
Operating system	: Windows XP service pack 2

Pada jaringan ini menggunakan dua switch yang masing-masing terpisah oleh router pada switch-1 menggunakan D-link 12 port sedangkan pada switch-2 menggunakan merk Surecom 8 port

### 3.3.2 Konfigurasi Server

Pada server VoIP di install Debian Etch kernel 2.6 karena merupakan sistem linux Debian yang paling stabil. Untuk konfigurasi jaringan server VoIP agar terhubung dengan jaringan Telekomunikasi

dan Multimedia maka perlu adanya pengalamatan. Untuk konfigurasi alamat IP address nya adalah sebagai berikut :

```
Pada eth0
IP address 10.122.69.45
Netmask    255.255.255.0
Broadcast  10.122.69.255
Gateway    10.122.69.1
```

Pada eth0 diberi gateway agar dapat terkoneksi dengan jaringan Internet maupun jaringan lokal ITS. Gateway 10.122.69.1 merupakan server di bidang studi jaringan Telekomunikasi dan Multimedia agar dapat terhubung dengan bidang studi lain di jaringan Teknik Elektro. File konfigurasi jaringan pada debian linux terletak pada /etc/network/interfaces :

```
auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
address 10.122.69.45
netmask 255.255.255.0
broadcast 10.122.69.255
dns-nameservers 202.46.129.2
gateway 10.122.69.1
```

Kemudian untuk mengaktifkan jaringan yang telah di setting atau yang telah di konfigurasi maka untuk itu diberikan perintah :

```
Server-VoIP :~$ sudo /etc/init.d/networking restart
```

Setelah jaringan server VoIP telah aktif maka perlu ditambahkan pada routing table agar server VoIP dapat terhubung antara jaringan lokal ITS dan juga pada network jaringan tersebut. Maka untuk menambahkannya perlu dilakukan perintah :

```
Server-VoIP :~$ sudo route add -net [network] netmask
[netmask] gw [gateway]
```

Dengan menambahkan routing table tiap-tiap network maka perlu dilakukan perintah diatas.

```

Server-VoIP :~$ sudo route add -net 192.168.2.0 netmask
                255.255.255.0 gw 10.122.69.56
Server-VoIP :~$ sudo route add -net 192.168.3.0 netmask
                255.255.255.0 gw 10.122.69.56
Server-VoIP :~$ sudo route add -net 192.168.4.0 netmask
                255.255.255.0 gw 10.122.69.56
Server-VoIP :~$ sudo route add -net 192.168.5.0 netmask
                255.255.255.0 gw 10.122.69.56

```

Untuk mengetahui bahwa routing table telah ditambahkan maka dilakukan perintah :

```

Server-VoIP :~$ route -n
Kernel IP routing table
Destination      Gateway          Genmask         Flags   Metric Ref Use Iface
192.168.2.0      10.122.69.56    255.255.255.0  UG      0       0   0   eth0
192.168.3.0      10.122.69.56    255.255.255.0  UG      0       0   0   eth0
192.168.4.0      10.122.69.56    255.255.255.0  UG      0       0   0   eth0
192.168.5.0      10.122.69.56    255.255.255.0  UG      0       0   0   eth0
0.0.0.0          10.122.69.1     0.0.0.0         UG      0       0   0   eth0
10.122.69.0      10.122.69.56    255.255.255.0  U       0       0   0   eth0

```

Lalu dilakukan tes koneksi jaringan ke server Debian ITS dengan alamat `mirror.its.ac.id`, dengan mengirim paket ICMP (Internet Control Message Protocol) menggunakan perintah PING :

```

Server-VoIP :~$ ping mirror.its.ac.id
PING mirror.its.ac.id (202.46.129.23) 56(84) bytes of data:
64 bytes from mirror.its.ac.id (202.46.129.23): icmp_seq=1 ttl=59 time=124 ms
-- mirror.its.ac.id ping statistics --
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3002ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.483/40.793/124.752/48.742 ms

```

Bila ada balasan (reply) dari server ITS, maka koneksi dengan server tersebut dapat dilakukan. Konektivitas ini penting, untuk melakukan instalasi aplikasi-aplikasi Debian Linux melalui jaringan. Untuk itu konfigurasi repository (web server letak source program Debian) dalam file `/etc/apt/sources.list` perlu diubah sebagai berikut agar server mengetahui dimana letak repository :

```

#Line commented out by installer because it failed to
verify:

#deb http://security.debian.org/ etch/updates main contrib
#Line commented out by installer because it failed to
verify:

```

```
#deb-src http://security.debian.org/ etch/updates
maincontrib

deb http://mirror.its.ac.id/debian etch main non-free
contrib
deb http://mirror.its.ac.id/debian stable-proposed-updates
main non-free contrib
#deb http://mirror.its.ac.id/debian lenny main non-free
contrib
#deb http://mirror.its.ac.id/debian testing-proposed-updates
main non-free contrib
#deb http://mirror.its.ac.id/debian sid main non-free
contrib

deb http://mirror.its.ac.id/debian-security etch/updates
main non-free contrib
```

Untuk meng-install Asterisk VoIP Server, diberikan perintah berikut :

```
Server-VoIP :~$ sudo apt-get install asterisk
```

Untuk menjalankan asterisk maka perlu dilakukan konfigurasi pada asterisk, terletak pada direktori /etc/asterisk :

a. Karena menggunakan protokol SIP, maka file sip.conf perlu diatur. Berikut konfigurasi sederhananya (tanda titik koma menunjukkan baris komentar) :

```
port=5060
;port UDP standar SIP yaitu 5060
bindaddr=0.0.0.0
;proses berjalan pada alamat IP 0.0.0.0 (semua alamat yang
;dimiliki server)
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai

[Client-1]
;context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ;voip
type=friend
;tipe client
host=dynamic
;menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-1
;login client
```

```
[Client-2]
;context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ;voip
type=friend
;tipe client
host=dynamic
;menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-2
;login client
```

```
[Client-3]
;context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ;voip
type=friend
;tipe client
host=dynamic
;menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-3
;login client
```

```
[Client-4]
;context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ;voip
type=friend
;tipe client
host=dynamic
;menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-4
;login client
```

**b. Untuk menetapkan nomor VoIP kepada tiap user digunakan file extensions.conf, berikut adalah contoh sederhana :**

```
[panggilan]
;nama konteks jaringan yang dipakai
;100 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 200,1,Answer
exten => 200,2,Dial(SIP/server,30,Ttm)
exten => 200,3,Hangup
;200 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 201,1,Answer
exten => 201,2,Dial(SIP/client-1,30,Ttm)
```



```

exten => 201,3,Hangup
;201 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 202,1,Answer
exten => 202,2,Dial(SIP/client-2,30,Ttm)
exten => 202,3,Hangup
;202 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 203,1,Answer
exten => 203,2,Dial(SIP/client-3,30,Ttm)
exten => 203,3,Hangup
;203 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 204,1,Answer
exten => 204,2,Dial(SIP/client-4,30,Ttm)
exten => 204,3,Hangup
;204 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

```

Dalam Tugas Akhir ini digunakan empat SIP account, yaitu Client-1 (201), Client-2(202), Client-3 (203), dan Client-4(204).

Untuk menjalankan Asterisk maka digunakan perintah:

```
Server-VoIP :~$ sudo /etc/init.d/asterisk start
```

### 3.3.3 Konfigurasi Router

Dalam mengkonfigurasi sebuah PC Router maka digunakan paket program aplikasi yaitu quagga untuk melakukan instalasi paket program tersebut digunakan perintah :

```
Router :~$ sudo apt-get install quagga
```

Setelah menginstall paket tersebut maka langkah selanjutnya ialah mengaktifkan daemons routing protocol yang akan digunakan. Untuk mengaktifkan dengan cara menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo pico /etc/quagga/daemons
```

Selanjutnya ubah protocol yang diinginkan dengan mengubah 'no' menjadi 'yes' atau '1' contoh :

```

Zebra = no
Ospfd = no
Menjadi

```

Zebra = yes  
Ospfd = yes

Dengan melakukan perubahan diatas maka telah mengaktifkan zebra dan ospf setelah itu menyalin file zebra.conf .sample ke zebra.conf (tanpa sample) dengan perintah :

```
Router :~$ sudo cp /usr/share/doc/quagga/examples/zebra.conf/  
etc/quagga/zebra.conf
```

```
Router :~$ sudo cp /usr/share/doc/quagga/examples/ospfd.conf/  
etc/quagga/ospfd.conf
```

```
Router :~$ sudo cp /usr/share/doc/quagga/examples/ripd.conf/  
etc/quagga/ripd.conf
```

Hal ini juga dapat dilakukan pada protocol lainnya misalnya bgpd.conf. Selanjutnya perlu mengaktifkan daemon routing protocol dengan cara :

```
Router :~$ sudo /etc/init.d/quagga start
```

Begitu pula untuk merestart atau stop menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo /etc/init.d/quagga restart
```

```
Router :~$ sudo /etc/init.d/quagga stop
```

Untuk login ke routing protokol dapat menggunakan aplikasi telnet digunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost zebra
```

Begitu pula dengan protocol lainnya dapat menggunakan perintah yang sama. Sedangkan untuk mengetahui port dari aplikasi routing dapat dilakukan dengan perintah *netstat-niptu*. Setelah telnet maka akan minta password, untuk password defaultnya zebra tetapi dapat diganti sesuai yang diinginkan. Setelah berhasil melakukan telnet maka akan muncul perintah :

```
Router>
```

Untuk mengetahui perintah-perintah apa aja yang dapat digunakan perintah

```
Router>help
```

Perintah dari zebra ini mirip dengan perintah pada cisco yang merupakan vendor penyedia untuk jaringan seperti router, switch dan perangkat jaringan lainnya.

Dalam PC Router harus mengaktifkan IP Forwarding. Untuk mengaktifkan IP Forwarding menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo echo '1' > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Pada router-1 perlu dikonfigurasi jaringan untuk mengetahui alamat setiap interface yang dapat di edit pada /etc/network/interfaces :

```
auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
address 10.122.69.56
netmask 255.255.255.0
broadcast 10.122.69.255
dns-nameservers 202.46.129.2
gateway 10.122.69.1

auto eth1
iface eth1 inet static
address 192.168.2.1
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.2.255

auto eth2
iface eth2 inet static
address 192.168.3.1
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.3.255
```

Setelah login ke zebra maka akan menggunakan perintah sama dengan perintah pada cisco yaitu :

```
Router-1>enable
Router-1#conf t
Router-1(config)#int eth0
Router-1(config-if)#ip add 10.122.69.56/24
Router-1(config-if)#no shut
Router-1(config)#int eth1
Router-1(config-if)#ip add 192.168.2.1/24
Router-1(config-if)#no shut
Router-1(config)#int eth2
Router-1(config-if)#ip add 192.168.3.1/24
Router-1(config-if)#no shut
```

Untuk mengkonfigurasi routing protocol RIP maka harus menggunakan telnet untuk dapat login pada RIP dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost ripd
```

