

**IMPLEMENTASI SIP EXPRESS ROUTER BERBASISKAN  
SESSION INITIATION PROTOCOL DENGAN METODE  
MEDIAPROXY PADA VOIP**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**RAKHMADHANY PRIMANANDA**

**NIM 0410630080**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2010**

**IMPLEMENTASI SIP EXPRESS ROUTER BERBASISKAN  
SESSION INITIATION PROTOCOL DENGAN METODE  
MEDIAPROXY PADA VOIP**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**RAKHMADHANY PRIMANANDA**

**NIM 0410630080**

DOSEN PEMBIMBING:

**R. Arief Setyawan, ST., MT.**  
NIP 19750819 199903 1 001

**Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom.**  
NIP 19650402 199002 1 001



**IMPLEMENTASI *SIP EXPRESS ROUTER*  
BERBASISKAN *SESSION INITIATION PROTOCOL*  
DENGAN METODE *MEDIAPROXY* PADA VOIP**

Disusun oleh :

**RAKHMADHANY PRIMANANDA**  
**NIM. 0410630080-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal **28 JANUARI 2010**

**Majelis Penguji :**

**Waru Djuriatno, ST., MT.**  
**NIP. 19690725 199702 1 001**

**Ir. Muhammad Aswin**  
**NIP. 19640626 199002 1 001**

**Adharul Muttaqin, ST., MT.**  
**NIP. 19760121 200501 1 001**

**Mengetahui :**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Rudy Yuwono, ST., M.Sc.**  
**NIP. 19710615 199802 1 003**



## PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas nikmat, hidayah serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Implementasi SIP Express Router Berbasis Session Initiation Protocol dengan Metode Mediaproxy pada VoIP"**. Hanya kepada-Nya kita menyembah dan memohon. Serta sholawat terhadap junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta seluruh ummatnya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Informatika dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Tidak banyak yang bisa penulis sampaikan kecuali ungkapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan hingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, papa dan mama, yang selalu tidak lepas dari doa dan harapan untuk terselesaikannya skripsi ini dan terus memberikan dorongan moral dan kasih sayangnya tiada akhir. Serta adik penulis, Deby Cahya Nurdiansyah yang membantu untuk mendukung skripsi ini. Tak lupa juga penulis berterima kasih untuk segenap keluarga besar penulis.
2. Bapak Rudy Yuwono, ST., M.Sc. dan Bapak M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Raden Arief Setyawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Heru Nurwasito, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Waru Djuriatno, ST., MT. selaku KKDK Teknik Informatika dan Komputer serta segenap bapak dan ibu dosen di jurusan elektro, staf administrasi, dan tak lupa juga untuk Bapak Ir. Primantara H.T. yang membimbing penulis untuk belajar jaringan komputer pertama kalinya.

6. Kekasih penulis, Dyna Rachmadhanie Putri, yang selalu memberikan doa dan semangat agar skripsi ini cepat selesai dan lulus untuk segera bekerja.
7. Handoko dan Winda, teman seperjuangan yang selalu bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi mulai dari sempro hingga kompre.
8. Teman-teman yang selalu menemani penulis di malam hari dan mau meminjamkan laptopnya untuk pengujian, Reza, Jarot, Arfin, Didit “Pak Dozz”, Edi, Indra “Runi”, Okky, Danto. Serta teman-teman yang selalu mendukungku dari jauh, Ario, Onice, Ida, Dhanie, Tyas, Devy Setya, Vika, Wahyu, Riza, Badar, dan teman-teman generator angkatan 04 yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih banyak atas bantuannya dan kekompakannya.
9. Seluruh rekan Laboratorium Informatika dan Komputer, Bobby, Agi, Timo, Devina, Andi “Gobez”, Mas Marjhy, Mas Eriq, Mas Murti, Mas Hans, Mas Anton, Angga, Aflah, Andik, dll yang bersedia untuk berbagi pengalaman tentang skripsi.
10. Teman-teman jurusan elektro dari angkatan tua dan muda.
11. Segenap staf PPE SOI, Iwan, Data, Sigit, Danu, Dimas yang selalu membuat suasana menjadi nyaman dalam mengerjakan skripsi ini dan sebagai tempat menimba ilmu IT lebih luas. Tentunya untuk Bapak Dr. Ir. Harry Soekotjo Dachlan, MS., Bapak Raden Arief Setyawan, ST., MT. dan Ibu Novi yang bersedia menyediakan tempat untuk skripsi ini.
12. Rekan PPTI, Mas Ratno, Mas Welly, Mas Rizki, Chandra, dll terima kasih atas bantuannya.
13. Rekan-rekan forum IT di Indonesia dan luar negeri, Pak Onno W. Purbo, Pak Anton Raharja, Pak Taufiq, Faisal, atas bantuannya dalam berbagi ilmu tentang skripsi penulis.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya skripsi ini.

Hanya doa yang bisa penulis berikan dan semoga Allah SWT memberikan pahala serta balasan kebaikan yang berlipat. Amin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis

repository.ub.ac

harapkan. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penulis maupun pihak lain yang menggunakannya.

Malang, 15 Januari 2010

Penulis



DAFTAR ISI

PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR ISTILAH .....	xii
ABSTRAK .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Ruang Lingkup .....	2
1.4. Tujuan Penulisan .....	2
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. <i>Voice over Internet Protocol (VoIP)</i> .....	4
2.1.1. Protokol VoIP .....	5
2.1.1.1. <i>Control/signaling</i> .....	5
2.1.1.2. <i>Data Voice</i> .....	6
2.1.2. Format Paket VoIP .....	7
2.1.3. <i>Voice Coding (CODEC)</i> .....	8
2.2. <i>SIP Express Router (SER)</i> .....	8
2.3. <i>Mediaproxy</i> .....	9
2.4. <i>Domain Name System (DNS)</i> .....	10
2.4.1. Struktur DNS .....	12
2.4.2. <i>Authority, Delegation, dan Zone</i> .....	14
2.5. <i>Session Initiation Protocol (SIP)</i> .....	15
2.5.1. Pengalamatan SIP .....	15
2.5.2. Arsitektur dan Komponen SIP .....	16
2.5.2.1. <i>User Agent (UA)</i> .....	17
2.5.2.2. <i>Proxy Server</i> .....	17
2.5.2.3. <i>Redirect Server</i> .....	17

2.5.2.4. <i>Registrar Server</i> .....	17
2.5.3. <i>Messages</i> .....	18
2.5.4. <i>Operasi Dasar</i> .....	19
2.5.5. <i>Operasi dengan Proxy</i> .....	20
2.5.6. <i>Registrasi</i> .....	22
2.6. <i>Network Address Translation (NAT)</i> .....	22
2.6.1. <i>Static NAT</i> .....	22
2.6.2. <i>Dynamic NAT</i> .....	23
2.6.3. <i>Overloading</i> .....	23
2.7. <i>Quality of Services (QoS)</i> .....	24
2.7.1. <i>Latency</i> .....	24
2.7.2. <i>Delay</i> .....	24
2.7.3. <i>Jitter</i> .....	24
2.7.4. <i>Echo</i> .....	24
2.7.5. <i>Packet Loss</i> .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>26</b>
3.1. <i>Studi literatur</i> .....	26
3.3. <i>Implementasi</i> .....	27
3.4. <i>Pengujian dan Analisis</i> .....	27
3.5. <i>Pengambilan Kesimpulan dan Saran</i> .....	28
<b>BAB IV PERANCANGAN</b> .....	<b>29</b>
4.1. <i>Analisis Kebutuhan</i> .....	29
4.1.1. <i>Spesifikasi Sistem</i> .....	29
4.1.2. <i>Analisis Context Diagram dan Data Flow Diagram (DFD)</i> .....	29
4.1.2.1. <i>Data Flow Diagram (DFD) Level 0</i> .....	30
4.1.2.2. <i>Data Flow Diagram (DFD) Level 1</i> .....	31
4.2. <i>Perancangan Perangkat Keras</i> .....	32
4.2.1. <i>Kebutuhan Fungsional</i> .....	33
4.3. <i>Perancangan Perangkat Lunak</i> .....	36
4.3.1. <i>Perancangan NAT di SOI</i> .....	36
4.3.2. <i>Perancangan Server SER di SOI</i> .....	36
4.3.3. <i>Perancangan Mediaproxy di Server SER SOI</i> .....	37
<b>BAB V IMPLEMENTASI</b> .....	<b>38</b>
5.1. <i>PC Client (IP Privat)</i> .....	38



5.2.	PC NAT Router .....	39
5.3.	DNS Server .....	42
5.4.	SER (SIP Express Router) .....	46
5.5.	Mediaproxy .....	52
5.6	X-lite.....	54
BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS .....		57
6.1.	Pengujian dan Analisis VoIP tanpa Menggunakan <i>Mediaproxy</i> .....	57
6.1.1.	Panggilan tanpa Melewati NAT atau dari IP Publik ke IP Publik .....	58
6.1.1.1.	Tujuan .....	58
6.1.1.2.	Prosedur Pengujian .....	58
6.1.1.3.	Hasil Pengujian .....	59
6.1.2.	Panggilan dengan Melewati NAT atau dari IP Privat ke IP Publik .....	66
6.1.2.1.	Tujuan .....	66
6.1.2.2.	Prosedur Pengujian .....	67
6.1.2.3.	Hasil Pengujian .....	67
6.1.3.	Data Hasil Pengujian RTP dan QoS .....	75
6.1.3.1.	Hasil Komunikasi RTP .....	75
6.1.3.2.	Parameter QoS .....	77
6.1.4.	Kesimpulan Pengujian.....	80
6.2.	Pengujian dan Analisis VoIP dengan Menggunakan <i>Mediaproxy</i> .....	80
6.2.1	Pengujian Aktifasi <i>Mediaproxy</i> .....	81
6.2.1.1.	Tujuan .....	81
6.2.1.2.	Prosedur Pengujian .....	81
6.2.1.3.	Hasil Pengujian .....	81
6.2.2.	Panggilan tanpa melewati NAT atau dari IP Publik ke IP Publik.....	82
6.2.2.1.	Tujuan .....	83
6.2.2.2.	Prosedur Pengujian .....	83
6.2.2.3.	Hasil Pengujian .....	84
6.2.3.	Panggilan dengan melewati NAT atau dari IP Privat ke IP Publik.....	91
6.2.3.1.	Tujuan .....	91
6.2.3.2.	Prosedur Pengujian .....	91
6.2.3.3.	Hasil Pengujian .....	92
6.2.4.	Data Hasil Pengujian Performansi QoS dengan <i>Mediaproxy</i> .....	101
6.2.4.1.	Hasil Komunikasi RTP .....	101

6.2.4.2. Parameter QoS ..... 103

6.2.5. Kesimpulan Hasil Pengujian ..... 106

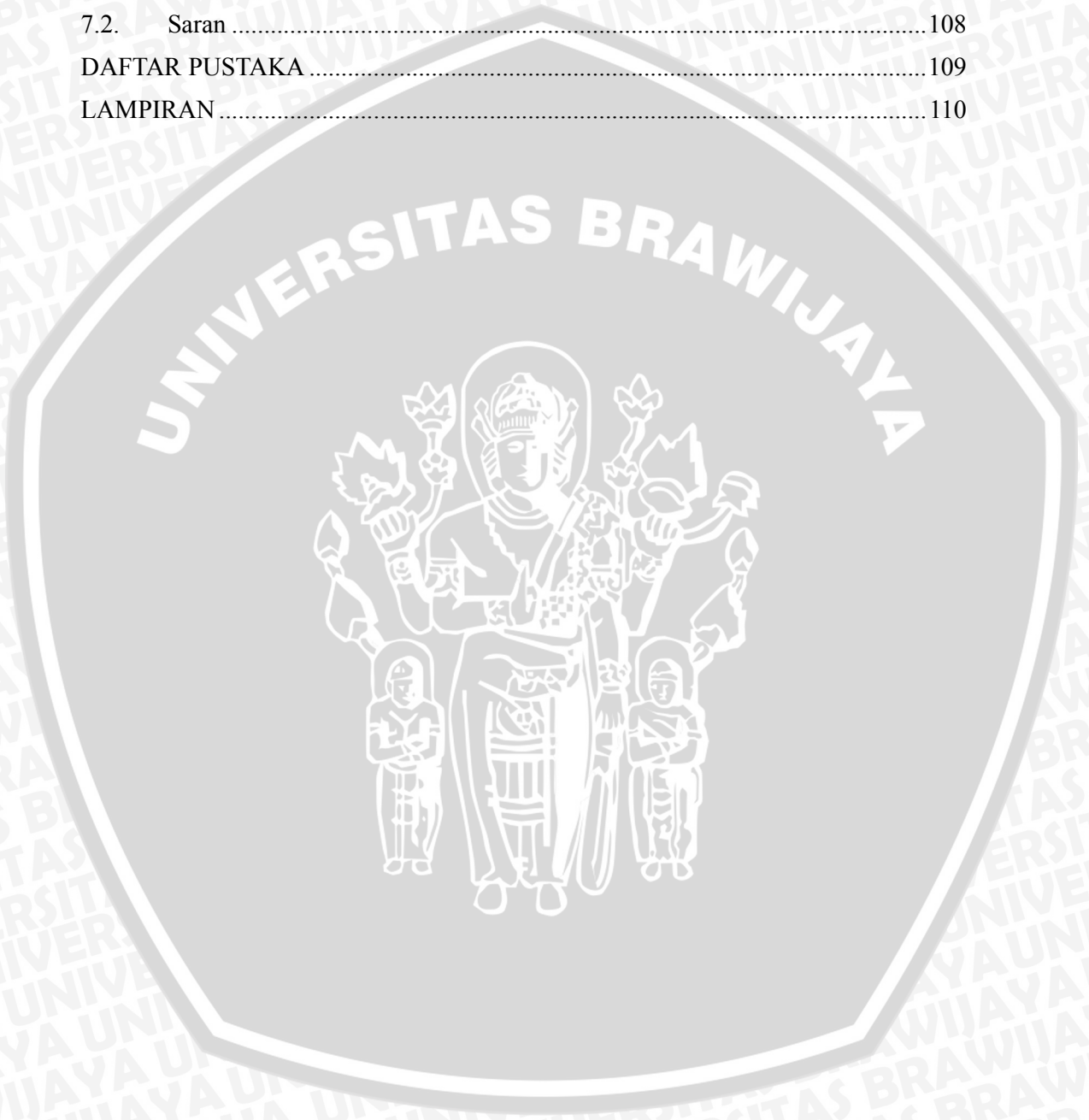
BAB VII PENUTUP ..... 107

7.1. Kesimpulan ..... 107

7.2. Saran ..... 108

DAFTAR PUSTAKA ..... 109

LAMPIRAN ..... 110



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1.	<i>Request Messages</i> .....	18
Tabel 2.2.	<i>Response Messages</i> .....	19
Tabel 4.1.	Daftar <i>hostname</i> dan IP tiap PC atau laptop.....	33
Tabel 5.1.	<i>Database client</i> .....	49
Tabel 6.1.	Hasil analisis <i>delay end to end</i> tanpa <i>mediaproxy</i> .....	78
Tabel 6.2.	Hasil analisis <i>jitter</i> tanpa <i>mediaproxy</i> .....	79
Tabel 6.3.	Hasil analisis <i>packet loss</i> tanpa <i>mediaproxy</i> .....	80
Tabel 6.4.	Hasil analisis <i>delay end to end</i> dengan <i>mediaproxy</i> .....	104
Tabel 6.5.	Hasil analisis <i>jitter</i> dengan <i>mediaproxy</i> .....	105
Tabel 6.6.	Hasil analisis <i>packet loss</i> dengan <i>mediaproxy</i> .....	106



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Topologi Umum VoIP.....	5
Gambar 2.2.	Paket RTP dan cRTP.....	7
Gambar 2.3.	Analogi HOST.TXT.....	11
Gambar 2.4.	Hierarki/pohon DNS dan sistem berkas UNIX.....	13
Gambar 2.5.	Arsitektur Sistem Berbasis SIP.....	16
Gambar 2.6.	Diagram Alir Panggilan Dasar SIP.....	19
Gambar 2.7.	Panggilan dengan <i>proxy</i> .....	21
Gambar 2.8.	<i>Static NAT</i> .....	23
Gambar 2.9.	<i>Dynamic NAT</i> .....	23
Gambar 2.10.	<i>Overloading</i> .....	24
Gambar 4.1.	DFD level 0.....	30
Gambar 4.2.	DFD level 1.....	31
Gambar 4.3.	Topologi jaringan VoIP berbasis SIP.....	32
Gambar 5.1.	Tampilan awal <i>MySQL server</i> .....	48
Gambar 5.2.	Tampilan awal <i>X-lite</i> .....	54
Gambar 5.3.	Setting <i>X-lite</i> di IP 10.100.0.46.....	55
Gambar 5.4.	Memilih <i>codec</i> .....	56
Gambar 6.1.	<i>X-lite</i> ketika komunikasi telah berjalan dari dhany ke dyna tanpa <i>mediaproxy</i> .....	59
Gambar 6.2.	Tampilan <i>wireshark</i> dhany ke dyna tanpa <i>mediaproxy</i> .....	60
Gambar 6.3.	<i>X-lite</i> ketika komunikasi telah berjalan dari 2929 ke dhany tanpa <i>mediaproxy</i> .....	68
Gambar 6.4.	Tampilan <i>wireshark</i> 2929 ke dhany tanpa <i>mediaproxy</i> .....	69
Gambar 6.5.	<i>Capturing</i> paket RTP dhany ke dyna tanpa <i>mediaproxy</i> .....	76
Gambar 6.6.	<i>Capturing</i> paket RTP 2929 ke dhany tanpa <i>mediaproxy</i> .....	77

Gambar 6.7. *X-lite* ketika komunikasi telah berjalan dari dhany ke dyna dengan *mediaproxy*..... 84

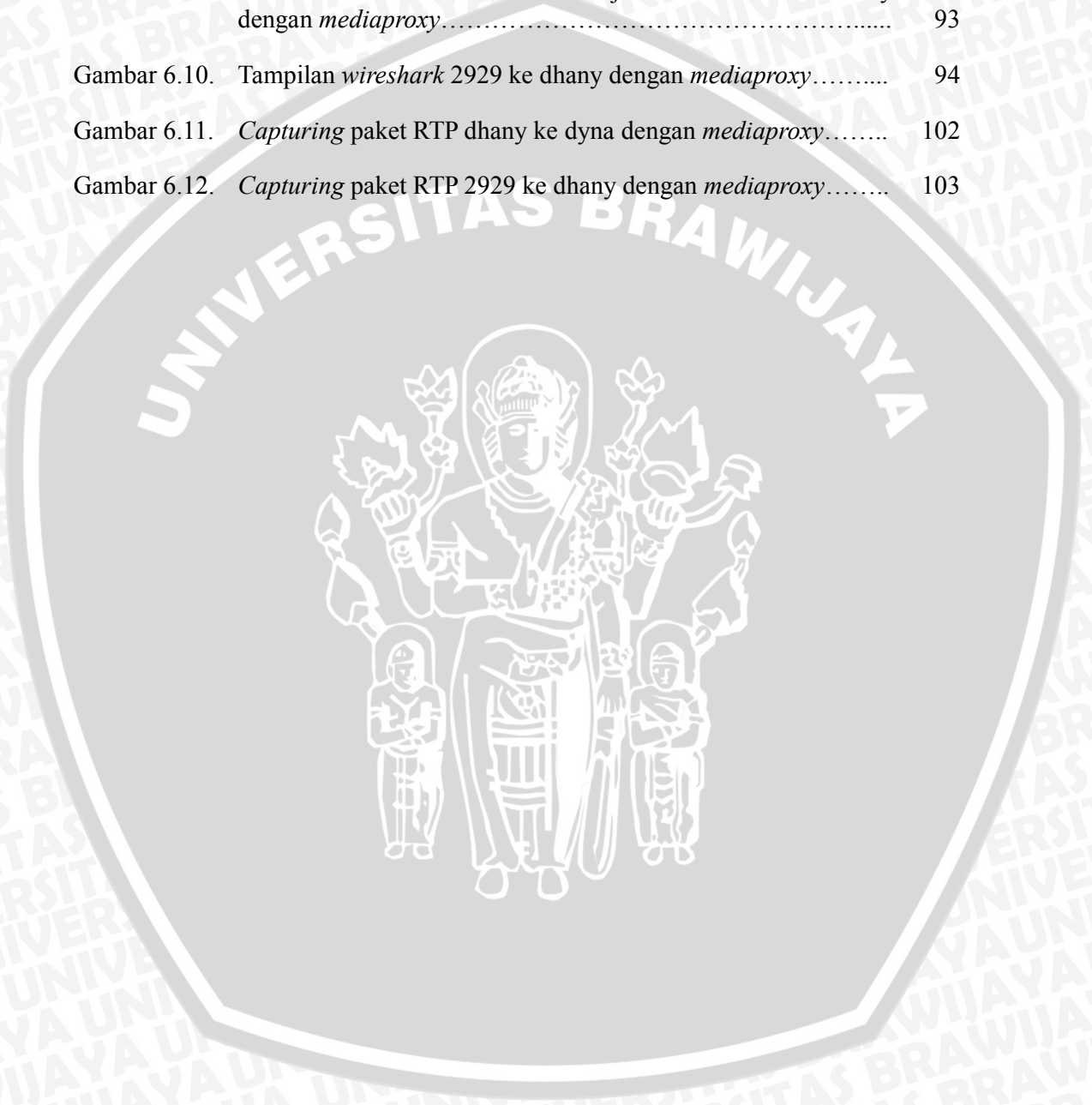
Gambar 6.8. Tampilan *wireshark* dhany ke dyna dengan *mediaproxy*..... 85

Gambar 6.9. *X-lite* ketika komunikasi telah berjalan dari 2929 ke dhany dengan *mediaproxy*..... 93

Gambar 6.10. Tampilan *wireshark* 2929 ke dhany dengan *mediaproxy*..... 94

Gambar 6.11. *Capturing* paket RTP dhany ke dyna dengan *mediaproxy*..... 102

Gambar 6.12. *Capturing* paket RTP 2929 ke dhany dengan *mediaproxy*..... 103



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Script* Konfigurasi SIP Server (SER) + *Mediaproxy*..... 111  
Lampiran 2 Data Pengujian *Wireshark* (SIP)..... 117



## DAFTAR ISTILAH

- Default Gateway** Sebuah computer yang digunakan untuk mem-*forward* data dari/ke host yang berbeda network [SOF-08].
- IP Privat** IP yang digunakan untuk jaringan pribadi yang tidak bisa melalui Internet (*not routeable*). IP privat ini ditujukan untuk kebutuhan keamanan dan menghemat alamat IP yang berharga [LAM-04].
- Ngrep** *Network Grep*. Suatu *packet sniffer* seperti halnya *tcpdump* yang memungkinkan untuk mencari isi paket tersebut berdasarkan pola teks yang ditentukan dalam bentuk biner dan source. Ngrep mendukung protokol TCP, UDP, ICMP, PPP [MAN-04].
- Ping** *Packet Internet Groper*. Sebuah alat diagnostic Internet yang Unix-based, terdiri dari sebuah pesan yang dikirimkan untuk menguji dapat tidaknya sebuah alat diakses pada sebuah *network IP* [LAM-04].
- Port** Alamat yang membedakan koneksi TCP yang berbeda-beda pada mesin yang sama, sedangkan IP address adalah nomor yang mengidentifikasi mesin mana yang menjadi tujuan/sumber suatu paket. Nomor port khusus dialokasikan dengan konversi ke servis tertentu [RAK-07].
- PSTN** *Public Switch Telephone Network* yang secara informal disebut juga sebagai “*Plan Old Telephone Service*” (POTS). Sebuah istilah yang menggambarkan berbagai *network* dan layanan telepon yang tersedia secara global [LAM-04].
- Router** Peralatan jaringan yang dapat menghubungkan satu jaringan dengan jaringan yang lain yang bekerja menggunakan *routing table* yang disimpan di memorinya untuk membuat keputusan tentang ke mana dan bagaimana paket dikirimkan. *Router* dapat memutuskan rute terbaik yang akan ditempuh oleh paket data [SOF-08].
- Server** *Hardware* dan *software* yang menyediakan layanan *network* kepada client [LAM-04].
- Socket** Sebuah *software* yang beroperasi dalam sebuah alat *network* sebagai

**Topologi Star**

sebuah titik tujuan untuk komunikasi [LAM-04].

Sebuah topologi fisik LAN dengan titik-titik ujung pada *network* berkumpul pada sebuah *hub/switch* menggunakan link titik-ke-titik [MAN-04].

**Wireshark**

Alat untuk *sniffing* yang berfungsi sama seperti *tcpdump* yaitu menganalisis paket yang melalui suatu *interface*, namun lebih nyaman digunakan dan lebih menarik, karena menggunakan GUI [SOF-08].

**X-lite**

Sebuah aplikasi *softphone opensource* pendukung VoIP yang menggunakan teknologi SIP (*Session Initiation Protocol*) [COU-10].





## ABSTRAK

**Rakhmadhany P. 2009. : Implementasi SIP Express Router Berbasiskan Session Initiation Protocol dengan Metode Mediaproxy pada VoIP. Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Dosen Pembimbing : R. Arief Setyawan ST., MT. dan Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom.**

VoIP merupakan suatu teknologi yang mampu melewatkan trafik suara dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP. Jaringan yang digunakan bisa berupa *intranet* atau *Internet*. Bertelepon menggunakan VoIP memiliki keuntungan dari segi biaya yang lebih murah dari telepon PSTN hingga lebih dari separuhnya, karena biaya ini dihitung dengan biaya *Internet* yang bersifat global.

*Session Initiation Protocol* (SIP) merupakan *signalling* protokol pada layer aplikasi yang berfungsi untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi multimedia yang melibatkan satu atau beberapa pengguna. Pensinyalan SIP ini berbentuk pesan SIP dalam bentuk teks yang digunakan untuk manajemen sesi oleh komponen SIP. Komponen itu diantaranya *User Agent*, *Registrar*, *Redirect Server*, dan *Proxy Server*. Untuk membangun komunikasi SIP ini dibutuhkan *SIP Express Router* (SER) untuk dapat menerima SIP messages, fungsi dasar dalam penanganan SIP messages. Permasalahan terjadi ketika melewati *Network Address Translation* (NAT) yang berdampak pada komunikasi suara akan terhambat mulai dari suara yang tidak terkirim atau satu sisi suara saja yang terkirim (*half duplex*). Cara yang bisa digunakan untuk menembus NAT ini adalah dengan menggunakan *mediaproxy* yang memberikan port RTP secara *random* untuk menembus NAT.

Dari hasil pengujian dan analisis sistem komunikasi pada *SIP Express Router* dengan menggunakan *mediaproxy* dapat disimpulkan bahwa ketika komunikasi suara melewati NAT maka akan terjadi komunikasi dua arah yang menggunakan port random antara 60000 sampai 65000. Dari performansi QoS juga dapat dihasilkan *delay end to end* 35.93 ms, *jitter* 25.28 ms, *packet loss* di atas 1.5%. *Packet loss* yang besar ini disebabkan karena kerusakan paket RTP yang melewati NAT akibat perubahan port RTP yang diberikan oleh *mediaproxy*.

Kata Kunci: *VoIP, SIP, SIP Express Router, NAT, Mediaproxy.*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Teknologi telekomunikasi dan jaringan komputer pada saat ini saling mendukung antara keduanya. Hal ini dapat dilihat dari bertambahnya penggunaan kedua teknologi tersebut yang semakin menjanjikan tiap tahunnya. Khususnya pada teknologi telekomunikasi yang mengandalkan komunikasi antara seseorang yang satu dengan yang lainnya dapat melakukan komunikasi suara yang biasanya dengan menggunakan telepon *fixed line*.

Tarif telepon di Indonesia saat ini cukup tinggi, hal ini dapat dibuktikan ketika mengadakan Sambungan Langsung Jarak Jauh (SLJJ) atau Sambungan Langsung Internasional (SLI). Tarif telepon yang seperti ini biasanya diterapkan pada sistem *Public Switched Telephone Network* (PSTN) yang sering dilakukan masyarakat Indonesia pada umumnya. Sistem ini sangat bergantung pada jarak yang digunakan untuk berkomunikasi. Semakin jauh jaraknya, maka semakin mahal tarif yang diberikan. Alternatif sistem dari suatu permasalahan harga yang semakin tinggi ini dapat menggunakan *Voice over Internet Protocol* (VoIP).

VoIP merupakan suatu teknologi yang mampu melewati trafik suara dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP. Jaringan yang digunakan bisa berupa intranet atau Internet. Bertelepon menggunakan VoIP memiliki keuntungan dari segi biaya yang lebih murah dari telepon PSTN hingga lebih dari separuhnya, karena biaya ini dihitung dengan biaya Internet yang bersifat global.

Standarisasi dari protokol komunikasi pada teknologi VoIP ini menggunakan *Session Initiation Protocol* (SIP). SIP merupakan signalling protokol pada layer aplikasi yang berfungsi untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi multimedia yang melibatkan satu atau beberapa pengguna. Pensinyalan SIP ini berbentuk pesan SIP dalam bentuk teks yang digunakan untuk manajemen sesi oleh komponen SIP. Komponen itu diantaranya *User Agent*, *Registrar*, *Redirect Server*, dan *Proxy Server*.

Untuk membangun komunikasi SIP ini dibutuhkan *SIP Express Router* (SER) untuk dapat menerima SIP *messages*, fungsi dasar dalam penanganan SIP

*messages*, dan ketika melewati *Network Address Translation* (NAT). Karena ketika melewati NAT, komunikasi suara akan terhambat mulai dari suara yang tidak terkirim atau satu sisi suara saja yang terkirim. Cara yang bisa digunakan untuk menembus NAT ini adalah dengan menggunakan *mediaproxy* dan *rtpproxy* yang merupakan modul dari SER pada *ser.cfg*. Namun pada skripsi ini dibuat dengan modul *mediaproxy* yang merupakan standar dari modul SER yang didesain untuk melewati NAT pada komunikasi VoIP antar *user*.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang suatu arsitektur jaringan VoIP pada lingkungan SOI UB dengan puskom UB yang terdapat NAT antara keduanya?
2. Bagaimana mengimplementasikan SER pada jaringan VoIP di atas?
3. Bagaimana analisis kerja dari SER ketika menembus NAT?
4. Bagaimana *Quality of Service* (QoS) pada jaringan VoIP di atas?

### 1.3. Ruang Lingkup

Batasan-batasan yang diberikan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Implementasi jaringan ini hanya berada pada lingkungan SOI UB dengan puskom UB.
2. Membandingkan suara yang dihasilkan ketika telah menembus NAT jika menggunakan metode modul *mediaproxy* dan tidak menggunakan *mediaproxy*.
3. *Network capture and performance* yang digunakan adalah *Wireshark* versi 1.0.3.
4. *Softphone* yang digunakan adalah *X-Lite 2*.
5. SER menggunakan sistem operasi Linux Ubuntu 8.04.
6. *Database* yang digunakan *MySQL 5*.

### 1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengimplementasikan *SIP Express Router* Berbasiskan *Session Initiation Protocol* dengan Metode *Mediaproxy* untuk menembus NAT.

## 1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini menggunakan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I Pendahuluan**

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, metodologi, dan sistematika penulisan skripsi.

### **BAB II Dasar Teori**

Menjelaskan dasar teori yang digunakan.

### **BAB III Metodologi**

Menjelaskan metodologi yang digunakan dalam pengerjaan skripsi.

### **BAB IV Perancangan**

Menjelaskan langkah-langkah perancangan dan pembuatan jaringan VoIP pada lingkungan SOI UB dengan puskom UB yang terdapat NAT antara keduanya.

### **BAB V Implementasi**

Menjelaskan langkah-langkah konfigurasi system dari perancangan di atas.

### **BAB VI Pengujian dan Analisis Sistem**

Menjelaskan langkah-langkah pengujian dari sistem yang telah dibuat dan kemudian dianalisis performansinya.

### **BAB VII Penutup**

Menjelaskan kesimpulan dan saran dari semua proses yang telah dijalankan di atas.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan skripsi ini. Kajian pustaka diperlukan untuk melakukan kajian terhadap karya ilmiah yang berkaitan dengan skripsi ini. Kajian pustaka yang dipaparkan meliputi: *Session Initiation Protocol* sebagai model *signalling protocol* yang digunakan pada VoIP, *SIP Express Router (SER)* yang digunakan sebagai software pada VoIP, dan penggunaan *mediaproxy* sebagai modul dari SER untuk menembus NAT.

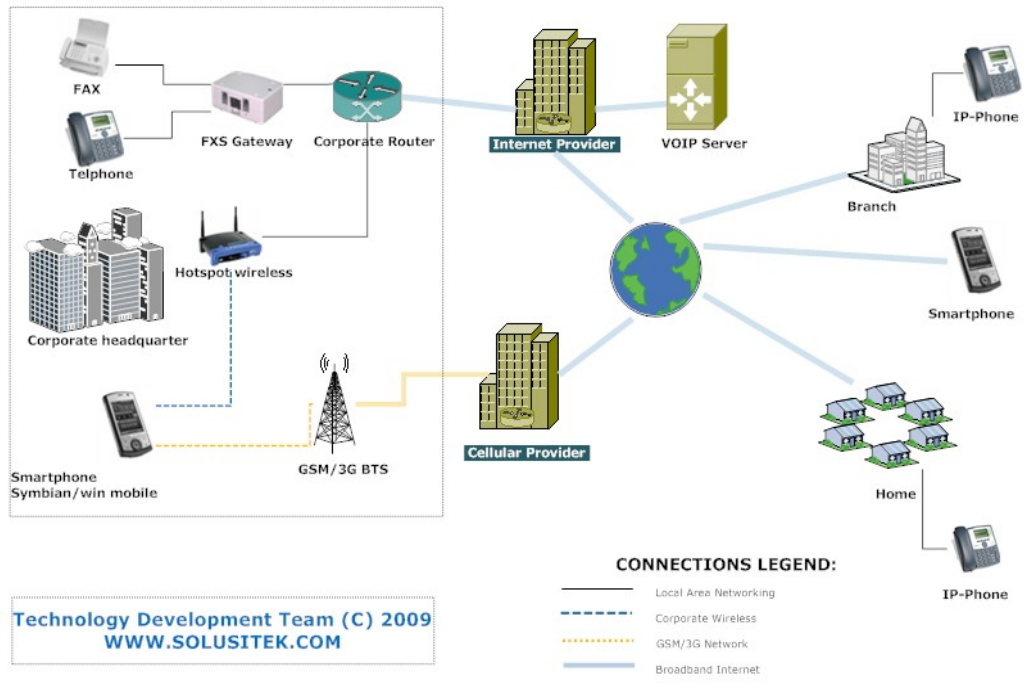
Dasar teori yang diperlukan berdasarkan kajian pustaka untuk penyusunan skripsi ini adalah teori *Voice over Internet Protocol*, *Domain Name System*, *Session Initiation Protocol*, *Network Address Translation*, *Quality of Service*.

#### 2.1. *Voice over Internet Protocol (VoIP)*

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* merupakan salah satu sistem yang dapat mengirimkan komunikasi data suara pada jaringan internet dari satu tempat ke tempat yang lain melalui perantara protokol IP secara elektronik dan *real time* [SUG-08]. Teknologi ini bekerja dengan jalan merubah suara menjadi format data digital tertentu yang dapat dikirimkan melalui jaringan IP.

## VOIP Technology Planning & Design

"VOIP Technology applied on your corporate, Calling from HQ to branch or Mobile Phone with no cost!(Rp 0,-)"



Gambar 2.1. Topologi Umum VoIP

Sumber: [http://wb3.itrademarket.com/pdimage/67/1219467\\_voipdesign.jpg](http://wb3.itrademarket.com/pdimage/67/1219467_voipdesign.jpg)

### 2.1.1. Protokol VoIP

Protokol VoIP secara umum dibagi menjadi 2 bagian yaitu protokol *signaling* dan protokol *data voice*:

#### 2.1.1.1. Control/signaling

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*.

Protokol *control/signaling* membuat user VoIP dapat saling berkomunikasi dengan pesawat telepon. 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. Dalam skripsi ini menggunakan *signaling protocol* berupa *Session Initiation Protocol (SIP)* yang akan dibahas lebih lanjut di bagian selanjutnya [INT-08].

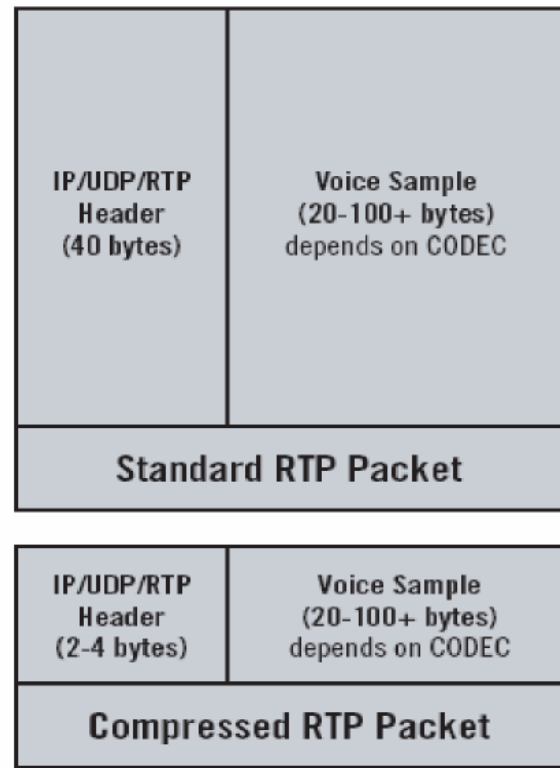
### 2.1.1.2. Data Voice

Trafik user berupa informasi yang disampaikan secara *end-to-end* yang dikenal juga sebagai *Packet Voice* [INT-08].

Protokol *data voice* yang digunakan antara lain adalah:

- a. *Real-Time Protocol* (RTP) yang digunakan *user voice*. Tiap-tiap paket RTP berisi potongan paket dari *voice conversation*. Besarnya ukuran *packet voice* bergantung pada CODEC yang digunakan. Informasi RTP dikapsulasi dalam paket UDP. Jika paket RTP hilang atau didrop di jaringan, maka RTP tidak akan melakukan *retransmission* (sesuai standard protokol UDP). Hal ini agar user tidak terlalu lama menunggu (*long pause*) atau delay, dikarenakan permintaan *retransmission*. RTP menggunakan protokol kendali yang disebut RTCP (*Real time Transport Control Protocol*) yang mengendalikan *Quality of Services* (QoS) dan sinkronisasi media *stream* yang berbeda.
- b. *Compressed Real-Time Protocol* (cRTP) yang merupakan variant dari RTP. Compressed RTP banyak mengeliminasi *packet header*. Dengan mengeliminasi *overhead*, paket menjadi lebih efisien. Sistem dengan cRTP dapat melakukan *call* 2 kali lebih banyak dibanding standard RTP.





**Gambar 2.2.** Paket RTP dan cRTP

**Sumber:** INT-08

### 2.1.2. Format Paket VoIP

Setiap paket VoIP terdiri dari dua bagian yakni *header* dan *payload* (beban). *Header* terdiri atas *IP header*, *Realtime Transport Protocol (RTP) header*, *User Datagram Protocol (UDP) header* dan *link header*. *IP header* bertugas menyimpan informasi routing untuk mengirimkan paket-paket ke tujuan. Pada tiap header IP disertakan tipe layanan atau *Type of Services (ToS)* yang memungkinkan paket tertentu seperti suara diperlakukan berbeda dengan paket yang *non real time*. UDP header memiliki ciri tertentu yaitu tidak menjamin paket akan mencapai tujuan sehingga UDP tidak sesuai digunakan pada aplikasi *real time* yang sangat peka terhadap *delay* dan *latency*. *RTP header* merupakan *header* yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan *framing* dan *segmentasi* data *real time*. Seperti UDP, RTP juga tidak mendukung *realibilitas* paket untuk sampai tujuan [INT-08].



### 2.1.3. *Voice Coding* (CODEC)

Pada prinsipnya pengkodean suara merupakan pengalihan kode analog menjadi kode digital agar suara dapat dikirim dalam jaringan komputer. Pengkodean ini dikenal dengan istilah *codec* (*compressor-decompressor*). Berbagai jenis *codec* dikembangkan untuk memampatkan atau mengompresikan suara agar dapat menggunakan bandwidth secara hemat tanpa mengorbankan kualitas suara (didengar relative baik) [SUG-08].

ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Sector) membuat beberapa standar untuk *codec* atau *voice coding* yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP. Beberapa standar yang sering dikenal antara lain [INT-08]:

- a. G.711 *voice coding* PCM dengan bandwidth 64 Kbps.
- b. G.726 *voice coding* ADPCM dengan bandwidth 40, 32, 24, dan 16 Kbps.
- c. G.728 *voice coding* dengan kompresi *Code-Excited Linear-Predictive* (CELP) dengan bandwidth 16 Kbps.
- d. G.729 *voice coding* dengan kompresi CELP dengan bandwidth 8 Kbps. Kualitas suara yang dihasilkan menyamai *voice coding* ADPCM dengan bandwidth 32 Kbps.
- e. G.723.1 yang dapat digunakan untuk kompresi percakapan maupun komponen audio pada aplikasi multimedia dengan bandwidth 5,3 dan 6,3 KBps. Standar ini merupakan komponen dari keluarga H.324.

### 2.2. *SIP Express Router* (SER)

*SIP Express Router* (SER) adalah SIP server yang *high-performance* dan *configurable* dibawah lisensi GNU open source. SER dapat dipakai sebagai registrar, proxy, atau redirect server pada aplikasi SIP [PAU-05].

SER dibangun untuk menerima SIP *messages* dan membolehkan fungsi dasar dari penanganan SIP *messages*. Beberapa fungsi SER menawarkan modulnya, seperti Apache web server. Modul SER memberikan kemampuan yang dapat digunakan di file konfigurasi SER,

ser.cfg. File konfigurasi ser.cfg mengontrol modul yang akan diisi dan menetapkan bagaimana modul seharusnya berjalan dengan mengkonfigurasi variabel modul [PAU-05].

File ser.cfg memiliki 7 bagian utama yaitu [PAU-05]:

- *Global Definition Section*. Berisi IP address dan port untuk diaktifkan, debug level, dll. Setting di bagian ini mempengaruhi proses daemon SER.
- *Modules Section*. Berisi daftar external libraries yang dibutuhkan untuk membuka fungsi yang tidak tersedia oleh inti. Modul ini adalah file object.so dan diisi dengan perintah loadmodule.
- *Module Configuration Section*. Banyak dari external libraries ditetapkan di Modules Section membutuhkan parameter-parameter untuk memfungsikan modul secara tepat. Parameter modul ini diset menggunakan perintah modparam, yang mengambil bentuk ini: modparam(module\_name, module\_parameter, parameter\_value).
- *Main Route Block*. Dapat disamakan dengan fungsi utama bahasa C. Ini tempat masuk dari proses pesan SIP dan mengontrol bagaimana tiap pesan yang diterima dapat ditangani.
- *Secondary Route Blocks*. Tambahan untuk main route block, ser.cfg boleh berisi route block tambahan yang dapat dipanggil dari main route block atau dari secondary route block lainnya. Secondary route block dapat disamakan dengan subrutin.
- *Reply Route Block*. Pilihan ini boleh digunakan untuk menangani jawaban pesan SIP. Seringkali berupa pesan OK.
- *Failure Route Block*. Pilihan ini boleh digunakan ketika proses khusus yang dibutuhkan untuk menangani kondisi gangguan atau kegagalan seperti sibuk atau *timeout*.

### 2.3. *Mediaproxy*

*Mediaproxy* adalah salah satu solusi *NAT Traversal* untuk SER. *Mediaproxy* diketahui sebagai solusi *NAT Traversal* yang menangani semua aspek NAT pada lokasi SIP *proxy* daripada lokasi SIP *client* [PAU-05].