Selanjutnya dapat dikonfigurasi dengan perintah sebagai berikut :

```
ripd>
ripd>enable
ripd#conf t
ripd(config)#router rip
ripd(config-router)#network 10.122.69.0/24
ripd(config-router)#network eth0
ripd(config-router)#network 192.168.2.0/24
ripd(config-router)#network eth1
ripd(config-router)#network 192.168.3.0/24
ripd(config-router)#network eth2
```

Untuk mengkonfigurasi routing protocol OSPF maka harus menggunakan telnet untuk dapat login pada OSPF dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost ospfd
```

Selanjutnya dapat dikonfigurasi dengan perintah sebagai berikut :

```
ospfd>
ospfd>enable
ospfd#conf t
ospfd(config)#router ospf
ospfd(config-router)#network 10.122.69.0/24 area 0.0.0.0
```

```
ospfd(config-router)#network 192.168.2.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.3.0/24 area 0.0.0.0
```

Pada router-2 perlu dikonfigurasi jaringan untuk mengetahui alamat setiap interface yang dapat di edit pada /etc/network/interfaces :

```
auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.3.2
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.3.255

auto eth5
iface eth1 inet static
address 192.168.4.1
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.4.255
```

Setelah login ke zebra maka akan menggunakan perintah sama dengan perintah pada cisco yaitu :

```
Router-2>enable
Router-2#conf t
Router-2(config)#int eth0
Router-2(config-if)#ip add 192.168.3.2/24
Router-2(config-if)#no shut
Router-2(config)#int eth5
Router-2(config-if)#ip add 192.168.4.1/24
Router-2(config-if)#no shut
```

Untuk mengkonfigurasi routing protocol RIP maka harus menggunakan telnet untuk dapat login pada RIP dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost ripd
```

Selanjutnya dapat dikonfigurasi dengan perintah sebagai berikut :

```
ripd>
ripd>enable
ripd#conf t
ripd(config)#router rip
ripd(config-router)#network 192.168.3.0/24
```

```
ripd(config-router)#network eth0
ripd(config-router)#network 192.168.4.0/24
ripd(config-router)#network eth5
```

Untuk mengkonfigurasi routing protocol OSPF maka harus menggunakan telnet untuk dapat login pada OSPF dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost ospfd
```

Selanjutnya dapat dikonfigurasi dengan perintah sebagai berikut :

```
ospfd>
ospfd>enable
ospfd#conf t
ospfd(config)#router ospf
ospfd(config-router)#network 192.168.3.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.4.0/24 area 0.0.0.0
```

Pada router-3 perlu dikonfigurasi jaringan untuk mengetahui alamat setiap interface yang dapat di edit pada /etc/network/interfaces :

```
auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.5.1
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.5.255

auto eth1
iface eth1 inet static
address 192.168.2.2
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.2.255

auto eth3
iface eth2 inet static
address 192.168.4.2
netmask 255.255.255.0
broadcast 192.168.4.255
```

Setelah login ke zebra maka akan menggunakan perintah sama dengan perintah pada cisco yaitu :

```
Router-3>enable
Router-3#conf t
Router-3(config)#int eth0
Router-3(config-if)#ip add 192.168.5.1/24
Router-3(config-if)#no shut
Router-3(config)#int eth1
Router-3(config-if)#ip add 192.168.2.2/24
Router-3(config-if)#no shut
Router-3(config)#int eth3
Router-3(config-if)#ip add 192.168.4.2/24
Router-3(config-if)#no shut
```

Untuk mengkonfigurasi routing protocol RIP maka harus menggunakan telnet untuk dapat login pada RIP dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost ripd
```

Selanjutnya dapat dikonfigurasi dengan perintah sebagai berikut :

```
ripd>
ripd>enable
ripd#conf t
ripd(config)#router rip
ripd(config-router)#network 192.168.5.0/24
ripd(config-router)#network eth0
ripd(config-router)#network 192.168.2.0/24
ripd(config-router)#network eth1
ripd(config-router)#network 192.168.4.0/24
ripd(config-router)#network eth3
```

Untuk mengkonfigurasi routing protocol OSPF maka harus menggunakan telnet untuk dapat login pada OSPF dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo telnet localhost ospfd
```

Selanjutnya dapat dikonfigurasi dengan perintah sebagai berikut :

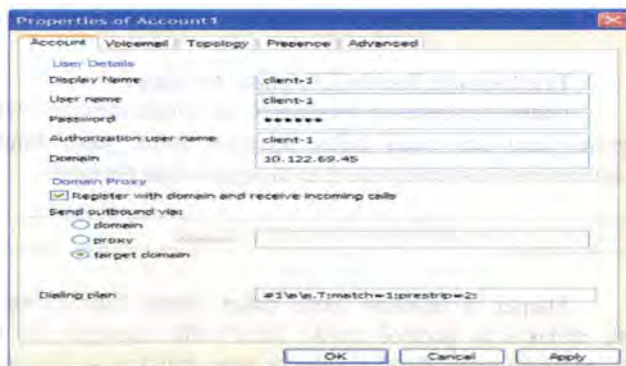
```
ospfd>
ospfd>enable
ospfd#conf t
ospfd(config)#router ospf
ospfd(config-router)#network 192.168.5.0/24 area 0.0.0.0
```

```
ospfd(config-router)#network 192.168.2.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.4.0/24 area 0.0.0.0
```

### 3.3.4 Konfigurasi Client

Pada sisi client untuk dapat menjalankan aplikasi VoIP maka diperlukan softphone. Softphone merupakan software aplikasi VoIP yang di install pada komputer atau pocket PC, agar komputer atau pocket PC dapat berfungsi sebagai telepon VoIP. Untuk menjalankan VoIP, komputer server harus terhubung dengan komputer client. Softphone yang biasa digunakan adalah X-lite. Pada X-Lite 3.0 free kita hanya bisa menggunakan satu account VoIP (X-Lite 2.0 bisa hingga 10 account). Berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah konfigurasi X-Lite untuk dapat terhubung ke server VoIP :

- Instalasi dilakukan seperti biasa kita menginstall aplikasi ke komputer .
- Setelah proses instalasi selesai, jalankan X-Lite.
- Klik ok pada X-Lite, lalu pilih SIP Account Setting.
- Setelah menginstall X-lite langka berikutnya melakukan setting pada SIP account lalu klik Add maka akan tampil jendela Properties of Account1 seperti pada gambar 3.2
- Isikan Domain dengan alamat VoIP Server, yaitu 10.122.69.45
- Pada bagian Domain Proxy, check list Register with domain and receive incoming calls, Send outbound via : pilih target domain.



Gambar 3.8 Konfigurasi X-Lite



1. Klik OK pada jendela Properties of Account1, klik Close pada SIP Accounts.
2. X-Lite akan meregistrasikan account VoIP anda
3. Apabila berhasil, maka akan tampil seperti gambar 3.
4. Lakukan tes panggilan dengan cara dial "0"



Gambar 3.9 X-Lite Ready

Dua buah Headset yang sudah dilengkapi dengan microphone. Dengan Spesifikasi sebagai berikut :

- Merk Genius
- Merk Somic
- Merk Buff Tech

### 3.4 Pembatasan Bandwidth pada Jaringan

Untuk pembatasan bandwidth dilakukan dengan menggunakan program yang ada pada paket program linux yaitu shaper. Untuk melakukan instalasi cukup dengan menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo apt-get install shaper
```

Shaper merupakan suatu paket dalam Linux yang berfungsi untuk melakukan kontrol trafik. Bandwidth manager ini merupakan suatu program yang dapat mengatur atau melakukan *shaping* terhadap bandwidth dari PC router baik *incoming* maupun *outgoing*. Untuk lakukan *shaping* bandwidth tersebut dapat dilakukan dengan berbagai macam metode *shaping*. Setelah berhasil melakukan instalasi maka untuk menjalankan program tersebut yaitu dengan perintah :

```
Router :~$ sudo /etc/init.d/shaper [start/restart/stop]
```

Untuk mendapatkan pengaturan bandwidth sesuai yang dibutuhkan, harus dibuat file konfigurasi yang letaknya pada CBQ\_PATH, yaitu pada direktori “/etc/shaper”. File konfigurasi yang dibuat harus dengan format nama : “cbq-<clsid>.<nama>”. Misal file konfigurasi bernama cbq-010.router1 maka untuk melakukan konfigurasi program tersebut menggunakan perintah :

```
Router :~$ sudo pico /etc/shaper/cbq-010.router1
```

Setelah itu perlu dikonfigurasi seperti dibawah ini :

```
#bandwidth eth0 router1
DEVICE=eth0,10Mbit,1Mbit
RATE=256Kbit
WEIGHT=25Kbit
PRIO=5
LEAF=tbfb
BOUNDED=yes
RULE=10.122.69.0/24
RULE=10.122.69.0/24,
```

Maksud dari konfigurasi di atas ialah bahwa device merupakan komponen ethernet card yang dipakai yang mempunyai kapasitas 10Mbps serta 1Mbit merupakan 1/10 dari kapasitas yang ada pada ethernet card tersebut sedangkan untuk rate merupakan bandwidth yang diinginkan serta weight merupakan 1/10 dari rate. Sedangkan untuk rule diisi dengan alamat ip yang incoming dan outgoing.

### 3.5 Pemberian Beban pada Jaringan

Pemberian beban pada jaringan dapat dilakukan dengan menggunakan menggunakan software iperf. Iperf adalah software berbasis console yang digunakan untuk membangkitkan trafik udp dan tcp, iperf berjalan pada model client-server, server iperf membangkitkan trafik udp atau tcp pada sisi client. Proses pembangkitan TCP dan UDP dari sisi client dan server adalah sebagai berikut :

#### 3.5.1 Beban TCP

Untuk membangkitkan beban TCP pada server digunakan perintah adalah sebagai berikut :

```

C:\>iperf -s
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 8 KByte (default)
-----
[4] local 10.122.69.45 port 5001 connected with 192.168.5.10
[ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[4] 0.0-0.0 sec    50 KBytes    39.6 Kbits/sec

```

Sedangkan untuk membangkitkan beban 50 KBytes pada sisi client digunakan perintah adalah sebagai berikut :

```

C:\> iperf -n 50k -c 10.122.69.45
-----
Client connecting to 10.122.69.45 TCP port 5001
TCP window size: 8.0 KByte (default)
-----
[3]local 10.122.69.45 port 1778 connected with 192.168.5.10
[ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[3] 0.0-0.0 sec    56 KBytes    34.2 Kbits/sec

```

### 3.5.2 Beban UDP

Untuk membangkitkan beban UDP pada server digunakan perintah adalah sebagai berikut :

```

C:\>iperf -s -u
-----
Server listening on UDP port 5001
UDP window size: 8 KByte (default)
-----
[4] local 10.122.69.45 port 5001 connected with 192.168.5.25
[ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[4] 0.0-0.0 sec    104 KBytes   39.6 Kbits/sec

```

Sedangkan untuk membangkitkan beban 100 KBytes pada sisi client digunakan perintah adalah sebagai berikut :

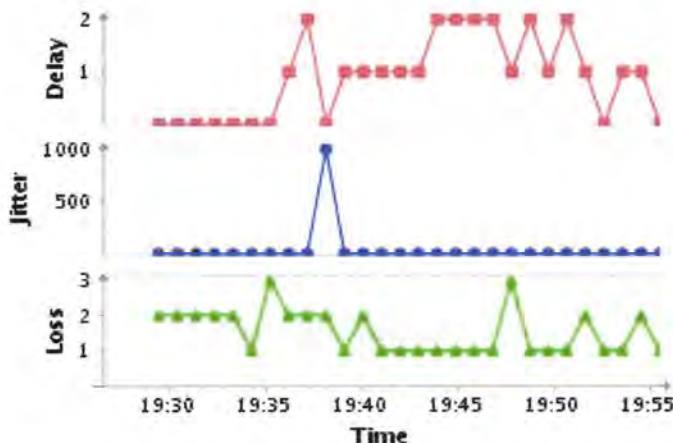
```

C:\> iperf -n 100k -c 10.122.69.45 -u -i 1
-----
Client connecting to 10.122.69.45 UDP port 5001
UDP window size: 8.0 KByte (default)
-----
[3]local 10.122.69.45 port 1778 connected with 192.168.5.25
[ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[3] 0.0-0.0 sec    102 KBytes   34.2 Kbits/sec

```

### 3.6 Pengambilan data pada VQ Manager

Dalam pengambilan data QoS jaringan dapat menggunakan software VQManager. Software tersebut digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap parameter QoS yang didapatkan pengukuran yang di set waktunya sesuai dengan keinginan. VQManager dapat didownload secara gratis melalui situs <http://www.vqmanager.com>, contoh hasil pengukuran parameter QoS dengan software VQ Manager adalah sebagai berikut :



Gambar 3.10 Hasil pengambilan data pada VQ Manager

Dari gambar 3.10 dapat dilihat bahwa pengambilan data *delay*, *jitter*, dan *packet loss* selama 25 menit sedangkan nilai dari *delay* mempunyai nilai yang berbeda-beda atau bervariasi antara 0 ms sampai 2 ms. Untuk nilai dari *jitter* juga mempunyai nilai yang bervariasi sedangkan pada *packet loss* didapat nilai yang berbeda-beda antara 0 % sampai 3%.

### 3.7 Pengambilan data pada Wireshark

Dalam pengambilan data *throughput* pada wireshark dapat dilihat pada toolbar statistics selanjutnya dapat dipilih summary. Pada summary dapat dilihat nilai rata-rata *throughput* dari hasil percobaan yang telah dilakukan.

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

Terima kasih kepada Arif, Isa, Andi, Arie, Bobby, Vivien, dan  
Bang Trisun atas kebersamaanya di Lab 301



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **BAB IV**

# **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

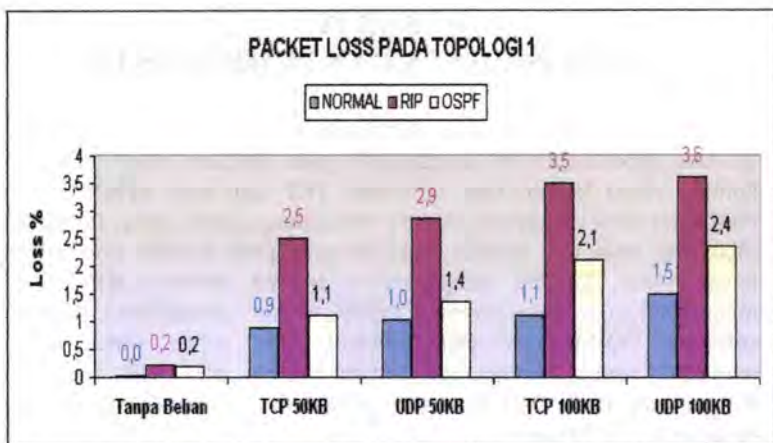
Pada bab 4 ini akan dilakukan Analisa Perbandingan Kinerja Routing Protocol OSPF dengan RIP pada Aplikasi VoIP baik dalam kondisi tanpa beban, saat terbebani TCP dan saat terbebani UDP. Parameter yang diukur *packet loss*, *throughput*, *jitter*, *delay*. Pengukuran dilakukan pada tiga kondisi jaringan yaitu pada kondisi normal tanpa lewat router, kondisi menggunakan routing protocol RIP, kondisi menggunakan routing protocol OSPF. Dalam pengukuran digunakan software VQ-Manager yang diinstall pada server serta software wireshark untuk mengetahui update routing dari RIP dan OSPF. Pengukuran pada VQ-Manager dilakukan secara live-report yang berubah setiap 10 detik.

### 4.1 Pengukuran Packet Loss

Pengukuran *packet loss* dilakukan pada server VoIP yang menerima paket dari client. *Packet loss* merupakan jumlah paket yang hilang pada saat proses pengiriman dalam suatu jaringan. Pada server dilakukan pengukuran dengan menggunakan software VQ-Manager. Pengukuran dilakukan berdasarkan perbandingan antara ketiga tersebut yang dibedakan secara topologi yaitu topologi-1 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda sedangkan topologi-2 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang sama

#### 4.1.1 Pengukuran pada topologi-1

Pengukuran pada topologi-1 saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda. Dengan kondisi tanpa beban, beban TCP, beban UDP dimana beban yang diberikan pada jaringan yaitu 50 Kbyte dan 100 Kbyte. Untuk membangkitkan beban trafik menggunakan software iperf. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Setelah melakukan pengukuran diperoleh *packet loss* sebagai berikut :

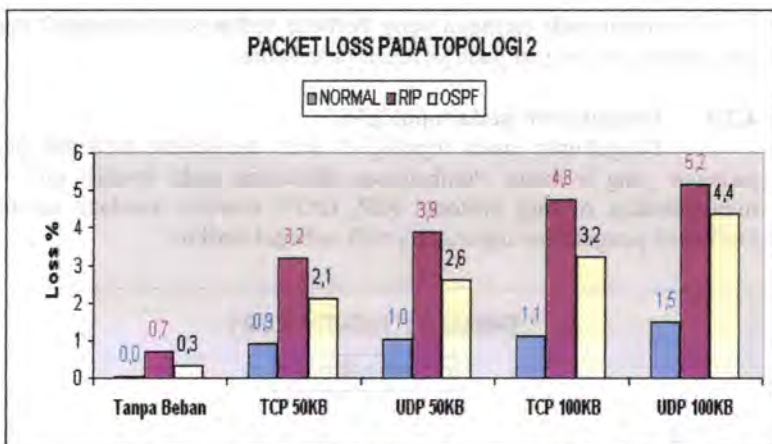


**Gambar 4.1 Grafik Packet Loss pada topologi-1**

Dari gambar 4.1 menunjukkan grafik *packet loss* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi normal atau tidak melewati router memiliki nilai *packet loss* yang paling kecil hal ini disebabkan pada kondisi normal tidak diberi batasan *bandwidth* sedangkan pada kondisi RIP mempunyai nilai *packet loss* lebih besar daripada OSPF hal ini disebabkan pada RIP tidak memiliki pemilihan jalur berdasarkan beban trafik yang tidak padat. *Packet loss* paling besar terbesar beban UDP 100 Kbyte hal ini dikarenakan RTP menggunakan protocol UDP sebagai protocol transportnya. Hal ini sama pada jaringan dengan menggunakan *routing protocol* RIP dan *routing protocol* OSPF. Sedangkan pada penambahan beban TCP mengakibatkan nilai *packet loss* juga meningkat hal ini disebabkan adanya *kongesti* atau kemacetan dari pengiriman paket antara client ke server ataupun sebaliknya.

#### 4.1.2 Pengukuran pada topologi-2

Pengukuran pada topologi-2 saat dua client terdapat pada jaringan yang sama. Dengan kondisi tanpa beban, beban TCP, beban UDP dimana beban yang diberikan pada jaringan yaitu 50 Kbyte dan 100 Kbyte. Setelah melakukan pengukuran diperoleh *packet loss* sebagai berikut :



**Gambar 4.2 Grafik Packet Loss pada topologi-2**

Dari gambar 4.2 menunjukkan grafik *packet loss* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban mempunyai nilai *packet loss* yang kecil dibandingkan dengan adanya beban pada jaringan, hal ini disebabkan terlalu padatnya trafik pada jaringan mengakibatkan resiko kehilangan paket lebih besar. Pada kondisi normal atau tanpa melewati router mempunyai nilai *packet loss* yang paling kecil dibandingkan dengan RIP dan OSPF hal ini disebabkan pada kondisi normal tidak diberi batasan *bandwidth* serta jarak antara client ke server lebih dekat daripada harus melewati jaringan seperti RIP dan OSPF sehingga resiko untuk kehilangan paket lebih kecil. *Packet loss* paling besar terbesar beban UDP hal ini dikarenakan RTP menggunakan protocol UDP sebagai protocol transportnya. Hal ini sama pada jaringan dengan menggunakan routing protocol RIP dan routing protocol OSPF. Sedangkan pemberian beban TCP pada jaringan menyebabkan menambah juga nilai dari *packet loss* hal ini disebabkan adanya *kongesti* atau kemacetan pengiriman paket dari client ke server.