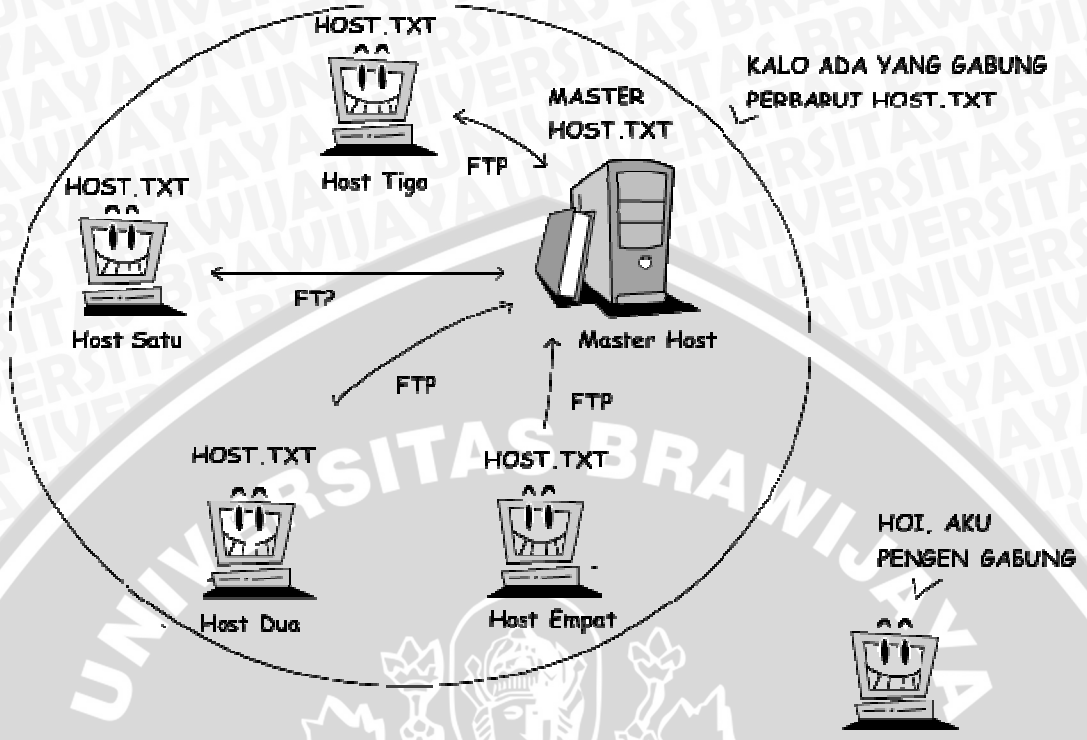
Ada beberapa keuntungan untuk menangani persoalan NAT pada SIP *proxy server*, manfaat utama adalah konfigurasi clientnya sangat mudah. Beberapa fitur keistimewaan dari *mediaproxy* adalah [PAU-05]:

1. Kemampuan mencatat DNS SRV untuk *load distribution*.
2. *Mediaproxy* dapat diinstal di *remote server* yang tidak menjalankan SER. Untuk melakukan ini, load SIP *proxy* dikurangi.
3. *Web monitoring* dimasukkan dengan distribusi *mediaproxy*.

*Mediaproxy* adalah software terpisah yang tidak terdistribusi dengan SER. Distribusi SER hanya memasukkan perekat yang memberi SER kemampuan untuk berkomunikasi dengan dengan sebuah contoh *mediaproxy*. Perekat ini diketahui sebagai modul *mediaproxy* yang merupakan sebuah modul pengirim yang dapat mengontrol satu atau lebih *mediaproxy server* sebenarnya.

#### 2.4. **Domain Name System (DNS)**

Sebelum adanya DNS, pertama kali tepatnya tahun 1970-an dalam jaringan ARPAnet (cikal bakal jaringan Internet yang ada sekarang) digunakan pemetaan dengan bentuk tabel *host* pada berkas *HOSTS.TXT*.



Gambar 2.3. Analogi HOSTS.TXT

Sumber: RAK-07

Berkas ini berisi nama *host* dan alamat IP serta pemetaannya dari seluruh mesin/komputer yang terhubung dalam jaringan. Ketika ada komputer lain yang terhubung ke jaringan ARPAnet, maka masing-masing komputer dalam jaringan tersebut harus memperbaharui berkas *HOSTS.TXT*-nya. Pada saat itu cara meng-*update* berkas *HOSTS.TXT* dengan menggunakan ftp setiap satu atau dua minggu sekali. Masalah muncul ketika jaringan ARPAnet yang tadinya kecil tersebut kemudian menjadi Internet yang semakin hari semakin besar. Kesulitan meng-*update* isi berkas *HOSTS.TXT* karena jumlah nama mesin/komputer yang harus dituliskan ke berkas tersebut sudah terlalu besar dan tidak efisien. Lalu muncul ide untuk membuat sistem database terdistribusi yang mempunyai data mengenai pemetaan nama *host* ke alamat IP dan sebaliknya [RAK-07].

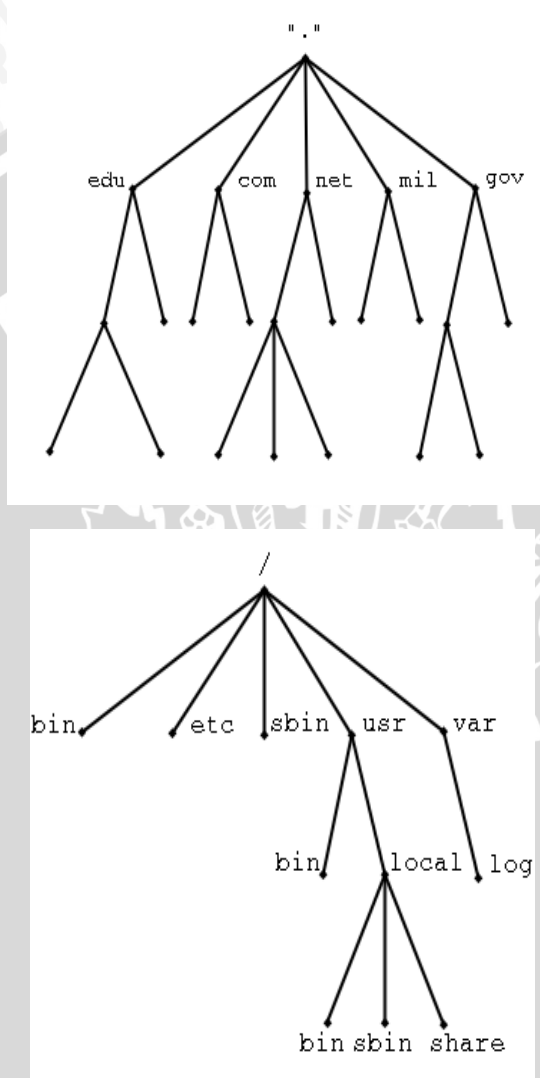
Dengan adanya pendistribusian database nama *host* dan alamat IP, maka tiap organisasi yang memiliki jaringan di dalam domain tertentu hanya bertanggung jawab terhadap database informasi pemetaan nama *host* dan alamat IP pada jaringannya saja yang biasa disebut *zone*. Administrasi domain tersebut

dilakukan secara lokal tetapi informasi itu dapat diakses oleh semua komputer di Internet. Karena sifat database yang terdistribusi ini, maka dibutuhkan suatu mekanisme pengaksesan informasi bagi *host* lain pada database yang terdistribusi untuk menemukan informasi *host* atau jaringan yang dipunyai oleh suatu organisasi. Dan pada tahun 1984, Paul Mockapetris mengusulkan sistem database terdistribusi ini dengan Domain Name System (DNS) yang dideskripsikan dalam RFC 882 dan 883. Sistem ini digunakan sampai sekarang pada jaringan khususnya Internet. Oleh karena itu, Domain Name System (DNS) adalah *Distribute Database System* yang digunakan untuk pencarian nama computer di jaringan yang menggunakan TCP/IP yang membantu memetakan *host name* sebuah computer ke IP address sehingga dapat dengan mudah diingat. Secara umum, setiap client yang akan mengkoneksikan komputer yang satu ke komputer yang lain, akan menggunakan *host name*. Lalu komputer anda akan menghubungi DNS server untuk mengecek *hostname* yang anda minta tersebut berapa IP address-nya. IP address ini yang digunakan untuk mengkoneksikan komputer anda dengan komputer lainnya [RAK-07].

#### 2.4.1. Struktur DNS

Struktur database DNS sangat mirip dengan sistem-berkas/*filesystem* UNIX yaitu berbentuk hierarki atau pohon. Tingkat teratas pada DNS adalah *root* yang disimbolkan dengan titik/*dot* (.) sedangkan pada sistem berkas UNIX, *root* disimbolkan dengan *slash* (/). Setiap titik cabang mempunyai label yang mengidentifikasikannya relatif terhadap *root* (.). Tiap titik cabang merupakan *root* bagi *sub-tree*/tingkat bawahnya. Tiap *sub-tree* merupakan domain dan dibawah domain terdapat *sub-tree* lagi bernama subdomain. Setiap domain mempunyai nama yang unik dan menunjukkan posisinya pada pohon DNS, pengurutan/penyebutan nama domain secara penuh dimulai dari domain paling bawah menuju ke *root* (.). Masing-masing nama yang membentuk suatu domain dipisahkan dengan titik/*dot* (.) dan diakhiri dengan titik yang merupakan nama absolut relatif terhadap *root* (.). Contoh: *kambing.vlsm.org*  
"." merupakan *root* domain  
org merupakan Top Level Domain

vlsn merupakan Second Level Domain  
 kambing merupakan Third Level Domain  
 Sistem penulisan nama secara absolut dan lengkap ini disebut FQDN (*Fully Qualified Domain Name*).



**Gambar 2.4.** Hierarki/pohon DNS dan sistem berkas UNIX

**Sumber:** RAK-07

Tiap organisasi yang telah mendaftar ke *Network Information Center* (NIC) akan mendapatkan nama domain sesuai dengan organisasi tersebut. Nama domain tersebut bisa dibagi lagi menjadi subdomain sesuai dengan kebutuhan organisasi tersebut sesuai dengan otorisasi domain. Contoh: InterNIC mempunyai

semua Top Level Domain termasuk *com*, perusahaan indolinux akan mendaftarkan nama domain *vlsn.org*, maka *vlsn* diberikan/didelegasikan oleh InterNIC untuk mengelola domain *vlsn.org* yang merupakan sub domain dari *com*. *Vlsn* dapat membagi lagi domain *vlsn.org* ke beberapa sub domain misal *kambing.vlsn.org* dan *tuna.vlsn.org*. Setiap server DNS pada suatu jaringan mempunyai informasi tentang *host-host* dalam jaringan tersebut yaitu alamat IP, *routing* email, server ftp, server web, dsb. Selain itu tiap *host* dalam otorisasi suatu domain juga bisa mendapatkan alias dari nama *host*-nya dalam domain di atasnya. misal: *wedus.vlsn.org* bisa saja mempunyai alias (*canonical name*) *kambing.vlsn.org*, dimana kedua domain tersebut mengacu ke mesin/*host* yang sama.

Dengan adanya sistem berbentuk hierarki/pohon ini maka tidak ada nama *host* yang sama pada domain/subdomain yang sama, karena masing-masing dari *node*/titik-cabang mempunyai nama unik dan tidak boleh ada yang menyamainya kecuali berbeda *sub-tree*/sub pohon. Tidak akan ada konflik antar organisasi karena masing-masing organisasi mempunyai domain yang berbeda-beda dan ini diatur oleh InterNIC untuk TLD. Misal: *vlsn* menginginkan nama mesin/*host* di bawah domain *vlsn.org* dengan nama *kambing* (*kambing.vlsn.org*), sedang wikipedia juga menginginkan nama yang sama untuk salah satu *host*-nya dengan domain *wikipedia.org*. Disini tidak akan terjadi konflik karena masing-masing mempunyai domain sendiri sendiri. *Vlsn* mempunyai *kambing.vlsn.org* dan wikipedia mempunyai *kambing.wikipedia.org* [RAK-07].

#### 2.4.2. Authority, Delegation, dan Zone

Anak dari root yaitu domain *.com*, *.uk*, *.org*, *.edu*, dsb disebut domain level atas atau *top level domain (TLD)*. *Root server* mendelegasikan otoritas untuk TLD pada organisasi lain dan melakukannya dengan entri-entri khusus pada *database root server*. Domain *.com* didelegasikan untuk Network Solution Inc. *Root server* hanya harus mengetahui TLD saja, organisasi lain mengurus yang lainnya. Organisasi yang bertanggung jawab terhadap TLD mendelegasikan subdomain dari domain miliknya, sampai sedikitnya satu domain name didelegasikan pada organisasi *end-user*, misalnya *ibm.com* didelegasikan untuk *ibm*.

Organisasi didelegasikan untuk secara khusus menjalankan banyak server untuk menangani *query-query* untuk name space-nya. Server yang didelegasikan untuk hal ini disebut *authoritative* untuk bagian dari pohon DNS dimana server menyimpan databasenya karena hanya server itu yang memiliki informasi definitif untuk bagian dari pohon tersebut. Bagian dari pohon yang servernya adalah *authoritative* disebut *zone*. *Zone* ini merupakan isi dari file database pada sebuah name server. Sebagai contoh domain ID bisa dibagi menjadi beberapa *zone* yaitu *ac.id*, *net.id* dan dari *zone* tersebut bisa dibagi lagi menjadi *zone-zone* yang lebih kecil misal *brawijaya.ac.id*, dst. Disini yang bertanggung jawab ialah organisasi/lembaga yang memiliki domain tersebut [RAK-07].

## 2.5. *Session Initiation Protocol (SIP)*

SIP adalah suatu *signaling* protokol pada layer aplikasi yang berfungsi untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi yang melibatkan satu atau beberapa pengguna. Sesi ini meliputi *internet multimedia conferences*, *internet telephone*, dan *multimedia distribution*. SIP merupakan protokol *client-server* yang diangkut di atas TCP. Bentuknya teks, seperti keluarga HTTP atau SMTP [JON-07].

Ada beberapa tahap untuk membangun dan mengakhiri suatu sesi komunikasi multimedia:

- *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/handling* : meliputi transfer, modifikasi, dan pemutusan sesi [JON-07].

### 2.5.1. *Pengalamatan SIP*

Komunikasi pada SIP dilakukan dengan mengirimkan *message* yang

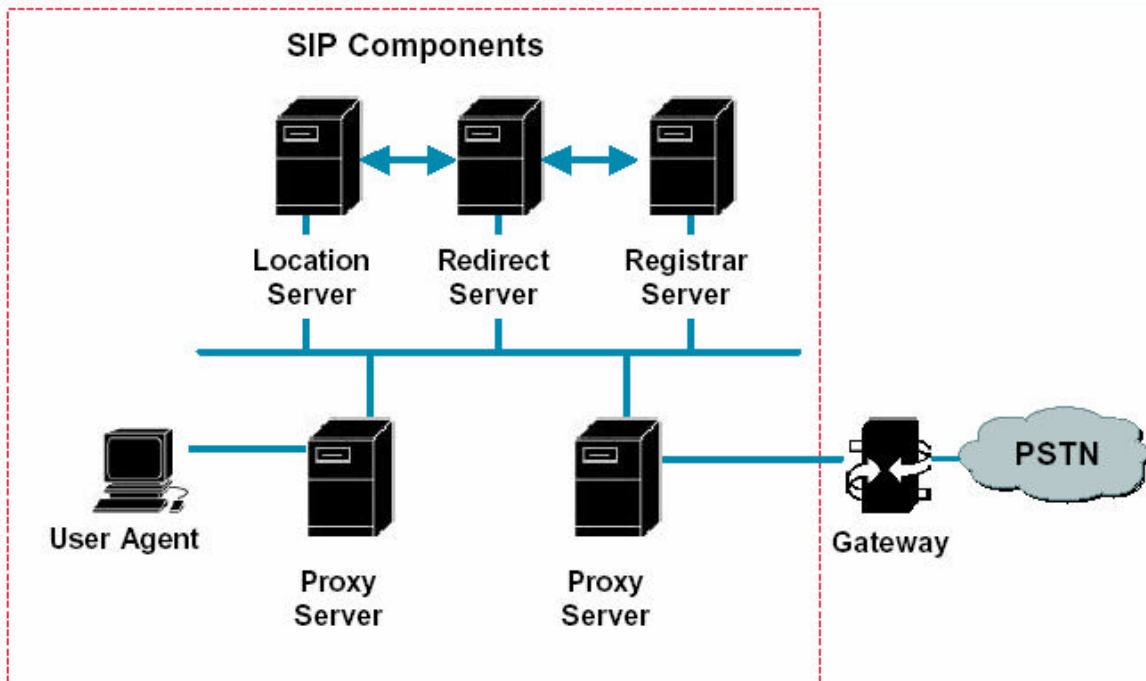


berbasis HTTP. Setiap pengguna mempunyai alamat yang dinyatakan dengan SIP-URI (*Uniform Resource Identification*) atau dapat disebut juga dengan alias yang mirip seperti email. Sifatnya *case insensitive*, contoh SIP-URI : sip:dhany@lasif.com\_ekivalen dengan sip:DHANY@lasif.com [IND-04].

Selain itu, alamat juga dapat dituliskan dalam tel-URL yang kemudian dikonversikan menjadi SIP-URI dengan parameter 'user' diisi 'phone'. Contoh : tel: +62341711599 ekivalen dengan sip: +62341711599@lasif.com ; user=phone. Pengalamatan dengan IP juga dapat digunakan seperti sip:dhany@10.100.100.63 [IND-04].

### 2.5.2. Arsitektur dan Komponen SIP

## SIP Distributed Architecture



Gambar 2.5. Arsitektur Sistem Berbasis SIP

Sumber: RAH-06

#### 2.5.2.1. *User Agent (UA)*

UA merupakan komponen SIP yang memulai, menerima, dan menutup sesi komunikasi. UA terdiri dari 2 komponen utama yaitu [RAH-06]:

1. *User Agent Client (UAC)* : Komponen yang memulai sesi komunikasi .
2. *User Agent Server (UAS)*: Komponen yang menerima atau menanggapi sesi komunikasi dari UAC.

UA dapat berupa *hardware/hardphone* ataupun *software/softphone*. Contoh *hardphone* ini adalah USB phone, IP phone, dan *Analog Telephone Adaptor (ATA)*. Sedangkan contoh *softphone* ini adalah Idefisk, Kphone, Linphone, dan X-Lite. Untuk skripsi ini menggunakan X-Lite sebagai *softphone*.

#### 2.5.2.2. *Proxy Server*

Komponen penengah antar UA yang menerima *request message* dari UA dan menyampaikan langsung pada UA penerima jika berada pada satu domain. Jika berada pada domain yang berbeda akan diterima oleh proxy lain yang kemudian diteruskan pada UA di proxy ini. *Request* dapat dilayani sendiri atau disampaikan (*forward*) pada proxy lain atau server lain. Menerjemahkan dan menulis ulang *request message* sebelum menyampaikan pada UA tujuan atau proxy lain. Pada proxy server ini juga dapat untuk melakukan autentikasi [RAH-06].

#### 2.5.2.3. *Redirect Server*

Menerima *request* dari UAC, membandingkan alamat tujuan yang ingin dicapai, setelah ditemukan, alamat tersebut dikembalikan kepada UAC. *Redirect Server* tidak menyimpan state sesi komunikasi antara UAC dan UAS setelah pemetaan disampaikan pada UAC [RAH-06].

#### 2.5.2.4. *Registrar Server*

Komponen yang menerima *request message REGISTER*. *Registrar* dapat menambahkan fungsi otentikasi user untuk validasi. *Registrar* menyimpan database user untuk otentikasi dan lokasi sebenarnya berupa IP dan port agar user

agar yang terdaftar dapat dihubungi oleh komponen SIP lainnya yang berfungsi sebagai *Location Server* juga [RAH-06].

### 2.5.3. Messages

Hubungan yang dibangun oleh SIP pada proses *signalling* bersifat *client-serve*. Dengan demikian ada 2 jenis *message*, yaitu *request* dan *response* [EGO-08].

**Tabel 2.1.** *Request messages*

<b>METHOD</b>	<b>DESCRIPTION</b>
INVITE	Session setup
ACK	Acknowledgment of final response to INVITE
BYE	Session termination
CANCEL	Pending session cancellation
REGISTER	Registration of a user's URI
OPTIONS	Query of options and capabilities
INFO	Mid-call signaling transport
PRACK	Provisional response acknowledgment
UPDATE	Update session information
REFER	Transfer user to a URI
SUBSCRIBE	Request notification of an event
NOTIFY	Transport of subscribed event notification
MESSAGE	Transport of an instant message body
PUBLISH	Upload presence state to a server

Sumber: HEN-06

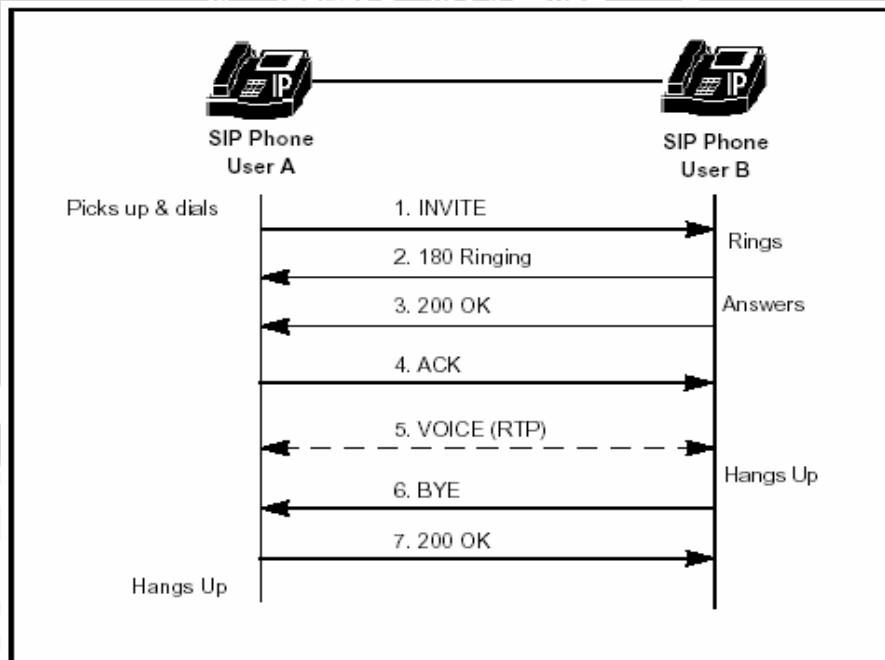
Tabel 2.2. Response messages

CLASS	DESCRIPTION
1xx	Provisional or Informational – Request is progressing but not yet complete
2xx	Success – Request has been completed successfully
3xx	Redirection – Request should be tried at another location
4xx	Client Error – Request was not completed because of an error in the request, can be retried when corrected
5xx	Server Error – Request was not completed because of an error in the recipient, can be retried at another location
6xx	Global Failure – Request has failed and should not be retried again

Sumber: HEN-06

#### 2.5.4. Operasi Dasar

Berikut ini contoh dari bagaimana operasi dasar dari SIP, misalkan User A menggunakan aplikasi SIP pada PC (*softphone*) untuk memanggil User B (juga menggunakan *softphone*) melalui internet [IND-04].