#### **4.2 Pengukuran Throughput**

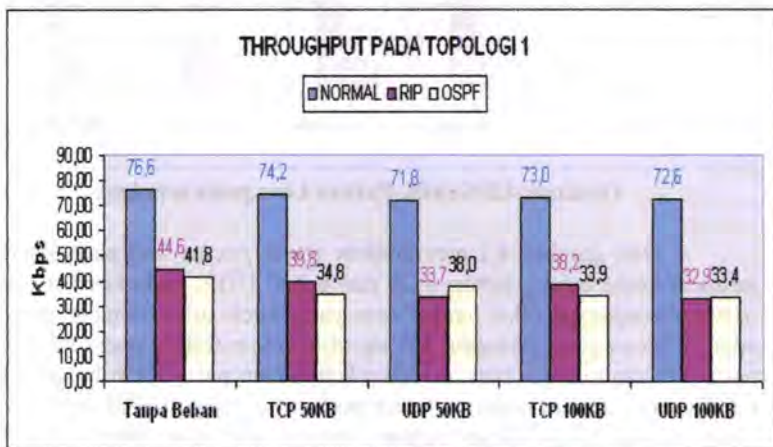
Pengukuran *throughput* dilakukan dengan cara berkomunikasi antara client yang terhubung dengan server VoIP. Untuk mendapatkan nilai *throughput* maka dibutuhkan nilai rata-rata dari paket yang dikirim dan paket tersebut didapat nilai *throughput* dari node asal ke node tujuan. Pengukuran dilakukan berdasarkan perbandingan antara ketiga tersebut yang dibedakan secara topologi yaitu topologi-1 pada saat dua



client terdapat pada jaringan yang berbeda sedangkan topologi-2 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang sama

#### 4.2.1 Pengukuran pada topologi-1

Pengukuran pada topologi-1 saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Dari hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut :



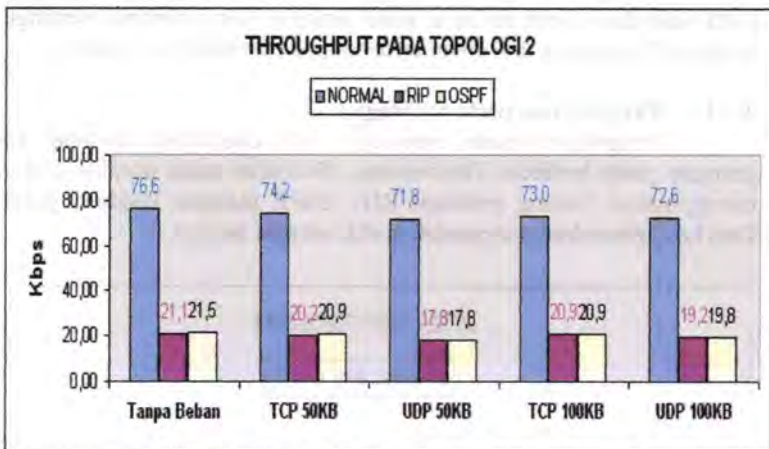
Gambar 4.3 Grafik Throughput pada topologi-1

Dari gambar 4.3 menunjukkan grafik *throughput* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban nilai *throughput* mempunyai nilai yang paling besar dibandingkan dengan beban TCP maupun UDP hal ini disebabkan karena tidak adanya kepadatan trafik pada jaringan sehingga *bandwidth* yang tersedia dapat terpakai semua untuk paket yang diterima. Sedangkan kondisi normal atau tanpa melewati router mempunyai nilai *throughput* paling besar dibandingkan dengan OSPF dan RIP hal ini disebabkan pada kondisi normal tidak diberi pembatasan *bandwidth* sehingga *bandwidth* yang dipakai lebih besar daripada pada OSPF dan RIP. Sedangkan pada OSPF memiliki nilai *throughput* yang lebih besar dibandingkan dengan RIP hal ini disebabkan pada OSPF pemilihan terhadap jalur memiliki routing *metric* yang berdasarkan *bandwidth*. *Throughput* paling kecil pada beban UDP hal ini dikarenakan RTP menggunakan protocol UDP sebagai protocol transportnya. Sedangkan pada penambahan beban TCP menyebabkan nilai *throughput* menjadi semakin kecil hal ini disebabkan

kondisi jaringan yang semakin padat trafiknya sehingga menyebabkan *bandwidth* yang tersedia semakin penuh.

#### 4.2.2 Pengukuran pada topologi-2

Pengukuran pada topologi-2 saat dua client terdapat pada jaringan yang sama. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Dari hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Throughput pada topologi-2

Dari gambar 4.4 menunjukkan grafik *throughput* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban memiliki nilai *throughput* paling besar jika dibandingkan dengan pemberian beban UDP dan TCP hal ini disebabkan pada kondisi tanpa beban tidak ada kepadatan trafik pada jaringan sehingga *bandwidth* yang tersedia dapat terpakai semua untuk paket yang diterima. Sedangkan pada kondisi normal mempunyai nilai *throughput* yang lebih besar dibandingkan dengan pada RIP dan OSPF hal ini disebabkan tidak diberi batasan *bandwidth* pada kondisi normal. Sedangkan pada OSPF memiliki nilai *throughput* lebih besar dibandingkan dengan RIP hal ini disebabkan pada OSPF memiliki routing *metric* berdasarkan *bandwidth* sedangkan pada RIP pemilihan jalurnya berdasarkan hops terpendek. Pada kondisi pembebanan UDP semakin besar nilai beban yang diberikan semakin kecil pula nilai *throughput* hal ini disebabkan RTP menggunakan UDP sebagai protocol transportnya. Sedangkan pada pembebanan TCP semakin besar nilai beban yang diberikan semakin

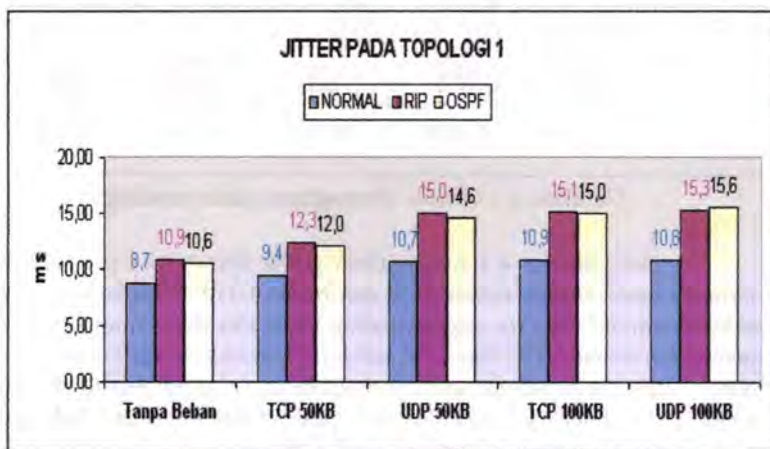
kecil pula nilai *throughput* hal ini disebabkan kondisi jaringan yang semakin padat trafiknya sehingga menyebabkan *bandwidth* yang tersedia semakin penuh

### 4.3 Pengukuran Jitter

Pengukuran *jitter* dilakukan sama seperti pada pengukuran *throughput* yang diambil nilai rata-rata pada nilai yang didapat dari beberapa paket voice. Pengukuran dilakukan berdasarkan perbandingan antara ketiga tersebut yang dibedakan secara topologi yaitu topologi-1 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda sedangkan topologi-2 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang sama.

#### 4.3.1 Pengukuran pada topologi-1

Pengukuran pada topologi-1 saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Dari hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut :



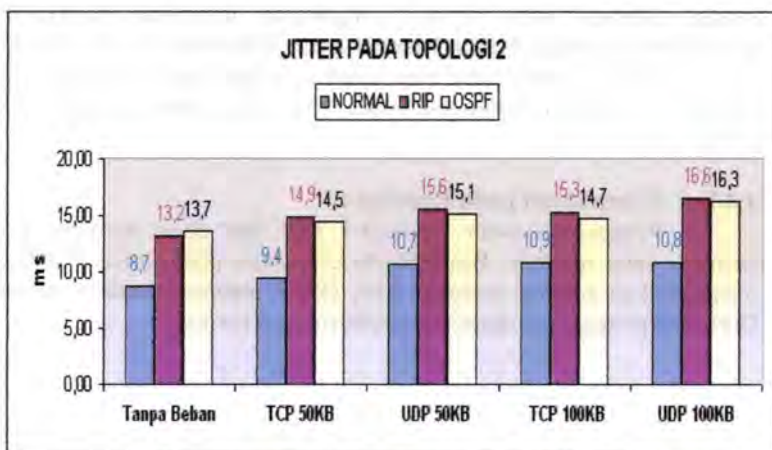
Gambar 4.5 Grafik Jitter pada topologi-1

Dari gambar 4.5 menunjukkan grafik *jitter* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban memiliki nilai *jitter* yang paling kecil jika dibandingkan dengan beban TCP dan beban UDP hal ini disebabkan jika semakin banyak beban dalam jaringan maka semakin padat juga trafik pada jaringan tersebut sehingga akan menyebabkan lamanya paket akan terkirim sampai tujuan. Sedangkan pada kondisi normal mempunyai nilai *jitter*

yang paling kecil dibandingkan dengan OSPF dan RIP hal ini disebabkan pada kondisi normal *bandwidth* terpakai penuh dan tidak dilakukan pembatasan *bandwidth* pada jaringan. Sedangkan *jitter* pada RIP mempunyai nilai lebih besar daripada OSPF hal ini disebabkan pada OSPF dalam menentukan jalur terbaiknya berdasarkan *load balance* sehingga pada OSPF dapat memilih jalur mana yang tidak padat trafik pada jaringan. Pada kondisi pembebanan UDP semakin besar beban yang diberikan semakin besar pula nilai *jitter*, hal ini disebabkan pada RTP menggunakan UDP sebagai protocol transportnya. Sedangkan pada pembebanan TCP semakin besar maka semakin besar pula nilai *jitter* hal ini disebabkan pada jaringan terjadi kemacetan atau *kongesti* sehingga paket lebih lama untuk terkirim pada penerima.

#### 4.3.2 Pengukuran pada topologi-2

Pengukuran pada topologi-2 saat dua client terdapat pada jaringan yang sama. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Dari hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.6 Grafik Jitter pada topologi-2

Dari gambar 4.6 menunjukkan grafik *jitter* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban memiliki nilai *jitter* yang paling kecil dibandingkan dengan adanya beban TCP dan UDP hal ini disebabkan pada jaringan jika diberi beban yang semakin besar maka akan terjadi kemacetan atau *kongesti* yang dapat mengakibatkan proses penerimaan paket menjadi lebih

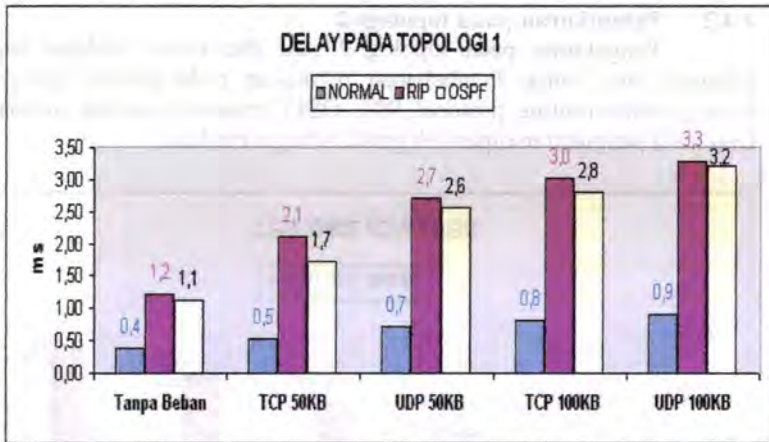
lambat. Pada kondisi normal atau tanpa melewati router memiliki nilai *jitter* lebih kecil daripada OSPF dan RIP hal ini disebabkan pada kondisi normal tidak diberi pembatasan *bandwidth* sehingga *bandwidth* yang tersedia lebih lebar. Sedangkan pada OSPF mempunyai nilai *jitter* yang lebih kecil daripada RIP hal ini disebabkan pada OSPF pemilihan jalurnya berdasarkan *delay* pada saat antrian pengiriman paket pada jaringan serta jika pada jaringan terdapat kemacetan atau *kongesti* maka OSPF akan memilih jalur yang tidak padat trafik pada jaringan tersebut. Pada kondisi pembebanan UDP semakin besar beban yang diberikan semakin besar pula nilai *jitter*, hal ini disebabkan pada RTP menggunakan UDP sebagai protocol transportnya. Sedangkan pada pembebanan TCP semakin besar maka semakin besar pula nilai *jitter* hal ini disebabkan buffer pada sisi penerima terjadi overflow sehingga tidak dapat menampung lagi paket yang diterima.