Gambar 2.6. Diagram Alir Panggilan Dasar SIP

Sumber: IND-04

Penjelasan dari tiap-tiap langkah:

- INVITE: User A memulai panggilan ke User B.
- 180 Ringing: User B mengirim sinyal dering kembali ke User A.
- 200 OK: User B mengangkat telepon.
- ACK: User A mengkonfirmasi bahwa telah menerima pesan 200 OK.
- VOICE (RTP): Dua jalur *voice* telah dibangun melalui RTP dan percakapan dilakukan antara User A dan B.
- BYE: User B menutup telepon.
- 200 OK: Panggilan telah selesai dan User A menutup telepon.

### 2.5.5. Operasi dengan Proxy

Jika pengguna mempunyai domain yang berbeda, maka pengiriman *message* dapat melibatkan proxy pada masing-masing domain. Proxy berfungsi membuat *request* atas nama *client*. Proxy juga dapat melakukan autentifikasi terhadap *message* yang diterimanya sebelum diteruskan.

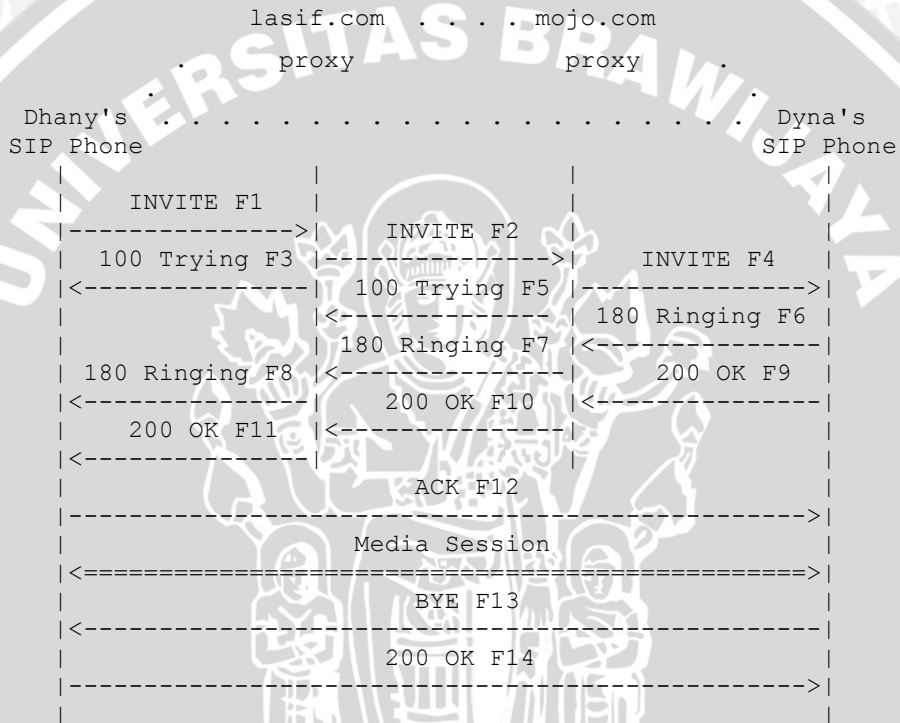
Contoh : Dhany menggunakan *SIP Phone* (dengan alamat *sip:dhany@lasif.com*, di mana *lasif.com* adalah domain dari SIP proxy-server tempat Dhany berada) untuk melakukan panggilan kepada Dyna (dengan alamat *sip:dyna@mojo.com*, di mana *mojo.com* adalah domain dari SIP proxy-server tempat Dyna berada). Dhany mempunyai parameter tag yang terdiri dari random string (1928301774).

INVITE adalah *request* yang dikirimkan oleh pihak pemanggil (Dhany) kepada pihak yang dipanggil (Dyna) untuk membuka komunikasi. INVITE terdiri dari beberapa *header-fields* yang memberikan informasi mengenai *message* yang dikirimkan.

Proxy-server (*lasif.com*) menerima INVITE *request*, kemudian mengirimkan *response* (*Trying/100*) kepada *softphone* Dhany yang mengindikasikan bahwa INVITE *request* telah diterima. Proxy *lasif.com* mencari alamat proxy tujuan (*mojo.com*) pada *database*. Jika ditemukan, INVITE *request* di-*routing*-kan kepada hop/proxy selanjutnya. Sebelum meneruskan *request*, suatu proxy-server menambahkan header tambahan pada **Via** yang berisi alamat proxy tersebut. Demikian juga dengan proxy-server *mojo.com*. Setelah ditambahkan

header tambahan pada **Via**, proxy ini meneruskan INVITE *request* kepada *SIP Phone Dyna* [IND-04].

Pada contoh ini, *Dyna* menjawab panggilan dari *Dhany*. *SIP Phone Dyna* mengirimkan *response* berupa OK (kode 200). Pertukaran *message* ini disertai *negotiation capabilities* untuk menentukan media maupun parameternya sehingga komunikasi dapat berjalan dengan baik. Berikut ini contoh dari proses komunikasi dengan menggunakan proxy:



**Gambar 2.7.** Panggilan dengan proxy

**Sumber:** IND-04

```

INVITE sip:dyna@mojo.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP lasif.com;branch=z9hG4bK776asdhs
Max-Forwards: 70
To: Dyna <sip:dyna@mojo.com>
From: Dhany <sip:dhany@lasif.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@lasif.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:dhany@lasif.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142

(Dhany's SDP not shown)
  
```

### 2.5.6. Registrasi

Salah satu keistimewaan SIP adalah adanya mobilitas yang tinggi bagi pengguna. Untuk mengetahui keberadaan seseorang pada saat tertentu, suatu SIP *proxy-server* harus mendapatkan informasi di mana seseorang berada. Proses ini disebut registrasi. Seorang pengguna mula-mula harus melakukan proses registrasi agar proxy terdekat mengetahui keberadaannya, sehingga proxy tersebut dapat menerima atau mengirimkan pesan kepada pengguna.

Proses registrasi dilakukan oleh pengguna dengan cara mengirimkan *request* yang disebut REGISTER kepada *proxy-server*. *Proxy-server* ini disebut *registrar*. Sebuah *registrar* bertugas menerima dan menyimpan data yang berisi alamat pengguna. *Registrar* dan *proxy-server* biasanya merupakan satu kesatuan [IND-04].

### 2.6. Network Address Translation (NAT)

NAT (*Network Address Translation*) digunakan untuk menerjemahkan (*translate*) alamat dalam *private (private inside)* menjadi alamat luar global (*global outside*) [LAM-04]. *Inside network* (jaringan dalam internal) adalah kumpulan jaringan yang menjadi sasaran penerjemahan. *Outside Network* atau jaringan luar menunjukkan alamat lainnya -biasanya yang berada pada *Internet*. Fungsi utama NAT yaitu untuk menghemat alamat global *Internet*, selain itu NAT juga memiliki fungsi meningkatkan keamanan jaringan dengan menyembunyikan alamat IP internal dari jaringan luar [LAM-04].

NAT memiliki banyak bentuk yang dapat bekerja dengan beberapa cara:

#### 2.6.1. Static NAT

Memetakan IP yang tak terdaftar ke IP terdaftar secara satu per satu. Terutama digunakan ketika sebuah *device (firewall, router, atau komputer)* dibutuhkan untuk dapat diakses dari luar *network*. Dalam contoh di bawah ini, IP address 192.168.32.10 akan selalu diterjemahkan 213.18.123.110.

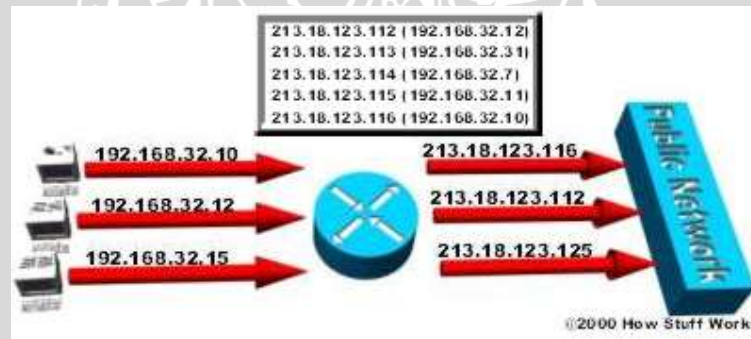


Gambar 2.8. *Static NAT*

Sumber: <http://computer.howstuffworks.com/nat1.htm>

### 2.6.2. *Dynamic NAT*

Memetakan IP address yang tidak terdaftar ke IP address yang terdaftar dari sebuah grup dari IP address yang terdaftar. *Dynamic NAT* juga membangun pemetaan satu-ke-satu diantara IP address tidak terdaftar dan terdaftar, tetapi pemetaan dapat bergantung pada alamat terdaftar yang tersedia pada *pool*. Dalam contoh di bawah ini, IP address 192.168.32.10 akan diterjemahkan ke alamat pertama yang tersedia dalam range 213.18.123.100 – 213.18.123.150.



Gambar 2.9. *Dynamic NAT*

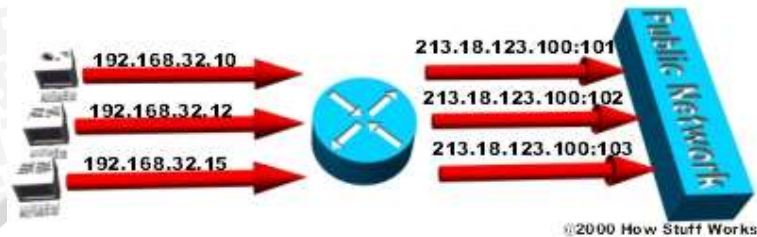
Sumber: <http://computer.howstuffworks.com/nat1.htm>

### 2.6.3. *Overloading*

Sistem dari *dynamic NAT* yang memetakan beberapa IP yang tidak terdaftar ke IP tunggal yang terdaftar (banyak-ke-satu) dengan menggunakan port yang berlainan. Oleh karena itu disebut juga sebagai Port Address Translation (PAT). Dengan menggunakan PAT (*NAT Overload*), akan mempunyai ratusan pengguna yang terkoneksi ke internet



dengan menggunakan hanya satu alamat global. Dalam contoh di bawah ini, tiap komputer pada jaringan privat diterjemahkan ke IP yang sama (213.18.123.100) tetapi dengan memberikan nomor port yang berbeda.



**Gambar 2.10.** *Overloading*

**Sumber:** <http://computer.howstuffworks.com/nat1.htm>

## 2.7. *Quality of Services (QoS)*

*Quality of Services (QoS)* pada VoIP adalah parameter-parameter yang menunjukkan kualitas paket data jaringan. Beberapa parameter yang menyatakan QoS untuk IP telephony antara lain *latency*, *delay*, *jitter*, *echo*, dan *packet loss* pada jaringan internet [REP-08].

### 2.7.1. *Latency*

*Latency* adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu perangkat dari meminta hak akses ke jaringan sampai mendapatkan hak akses itu.

### 2.7.2. *Delay*

*Delay* dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima).

### 2.7.3. *Jitter*

*Jitter* disebabkan oleh bervariasinya waktu penerimaan pengiriman paket-paket data dari pengirim ke penerima.

### 2.7.4. *Echo*

*Echo* (gema) disebabkan oleh sinyal refleksi dari speaker voice

lawan dan berbalik sampai dengan speaker ear.

### 2.7.5. *Packet Loss*

Pada jaringan berbasis IP, semua *frame* suara diperlakukan sama seperti frame data. Pada saat peak load dan congestion, frame suara akan dibuang sama dengan frame data. Frame suara sensitive terhadap waktu sehingga bila dilakukan retransmisi akan mengubah arti pembicaraan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB III

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan di dalam perancangan, implementasi, dan pengujian dari aplikasi yang akan dibuat. Kesimpulan dan saran disertakan sebagai catatan atas aplikasi dan bagaimana aplikasi dapat dikembangkan lebih lanjut.

#### 3.1. Studi literatur

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur. Studi literatur mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan implementasi jaringan VoIP. Studi literatur ini difokuskan pada pembahasan:

1. Kajian pustaka mengenai *Voice over Internet Protocol* (VoIP), yaitu suatu sistem yang dapat mengirimkan komunikasi data suara pada jaringan internet dari satu tempat ke tempat yang lain melalui perantara protokol IP secara elektronik dan real time.
2. Kajian pustaka mengenai *SIP Express Router* (SER), yaitu software SIP server yang *high-performance* dan *configurable* dibawah lisensi GNU open source.
3. Kajian pustaka mengenai *mediaproxy*, yaitu modul untuk solusi NAT Traversal yang menangani semua aspek NAT pada lokasi SIP proxy daripada lokasi SIP client.
4. Kajian pustaka mengenai *Domain Name System* (DNS), yaitu sebuah layanan untuk memetakan suatu hostname ke IP address atau sebaliknya, dalam hal ini untuk mengetahui domain soi.ub.
5. Kajian pustaka mengenai *Session Initiation Protocol* (SIP), yaitu suatu *signaling* protokol pada layer aplikasi yang berfungsi untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi yang melibatkan satu atau beberapa pengguna.
6. Kajian pustaka mengenai *Network Address Translation* (NAT), yaitu menerjemahkan (*translate*) alamat dalam *private* (*private inside*) menjadi alamat luar global (*global outside*)

7. Kajian pustaka mengenai *Quality of Services* (QoS), yaitu parameter-parameter yang menunjukkan kualitas paket data jaringan.

### 3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem jaringan ini berdasarkan beberapa tahap, yaitu:

1. Perancangan topologi arsitektur jaringan VoIP berdasarkan SIP pada jaringan soi dan jaringan puskom sebagai dasar instalasi jaringan VoIP secara keseluruhan.
2. Perancangan NAT antara jaringan puskom dan jaringan soi.
3. Perancangan software SER dengan menggunakan modul *mediaproxy*.

### 3.3. Implementasi

Pada tahap ini, sistem komunikasi VoIP dengan berbasis SIP akan diimplementasikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Implementasi PC Client untuk user client dan PC NAT Router untuk membuat NAT di antara 2 network yang berbeda.
2. Implementasi DNS server agar server SIP dapat diakses dan dikenali oleh pengguna pada jaringan VoIP yang berbasis SIP.
3. Implementasi software *SIP Express Router* (SER) yang terdapat pada SIP server untuk mengatur server yang terdapat pada komponen SIP.
4. Implementasi penembus NAT menggunakan modul *mediaproxy*. Di dalam *mediaproxy* ini terdapat file *source code* menggunakan bahasa C untuk mengkonfigurasi SER tersebut. Pada *client* menggunakan laptop atau PC yang terdapat *speaker* untuk mendengarkan komunikasi suaranya.
5. Implementasi *X-lite* untuk berkomunikasi antar *client* dan *wireshark* untuk melihat performansi jaringan VoIP.

### 3.4. Pengujian dan Analisis

Pada tahap pengujian dan analisis sistem ini, sistem yang telah dibangun diuji apakah sistem yang telah dibuat benar – benar dapat bekerja

dalam sistem sesuai tujuan. Dalam pengujian ini akan diperoleh sekumpulan data yang berisi informasi tentang dapat atau tidaknya sistem bekerja beserta kelemahan - kelemahannya. Hasil dari pengujian yang berisi informasi kelemahan - kelemahan sistem akan dicantumkan, sehingga dapat digunakan untuk pembenahan pada tahap selanjutnya.

Pengujian dilakukan untuk melihat performansi dan memastikan bahwa komunikasi suara yang melewati NAT dapat ditembus melalui *mediaproxy*. Performansi ini dapat dilihat dari QoS yang nantinya akan dianalisis hasilnya. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Pengujian komunikasi VoIP dengan SER tanpa *mediaproxy* (lokal dan interlokal).
2. Pengujian komunikasi VoIP dengan SER dan *mediaproxy* (lokal dan interlokal).

Setelah kedua tahap ini diuji, maka langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah suara yang diuji dapat menembus NAT atau tidak. Dan langkah terakhir adalah memeriksa beberapa parameter QoS mulai dari *delay*, *jitter*, dan *packet loss* yang dihitung berdasarkan pengujian di atas.

### **3.5. Pengambilan Kesimpulan dan Saran**

Setelah melakukan pengujian, dilakukan pengambilan saran dan pengembangan sistem lebih lanjut. Pengambilan kesimpulan didasarkan pada kesesuaian antara teori dan praktek. Jika performansi yang dihasilkan baik maka dapat diterapkan secara layak di lingkungan SOI UB dengan puskom UB.

## BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan Sistem Komunikasi VoIP pada *SIP Express Router* berbasis *Session Initiation Protocol* menggunakan metode *Mediaproxy*. Perancangan Sistem Komunikasi VoIP berbasis SIP ini dibagi dalam tiga tahap, yaitu: analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Untuk perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan arsitektur VoIP di SOI dan puskom UB. Sedangkan untuk perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan NAT di SOI, perancangan *server* SER di SOI, dan perancangan *Mediaproxy* di server SER SOI.

### 4.1. Analisis Kebutuhan

Proses analisis kebutuhan komunikasi VoIP berbasis SIP dengan SER dan *mediaproxy* meliputi spesifikasi sistem dan pemodelan analisis sistem. Pemodelan analisis sistem dilakukan dengan membuat *Data Flow Diagram* (DFD).

#### 4.1.1. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem komunikasi VoIP berbasis SIP dengan SER dan *mediaproxy* adalah sebagai berikut:

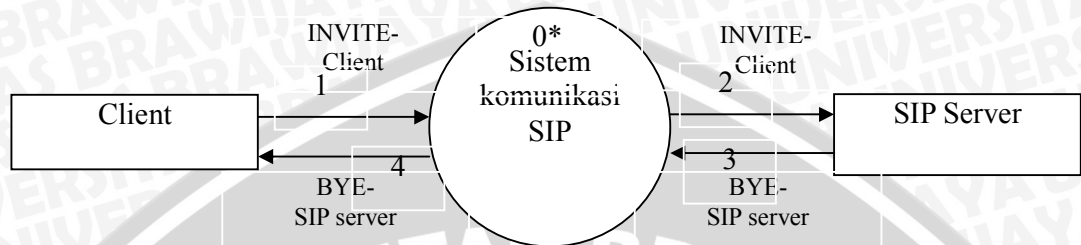
- Terdapat 2 *network*, yaitu *soi network* dan *puskom network*.
- Soi network* adalah *network* yang di dalamnya terdapat IP publik dengan *network* ID 10.100.0.0/24 yang terdiri dari 2 *PC client* dan 1 *PC* untuk *SIP server* dan *DNS server*.
- Puskom network* adalah *network* yang di dalamnya terdapat IP privat dengan *network* ID 172.17.2.0/24 yang terdiri dari 2 *PC client*.
- NAT router* untuk menghubungkan antara *soi network* dan *puskom network* yang terdapat mekanisme NAT dengan menggunakan *IPDIVERT*.
- SER digunakan untuk *SIP server* yang berfungsi menjadi pengendali komunikasi VoIP dan *mediaproxy* untuk metode penembus NAT.

#### 4.1.2. Analisis Context Diagram dan Data Flow Diagram (DFD)

*Context Diagram* merupakan diagram yang menampilkan masukan proses,

proses dan keluaran proses dari sistem secara umum. *Context Diagram* adalah DFD yang pertama kali dibuat dikenal dengan DFD level 0.

#### 4.1.2.1. Data Flow Diagram (DFD) Level 0



**Gambar 4.1.** DFD level 0

**Sumber:** Perancangan

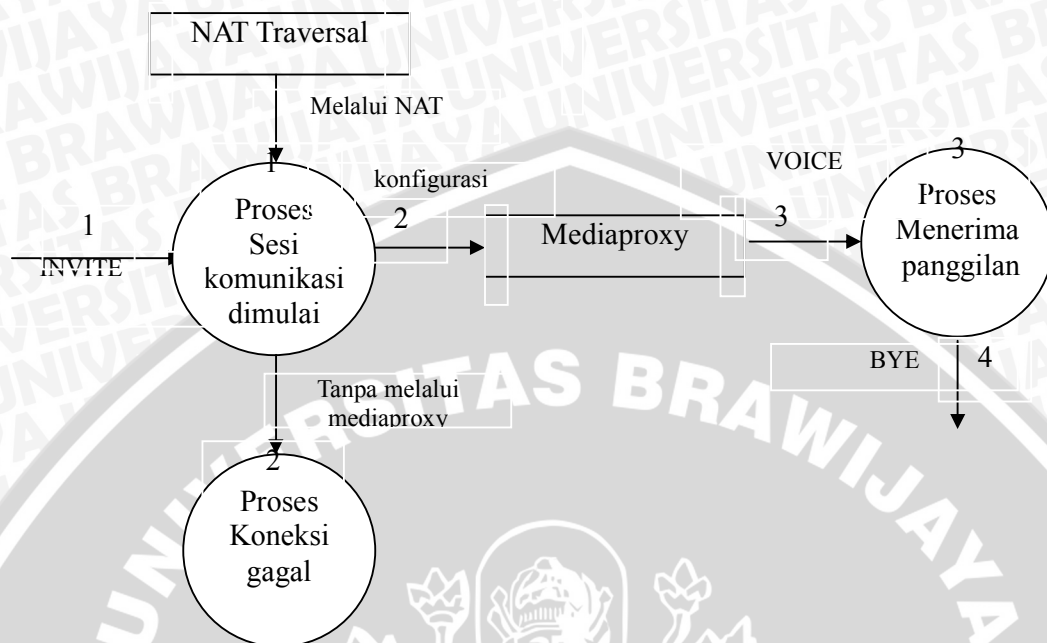
Berdasarkan gambar 4.1. proses komunikasi secara umum pada SIP mempunyai masukan:

- (1) *INVITE-Client*  
Merupakan aliran data berisi *INVITE* method dari *client* yang berada di puskom ke *SIP server* di SOI UB.
- (3) *BYE-SIP Server*  
Merupakan aliran data berisi *BYE* method dari *SIP server* yang berada di SOI UB ke *client* di puskom.