#### **4.4 Pengukuran Delay**

Pengukuran *delay* dilakukan sama seperti pada pengukuran *jitter* yang diambil nilai rata-rata pada nilai yang didapat dari beberapa paket voice rata-rata selisih waktu saat paket mulai dikirimkan client hingga diterima oleh server. Pengukuran dilakukan berdasarkan perbandingan antara ketiga tersebut yang dibedakan secara topologi yaitu topologi-1 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda sedangkan tolopogi-2 pada saat dua client terdapat pada jaringan yang sama.

##### **4.4.1 Pengukuran pada topologi-1**

Pengukuran pada topologi-1 saat dua client terdapat pada jaringan yang berbeda. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Dari hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut :

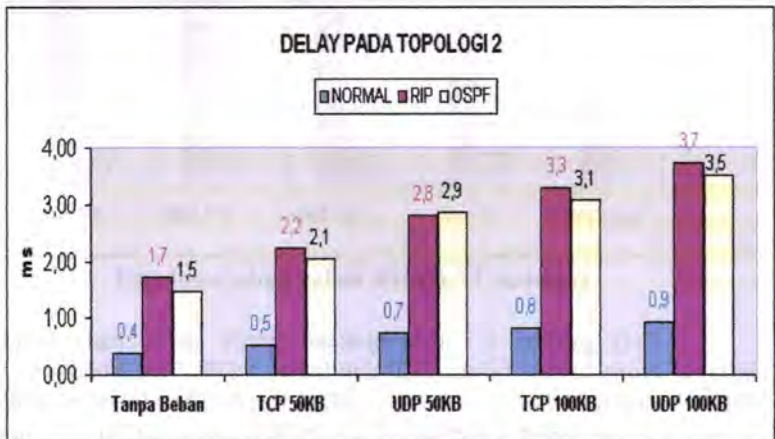


**Gambar 4.7 Grafik Delay pada topologi-1**

Dari gambar 4.7 menunjukkan grafik *delay* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban memiliki nilai *delay* yang paling kecil dibandingkan dengan beban TCP dan beban UDP hal ini disebabkan pada kondisi jika diberi beban maka terdapat kemacetan atau *kongesti* pada jaringan yang mengakibatkan penerimaan paket menjadi lebih lama. Sedangkan pada kondisi normal memiliki nilai *delay* yang lebih kecil dibandingkan dengan kondisi OSPF dan RIP hal ini disebabkan pada kondisi normal tidak diberi batasan *bandwidth* sehingga nilai paket yang terkirim dapat terkirim dengan cepat karena *bandwidth* yang tersedia menjadi lebih lebar. Sedangkan pada OSPF memiliki nilai *delay* lebih kecil dibandingkan dengan RIP hal ini disebabkan pada RIP pemilihan jalur terbaiknya berdasarkan hops sedangkan pada OSPF pemilihan jalurnya berdasarkan *delay* yang terkecil dimana menentukan jalur dilihat dari banyaknya beban yang berada dalam jaringan. Pada kondisi pembebanan UDP semakin besar beban yang diberikan semakin besar pula nilai *delay*, hal ini disebabkan pada RTP menggunakan UDP sebagai protocol transportnya. Sedangkan pada pembebanan TCP semakin besar maka semakin besar pula nilai *delay* hal ini disebabkan semakin padatnya suatu jaringan mengakibatkan lambatnya paket sampai pada penerima.

#### 4.4.2 Pengukuran pada topologi-2

Pengukuran pada topologi-2 saat dua client terdapat pada jaringan yang sama. Pembebanan dilakukan pada kondisi jaringan menggunakan routing protocol RIP, OSPF maupun keadaan normal. Dari hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.8 Grafik Delay pada topologi-2

Dari gambar 4.8 menunjukkan grafik *delay* pada kondisi jaringan tanpa beban, beban TCP dan beban UDP. Pada kondisi tanpa beban memiliki nilai *delay* yang paling kecil jika dibandingkan dengan beban UDP dan beban TCP hal ini disebabkan pada kondisi tanpa beban jaringan tidak mengalami *kongesti* atau kemacetan sehingga paket yang dikirim lebih cepat sampai pada penerima. Pada kondisi normal memiliki nilai *delay* yang paling kecil dibandingkan dengan kondisi OSPF dan kondisi RIP hal ini disebabkan pada kondisi normal tidak diberi batasan *bandwidth* sehingga pengiriman paket dapat sampai dengan lebih cepat karena memakai *bandwidth* yang lebih lebar. Sedangkan pada kondisi RIP memiliki nilai yang lebih besar daripada OSPF hal ini disebabkan pada RIP pemilihan jalur terbaik nya berdasarkan hops sedangkan pada OSPF pemilihan jalurnya berdasarkan *delay* yang terkecil untuk menghindari kondisi *kongesti* atau kemacetan dalam jaringan. Pada kondisi pembebanan UDP semakin besar beban yang diberikan semakin besar pula nilai *delay*, hal ini disebabkan pada RTP menggunakan UDP sebagai protocol transportnya. Sedangkan pada pembebanan TCP semakin besar maka semakin besar pula nilai *delay*

hal ini disebabkan semakin padatnya suatu jaringan mengakibatkan lambatnya paket sampai pada penerima.

#### 4.5 Pengukuran update routing protocol

Dalam pengukuran update routing protocol dapat dilakukan dengan menggunakan software wireshark dengan melihat waktu *trigger* pada grafik yang terdapat pada I/O Graph.

##### 4.5.1 Pada routing protocol RIP

Pada percobaan yang menggunakan routing protocol didapatkan hasil waktu update routing protocol RIP dengan melihat waktu *trigger* pada grafik di gambar 4.9



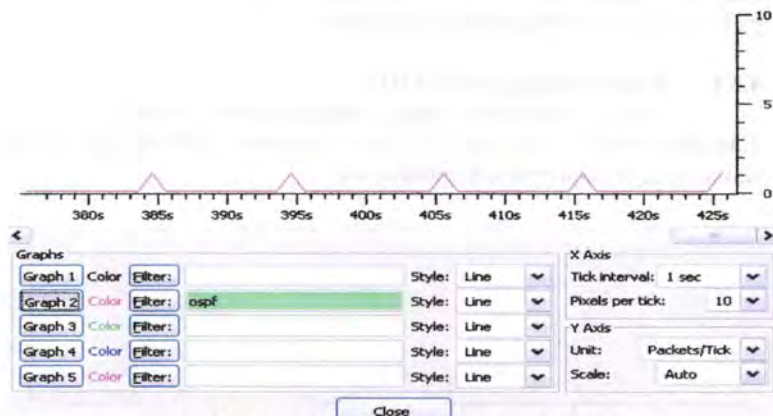
Gambar 4.9 Grafik update pada RIP

Dari gambar 4.9 dapat dijelaskan bahwa grafik yang berwarna merah merupakan waktu *trigger* pada RIP untuk melakukan update routing table setiap 30 detik.



#### 4.5.2 Pada routing protocol OSPF

Pada percobaan yang menggunakan routing protocol didapatkan hasil waktu update routing protocol OSPF dengan melihat waktu *trigger* pada grafik di gambar 4.10



Gambar 4.10 Grafik Update pada OSPF

Dari gambar 4.10 dapat dijelaskan bahwa grafik yang berwarna merah merupakan waktu trigger pada OSPF untuk melakukan update routing table setiap 10 detik.

Terima kasih kepada Bang Trisun, Bobby, Pram atas sharing

Linux



**BAB V**



**PENUTUP**



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisa data yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian didapatkan nilai *packet loss*, *jitter*, dan *delay* pada kondisi tanpa beban lebih kecil dibandingkan dengan beban TCP dan beban UDP, Sedangkan nilai *throughput* pada kondisi tanpa beban lebih besar dibandingkan dengan beban TCP dan beban UDP hal ini disebabkan terlalu padatnya trafik pada jaringan sehingga mengakibatkan *kongesti* atau kemacetan dari pengiriman paket antara client ke server atau sebaliknya.
2. Dari hasil pengukuran parameter QoS yaitu *packet loss*, *throughput*, *jitter*, dan *delay* menunjukkan bahwa penggunaan *routing protocol* OSPF lebih baik dibandingkan dengan penggunaan *routing protocol* RIP. Hal ini disebabkan pada RIP melakukan penentuan jalur terbaiknya berdasarkan nilai hops terkecil sedangkan pada OSPF menentukan jalur terbaiknya berdasarkan *metric*. Parameter *metric* pada OSPF antara lain *bandwidth*, *load balance*, *delay*.
3. Pada OSPF tidak dibatasi nilai hops-nya sedangkan pada RIP dibatasi sampai 15 hops untuk hops yang ke-16 maka akan tidak dapat tercapai.
4. Pada OSPF memiliki konvergensi lebih baik daripada RIP karena pada perubahan *routing table* pada RIP secara bertahap sedangkan pada OSPF secara langsung.
5. Pada OSPF mengupdate *routing table* setiap 10 detik sedangkan pada RIP mengupdate *routing table* setiap 30 detik.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Perlunya pengujian lebih lanjut performansi dari *routing protocol* yang lain seperti IGRP.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat diterapkan dengan banyak penggunaan audio *codec* yang bervariasi sehingga dapat dibandingkan mana yang lebih baik kualitas suara.
3. Percobaan ini hanya digunakan pada IPv4 untuk selanjutnya dapat dilanjutkan dengan menggunakan IPv6 dikarenakan untuk kedepannya IPv6 akan menjadi standar yang umum.