Berdasarkan gambar 4.1. proses komunikasi secara umum pada SIP mempunyai keluaran:

- (2) *INVITE-Client*  
Merupakan aliran data berisi *INVITE* method dari *client* yang berada di puskom ke *SIP server* di SOI UB.
- (4) *BYE-SIP Server*  
Merupakan aliran data berisi *BYE* method dari *SIP server* yang berada di SOI UB ke *client* di puskom.

#### 4.1.2.2. Data Flow Diagram (DFD) Level 1



Gambar 4.2. DFD level 1

Sumber: Perancangan

Penjabaran proses-proses pada gambar 4.2. adalah :

- Proses Sesi Komunikasi Dimulai  
Proses ini merupakan awal terbentuknya sesi komunikasi dari *client* ke *server*.
- Proses Koneksi Gagal  
Proses ini disebabkan karena ketika melalui NAT, suatu data berupa suara tidak dapat melewatinya karena tidak menggunakan *mediaproxy*. Oleh karena itu koneksi yang terjadi akan gagal atau tidak ada koneksi yang terbentuk.
- Proses Menerima Panggilan  
Proses ini telah terjadi setelah berhasil menembus NAT dan koneksi antara *client server* terbentuk.

DFD level 1 *Client* ini memiliki aliran data sebagai berikut :

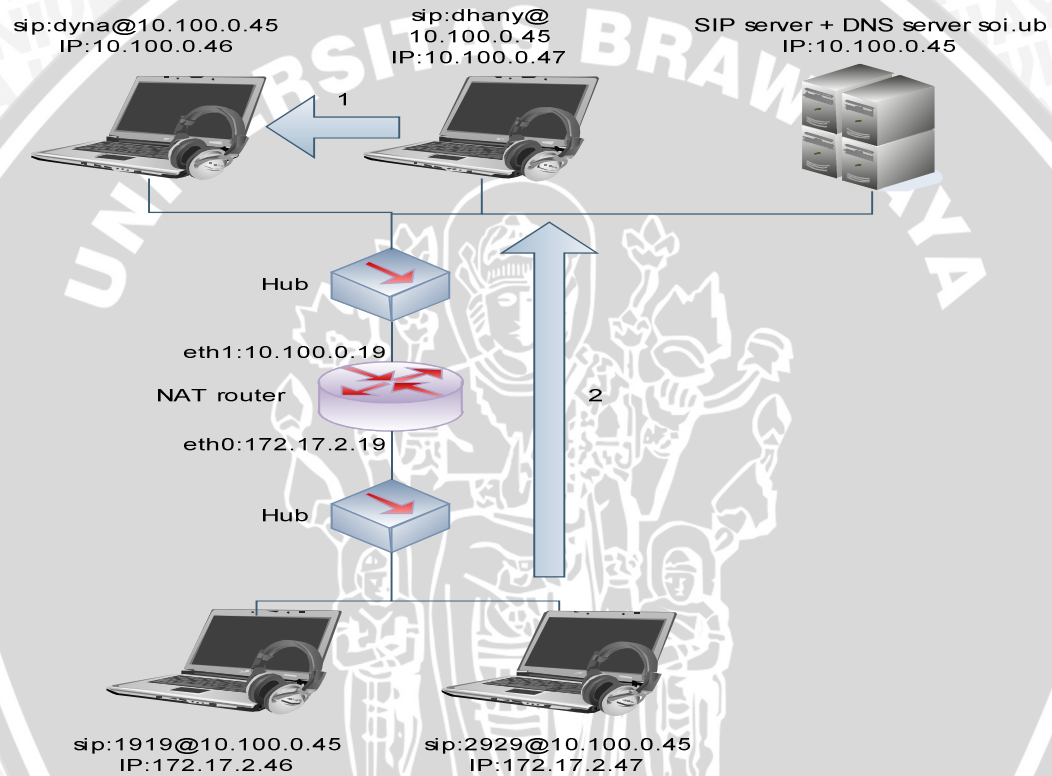
- (1) Method INVITE dari *client* ke *server* → Proses Sesi Komunikasi Dimulai → (2) Konfigurasi file *mediaproxy* yang terdapat pada



server → (3) Method VOICE dengan menggunakan protokol RTP sebagai media protokolnya → Proses Menerima Panggilan → (4) Method BYE untuk menutup komunikasi.

#### 4.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dengan merancang topologi jaringan komputer VoIP untuk sistem yang akan diimplementasikan. Topologi pada sistem komunikasi VoIP ini menggunakan topologi star, seperti pada gambar berikut:



**Gambar 4.3.** Topologi jaringan VoIP berbasis SIP

**Sumber:** Perancangan

Keterangan aliran komunikasi:

1. Aliran komunikasi lokal (tanpa melalui NAT).
2. Aliran komunikasi interlokal (melalui NAT) baik yang menggunakan *mediaproxy* atau tidak.

Perancangan arsitektur jaringan VoIP ini menggunakan 2 *client* jaringan soi, NAT *router* ditempatkan antara jaringan privat (puskom) dan

jaringan publik (soi) yang mentranslasikan alamat lokal/internal menjadi alamat IP global yang unik. *Switch* digunakan sebagai penghubung antara jaringan lokal dengan *router* untuk mengatur lalu lintas paket suara yang melalui *switch*. 2 *client* pada jaringan puskom, DNS server untuk menamai *hostname* suatu komputer, dan SIP *server* untuk mengatur semua *server* yang terdapat pada SIP dengan menggunakan domain soi.ub dan pengaturan untuk menembus NAT dengan modul *mediaproxy*.

Aliran komunikasi yang dilakukan pada implementasi komunikasi VoIP ini dilakukan dengan 2 macam yaitu lokal (tanpa melalui NAT) dan interlokal (melalui NAT) baik yang menggunakan *mediaproxy* atau tidak. Adapun perancangan dan arsitektur sistem ini dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.1.** Daftar *hostname* dan IP tiap PC atau laptop

Nama	IP Address	Netmask	Gateway	Jenis
soi.ub	10.100.0.45	255.255.255.0	10.100.0.19	DNS Server (Publik)
sip:soi.ub	10.100.0.45	255.255.255.0	10.100.0.19	SIP Server (Publik)
sip:dyna@soi.ub	10.100.0.46	255.255.255.0	10.100.0.19	IP Publik
sip:dhany@soi.ub	10.100.0.47	255.255.255.0	10.100.0.19	IP Publik
Eth0 routetos	172.17.2.19	255.255.255.0	172.17.2.19	NAT Router
Eth1 routetos	10.100.0.19	255.255.255.0	10.100.0.1	NAT Router
sip:1919@soi.ub	172.17.2.46	255.255.255.0	172.17.2.19	IP Privat
sip:2929@soi.ub	172.17.2.47	255.255.255.0	172.17.2.19	IP Privat

**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional pada perancangan sistem komunikasi VoIP ini meliputi kebutuhan *hardware* dan *software* sesuai dengan perancangan topologi VoIP di atas. Adapun kebutuhan *hardware* adalah sebagai berikut:

- **Perlengkapan jaringan**
  - a. Kabel UTP CAT 5 merk Belden konfigurasi *straight* sebanyak 7 buah dengan rincian sebagai berikut.
    - 1). 2 buah kabel untuk PC NAT *router*.
    - 2). 1 buah kabel untuk PC DNS *server* dan SIP *server*.

- 3). 4 buah kabel untuk tiap laptop *client*.
- b. Hub sebanyak 2 buah dengan rincian sebagai berikut:
  - 1). Hub 16 port Allied Telesyn AT-FS716 untuk jaringan 172.17.2.0/24.
  - 2). Hub 26 port 3Com 3C17300A untuk jaringan 10.100.0.0/24.
- c. Headset Logitech sebanyak 4 buah.

a. **IP Publik**

a. PC SIP *proxy server* soi.ub

IP address	10.100.0.45
Operating System	Ubuntu 8.10 desktop kernel 2.6.27-11-generic
RAM	1 GB DDR2
Harddisk	160 GB
Prosesor	Intel(R) Pentium(R) D CPU 3.40GHz
Ethernet	PRO/100 VE Network Connection

b. Laptop *client* dyna@soi.ub

IP address	10.100.0.46
Operating System	Windows XP Pro Service Pack 2
RAM	2 GB DDR2
Harddisk	60 GB
Prosesor	Intel(R) Pentium(R) M processor 1.73GHz
Ethernet	RTL-8139/8139C/8139C+

c. Laptop *client* dhany@soi.ub

IP address	10.100.0.47
Operating System	Windows 7
RAM	3 GB DDR2
Harddisk	250 GB
Prosesor	Intel Core 2 Duo 2.26 GHz
Ethernet	RTL-8139/8139C/8139C+

d. PC DNS *server* soi.ub

IP address	10.100.0.45
Operating System	Ubuntu 8.10 desktop kernel 2.6.27-11-generic
RAM	1 GB DDR2
Harddisk	160 GB

Prosesor	Intel(R) Pentium(R) D CPU 3.40GHz
Ethernet	PRO/100 VE Network Connection

- **PC NAT Router**

IP address	10.100.0.19 (uplink) dan 172.17.2.119 (downlink)
Operating System	Freebsd 6.2
RAM	256 MB DDR1
Harddisk	80 GB
Prosesor	Intel Pentium 4 CPU 1.8 GHz
Ethernet 1	RTL8029(AS)
Ethernet 2	RTL8139

- **IP Privat**

- a. Laptop *client* 1919@soi.ub

IP address	172.17.2.46
Operating System	Windows XP Pro Service Pack 3
RAM	3 GB DDR2
Harddisk	250 GB
Prosesor	Intel Core 2 Duo 2.2 GHz
Ethernet	Atheros AR8131

- b. Laptop *client* 2929@soi.ub

IP address	172.17.2.47
Operating System	Windows 7
RAM	1.5 GB DDR2
Harddisk	160 GB
Prosesor	Intel Dual Core 1.86 GHz
Ethernet	Broadcomm Netlink

Sedangkan untuk kebutuhan *software* adalah sebagai berikut:

- SER (*SIP Express Router*) yang digunakan pada SIP proxy server domain soi.ub.
- *Wireshark* untuk menampilkan trafik data ketika terjadi komunikasi VoIP dan untuk mengetahui QoS.
- *X-lite* untuk melakukan komunikasi antar client.
- *MySQL* untuk menyimpan data user-user yang telah dimasukkan.
- *Mediaproxy* untuk media penembus NAT.
- *C language* sebagai bahasa pengembang *mediaproxy*.

#### 4.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan diimplementasikan dikonfigurasi dan dirancang dengan beberapa tahap secara berurutan, yaitu perancangan NAT di SOI, perancangan *server* SER di SOI, dan perancangan *Mediaproxy* di server SER SOI.

##### 4.3.1. Perancangan NAT di SOI

NAT merupakan aplikasi *network* untuk mentranslasikan dari ip privat ke ip publik karena keterbatasan ip publik dan agar ip privat dapat mengakses internet ke jaringan luar (internet). Namun, ketika memakai NAT, maka jika melakukan komunikasi suara maka suara akan terdengar satu arah saja.

1. Berjalan pada sistem operasi Freebsd 6.2 karena konfigurasinya yang mudah.
2. Menggunakan IPDIVERT.
3. Memisahkan jaringan privat (puskom) dengan jaringan publik (soi).

##### 4.3.2. Perancangan Server SER di SOI

SER merupakan software VoIP berbasis SIP untuk dapat dijadikan sebagai proxy server, registrar server, dan location server.

1. SER menggunakan versi 0.9.6 yang menggunakan sistem operasi Ubuntu 8.10.
2. Terdapat MySQL di dalam SER yang berfungsi untuk menyimpan dan memuat *username*, *domain*, *password*, *alias*, dll dari suatu *database server*

untuk VoIP.

3. Terdapat DNS *server* yang dipasang satu mesin untuk mengetahui SRV dari protokol SIP.

#### 4.3.3. Perancangan *Mediaproxy* di Server SER SOI

*Mediaproxy* merupakan modul dari SER yang terpisah yang berfungsi untuk menembus NAT pada media protokolnya atau RTP.

1. Menggunakan port *random* 60000:65000, bukan 8000 seperti port RTP yang default.
2. Menggunakan *socket proxydispatcher* dan *mediaproxy* untuk melakukan komunikasi dua arah.
3. Menjalankan proses *mediaproxy* ketika terdapat komunikasi suara yang melewati NAT.



## BAB V IMPLEMENTASI

Topologi sistem komunikasi VoIP berbasis SIP yang sudah dirancang pada Bab IV, akan diimplementasikan pada tahap ini. Ada lima tahap utama yang dilakukan pada bagian implementasi sistem ini, yaitu instalasi *PC Client*, instalasi *PC NAT Router*, instalasi *DNS server*, instalasi *SIP Express Router*, dan instalasi *mediaproxy*.

### 5.1. *PC Client* (IP Privat)

#### a. IP privat pada *network* 172.17.2.0/24

- **172.17.2.46**

Melakukan konfigurasi IP dengan alamat 172.17.2.46 netmask 255.255.255.0 dengan cara:

*Start >> Control Panel >> Network Connections >> klik 2x pada Local Area Connection. Di tab General >> Properties >> General >> klik 2x Internet Protocol (TCP/IP). Mengisikan konfigurasi:*

Use the following address:

IP address : 172.17.2.46

Subnet mask : 255.255.255.0

Default gateway : 172.17.2.19

Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server : 10.100.0.45

Untuk IP address pada *network* 172.17.2.0/24 yang lain, konfigurasinya sama dengan yang di atas, hanya mengganti konfigurasi IP *address* saja.

#### b. IP publik pada *network* 10.100.0.0/24

- **10.100.0.46**

Melakukan konfigurasi IP dengan alamat 10.100.0.46 netmask 255.255.255.0 dengan cara:

*Start >> Control Panel >> Network Connections >> klik 2x pada Local Area Connection. Di tab General >> Properties >> General >>*

klik 2x *Internet Protocol* (TCP/IP). Mengisikan konfigurasi:

Use the following address:

IP address : 10.100.0.46  
 Subnet mask : 255.255.255.0  
 Default gateway : 10.100.0.1

Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server : 10.100.0.45

Untuk IP address pada network 10.100.0.0/24 yang lain, konfigurasinya sama dengan yang di atas, hanya mengganti konfigurasi IP *address* saja.

## 5.2. PC NAT Router

Untuk tahap konfigurasi NAT *Router* di FreeBSD 6.2 maka langkah-langkah yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. 2 buah *Ethernet Card*. Karena router membutuhkan minimal 2 *Ethernet Card* agar dapat bekerja.
2. Menyalin terlebih dahulu file kernel GENERIC dengan nama ROUTER dan menambahkan IPDIVERT untuk fungsi NAT.

```
bsdroute# cp /usr/src/sys/i386/conf/GENERIC ROUTER
```

```
bsdroute# ee /usr/src/sys/i386/conf/ROUTER
```

```
options          IPDIVERT          #divert sockets
```

3. Mengkompilasi kernel untuk mengaktifkan NAT dan *reboot*

```
bsdroute# /usr/sbin/config ROUTER
bsdroute# cd ../../compile/ROUTER
bsdroute# make cleandepend && reboot
```

4. Setelah komputer menyala kembali, kemudian melakukan setting IP address untuk *uplink* (10.100.0.19) dan *downlink* (172.17.2.119) dan juga untuk *gateway*. Selain itu juga mengaktifkan nat daemonnya dengan mengetikkan perintah sebagai berikut:

```
bsdroute# ee /etc/rc.conf
```



```
defaultrouter="10.100.0.1"
gateway_enable="YES"
ifconfig_r10="inet 172.17.2.19 netmask 255.255.255.0"
ifconfig_ed0="inet 10.100.0.19 netmask 255.255.255.0"
natd_enable="YES"
natd_interface="ed0"

natd_flags="-f /etc/natd.conf"
```

4. Menjadikan *interface* ed0 sebagai ip publik untuk fungsi NAT.

```
bsdroute# ee /etc/natd.conf
```

```
port 8668
interface ed0
```

5. Memeriksa proses NAT yang telah aktif.

```
bsdroute# ps -aux | grep nat
```

```
root      575   0.0   0.5  1616   848   ??   Ss      9:29AM
0:00.93  /sbin/natd -f /etc/natd.conf -n ed0
root     1976   0.0   0.4   1528   796   p0    RL+    3:22PM
0:00.00  grep nat
```

6. Melakukan *restart service network* untuk menyimpan konfigurasi IP *address* dan fungsi NAT yang telah dibuat di atas.

```
bsdroute# sh /etc/netstart
```

```
devd already running? (pid=495).
lo0:  flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST>  mtu
16384
      inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x4
      inet6 ::1 prefixlen 128
      inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000

r10:
flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>  mtu
1500
      options=8<VLAN_MTU>
      inet 172.17.2.19 netmask 0xfffffff0 broadcast
172.17.2.255
```

```

ether 00:16:76:99:c2:83
media: Ethernet autoselect (100baseTX <full-
duplex>)
status: active
ed0:
flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu
1500
inet 10.100.0.19 netmask 0xfffff00 broadcast
10.100.0.255
ether 00:00:21:f6:8b:f5
media: Ethernet autoselect (10baseT/UTP)
Starting divert daemons: natdnatd: Unable to bind
divert socket.: Address already
in use
net.inet.ip.fw.enable: 1 -> 1
add net default: gateway 10.100.0.1
Additional routing options: IP gateway=YES.

```

7. Melakukan test *ping* dari *client* pada ip publik dan ip privat untuk membuktikan bahwa NAT sudah aktif.

- Dari ip privat (172.17.2.46) ke ip publik (10.100.0.46)

```
C:\Documents and Settings\dzak0>ping 10.100.0.46
```

```

Pinging 10.100.0.46 with 32 bytes of data:
Reply from 10.100.0.46: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.100.0.46: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.100.0.46: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.100.0.46: bytes=32 time<1ms TTL=127

```

```

Ping statistics for 10.100.0.46:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0%
loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

- Dari ip publik (10.100.0.46) ke ip privat (172.17.2.46)

```
C:\Documents and Settings\PPE>ping 172.17.2.46
```

```
Pinging 172.17.2.46 with 32 bytes of data:
```

```
Request timed out.
```

```
Request timed out.
```

```
Request timed out.
```

```
Request timed out.
```

```
Ping statistics for 172.17.2.46:
```

```
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100%  
    loss).
```

8. Berdasarkan hasil test di atas, dapat dilihat bahwa NAT telah aktif. Hal ini dikarenakan, ketika melakukan ping dari privat ke publik ada respon dan sebaliknya dari publik ke privat menjadi RTO. Sebagai bukti bahwa ip publik tidak dapat mengenali ip privat dikarenakan alamat tujuannya tidak ada dalam tabel *routing*.

### 5.3. DNS Server

Agar server SIP dapat diakses dan dikenali oleh pengguna pada jaringan VoIP, maka memerlukan DNS server. DNS server dengan SIP server diletakkan pada IP address yang sama, karena keterbatasan *resource* komputer yang tidak begitu berpengaruh kepada performansi dari kedua *server* tersebut.

Konfigurasi DNS servernya sama dengan konfigurasi DNS server pada umumnya, tetapi terdapat penambahan *SRV record* yang merupakan data informasi khusus DNS pada *service* yang ada seperti SIP dan XMPP yang membutuhkan dukungan *SRV* dari klien. Adapun langkah-langkah konfigurasi DNS server sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan konfigurasi, dicek terlebih dahulu paket *bind9* untuk manajemen DNS.

```
root@serbuntu:/# dpkg -l | grep bind9
```

2. Jika belum terinstall, menginstall melalui repository *apt-get* milik debian.

```
root@serbuntu:/# apt-get install bind9
```

3. Setelah terinstall, mengedit file */etc/resolv.conf*.

```
root@serbuntu:/# mcedit /etc/resolv.conf
```

```
domain soi.ub
search soi.ub
nameserver 10.100.0.45
```

4. Menambahkan perintah berikut pada file /etc/bind/named.conf

```
root@serbuntu:/# mcedit /etc/bind/named.conf
```

```
zone "soi.ub" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.soi.ub";
};
zone "0.100.10.in-addr.arpa" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.10.100.0"; };
```

5. Membuat dan mengisi pada file /etc/bind/db.soi.ub

```
root@serbuntu:/# cat /etc/bind/db.soi.ub
```

```
$TTL 86400
@      IN      SOA    soi.ub.      root.soi.ub.  (
                20090331 ;Serial
                604800  ;Refresh
                86400   ;Retry
                2419200 ;Expire
                604800) ; Negative Cache TTL
;
@      IN      NS     ns.soi.ub.
@      IN      A      10.100.0.45
;;SRV
;SIP
_sip._udp.soi.ub. 43200 IN      SRV    0 0 5060
serbuntu.soi.ub.
_sip._tcp.soi.ub. 43200 IN      SRV    0 0 5060
serbuntu.soi.ub.
_sips._tcp.soi.ub. 43200 IN      SRV    0 0 5061
serbuntu.soi.ub.
```

6. Membuat dan mengisi pada file /etc/bind/db.10.100.0

```
root@serbuntu:/# cat /etc/bind/db.10.100.0
```

```
$TTL 86400
@      IN      SOA      soi.ub.      root.soi.ub.      (
                          20090331      ;Serial
                          604800      ;Refresh
                          86400      ;Retry
                          2419200     ;Expire
                          604800 )    ; Negative Cache TTL
;
      IN      NS      ns.soi.ub.
45     IN      PTR     serbuntu.soi.ub.
```

7. Melakukan *restart service* DNS.

```
root@serbuntu:/# /etc/init.d/bind9 restart
```

```
*Stopping      domain      name      service...      bind9
[ OK ]
*Starting      domain      name      service...      bind9
[ OK ]
```

8. Melakukan perintah ping untuk mengecek koneksi ke DNS *server* dan dig untuk melakukan *query* ke DNS *server*.