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

Terimakasih pada teman-teman e-43 atas dukungannya selama kuliah



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



# DAFTAR PUSTAKA

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukaridhoto, Sritustra. *Jaringan Komputer*, 2006
- [2] Tabratas Tharom dan Onno W. Purbo, *Teknologi VoIP*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2001.
- [3] Kruepke Keith, Cernick Paul, Degner Mark, *Cisco IP Routing Handbook*, Cisco Press, 2006
- [4] Kenyon Tony, *Data Networks: Routing, Security, and Performance Optimization Vol*, 2005.
- [5] Mark A. Miller, P.E., *Internetworking: A Guide to Network Communications LAN to LAN; LAN to WAN*, M & T Publishing, Inc., 1991.
- [6] Douglas E. Comer, *Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols, and Architecture*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1988.
- [7] Doyle, Jeff, dan Carroll, Jennifer, *CCIE Professional Development Routing TCP/IP, second Edition*, Cisco Press, 2005
- [8] Parkhurst, R.William, *OSPF Command and Configuration Handbook*, Cisco Press, 2002
- [9] Vijay Ahuja, *Design and Analysis Of Computer Communications Networks*, McGraw-Hill International Editions, 1985
- [10] Robert P. Davidson, and Nathan J. Mufler, *Internetworking LANs Operation, Design, and Management*, Artech House, Boston. London, 1992.
- [11] Mudji Basuki, *Voice Over IP*, [www.ilmukomputer.com](http://www.ilmukomputer.com)
- [12] VoIP Performance Management Team, *Impact of Delay in VoIP Services*, Januari 2006, Telchemy Inc, USA
- [13] <http://www.en.voipforo.com/codec/codecs.php>
- [14] <http://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt>
- [15] <http://www.vovida.org>
- [16] Shim, C., Xie, L., Zhang, B. dan Sloane, C.J, *How Delay and Packet Loss Impact Voice Quality in VoIP*, 2003
- [17] ITU-T Series H.323, *Packet-Based Multimedia Communications System*, <http://www.itu.int/ITU-T/publications>, 2003
- [18] ITU-T Series Y.1541, *Network Performance Objectives for IP Based Service*, <http://www.itu.int/ITU-T/publications>, 2002

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

Terima kasih kepada Bapak dan Ibu Dosen Penguji  
yang teliti dan kritis mengoreksi Tugas Akhir ini



**ITS**  
Institut  
Teknologi



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi

**LAMPIRAN**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## LAMPIRAN A LISTING PROGRAM

### 1. Konfigurasi router-1

```
Router-1>enable
Router-1#conf t
Router-1(config)#int eth0
Router-1(config-if)#ip add 10.122.69.56/24
Router-1(config-if)#no shut
Router-1(config)#int eth1
Router-1(config-if)#ip add 192.168.2.1/24
Router-1(config-if)#no shut
Router-1(config)#int eth2
Router-1(config-if)#ip add 192.168.3.1/24
Router-1(config-if)#no shut
```

### Konfigurasi RIP pada router-1

```
ripd>
ripd>enable
ripd#conf t
ripd(config)#router rip
ripd(config-router)#network 10.122.69.0/24
ripd(config-router)#network eth0
ripd(config-router)#network 192.168.2.0/24
ripd(config-router)#network eth1
ripd(config-router)#network 192.168.3.0/24
ripd(config-router)#network eth2
```

### Konfigurasi OSPF pada router-1

```
ospfd>
ospfd>enable
ospfd#conf t
ospfd(config)#router ospf
ospfd(config-router)#network 10.122.69.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.2.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.3.0/24 area 0.0.0.0
```

## 2. Konfigurasi router-2

```
Router-2>enable
Router-2#conf t
Router-2(config)#int eth0
Router-2(config-if)#ip add 192.168.3.2/24
Router-2(config-if)#no shut
Router-2(config)#int eth5
Router-2(config-if)#ip add 192.168.4.1/24
Router-2(config-if)#no shut
```

### Konfigurasi RIP pada router-2

```
ripd>
ripd>enable
ripd#conf t
ripd(config)#router rip
ripd(config-router)#network 192.168.3.0/24
ripd(config-router)#network eth0
ripd(config-router)#network 192.168.4.0/24
ripd(config-router)#network eth5
```

### Konfigurasi OSPF pada router-2

```
ospfd>
ospfd>enable
ospfd#conf t
ospfd(config)#router ospf
ospfd(config-router)#network 192.168.3.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.4.0/24 area 0.0.0.0
```

## 3. Konfigurasi router-3

```
Router-3>enable
Router-3#conf t
Router-3(config)#int eth0
Router-3(config-if)#ip add 192.168.5.1/24
Router-3(config-if)#no shut
Router-3(config)#int eth1
Router-3(config-if)#ip add 192.168.2.2/24
Router-3(config-if)#no shut
Router-3(config)#int eth3
Router-3(config-if)#ip add 192.168.4.2/24
Router-3(config-if)#no shut
```



### Konfigurasi RIP pada router-3

```
ripd>
ripd>enable
ripd#conf t
ripd(config)#router rip
ripd(config-router)#network 192.168.5.0/24
ripd(config-router)#network eth0
ripd(config-router)#network 192.168.2.0/24
ripd(config-router)#network eth1
ripd(config-router)#network 192.168.4.0/24
ripd(config-router)#network eth3
```

### Konfigurasi OSPF pada router-3

```
ospfd>
ospfd>enable
ospfd#conf t
ospfd(config)#router ospf
ospfd(config-router)#network 192.168.5.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.2.0/24 area 0.0.0.0
ospfd(config-router)#network 192.168.4.0/24 area 0.0.0.0
```

## 4. Konfigurasi VoIP

### Konfigurasi SIP

```
port=5060
;port UDP standar SIP yaitu 5060
bindaddr=0.0.0.0
;proses berjalan pada alamat IP 0.0.0.0 (semua alamat yang
;dimiliki server)
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai

[Client-1]
;context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ;voip
type=friend
; tipe client
host=dynamic
;menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
;nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-1
;login client

[Client-2]
;context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ;voip
```

```

type=friend
; tipe client
host=dynamic
; menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
; nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-2
; login client

[Client-3]
; context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ; voip
type=friend
; tipe client
host=dynamic
; menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
; nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-3
; login client
[Client-4]
; context user, dipakai di extensions.conf untuk setting
nomor ; voip
type=friend
; tipe client
host=dynamic
; menyatakan alamat ip bisa berubah
context=panggilan
; nama konteks jaringan yang dipakai
username=Client-4
; login client

```

### Konfigurasi Ekstension

```

[panggilan]
; nama konteks jaringan yang dipakai
; 100 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 200,1,Answer
exten => 200,2,Dial(SIP/server,30,Ttm)
exten => 200,3,Hangup
; 200 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 201,1,Answer
exten => 201,2,Dial(SIP/client-1,30,Ttm)
exten => 201,3,Hangup
; 201 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP

exten => 202,1,Answer

```

```
exten => 202,2,Dial(SIP/client-2,30,Ttm)
exten => 202,3,Hangup
;202 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP
```

```
exten => 203,1,Answer
exten => 203,2,Dial(SIP/client-3,30,Ttm)
exten => 203,3,Hangup
;203 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP
```

```
exten => 204,1,Answer
exten => 204,2,Dial(SIP/client-4,30,Ttm)
exten => 204,3,Hangup
;204 adalah nomor voip menggunakan kanal SIP
```

## LAMPIRAN B

### Tabel Hasil Pengukuran

#### 1. Packet loss

#### Tabel Percobaan 1

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban		Beban TCP 50 KB		Beban UDP 50 KB		Beban TCP 100 KB		Beban UDP 100 KB	
			Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)
10.122.69.5	10.122.69.25	G.711	1011	0	1713	0	1713	1,2	1505	0,1	1505	1,5
10.122.69.25	10.122.69.5	G.711	1197	0,1	1745	1,6	1745	1,2	1625	0,5	1625	1
10.122.69.10	10.122.69.100	G.711	1701	0	1108	0	1108	1	1404	1,5	1404	1,5
10.122.69.100	10.122.69.10	G.711	1677	0	1146	2	1146	1,1	1416	2	1416	2
<b>Rata-Rata Packet Loss G.711</b>			<b>5586</b>	<b>0,025</b>	<b>5712</b>	<b>0,9</b>	<b>5712</b>	<b>1,125</b>	<b>5950</b>	<b>1,025</b>	<b>5950</b>	<b>1,5</b>

#### Tabel Percobaan 2

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban		Beban TCP 50 KB		Beban UDP 50 KB		Beban TCP 100 KB		Beban UDP 100 KB	
			Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	1104	1	2075	3	2075	4	1984	3,9	1984	6,2
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	1097	0,4	2039	3,5	2039	6	1904	4	1904	5
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	1401	0,9	1204	3	1204	5	1895	4,5	1895	4,5
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	1470	0,5	1247	3,2	1247	4	1870	3,2	1870	5
<b>Rata-Rata Packet Loss G.711</b>			<b>5072</b>	<b>0,7</b>	<b>6565</b>	<b>3,175</b>	<b>6565</b>	<b>4,75</b>	<b>7653</b>	<b>3,9</b>	<b>7653</b>	<b>5,175</b>

#### Tabel Percobaan 3

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban		Beban TCP 50 KB		Beban UDP 50 KB		Beban TCP 100 KB		Beban UDP 100 KB	
			Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	2034	0	1705	2	1705	3	1804	3	1804	4
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	2045	0,1	1748	2,3	1748	4	1831	2,5	1831	3,5
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	1504	0	1401	2	1401	3	1045	3	1045	4
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	1524	0,8	1471	3,7	1471	4	1024	3	1024	3
<b>Rata-Rata Packet Loss G.711</b>			<b>7107</b>	<b>0,225</b>	<b>6325</b>	<b>2,5</b>	<b>6325</b>	<b>3,5</b>	<b>5704</b>	<b>2,875</b>	<b>5704</b>	<b>3,625</b>

Tabel Percobaan 4

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban		Beban TCP 50 KB		Beban UDP 50 KB		Beban TCP 100 KB		Beban UDP 100 KB	
			Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	1854	0,4	1988	2	1988	3,4	1904	2	1904	4
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	1823	0,1	2076	2,4	2076	3,5	1842	2,5	1842	4,5
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	1754	0,3	1401	2	1401	3	2011	3	2011	4
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	1802	0,5	1434	2	1434	3	2045	3	2045	5
<b>Rata-Rata Packet Loss G.711</b>			<b>7233</b>	<b>0,325</b>	<b>6899</b>	<b>2,1</b>	<b>6899</b>	<b>3,225</b>	<b>7802</b>	<b>2,625</b>	<b>7802</b>	<b>4,37</b>