```
root@serbuntu:/# ping -c4 soi.ub
```

```
PING soi.net (10.100.0.45) 56(84) bytes of data.
64 bytes from serbuntu.soi.ub (10.100.0.45):
icmp_seq=1 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from serbuntu.soi.ub (10.100.0.45):
icmp_seq=2 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from serbuntu.soi.ub (10.100.0.45):
icmp_seq=3 ttl=64 time=0.023 ms
64 bytes from serbuntu.soi.ub (10.100.0.45):
icmp_seq=4 ttl=64 time=0.019 ms

--- soi.ub ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss,
```

```
time 2997ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.019/0.021/0.023/0.004 ms
```

```
root@serbuntu:/# dig soi.ub
```

```
; <<>> DiG 9.5.0-P2 <<>> soi.ub
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id:
27619
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY:
1, ADDITIONAL: 0

;; QUESTION SECTION:
soi.ub.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
soi.ub.                86400 IN    A      10.100.0.45

;; AUTHORITY SECTION:
soi.ub.                86400 IN    NS     ns.soi.ub.

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 10.100.0.45#53(10.100.0.45)
;; WHEN: Fri Apr 3 01:48:36 2009
;; MSG SIZE rcvd: 58
```

9. Memeriksa SRV *record* pada DNS *server*.

```
root@serbuntu:/# dig SRV _sip._tcp.soi.ub
```

```
; <<>> DiG 9.5.0-P2 <<>> SRV _sip._tcp.soi.ub
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id:
51989
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY:
1, ADDITIONAL: 0

;; QUESTION SECTION:
```

```

;_sip._tcp.soi.ub.          IN      SRV
;
;; ANSWER SECTION:
_sip._tcp.soi.ub.         43200 IN      SRV    0      0      5060
serbuntu.soi.ub.
;
;; AUTHORITY SECTION:
soi.ub.                   86400 IN      NS     ns.soi.ub.
;
;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 10.100.0.45#53(10.100.0.45)
;; WHEN: Fri Apr  3 01:51:23 2009
;; MSG SIZE rcvd: 88

```

#### 5.4. SER (SIP Express Router)

Langkah selanjutnya adalah dengan menginstall paket *SIP Express Router* (SER) pada Linux Ubuntu 8.10. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa SER ini berfungsi sebagai *registrar*, *proxy*, atau *redirect server* pada aplikasi SIP. Paket ini sudah dapat diinstall dari perintah `apt-get` yang merupakan salah satu tools pada Ubuntu untuk menginstall paket.

Package-package yang dibutuhkan untuk pendukung SER adalah:

- *bison* untuk parser generator bahasa C → `apt-get install bison`
- *flex* untuk analyzer generator → `apt-get install flex`
- *gcc* untuk compiler bahasa C → `apt-get install gcc`
- *libmysqlclient-dev* untuk *development database* MySQL → `apt-get install libmysqlclient15-dev`
- *libexpat1-dev* untuk *development XML* untuk *library* bahasa C → `apt-get install libexpat1-dev`
- *libxml2-dev* untuk *development modul PERL* untuk XML files → `apt-get install libxml2-dev`
- *sed* untuk stream editor → `apt-get install sed`

Instalasi utama package SER adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan *install* terlebih dahulu paket-paket SER berikut dengan perintah `apt-get`, maka akan muncul *service* SER yang telah aktif:

```
root@serbuntu:/# apt-get install ser
```

```
root@serbuntu:/# ser
```

Listening on

```
udp: 10.100.0.45 [10.100.0.45]:5060
```

```
tcp: 10.100.0.45 [10.100.0.45]:5060
```

Aliases:

```
tcp: soi.ub:5060
```

```
udp: soi.ub:5060
```

Untuk merestart *service* SER

```
root@serbuntu:/#/etc/init.d/ser restart
```

Untuk memberhentikan *service* SER

```
root@serbuntu:/#/etc/init.d/ser stop
```

Dan untuk mengaktifkan *service* SER kembali.

```
root@serbuntu:/#/etc/init.d/ser start
```

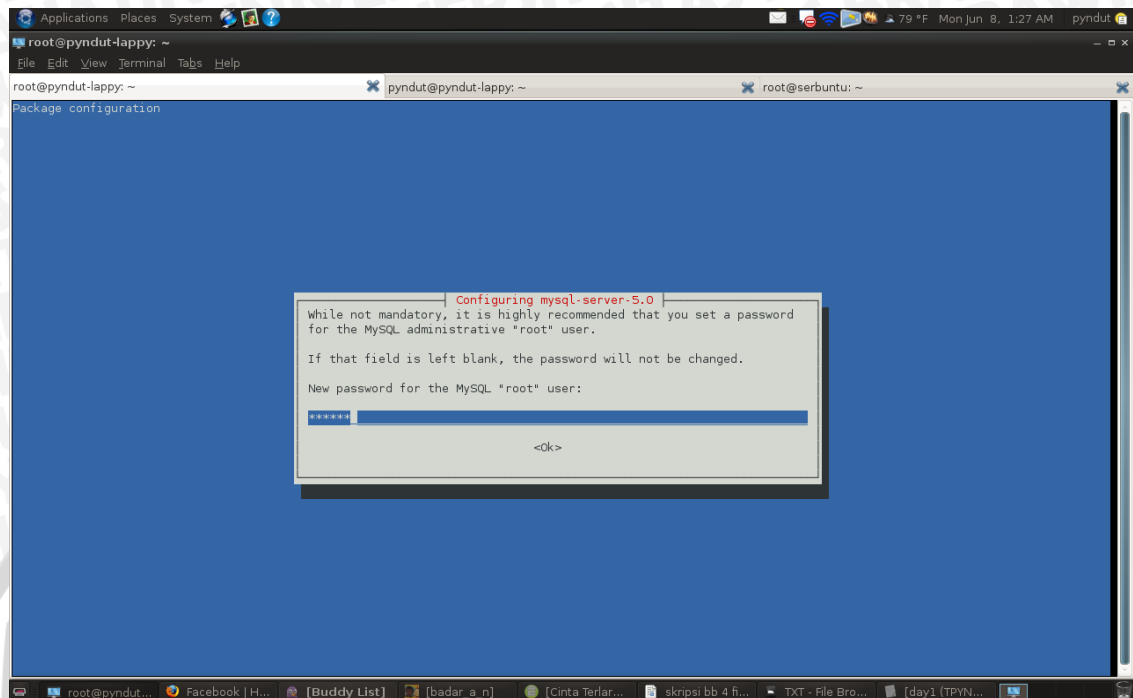
b. Kemudian menginstall *module* mysql untuk SER.

```
root@serbuntu:/# apt-get install ser-mysql-module
```

```
root@serbuntu:/# apt-get install mysql-server
```

Akan muncul *dialog box* seperti di bawah ini:





**Gambar 5.1.** Tampilan awal MySQL server

Sumber: Implementasi

Kemudian mengisi *password* yang tertera di tampilan MySQL.

- c. Menambahkan variabel SIP\_DOMAIN untuk mengenali domain.

```
root@serbuntu:/# export SIP_DOMAIN="soi.ub"
```

```
root@serbuntu:/# mcedit /etc/profile
```

```
export SIP_DOMAIN="soi.ub"
```

- d. Membuat *database* SER dengan menggunakan *script* MySQL.

```
root@serbuntu:/# /usr/sbin/ser_mysql.sh create
```

```
mysql password for root:
creating database ser ...
```

- e. Mengisi *database* SER yang telah dibuat dan mengatur *user* di dalam *database* SER dengan *serctl*. Terlebih dahulu membuat dan mengecek PID ser.

```
root@serbuntu:/# /usr/sbin/serctl start
```

```
Starting SER : started pid(5923)
```

```
root@serbuntu:/# ps -ef | grep ser
```

```
root 5923 1 0 20:46 ? 00:00:00 /usr/sbin/ser -P
/var/run/ser.pid
```

- f. Menambahkan *user account* ke dalam *database* yang digunakan untuk mendapatkan registrasi *user* pada *SIP server* dengan menggunakan perintah `serctl add [username] [password] [email]`. Memasukkan *password* heslo sebagai *default password* untuk *SER database*.

```
root@serbuntu-soi:/# serctl add dhany dhany
dhany@soi.ub
```

```
MySQL password:
new user added
new user into uri table added
```

Dalam registrasi *user* pada *client* ini, pemberian *username* disesuaikan dengan ip publik atau ip privat. Jika berada pada ip publik, maka disetting sebagai nama dan jika berada pada ip privat, maka disetting sebagai nomor. Berikut daftar *username* dan *password* di masing-masing *client* sesuai tabel di bawah ini.

**Tabel 5.1.** Database client

IP	Status	Username	Password
10.100.0.46	Publik	dyna	dyna
10.100.0.47	Publik	dhany	dhany
172.17.2.46	Privat	1919	1919
172.17.2.47	Privat	2929	2929

**Sumber:** Implementasi

- g. Untuk melihat hasil pengisian database SER, login terlebih dahulu dengan

MySQL *account*. Memasukkan *password* pada saat install MySQL *server* sebelumnya.

```
root@serbuntu-soi:/# mysql -u root -p
```

```
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 75
Server version: 5.0.67-0ubuntu6 (Ubuntu)

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> show databases;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| ser |
| ser_bak |
+-----+
4 rows in set (0.00 sec)
mysql> use ser;
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
mysql> show tables;
+-----+
| Tables_in_ser |
+-----+
| acc |
| active_sessions |
| admin_privileges |
| aliases |
| calls_forwarding |
| config |
| domain |
| event |
| grp |
| location |
| missed_calls |
| pending |
| phonebook |
| preferences_types |
| reserved |
| server_monitoring |
| server_monitoring_agg |
| silo |
| speed_dial |
| subscriber |
| trusted |
| uri |
| usr_preferences |
| version |
+-----+
24 rows in set (0.00 sec)
mysql> select * from subscriber;
+-----+
+-----+
+-----+
```

```

+-----+
| phplib_id          | username | domain | password | first_name | last_name |
| phone | email_address | datetime_created | datetime_modified | confirmation |
| flag | sendnotification | greeting | ha1 | ha1b |
| allow_find | timezone | rpid | domn | uuid |
+-----+
+-----+
| e75c6291e1e66181d21a0317884eed91 | admin | soi.ub | heslo | Initial | Admin |
123 | root@localhost | 2002-09-04 19:37:45 | 0000-00-00 00:00:00 |
57DaSIPuCM52UNe54LF545750cfdL480MZfom53 | o | | | |
689ae9ccb6c017b8e3f1655ec8bfa65d | 2a210e41601543a6bec0dd74fb18bd0e | 0 | NULL |
| NULL | NULL | NULL | | | |
| 5d1747f263797f87cf768b2ab753dac2 | dhany | soi.ub | dhany | | |
| dhany@soi.ub | 2009-10-20 19:50:02 | 0000-00-00 00:00:00 |
| o | | | 5d1747f263797f87cf768b2ab753dac2 |
ba53e9e96222bf5cef15d8f4f55dadbdf | 0 | NULL | NULL | NULL | NULL |
| 5e50c4985e935130b41987a739b8ed38 | dyna | soi.ub | dyna | | |
| dyna@soi.ub | 2009-10-20 19:50:54 | 0000-00-00 00:00:00 |
| o | | | 5e50c4985e935130b41987a739b8ed38 |
f1e5fd8e6df65ae79c9b8dfcfa8b6da7 | 0 | NULL | NULL | NULL | NULL |
| 4aff7e0dad848306415544cce972b587 | 1919 | soi.ub | 1919 | | |
| iwan@soi.ub | 2009-10-20 19:51:33 | 0000-00-00 00:00:00 |
| o | | |
| 4aff7e0dad848306415544cce972b587 | 7b3b4fc0a47fa885df8a5a891d5369fe | 0
| NULL | NULL | NULL | NULL | | |
| 1f8b5fa099088a1af7763a124de07623 | 2929 | soi.ub | 2929 | | |
| danu@soi.ub | 2009-10-20 19:51:53 | 0000-00-00 00:00:00 |
| o | | | 1f8b5fa099088a1af7763a124de07623 |
bcd469de873241920309d22503927c73 | 0 | NULL | NULL | NULL | NULL |
+-----+
+-----+
5 rows in set (0.00 sec)

```

- h. Untuk mengatur *user* dan memantau kondisi *server* dengan menggunakan beberapa perintah *serctl* selain *serctl add* yang di atas.
- *Serctl ps* (untuk melihat proses yang berjalan pada *server* dengan *port* 5060).

```
root@serbuntu:/# serctl ps
```

```

0      14687  attendant
1      14689  fifo server
2      14690  receiver child=0 sock= 127.0.0.1:5060
3      14692  receiver child=1 sock= 127.0.0.1:5060
4      14694  receiver child=2 sock= 127.0.0.1:5060
5      14699  receiver child=3 sock= 127.0.0.1:5060
6      14702  receiver child=0 sock= 10.100.0.45:5060
7      14705  receiver child=1 sock= 10.100.0.45:5060
8      14707  receiver child=2 sock= 10.100.0.45:5060
9      14710  receiver child=3 sock= 10.100.0.45:5060

```

10	14713	timer
11	14715	tcp receiver
12	14718	tcp receiver
13	14720	tcp receiver
14	14723	tcp receiver
15	14725	tcp main process

### 5.5. *Mediaproxy*

Setelah *software SIP Express Router* telah terinstall, maka langkah selanjutnya adalah melakukan instalasi *mediaproxy* untuk dapat menembus NAT. Instalasi *mediaproxy* ditambahkan ketika melakukan pengujian yang melewati NAT. Juga ketika pengujian yang melewati NAT tanpa *mediaproxy*, maka *mediaproxy* dinonaktifkan. Pada implementasi di bawah ini adalah konfigurasi ketika menggunakan *mediaproxy*.

- a. Melakukan *download* dan ekstrak file *mediaproxy* versi 1.7.2.

```
root@serbuntu:~/#wget
ftp://ftp.swin.edu.au/freebsd/ports/distfiles/me
diaproxy-1.7.2.tar.gz
```

```
root@serbuntu:~/#tar xvfz mediaproxy-1.7.2.tar.gz -C
/usr/local
```

- b. Menambahkan *package python* pada versi ini.

```
root@serbuntu:~/#apt-get install python python-mysqldb
```

- c. Melakukan konfigurasi pada *mediaproxy.ini.sample* untuk diubah menjadi *mediaproxy.ini* dan mengubah *setting* sesuai yang dibutuhkan.

```
root@serbuntu:~/#mv
/usr/local/mediaproxy/mediaproxy.ini.sample /usr/
local/mediaproxy/mediaproxy.ini
```

```
root@serbuntu:~/#mcedit
/usr/local/mediaproxy/mediaproxy.ini
```

```
[Dispatcher]
start = yes
```

```

socket = /var/run/proxydispatcher.sock
group = opener
defaultProxy = /var/run/mediaproxy.sock

```

```

[MediaProxy]
start = yes
socket = /var/run/mediaproxy.sock
group = opener
listen = 10.100.0.45
allow = 10.100.0.45
proxyIP = 10.100.0.45
portRange = 60000:65000
;TOS = 0xb8
;idleTimeout = 60
;holdTimeout = 3600
;forceClose = 0

```

```

[Accounting]
dbaccounting = off

```

```

[Database]
user = dbuser
password = dbpass
host = dbhost
database = radius
table = radacct

```

- d. Melakukan setting pada *booting* proses *mediaproxy* pada *platform* Debian, karena *server* ini menggunakan Ubuntu.

```

root@serbuntu:/#cp
/usr/local/mediaproxy/boot/mediaproxy.debian
/etc/init.d/mediaproxy

```

- e. Menjalankan proses *mediaproxy* agar *module mediaproxy* dapat dikompilasi.

```

root@serbuntu:/#/etc/init.d/mediaproxy start

```

- f. Melihat file *log* untuk melihat bahwa *mediaproxy* sudah berhasil dijalankan.

```
root@serbuntu:/#cat /var/log/syslog
```

## 5.6 X-lite

X-lite digunakan sebagai *software* dalam pengujian komunikasi VoIP berbasis SIP ini. Bertujuan untuk mengetahui hasil komunikasi VoIP ketika melewati NAT dan tidak melewati NAT. Selain itu digunakan untuk membandingkan dasar teori dengan hasil pengujian yang telah didapatkan.

Pada tahap ini melakukan instalasi *X-lite* terlebih dahulu dan melakukan konfigurasi pada software *X-lite*. *X-lite* ini diinstal pada Sistem Operasi Windows pada tiap-tiap user agent.

a. Tampilan awal pada *X-lite* dengan menu utama dan panel utama.



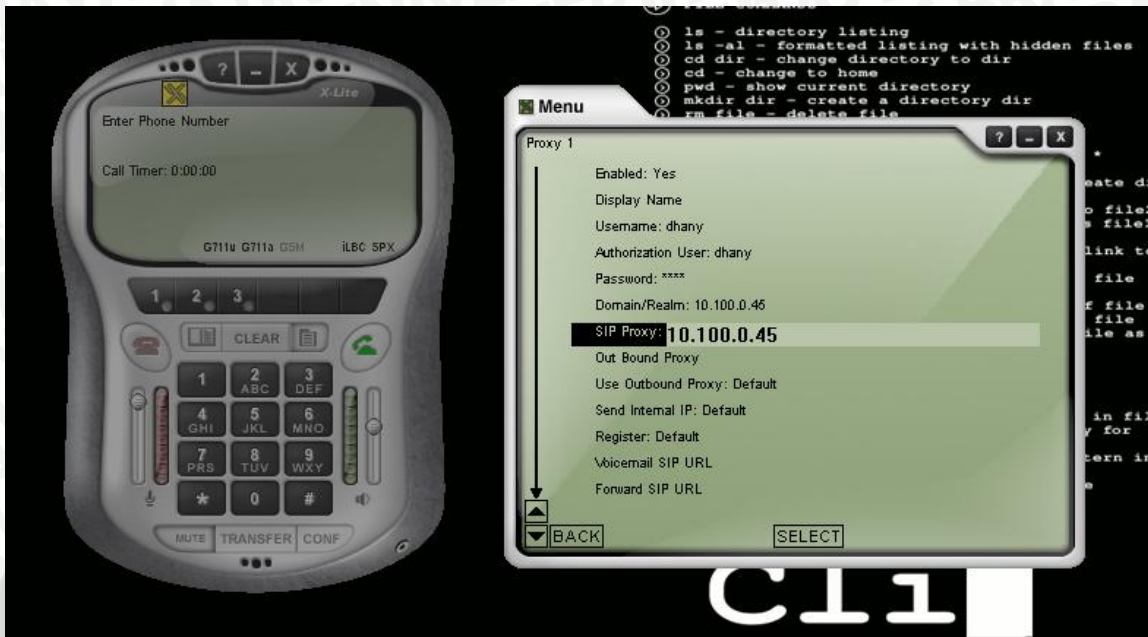
Gambar 5.2. Tampilan Awal X-lite

Sumber: Implementasi

b. Melakukan setting pada tiap-tiap *user agent* pada *X-lite* seperti yang telah dibuat pada bab perancangan. Pada menu bar klik *System Settings* → *SIP Proxy* → *Proxy 1*. Pada agent ini disetting pada salah satu ip publik (10.100.0.47). Melakukan pengisian atau registrasi *username* dan *password* yang sesuai dengan

repository.ub.ac.id

database pada SIP server.



Gambar 5.3. Setting X-lite di IP 10.100.0.46

Sumber: Implementasi

Pada menu proxy 1 di atas diisi dengan:

Username: dhany

Authentication User: dhany

Password: \*\*\*\*\*

Domain/Realm: 10.100.0.45

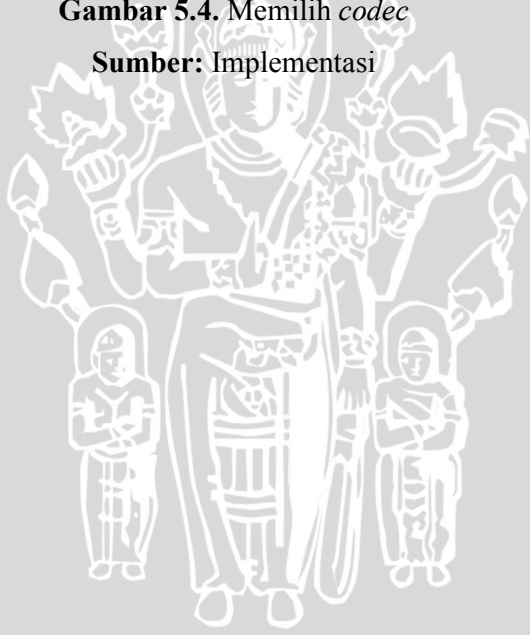
SIP Proxy: 10.100.0.45

- c. Melakukan setting *codec* dengan menggunakan G.711 a-law dan u-law karena memerlukan *bandwidth* sebesar 64 Kbps untuk *audio* dengan memilihnya pada *login* menu.





Gambar 5.4. Memilih codec  
Sumber: Implementasi



## BAB VI

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Sistem Komunikasi VoIP berbasis SIP ini telah diimplementasikan pada bab 5, akan diuji dan dianalisis pada bab ini. Pengujian dan analisis sistem perlu dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan telah bekerja sesuai dengan tujuan sistem. Pengujian dan analisis dilakukan secara bertahap sesuai urutan permasalahan yang terdapat pada bagian rumusan masalah.

Secara umum tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah suara atau *voice* ketika melewati NAT dapat terjadi komunikasi dua arah (*full duplex*) dibandingkan tanpa menggunakan *mediaproxy*. Setelah pengujian, maka performansi *voice* atau biasa disebut QoS ketika melewati NAT dengan atau tanpa *mediaproxy* dapat diketahui dengan menganalisis hasilnya. Parameter analisis ini adalah dengan menghitung *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Analisis ini akan dibandingkan dengan menggunakan metode *mediaproxy* dan tanpa menggunakan metode *mediaproxy* ketika menembus NAT. Pengujian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahap pengambilan data pada masing-masing parameter performansi *voice*. Pengujian ini meliputi:

1. Pengujian dan analisis VoIP tanpa menggunakan *mediaproxy*.
2. Pengujian dan analisis VoIP dengan menggunakan *mediaproxy*.

#### 6.1. Pengujian dan Analisis VoIP tanpa Menggunakan *Mediaproxy*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode *mediaproxy* ketika dalam jaringan lokal atau tanpa melewati NAT dan ketika melewati NAT pada VoIP dengan berbasiskan SIP. Kemudian dapat diketahui hasil performansi dari pengujian ini. Pengujian ini dilakukan dengan 4 tahap pengujian, yaitu :

1. Panggilan tanpa melewati NAT atau dari ip publik ke ip publik.
2. Panggilan dengan melewati NAT atau dari ip privat ke ip publik.
3. Data hasil pengujian performansi QoS tanpa *mediaproxy*.
4. Kesimpulan hasil pengujian.

### 6.1.1. Panggilan tanpa Melewati NAT atau dari IP Publik ke IP Publik

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan panggilan dari ip publik ke ip publik yaitu dari ip publik 10.100.0.47/24 dengan *username* dhany ke ip publik 10.100.0.46/24 dengan *username* dyna. Jika memakai URI dapat diartikan menelepon dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45.

#### 6.1.1.1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah panggilan VoIP ketika tanpa melewati NAT dan tanpa *mediaproxy* atau dari ip publik ke ip publik dapat berjalan dengan baik secara dua arah dan untuk mengetahui performansi QoS pada tiap parameternya.

#### 6.1.1.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. Membuka *softphone X-lite* pada masing-masing *client* untuk melakukan panggilan dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45 yang sudah registrasi ke *server*.
2. Membuka *wireshark* untuk *capturing* paket dan untuk menganalisis hasil dari performansi VoIP pada pengujian ini.
3. Membuka terminal pada server untuk melihat jalannya proses komunikasi dengan menggunakan *ngrep* pada SIP.
4. Melakukan panggilan dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45 yang bersamaan juga menjalankan *wireshark* dan *ngrep* yang sudah dibuka sebelumnya. Dalam hal ini, saya meminta bantuan dari teman-teman saya untuk menjalankannya secara bersamaan.
5. Panggilan ini dilakukan dengan range antara 10 hingga 15 detik ketika terjadi komunikasi.
6. Pada saat selesai dari range waktu di atas, beberapa saat kemudian *ngrep* dan *wireshark* juga diberhentikan prosesnya.
7. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan langkah yang sama seperti nomor 1-4 di atas untuk mendapatkan nilai rata-rata dari masing-masing parameter performansi QoS. Dalam hal ini mengambil protokol RTP untuk

*media voice streaming* dan protokol SIP untuk media pembentuk sinyalnya yang diambil dari *wireshark*.

### 6.1.1.3. Hasil Pengujian

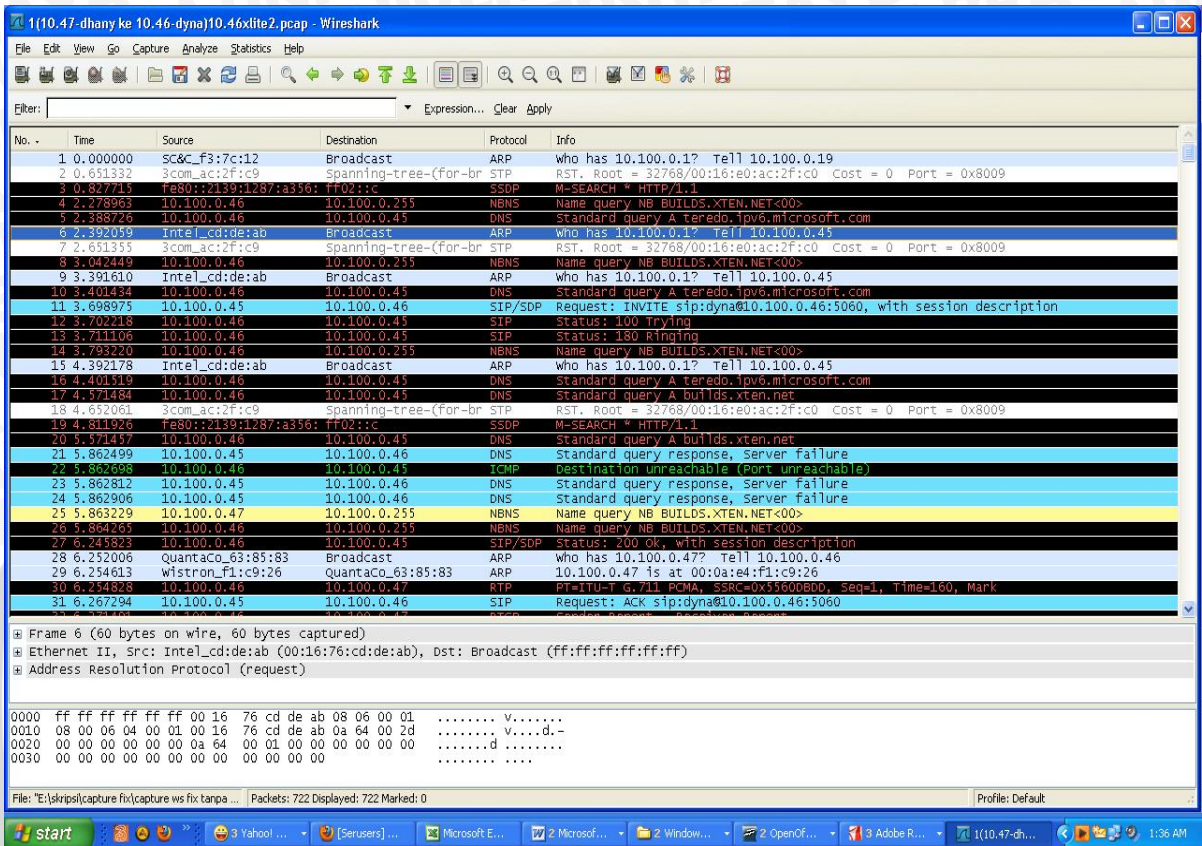
Hasil yang diberikan berupa *capturing* paket SIP untuk melihat proses jalannya komunikasi. Berikut tampilan X-lite dari kedua *username* yang telah registrasi pada *server* yang sudah terkoneksi untuk memulai komunikasi VoIP pada pengujian tanpa melewati NAT dan tanpa *mediaproxy*.



**Gambar 6.1.** X-lite ketika komunikasi telah berjalan dari dhany ke dyna tanpa *mediaproxy*

**Sumber:** Pengujian

Tampilan *wireshark* pada salah satu *client* dan *ngrep* pada server.



**Gambar 6.2.** Tampilan *wireshark* dhany ke dyna tanpa *mediaproxy*

**Sumber: Pengujian**

Hasil capturing packet melalui *ngrep* di server.