Tabel Percobaan 5

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban		Beban TCP 50 KB		Beban UDP 50 KB		Beban TCP 100 KB		Beban UDP 100 KB	
			Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)	Paket	Loss (%)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	2403	0	1504	1,5	1504	2	1807	1	1807	2
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	2394	0,1	1534	1	1534	2,5	1867	2	1867	2
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	1302	0	1445	1	1445	2	1574	1	1574	2
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	1346	0,7	1471	1	1471	2	1594	1,5	1594	3
<b>Rata-Rata Packet Loss G.711</b>			<b>7445</b>	<b>0,2</b>	<b>5954</b>	<b>1,125</b>	<b>5954</b>	<b>2,125</b>	<b>6842</b>	<b>1,375</b>	<b>6842</b>	<b>2,3</b>

## 2. Throughput

Tabel Percobaan 1

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (kbps)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (kbps)	UDP (kbps)	TCP (kbps)	UDP (kbps)
10.122.69.5	10.122.69.25	G.711	76	73,2	72	73,5	76,5
10.122.69.25	10.122.69.5	G.711	73,5	76,9	69,9	72,4	69,6
10.122.69.10	10.122.69.100	G.711	78	73,8	68,9	73,5	72,4
10.122.69.100	10.122.69.10	G.711	79	72,9	76,4	72,4	71,7
<b>Rata-rata Throughput G.711</b>			<b>76,63</b>	<b>74,20</b>	<b>71,80</b>	<b>72,95</b>	<b>72,5</b>

Tabel Percobaan 2

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (kbps)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (kbps)	UDP (kbps)	TCP (kbps)	UDP (kbps)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	21,3	20,13	18,12	20,39	19,95
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	21,5	20,19	17,78	20,45	18,65
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	20,4	20,35	18,03	21,35	18,98
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	21,1	20,2	17,45	21,47	19,24
Rata-rata Throughput G.711			21,08	20,22	17,85	20,92	19,21

Tabel Percobaan 3

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (kbps)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (kbps)	UDP (kbps)	TCP (kbps)	UDP (kbps)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	44,6	39,5	33,5	37,8	32,3
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	44,3	39,6	34,5	39,5	32,4
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	44,5	40,5	33,4	36,9	34,5
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	44,8	39,6	33,2	38,6	32,4
Rata-rata Throughput G.711			44,55	39,80	33,65	38,20	32,90

Tabel Percobaan 4

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (kbps)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (kbps)	UDP (kbps)	TCP (kbps)	UDP (kbps)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	21,32	21,05	16,89	21,32	20,75
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	21,33	20,34	17,23	21,33	20,12
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	22,31	21,09	18,34	20,23	19,12
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	21,23	21,03	18,76	20,56	19,09
Rata-rata Throughput G.711			21,55	20,88	17,81	20,86	19,77

Tabel Percobaan 5

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (kbps)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (kbps)	UDP (kbps)	TCP (kbps)	UDP (kbps)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	40,5	34,8	38,5	34,5	33,5
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	41	34,7	37,9	33,2	32,9
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	42,8	34,9	38,7	34,7	34,5
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	43	34,8	36,9	33	32,7
Rata-rata Throughput G.711			41,83	34,80	38,00	33,85	33,40

## 3. Jitter

Tabel Percobaan 1

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
10.122.69.5	10.122.69.25	G.711	7	9,8	10,4	10	10,6
10.122.69.25	10.122.69.5	G.711	8	8	11,4	10,5	11,4
10.122.69.10	10.122.69.100	G.711	9,8	9,4	10,8	10	10,5
10.122.69.100	10.122.69.10	G.711	10	10,5	10,3	13	10,7
Rata-rata Jitter G.711			8,70	9,43	10,73	10,88	10,80

Tabel Percobaan 2

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	13,4	14,5	15,3	15,4	16,2
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	12,9	15,4	15,3	15,6	16,8
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	13,5	14,8	16	15,4	16,3
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	13	14,8	15,9	14,9	16,9
Rata-rata Jitter G.711			13,20	14,88	15,63	15,33	16,55

Tabel Percobaan 3

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	12	12	15,8	14	15,1
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	11	13,5	15	14,9	14,9
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	10,5	13	14	16	16,5
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	10	12	15	15,5	14,8
Rata-rata Jitter G.711			10,88	12,33	14,95	15,10	15,33

Tabel Percobaan 4

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	12,9	14,2	14,9	15,3	16,4
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	13,3	14,3	15	14,5	16,5
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	14,5	14,6	15,1	14,6	16,4
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	13,9	14,8	15,3	14,3	15,9
Rata-rata Jitter G.711			13,65	14,48	15,08	14,68	16,30

Tabel Percobaan 5

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	11	11,6	14,6	15,2	15,6
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	10,5	11,9	14,4	15,4	15,4
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	10	12,1	14,8	14,9	15,7
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	11	12,5	14,6	14,6	15,8
Rata-rata Jitter G.711			10,63	12,03	14,60	15,03	15,63





## 4. Delay

Tabel Percobaan 1

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
10.122.69.5	10.122.69.25	G.711	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9
10.122.69.25	10.122.69.5	G.711	0,69	0,5	0,5	0,8	0,93
10.122.69.10	10.122.69.100	G.711	0,3	0,4	0,8	0,9	0,92
10.122.69.100	10.122.69.10	G.711	0,1	0,3	0,7	0,7	0,9
Rata-rata Delay G.711			0,37	0,53	0,73	0,83	0,91

Tabel Percobaan 2

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	1,9	2	2,8	3,5	3,6
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	1,5	2,1	2,5	3,1	3,8
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	2	2,3	2,9	3,1	3,6
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	1,5	2,5	3	3,5	3,9
Rata-rata Delay G.711			1,73	2,23	2,80	3,30	3,73

Tabel Percobaan 3

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	1,2	2	3	3	3
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	1,2	2,5	2,5	3	3,5
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	1,3	2	2,8	3,1	3,4
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	1,2	1,9	2,5	3	3,2
Rata-rata Delay G.711			1,23	2,10	2,70	3,03	3,28

Tabel Percobaan 4

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
192.168.5.5	192.168.5.25	G.711	1,5	2,1	2,9	3,1	3,7
192.168.5.25	192.168.5.5	G.711	1,34	1,9	2,8	2,98	3,3
192.168.5.10	192.168.5.100	G.711	1,45	2,3	2,9	3,3	3,4
192.168.5.100	192.168.5.10	G.711	1,6	1,9	2,8	2,9	3,6
<b>Rata-rata Delay G.711</b>			<b>1,47</b>	<b>2,05</b>	<b>2,85</b>	<b>3,07</b>	<b>3,50</b>

Tabel Percobaan 5

Asal IP	Tujuan IP	Payload	Tanpa Beban (ms)	Beban 50 KB		Beban 100 KB	
				TCP (ms)	UDP (ms)	TCP (ms)	UDP (ms)
10.122.69.5	192.168.5.25	G.711	1	1,59	2,57	2,7	3,4
192.168.5.25	10.122.69.5	G.711	0,9	1,9	2,4	2,8	3,2
10.122.69.10	192.168.5.100	G.711	1	1,56	2,76	2,9	2,98
192.168.5.100	10.122.69.10	G.711	1,6	1,9	2,5	2,8	3,3
<b>Rata-rata Delay G.711</b>			<b>1,13</b>	<b>1,74</b>	<b>2,56</b>	<b>2,80</b>	<b>3,22</b>

# LAMPIRAN C PROPOSAL

Jurusan Teknik Elektro - FTI  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

RE. 1999 TUGAS AKHIR - 4 SKS

Nama Mahasiswa : Febri Ishmi  
Nomor Pokok : 2203 100 097  
Bidang Studi : Telekomunikasi Multimedien  
Tugas diberikan : Semester Gasal 2007/2008  
Dosen Pembimbing : I. Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA  
Dosen Pembimbing : 2. Ir. Djoko Suprajitno Rahardjo  
Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Kinerja Routing Protocol OSPF dengan RIP pada Aplikasi VoIP  
(Performance Comparison Analysis of Routing Protocol OSPF and RIP with Application VoIP)

13 SEP 2007

## Uraian Tugas Akhir :

Routing merupakan proses penyampaian paket data dari host asal ke host tujuan melewati network yang berbeda, untuk menangani routing jaringan internal/intranet pada sebuah *autonomous system* digunakan Interior Routing Protocol (IRP). Routing Protocol yang termasuk di dalamnya adalah OSPF (*Open Shortest Path First*) dan RIP (*Routing Information Protocol*).

Ketepatan pada pemilihan jalur menuju host tujuan sangat menentukan QoS (*Quality of Service*) dari sebuah jaringan, terutama pada aplikasi yang bersifat real-time seperti VoIP (*Voice Over IP*) yang akhir-akhir ini menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan baik untuk kegiatan bisnis, pendidikan maupun komunikasi jarak jauh.

Pada tugas akhir ini akan di bangun jaringan dengan router PC yang menggunakan protocol RIP dan OSPF, kemudian akan dijalankan aplikasi VoIP dan akan dianalisa unjuk kerjanya dengan cara membandingkan parameter QoS antara kedua protokol routing tersebut, parameter yang dibandingkan adalah delay, bandwidth, throughput, packet loss.

Kata kunci : OSPF, RIP, VoIP.

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

  
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA  
Nip : 131 879 094

  
Ir. Djoko Suprajitno Rahardjo  
Nip : 131 651 447

Mengetahui,  
Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS  
Ketua

Menyetujui,  
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia  
Koordinator,

  
Dr. Ir. Mochamad Ashari, M.Eng  
Nip : 131 918 688

  
Ir. M. Arius Purnomo  
Nip : 130 532 040

#### A. JUDUL TUGAS AKHIR :

Analisa Perbandingan Kinerja Routing Protocol OSPF dengan RIP pada Aplikasi VoIP

#### B. RUANG LINGKUP :

- Routing Protocol
- OSPF
- RIP
- VoIP

#### C. LATAR BELAKANG

Routing merupakan proses penyampaian packet data dari host asal ke host tujuan melewati network yang berbeda, untuk menangani routing jaringan internat/intranet pada sebuah autonomous system digunakan interior routing protocol (IRP). Routing protocol yang termasuk di dalamnya adalah OSPF (Open Shortest Path First) dan RIP (Routing Information Protocol).

Ketepatan pada pemilihan jalur menuju host tujuan sangat menentukan QoS (Quality of Service) dari sebuah jaringan, terutama pada aplikasi yang bersifat realtime seperti VoIP yang akhir-akhir ini menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan baik untuk kegiatan bisnis, pendidikan maupun komunikasi jarak jauh, untuk membangun sistem VoIP dalam lingkup intranet maka diperlukan pembagian jaringan luas menjadi beberapa bagian yang lebih kecil untuk efisiensi bandwidth, sehingga packet data tidak dialirkan ke seluruh jaringan, tetapi menuju jaringan dimana host tujuan berada. Untuk itu diperlukan proses routing interior dengan menggunakan RIP atau OSPF.