```

root@serbuntu:~/ngrep -q
interface: eth0 (10.100.0.0/255.255.255.0)
U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060

  INVITE sip:dyna@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rpor
  t;branch=z9hG4bKd5B77A14E36A42FCAFD372B0CFF7330E..From:
dhany <sip:dhany@1
.100.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Contact: <sip:dhany@1
0.100.0.47:5060>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47
  ..CSeq: 57587 INVITE..Max-Forwards: 70..Content-Type:
application/sdp..User
-Agent: X-Lite release 1103m..Content-Length:
292....v=0..o=dhany 24835515
24835531 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.47..t=0 0..m=audio
8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101..a=rtpmap:0

```

```
pcmu/8000..a=rtpmap:8 pcma/8000..
a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97
speex/8000..a=rtpma
p:101 telephone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required..Via:
SIP/2.0/UDP 10.100.0.47:506

0;rport=5060;branch=z9hG4bKD5B77A14E36A42FCAFD372B0CFF7330E.
.From: dhany <s
ip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=1f6568b
f7a84b506609b7d0803b135dc.dec7..Call-ID: DDF26235-3E19-
41E3-BA74-BB03C83571
1D@10.100.0.47..CSeq: 57587 INVITE..Proxy-Authenticate:
Digest realm="soi.u
b",
nonce="4b1fb1b28f5ed860530c8dbf7fade0649d95a245"..Server:
Sip Express r
outer (0.9.6 (i386/linux))..Content-Length: 0..Warning:
392 10.100.0.45:506
0 "Noisy feedback tells: pid=6694 req_src_ip=10.100.0.47
req_src_port=5060
in_uri=sip:dyna@10.100.0.45 out_uri=sip:dyna@10.100.0.45
via_cnt==1"....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
ACK sip:dyna@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport;b
ranch=z9hG4bKD5B77A14E36A42FCAFD372B0CFF7330E..From: dhany
<sip:dhany@10.10
0.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7
d0803b135dc.dec7..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: DDF26235-
3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 57587
ACK..Max-Forwards: 70.
.Content-Length: 0....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
INVITE sip:dyna@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rpor
t;branch=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C..From:
dhany <sip:dhany@10
.100.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Contact: <sip:dhany@1
0.100.0.47:5060>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47
..CSeq: 57588 INVITE..Proxy-Authorization: Digest
username="dhany",realm="s
oi.ub",nonce="4b1fb1b28f5ed860530c8dbf7fade0649d95a245",resp
onse="73ab27ae7
ff0004fe79d50894e1269ae",uri="sip:dyna@10.100.0.45"..Max-
Forwards: 70..Cont
ent-Type: application/sdp..User-Agent: X-Lite release
1103m..Content-Length
: 292....v=0..o=dhany 24835515 24835531 IN IP4
```

```
10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN
IP4 10.100.0.47..t=0 0..m=audio 8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97
101..a=rtpmap:0 pc
mu/8000..a=rtpmap:8 pcma/8000..a=rtpmap:3
gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8000..
a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:101 0-15.
.
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 100 trying -- your call is important to us..Via:
SIP/2.0/UDP 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1
827263B88C..From:
dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 57588 INVIT
E..Server: Sip EXpress router (0.9.6
(i386/linux))..Content-Length: 0..Warn
ing: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6699
req_src_ip=10.100.0.47 req_src_port=5060 in_uri=sip:dyna@10.100.0.45
out_uri=sip:dyna@10.100.0.46:5060 via_cnt==1"....
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.46:5060
INVITE sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=
z9hG4bK32bb.442cdfa2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch
=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..To: <sip:dyna@10.100.0.45>..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq:
57588 INVITE..Max-Forwards: 16..Content-Type:
application/sdp..User-Agent:
X-Lite release 1103m..Content-Length: 292....v=0..o=dhany
24835515 24835531
IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.47..t=0
0..m=audio 8000 RT
P/AVP 0 8 3 98 97 101..a=rtpmap:0 pcmu/8000..a=rtpmap:8
pcma/8000..a=rtpmap:
:3 gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97
speex/8000..a=rtpmap:101 te
lephone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..
U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 100 Trying..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdfa
2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FD
A4650A05FC1827263B88C..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..T
o: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..Contact:
```

```

<sip:dyna@10.100.0.46:506
0>..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>..
.Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 57588 INV
ITE..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdf
a2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633F
DA4650A05FC1827263B88C..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..Contact:
<sip:dyna@10.100.0.46:50
60>..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>
..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 57588 IN
VITE..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9
hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;
tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..Contact: <sip:dyna
@10.100.0.46:5060>..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=2
92348634;lr=on>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47.
.CSeq: 57588 INVITE..Server: X-Lite release
1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdfa2.0.
.Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FDA465
0A05FC1827263B88C..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..To: <
sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..Contact:
<sip:dyna@10.100.0.46:5060>..
Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>..Ca
l
l-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 57588 INVITE.
.Content-Type: application/sdp..Server: X-Lite release
1103m..Content-Lengt
h: 267....v=0..o=dyna 19427522 19430064 IN IP4
10.100.0.46..s=X-Lite..c=IN
IP4 10.100.0.46..t=0 0..m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97
101..a=rtpmap:8 pcma
/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98

```



```
iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..
a=rtpmap:101 telephone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK
B43596633FDA4650A05FC1827263B88C..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2
92348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..Contact:
<sip:dyna@10.1
00.0.46:5060>..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348
634;lr=on>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq
: 57588 INVITE..Content-Type: application/sdp..Server: X-
Lite release 1103m
..Content-Length: 267....v=0..o=dyna 19427522 19430064 IN
IP4 10.100.0.46..
s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.46..t=0 0..m=audio 8000
RTP/AVP 8 3 98 97 101..
a=rtpmap:8 pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:
97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
ACK sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rp
ort;branch=z9hG4bK95C6D7E5867942CFA48DBB5D3AF50101..From:
dhany <sip:dhany@
10.100.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..Conta
ct: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes
;ftag=292348634;lr=on>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.10
0.0.47..CSeq: 57588 ACK..Max-Forwards: 70..Content-Length:
0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.46:5060
ACK sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag=
292348634;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=0..Via: SIP/2.0/UDP 1
0.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK95C6D7E5867942CFA48
DBB5D3AF50101..
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..To:
<sip:dyna@10.100.0.4
5>;tag=694831156..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: DDF26235-
3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 57588
ACK..Max-Forwards: 16.
..Content-Length: 0....

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;r
```

```

port;branch=z9hG4bK442FA9B619434FB2B6A77DDA15F0482E..From:
<sip:dyna@10.100
.0.45>;tag=694831156..To: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..Cont
act: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>..Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes
;ftag=292348634;lr=on>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.10
0.0.47..CSeq: 40345 BYE..Max-Forwards: 70..User-Agent: X-
Lite release 1103m
..Content-Length: 0....

```

```

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag
=694831156;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK77af.e2b46783
.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK442FA9B61943
4FB2B6A77DDA15F0482E..From:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..To: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..Contact:
<sip:dyna@10.100.0.46:5060
>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 40345 B
YE..Max-Forwards: 16..User-Agent: X-Lite release
1103m..Content-Length: 0..
..

```

```

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK77af.e2b46783.0.
.Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK442FA9B619434FB
2B6A77DDA15F0482E..From:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156..To: dhany <s
ip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>.
.Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..CSeq: 40345 BYE
..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length: 0....

```

```

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.46:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK
442FA9B619434FB2B6A77DDA15F0482E..From:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=69483115
6..To: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634..Contact:
<sip:dhany@10.
100.0.47:5060>..Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-
BB03C835711D@10.100.0.47..
CSeq: 40345 BYE..Server: X-Lite release 1103m..Content-
Length: 0....

```

Dari hasil *ngrep* di atas dapat diketahui proses berjalannya komunikasi dari sip:dhany@10.100.0.45 (dhany) ke sip:dyna@10.100.0.45

(dyna). Pada saat pertama kali akan melakukan komunikasi, kedua *username* terlebih dahulu *log in*. User dhany melakukan *request* panggilan ke dyna yang melalui *server* terlebih dahulu pada *port* 5060 dengan pesan INVITE. Kemudian muncul pesan 407 yang menanyakan autentikasi dari SIP *proxy* atau SIP *server* untuk diteruskan ke dhany. Dhany mengirimkan pesan ACK untuk mengetahui apakah proses transmisi suara kepada dyna melalui *server* sudah diterima. Permintaan panggilan INVITE dari dhany telah diterima dyna dan dikirimkan kembali ke dhany melalui *server*. *Server* berusaha mengirimkan pesan 100 Trying untuk memulai komunikasi dan mulai untuk berdering dengan mengirimkan pesan 180 Ringing ke dhany. Dan akhirnya komunikasi terbentuk dengan mengirimkan pesan 200 OK. *User* dhany mengirimkan ACK kembali untuk mengkonfirmasi penerimaan pesan 200 OK ke *user* dyna melalui *server*. Media suara sudah dapat didengarkan oleh kedua *user* dalam bentuk RTP yang dapat dilihat di RTP stream analysis pada sub bab berikutnya. Ketika selesai menutup komunikasi, maka *user* dyna melalui *server* mengirimkan pesan BYE ke *user* dhany. Dan dikirimkan kembali ke *user* dyna bahwa komunikasi sudah selesai dengan pesan 200 OK.

### 6.1.2. Panggilan dengan Melewati NAT atau dari IP Privat ke IP Publik

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan panggilan dari ip privat ke ip publik yaitu dari ip privat 172.17.2.47/24 dengan *username* 2929 ke ip publik 10.100.0.47/24 dengan *username* dhany. Jika memakai URI dapat diartikan menelepon dari sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45

#### 6.1.2.1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah panggilan VoIP ketika melewati NAT dan tanpa *mediaproxy* atau dari ip publik ke ip publik dapat berjalan dengan baik secara dua arah dan untuk mengetahui performansi QoS pada tiap parameternya.

### 6.1.2.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. Membuka *softphone X-lite* pada masing-masing client untuk melakukan panggilan dari sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45 yang sudah registrasi ke server.
2. Membuka *wireshark* untuk *capturing* paket dan untuk menganalisis hasil dari performansi VoIP pada pengujian ini.
3. Membuka terminal pada *server* untuk melihat jalannya proses komunikasi dengan menggunakan *ngrep* pada SIP.
4. Melakukan panggilan dari sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45 yang bersamaan juga menjalankan *wireshark* dan *ngrep* yang sudah dibuka sebelumnya. Dalam hal ini, saya meminta bantuan dari teman-teman saya untuk menjalankannya secara bersamaan.
5. Panggilan ini dilakukan dengan range antara 10 hingga 15 detik ketika terjadi komunikasi.
6. Pada saat mencapai dari *range* waktu di atas, memutus panggilan pada X-lite atau dalam kondisi hang-up dan beberapa saat kemudian *ngrep* serta *wireshark* juga diberhentikan prosesnya.
7. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan langkah yang sama seperti nomor 1-4 di atas untuk mendapatkan nilai rata-rata dari masing-masing parameter performansi QoS. Dalam hal ini mengambil protokol RTP untuk *media voice streaming* dan protokol SIP untuk media pembentuk sinyalnya yang diambil dari *wireshark*.

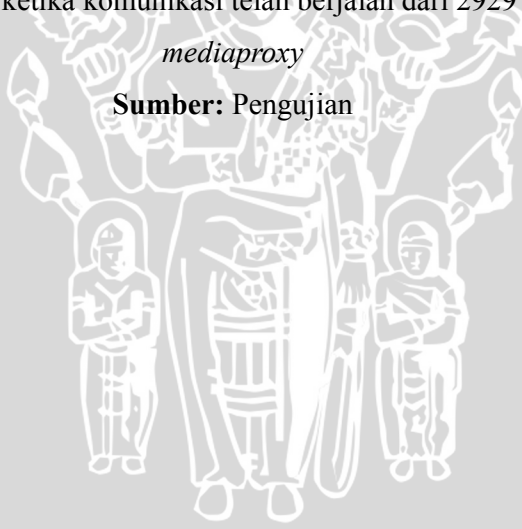
### 6.1.2.3. Hasil Pengujian

Hasil yang diberikan berupa *capturing* paket SIP untuk melihat proses jalannya komunikasi. Berikut tampilan X-lite dari kedua username yang telah registrasi pada *server* yang sudah terkoneksi untuk memulai komunikasi VoIP pada pengujian dengan melewati NAT dan tanpa *mediaproxy*.

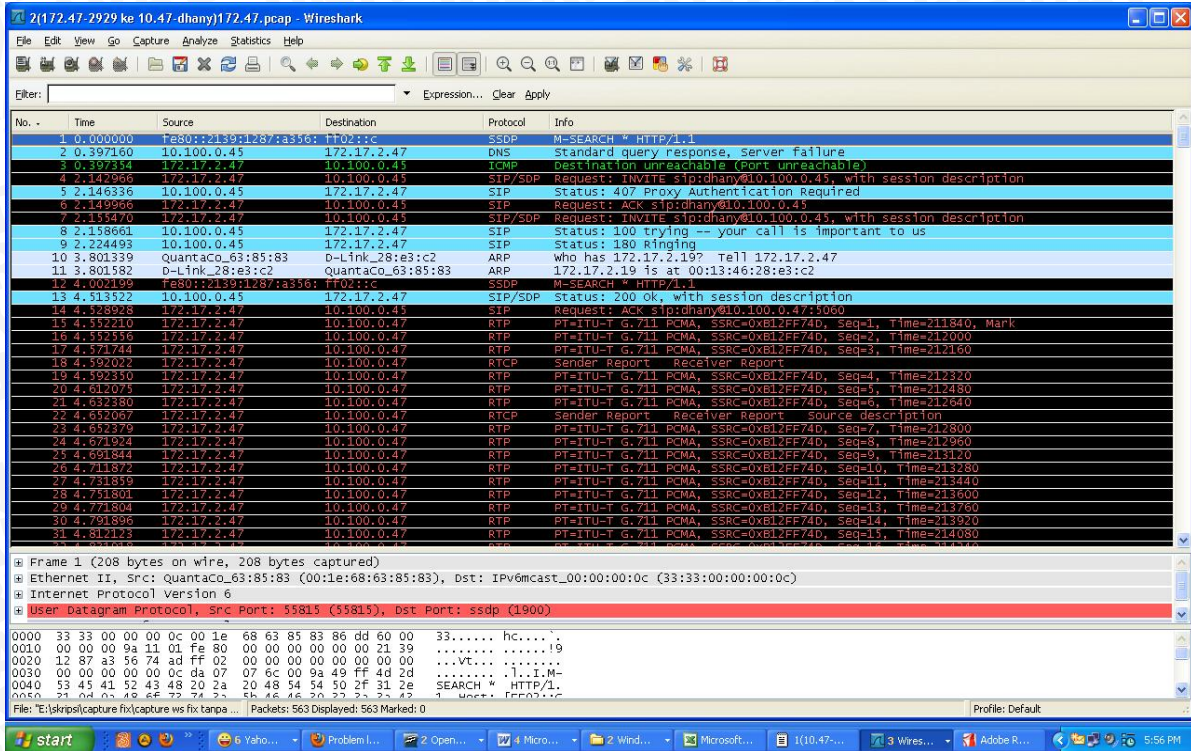


Gambar 6.3. X-lite ketika komunikasi telah berjalan dari 2929 ke dhany tanpa mediaproxy

Sumber: Pengujian



Tampilan wireshark pada salah satu client dan ngrep pada server.



Gambar 6.4. Tampilan wireshark 2929 ke dhany tanpa mediaproxy

Sumber: Pengujian

Hasil capturing packet melalui ngrep di server.