#### D. PERMASALAHAN

Permasalahan pada Tugas Akhir ini adalah bagaimana merancang sebuah jaringan yang menggunakan routing protocol RIP dan OSPF, kemudian jaringan tersebut diaplikasikan ke dalam system VoIP, dan dianalisa untuk kerjanya dengan cara membandingkan QoS nya antara kedua routing protocol tersebut, untuk memilih routing protocol mana yang cocok untuk aplikasi VoIP.

#### E. BATASAN MASALAH

Dalam pengerjaan tugas akhir, permasalahan di atas dibatasi dengan asumsi sebagai berikut :

1. Jaringan dibentuk dengan menggunakan 3 router, sebuah PC1 sebagai server /MCU dan PC2 Client
2. Router yang digunakan adalah router PC.
3. Parameter yang digunakan untuk mengamati kualitas layanan meliputi *delay, jitter, packet loss dan throughput*
4. IP Address yang digunakan versi 4

## F. TUJUAN :

Tugas akhir ini bertujuan membangun jaringan dengan router PC yang menggunakan protokol RIP dan OSPF, kemudian akan dijalankan aplikasi VoIP di dalamnya dan akan dianalisa untuk kerjanya dengan cara membandingkan parameter QoS antara keduanya, parameter yang dibandingkan adalah delay, bandwidth, throughput, packet loss.

## G. PENKLAHAN STUDI :

### Routing Protocol[2]

Dalam perkembangannya, internet memerlukan struktur yang bersifat hierarkis untuk mengantisipasi jaringan yang telah menjadi besar. Internet kemudian dipecah menjadi beberapa *Autonomous System (AS)*, dan saat ini internet terdiri dari ribuan AS, setiap AS memiliki mekanisme pertukaran dan pengumpulan informasi routing sendiri.

Protokol yang digunakan untuk bertukar informasi routing dalam *autonomous system* digolongkan dalam *interior routing protocol (IRP)*. Hasil pengumpulan informasi ini kemudian disampaikan kepada *autonomous system* lain dalam bentuk *reachability information*. *Reachability information* yang ditukarkan oleh sebuah *autonomous system* berisi informasi mengenai jaringan-jaringan yang dapat dicapai melalui AS (*autonomous system*) tersebut dan menjadi indikator terhubungnya *autonomous system* ke internet. Penyampaian *reachability information* antar *autonomous system* dilakukan menggunakan protokol yang digolongkan sebagai *exterior routing protocol (ERP)*.

(IRP yang dijadikan sebagai standar di internet saat ini) adalah Routing Information Protocol (RIP) dan Open Shortest Path First (OSPF).

### Karakteristik RIP [3]

RIP mendukung jaringan point to point, point to multipoint dan jaringan multikses..

RIP adalah protokol yang menggunakan algoritma *distance vector*, kelemahan algoritma *distance vector* adalah lambat dalam mengetahui perubahan jaringan dan dapat menimbulkan *routing loop*, *routing loop* adalah suatu kondisi ketika kedua route berlawanan saling mengira bahwa untuk mencapai suatu alamat, datagram seharusnya dilewatkan ke router tetangganya tersebut.

### Karakteristik OSPF[3]

Protokol ini termasuk dalam *link-state* protocol, kelebihan utama dari protokol ini adalah dapat dengan cepat mendeteksi perubahan dan menjadikan routing kembali konvergen dalam waktu singkat dengan sedikit pertukaran data. Routing ini membentuk peta jaringan dalam tiga tahap, tahap pertama setiap router mengenali seluruh tetangganya, lalu router saling bertukar informasi dan router akan menghitung jarak terpendek ke setiap tujuan. Peta jaringannya akan disimpan dalam basis data sebagai hasil dari pertukaran informasi antar router.

OSPF dapat menangani routing jaringan TCP/IP yang besar dan membuat hirarki routing dengan membagi jaringan menjadi beberapa area. Setiap paket yang dikirim dapat dibungkus dengan autentikasi, namun protokol ini membutuhkan kemampuan CPU dan memori yang besar. Proses dasar routing OSPF adalah menghidupkan adjacency, proses flooding, dan perhitungan table routing. Router-router mengirimkan paket hello ke seluruh jaringan yang terhubung secara periodik, jika paket

tidak terdengar maka jaringan dianggap down, defaultnya mengirimkan 4 kali paket hello.

#### Karakteristik VoIP [5]

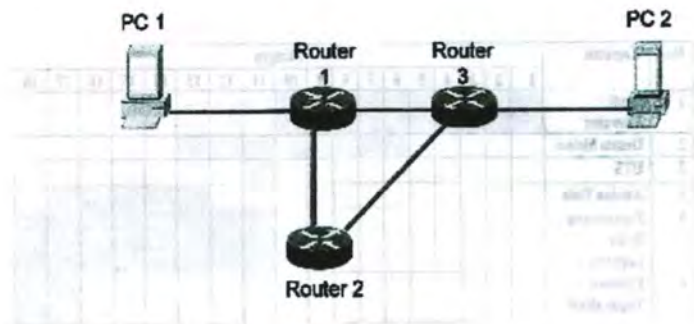
Protocol Voice over IP (VoIP) secara umum dibagi 2 bagian, yaitu ;

1. Control VoIP adalah trafik yang berfungsi untuk menghubungkan dan menjaga trafik yang sebenarnya yaitu berupa data voice. Juga menjaga seluruh operasi jaringan (router to router communications). Dikenal juga dengan istilah Packet Signalling. Control/signaling protocol membuat user VoIP dapat saling berkomunikasi dengan pesawat telpon. Beberapa signaling yang ada saat ini adalah H.323, SIP, SCCP, MGCP, MEGACO, dan SIGTRAN. Tetapi yang paling populer dan banyak digunakan adalah H.323 dan SIP.
2. Data Voice adalah trafik user berupa informasi yang disampaikan end-to-end yang dikenal juga sebagai Packet Voice dapat dibagi menjadi 4 bagian, yaitu :
  - 2.1. Real-Time Protocol (RTP) adalah protocol yang digunakan user voice. Tiap-tiap packet RTP berisi potongan packet dari voice conversation. Biasanya ukuran packet voice bergantung pada CODEC yang digunakan.
  - 2.2. Compressed Real-Time Protocol (cRTP) adalah variant dari RTP. Compressed RTP banyak meng"eliminate" packet header. Dengan mengeliminasi overhead, packet menjadi lebih efisien. System dengan cRTP dapat melakukan call 2 kali lebih banyak dibanding standard RTP.
  - 2.3. Real-Time Control Protocol (RTCP) adalah protocol data VoIP yang jarang digunakan. Protocol ini memungkinkan endpoint mengatur call secara realtime untuk meningkatkan kualitas voice. RTCP juga significant membantu troubleshooting voice stream. Alasan RTCP jarang digunakan, karena membutuhkan extra bandwidth untuk membawa RTCP stream ke tujuan.
  - 2.4. Banyak sekali jenis protocol voice CODEC (coder/decoder atau compression/decompression) yang tersedia untuk implementasi VoIP. Voice CODEC yang umum dikenal adalah : G.711, G.723, G.726, G.728, dan G.729.

#### H. METODOLOGI :

Metodologi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur  
Mengumpulkan dan mempelajari referensi tentang RIP, OSPF, serta VoIP.
2. Perancangan sistem  
Pada tugas akhir ini akan dibentuk jaringan menggunakan routing protocol RIP dan OSPF, kemudian akan dijalankan aplikasi VOIP di dalamnya.



Gambar 1 Jaringan menggunakan Router RIP dan OSPF dengan aplikasi Voip

3. Implementasi dan pengujian sistem

Jaringan dibentuk dengan menggunakan 5 buah PC dengan konfigurasi seperti di atas, setelah secara fisik terbentuk, masing-masing router PC di konfigurasi dengan menggunakan protokol RIP dan OSPF.

4. Pengambilan dan analisa data

Serelah dilakukan implementasi dan pengujian sistem, akan di catat data-data yang berhubungan dengan parameter QoS (*Quality of Service*) baik pada routing OSPF dan RIP dengan bantuan software wireshark., pengambilan data dilakukan pada sisi server dan client. Dari hasil data yang didapat akan dilakukan analisa.

5. Penarikan kesimpulan

Selanjutnya dari hasil analisa tersebut akan dibandingkan antara hasil routing menggunakan protokol RIP dan OSPF, kemudian akan ditarik kesimpulan routing apakah yang paling cocok untuk aplikasi voip.

6. Penulisan buku laporan

Dalam penulisan laporan ini mengacu pada pedoman penulisan ilmiah dalam hal ini penulisan Tugas Akhir yang bentuk bukannya telah diatur oleh pihak Jurusan Teknik Elektro

## I. JADWAL KEGIATAN

Untuk menyelesaikan tugas akhir, kegiatan yang harus dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut.

No.	Kegiatan	Minggu																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
2	Desain Sistem																		
3	UTS																		
4	Analisa Data																		
5	Penyusunan Buku Laporan																		
6	Evaluasi Tugas akhir																		

## J. RELEVANSI

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat berikut:

- Hasil dari tugas akhir ini dapat diimplementasikan di lingkungan ITS untuk melakukan VoIP antar jurusan.
- Sebagai bahan referensi untuk penyusunan buku tugas akhir selanjutnya, khususnya yang berhubungan dengan voip dan routing protocol

## K. PUSTAKA

- [1] Setiawan, Deris. *Prinsip Dasar Routing*, 2001.
- [2] Sobana, Aceng. *Jaringan Komputer dan Internet*, ilmukomputer.com, 2002
- [3] Karyon Tony, *Data Networks: Routing, Security, and Performance Optimization Vol*, 2005.
- [4] Krupke Keith, Cemick Paul, Degner Mark, *Cisco IP Routing Handbook*, 2006
- [5] Tubratas Thuron dan Onno W. Purbo, *Teknologi VoIP*, Flex Media Komputindo, Jakarta, 2001



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**Terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu demi terselesainya Tugas Akhir ini**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**RIWAYAT HIDUP**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## RIWAYAT PENULIS



Febri Ishani, lahir di Surabaya pada tanggal 28 Februari 1984, merupakan putra kelima dari lima bersaudara pasangan Soenarno dan Almarhumah Samsidar. Menempuh pendidikan SDN Pacarkeling VIII Surabaya lulus pada tahun 1997, kemudian SLTPN 4 Surabaya lulus tahun 2000 dan SMUN 1 Surabaya lulus tahun 2003. Kemudian pada tahun 2003 melanjutkan studi di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SPMB.

Penulis mengambil bidang studi telekomunikasi multimedia dan aktif dalam kegiatan sebagai asisten praktikum di laboratorium jaringan telekomunikasi multimedia.