```

root@serbuntu:/# ngrep -q
interface: eth0 (10.100.0.0/255.255.255.0)
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
  INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;rpo
  rt;branch=z9hG4bKd5D73C34F00B4748BB628A2A4A72F0BE..From:
  2929 <sip:2929@10.
  100.0.45>;tag=1194888398..To:
  <sip:dhany@10.100.0.45>..Contact: <sip:2929@1
  72.17.2.47:5060>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
  2DBA1d12C4A9@172.17.2.47
  ..CSeq: 56021 INVITE..Max-Forwards: 70..Content-Type:
  application/sdp..User
  -Agent: X-Lite release 1103m..Content-Length:
  267....v=0...o=2929 29301277 2
  9301308 IN IP4 172.17.2.47..s=X-Lite..c=IN IP4
  172.17.2.47..t=0 0..m=audio
  8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=rtpmap:8
  pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rt
  pmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101
  telephone-event/800
  
```

```
0..a=fmtp:101 0-15..
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
  SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required..Via:
  SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:506
0;rport=1025;branch=z9hG4bKD5D73C34F00B4748BB628A2A4A72F0BE;
received=10.100
  .0.19..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..To: <sip:dhany@10.
  100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b135dc.fe49..Call-
  ID: D8F0EFB2-5477
  -4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 56021
  INVITE..Proxy-Authenticate
    : Digest realm="soi.ub",
  nonce="4b1fd8443f5e7e25346bfe37c134f4628c5ebe23"..
  Server: Sip EXpress router (0.9.6 (i386/linux))..Content-
  Length: 0..Warning
    : 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6694
  req_src_ip=10.100.0
  .19 req_src_port=1025 in_uri=sip:dhany@10.100.0.45
  out_uri=sip:dhany@10.100
  .0.45 via_cnt==1"....
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
  ACK sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;rport;
  branch=z9hG4bKD5D73C34F00B4748BB628A2A4A72F0BE..From: 2929
<sip:2929@10.100
  .0.45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b
  7d0803b135dc.fe49..Contact:
<sip:2929@172.17.2.47:5060>..Call-ID: D8F0EFB2-
  5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 56021
  ACK..Max-Forwards: 70.
  .Content-Length: 0....
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
  INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;rpo
  rt;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772..From:
  2929 <sip:2929@10.
  100.0.45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>..Contact: <sip:2929@1
  72.17.2.47:5060>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
  2DBA1D12C4A9@172.17.2.47
  ..CSeq: 56022 INVITE..Proxy-Authorization: Digest
  username="2929",realm="so
  i.ub",nonce="4b1fd8443f5e7e25346bfe37c134f4628c5ebe23",respo
  nse="12d72bcde2
  10f71abb85a060a7d20b09",uri="sip:dhany@10.100.0.45"..Max-
  Forwards: 70..Cont
  ent-Type: application/sdp..User-Agent: X-Lite release
  1103m..Content-Length
    : 267....v=0...o=2929 29301277 29301308 IN IP4
  172.17.2.47..s=X-Lite..c=IN I
  P4 172.17.2.47..t=0 0..m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97
  101..a=rtpmap:8 pcma/
```

```
8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a
=rtpmap:101 telephone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 100 trying -- your call is important to us..Via:
SIP/2.0/UDP 172.17
.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27
FC617F0772;receiv
ed=10.100.0.19..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..To: <sip:
dhany@10.100.0.45>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.2.
47..CSeq: 56022 INVITE..Server: Sip EXpress router (0.9.6
(i386/linux))..Co
ntent-Length: 0..Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy
feedback tells: pid=
6691 req_src_ip=10.100.0.19 req_src_port=1025
in_uri=sip:dhany@10.100.0.45
out_uri=sip:dhany@10.100.0.47:5060 via_cnt==1"....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
INVITE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.
0.45:5060;nat=yes;ftag=1194888398;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;bran
ch=z9hG4bKc6b9.2e386737.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.10
0.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F
0772..From: 292
9 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>..Conta
ct: <sip:2929@10.100.0.19:1025>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-
4FBC-9AD7-2DBA1D12C
4A9@172.17.2.47..CSeq: 56022 INVITE..Max-Forwards:
16..Content-Type: applic
ation/sdp..User-Agent: X-Lite release 1103m..Content-
Length: 267....v=0..o=
2929 29301277 29301308 IN IP4 172.17.2.47..s=X-Lite..c=IN
IP4 172.17.2.47..
t=0 o..m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=rtpmap:8
pcma/8000..a=rtpmap:3
gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97
speex/8000..a=rtpmap:101 tele
phone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 100 Trying..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bKc6b9.2e38673
7.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;bran
ch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.4
5>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..Contact: <si
p:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=ye
s;ftag=1194888398;lr=on>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-
```



```
9AD7-2DBA1D12C4A9@172
.17.2.47..CSeq: 56022 INVITE..Server: X-Lite release
1103m..Content-Length:
0....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bKc6b9.2e3867
37.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;bra
nch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.
45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..Contact: <s
ip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=y
es;ftag=1194888398;lr=on>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-
9AD7-2DBA1D12C4A9@17
2.17.2.47..CSeq: 56022 INVITE..Server: X-Lite release
1103m..Content-Length
: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19
;rport=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772
..From: 2929 <sip
:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=38874551
56..Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.
0.45:5060;nat=yes;ftag=1194888398;lr=on>..Call-ID:
D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 56022 INVITE..Server: X-
Lite release 1103m.
.Content-Length: 0....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bKc6b9.2e386737.0.
.Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z
9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;t
ag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..Contact: <sip:dh
any@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ft
ag=1194888398;lr=on>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.
2.47..CSeq: 56022 INVITE..Content-Type:
application/sdp..Server: X-Lite rel
ease 1103m..Content-Length: 292....v=0..o=dhany 34709359
34712640 IN IP4 10
.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.47..t=0 0..m=audio
8000 RTP/AVP 8 0
3 98 97 101..a=rtpmap:0 pcmu/8000..a=rtpmap:8
pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/800
0..a=rtpmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97
```

```
speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-ev
ent/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rpor

t=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772..From:
2929 <sip:2929
@10.100.0.45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..C
ontact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:
5060;nat=yes;ftag=1194888398;lr=on>..Call-ID: D8F0EFB2-
5477-4FBC-9AD7-2DBA1
D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 56022 INVITE..Content-Type:
application/sdp..Ser
ver: X-Lite release 1103m..Content-Length:
292....v=0..o=dhany 34709359 347
12640 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.47..t=0 0..m=audio 80
00 RTP/AVP 8 0 3 98 97 101..a=rtpmap:0
pcmu/8000..a=rtpmap:8 pcma/8000..a=r
tpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97
speex/8000..a=rtpmap:1
01 telephone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
ACK sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;r
port;branch=z9hG4bKE0B201A5D37E42B3BF2AAF391187A727..From:
2929 <sip:2929@1
0.100.0.45>;tag=1194888398..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..Con
tact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>..Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=y
es;ftag=1194888398;lr=on>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-
9AD7-2DBA1D12C4A9@17
2.17.2.47..CSeq: 56022 ACK..Max-Forwards: 70..Content-
Length: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
ACK sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag
=1194888398;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG
4bKE0B201A5D37
E42B3BF2AAF391187A727..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..To
: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..Contact:
<sip:2929@172.17.2.47:50
60>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 56022
ACK..Max-Forwards: 16..Content-Length: 0....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
BYE sip:2929@10.100.0.19:1025 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
```

```

10.100.0.47:5060;rp
ort;branch=z9hG4bK04AB7155E5374CE98A15FB7F675918E6..From:
<sip:dhany@10.100
.0.45>;tag=3887455156..To: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..Cont
act: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=y
es;ftag=1194888398;lr=on>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-
9AD7-2DBA1D12C4A9@17
2.17.2.47..CSeq: 11220 BYE..Max-Forwards: 70..User-Agent:
X-Lite release 11
03m..Content-Length: 0....

```

```

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
BYE sip:2929@10.100.0.19:1025 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag=
3887455156;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK9a64.fff69973
0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK04AB7155E537
4CE98A15FB7F675918E6..From:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..To: 292
9 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:50
60>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 11220
BYE..Max-Forwards: 16..User-Agent: X-Lite release
1103m..Content-Length: 0
....

```

```

U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK9a64.fff69973.0.
.Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK04AB7155E5374CE
98A15FB7F675918E6..From:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156..To: 2929 <
sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..Contact:
<sip:2929@172.17.2.47:5060>.
.Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..CSeq: 11220 BYE
..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length: 0....

```

```

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK
04AB7155E5374CE98A15FB7F675918E6..From:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455
156..To: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398..Contact: <sip:2929@10.
100.0.19:1025>..Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-
2DBA1D12C4A9@172.17.2.47..
CSeq: 11220 BYE..Server: X-Lite release 1103m..Content-
Length: 0....

```

Dari hasil *ngrep* di atas dapat diketahui proses berjalannya komunikasi dari sip:2929@10.100.0.45 (2929) ke sip:dhany@10.100.0.45

(dhany). Pada saat pertama kali akan melakukan komunikasi, kedua *username* terlebih dahulu *log in*. User 2929 yang memakai ip privat melakukan *request* panggilan ke dhany yang berada pada ip publik melalui *server* terlebih dahulu menggunakan alamat NAT router 10.100.0.19 pada *port* 1025, karena sudah mengalami translasi IP dari *interface* yang berada pada range ip publik dengan pesan INVITE. Kemudian muncul pesan 407 yang menanyakan autentikasi dari SIP *proxy* atau SIP *server* untuk diteruskan ke 2929 melalui NAT *router*. 2929 melalui NAT *router* mengirimkan pesan ACK untuk mengetahui apakah proses transmisi suara kepada dhany melalui *server* sudah diterima. Permintaan panggilan INVITE dari 2929 melalui NAT *router* telah diterima dhany dan dikirimkan kembali ke 2929 melalui *server*. Server berusaha mengirimkan pesan 100 Trying untuk memulai komunikasi dan mulai untuk berdering dengan mengirimkan pesan 180 Ringing ke 2929 melalui NAT *router*. Dan akhirnya komunikasi terbentuk dengan mengirimkan pesan 200 OK. User 2929 melalui NAT *router* mengirimkan ACK kembali untuk mengkonfirmasi penerimaan pesan 200 OK ke *user* dhany melalui *server*. Media suara sudah dapat didengarkan oleh kedua *user* dalam bentuk RTP yang dapat dilihat di RTP *stream analysis* pada sub bab berikutnya. Ketika selesai menutup komunikasi, maka *user* dhany melalui *server* mengirimkan pesan BYE ke user 2929 melalui NAT *router*. Dan dikirimkan kembali ke *user* dhany bahwa komunikasi sudah selesai dengan pesan 200 OK.

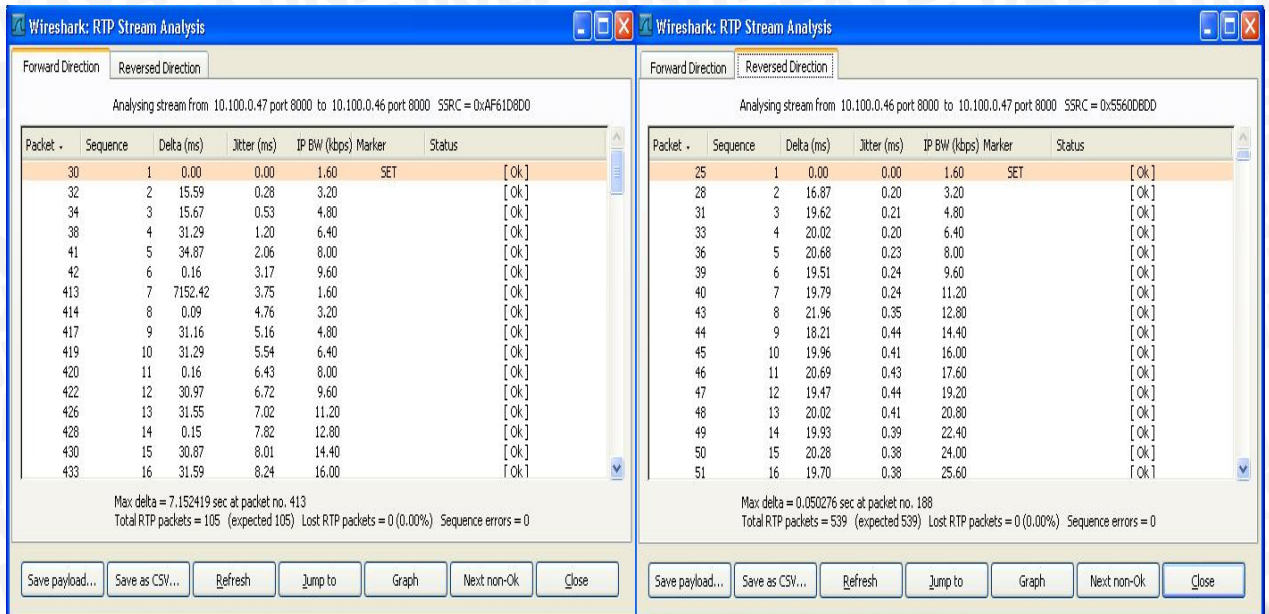
### 6.1.3. Data Hasil Pengujian RTP dan QoS

Data hasil pengujian ini diambil dengan cara menghitung rata-rata parameter QoS yang ada pada protokol RTP untuk melihat performansi dan melihat apakah terjalin komunikasi yang baik antara *user*.

#### 6.1.3.1. Hasil Komunikasi RTP

Data ini berdasarkan analisis *streaming wireshark* pada RTP. Caranya dengan memilih salah satu paket RTP pada *wireshark* → *Statistics* → *RTP* → *Stream analysis*. Pada gambar di bawah ini akan ditampilkan perbedaan *streaming*

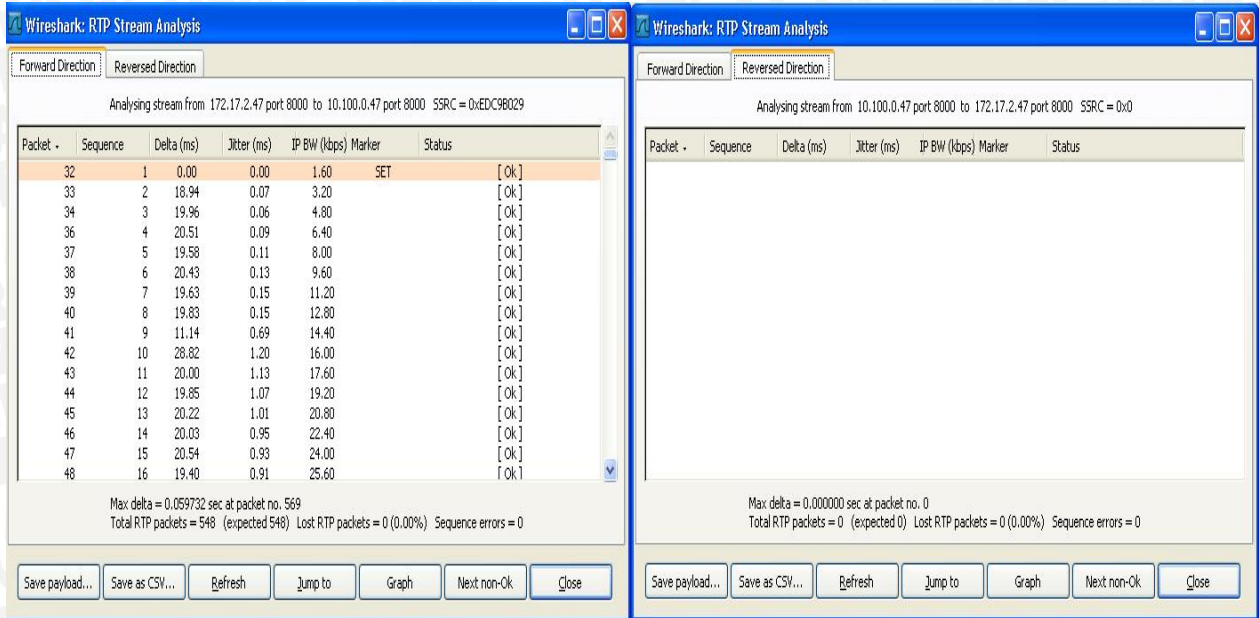
RTP ketika tanpa melalui NAT dan dengan melalui NAT tanpa *mediaproxy*.



**Gambar 6.5.** Capturing paket RTP dhany ke dyna tanpa *mediaproxy*

**Sumber:** Pengujian

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa terjadi komunikasi dua arah pada sisi *client* 10.100.0.46 dengan *port* 8000 ke 10.100.0.47 dengan *port* 8000 (*forward direction*) dan sebaliknya untuk yang *reversed direction*. Ketika sip:dhany@10.100.0.45 melakukan panggilan ke sip:dyna@10.100.0.45, maka sip:dyna@10.100.0.45 akan menerima suara dari sip:dhany@10.100.0.45 dan sebaliknya.



**Gambar 6.6.** Capturing paket RTP 2929 ke dhany tanpa *mediaproxy*  
**Sumber:** Pengujian

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa komunikasi hanya terjadi satu arah yaitu dari sip:2929@10.100.0.45 dengan port 8000 ke sip:dhany@10.100.0.45 untuk mengirimkan suara, sedangkan dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:2929@10.100.0.45 tidak bisa mengirim suara, hanya mendengar dari sip:2929@10.100.0.45. Pembuktian ini dapat dilihat pada gambar di atas yang menunjukkan bahwa pada *reversed direction* tidak terdapat paket RTP yang sedang *streaming*, yang ada hanya pada *forward direction*.

### 6.1.3.2. Parameter QoS

Dari hasil *capturing* paket RTP dapat diketahui QoS yang dihasilkan pada pengujian tanpa *mediaproxy* ini. Berikut parameter-parameter QoS yang dihasilkan dari perhitungan *wireshark*.

#### a. Delay

Standar *delay* untuk jaringan VoIP:

- *Good* (0ms-150ms)
- *Acceptable* (150ms-300ms)
- *Poor* (>300ms)

*Delay* yang dihitung adalah *delay end to end* yang merupakan penambahan dari *delay* pada tiap *client* yang berpengaruh pada kualitas suara yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Delay end to end} &= \text{Delay } 10.100.0.47 + \text{Delay } 10.100.0.46 \\ &= 21.99 \text{ ms} + 25.58 \text{ ms} \\ &= 47.57 \text{ ms} \end{aligned}$$

Dari data berdasarkan teori di atas akan diujikan pada jaringan VoIP dengan SIP ini. Berdasarkan analisis *streaming* dari protokol RTP didapatkan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian.

**Tabel 6.1.** Hasil analisis *delay end to end* tanpa *mediaproxy*

Pengujian ke -	Publik ke Publik (tanpa NAT)	Privat ke Publik (lewat NAT)
	sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45	sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45
1	21.99 + 25.58 = 47.57 ms	21.92 + 0 = -
2	21.93 + 18.87 = 40.80 ms	21.90 + 0 = -
3	21.95 + 19.69 = 41.64 ms	21.82 + 0 = -
4	20.04 + 20.38 = 40.42 ms	20.11 + 0 = -
5	19.27 + 20.75 = 40.02 ms	17.97 + 0 = -
Rata-rata	42.09 ms	-

Sumber: Pengujian

**b. Jitter**

Standar *jitter* untuk VoIP:

- *Good* (0ms-20ms)
- *Acceptable* (20ms-50ms)
- *Poor*(>50ms)

*Jitter* disebabkan oleh bervariasinya waktu penerimaan pengiriman paket-paket data dari pengirim ke penerima karena *delay* setiap paket berbeda-beda. Sesuai dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \text{Jitter } 172.17.2.47 + \text{Jitter } 10.100.0.47 \\ &= 3.84 \text{ ms} + 11.77 \text{ ms} \\ &= 15.61 \text{ ms} \end{aligned}$$

Dari data berdasarkan teori di atas akan diujikan pada jaringan VoIP dengan SIP ini. Berdasarkan analisis *streaming* dari protokol RTP didapatkan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian.

**Tabel 6.2.** Hasil analisis *jitter* tanpa *mediaproxy*

Pengujian ke -	Publik ke Publik (tanpa NAT)	Privat ke Publik (lewat NAT)
	sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45	sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45
1	3.84 + 11.77 = 15.61 ms	33.07 + 0 = -
2	2.72 + 12.00 = 14.72 ms	4.08 + 0 = -
3	4.14 + 2.67 = 6.81 ms	3.15 + 0 = -
4	2.38 + 13.04 = 15.42 ms	2.08 + 0 = -
5	5.19 + 11.42 = 16.61 ms	3.49 + 0 = -
Rata-rata	13.83 ms	-

**Sumber:** Pengujian

### c. *Packet Loss*

Standar *packet loss* untuk VoIP:

- *Good* (0%-0.5%)
- *Acceptable* (0.5%-1.5%)
- *Poor* (>1.5%)

*Packet loss* menyatakan banyaknya paket yang diterima salah atau tidak sesuai dibanding dengan jumlah total paket yang dikirimkan dengan satuan paket per detik. Sesuai dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= (\text{Jumlah paket yang rusak} / \text{Jumlah paket yang diterima}) \times 100\% \\
 &= (0/539) \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Dari data berdasarkan teori di atas akan diujikan pada jaringan VoIP dengan SIP ini. Berdasarkan analisis *streaming* dari protokol RTP didapatkan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian.



**Tabel 6.3.** Hasil analisis *packet loss* tanpa *mediaproxy*

Pengujian ke -	Publik ke Publik (tanpa NAT)		Privat ke Publik (lewat NAT)	
	sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45		sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45	
	dhany	dyna	2929	dhany
1	0/105 = 0%	0/539 = 0%	0/548 = 0%	-
2	0/64 = 0%	0/536 = 0%	0/521 = 0%	-
3	0/6 = 0%	0/560 = 0%	0/587 = 0%	-
4	0/137 = 0%	0/610 = 0%	0/318 = 0%	-
5	0/72 = 0%	0/480 = 0%	0/536 = 0%	-

Sumber: Pengujian

#### 6.1.4. Kesimpulan Pengujian

Pada pengujian tanpa menggunakan *mediaproxy* ketika tanpa melewati NAT dapat disimpulkan bahwa ketika akan memulai panggilan dan mengakhiri panggilan berjalan dengan baik pada protokol *signalling* (SIP). Ketika melewati NAT dapat disimpulkan bahwa pada *signalling* protokol (SIP) juga berjalan dengan baik, namun media suara hanya terjadi satu arah saja, dikarenakan protokol RTP tidak bisa menembus NAT.

Dari parameter QoS ketika tanpa melewati NAT dapat disimpulkan bahwa rata-rata *delay* = 42.09 ms, *jitter* = 13.83 ms, dan *packet loss* = 0%. Sedangkan ketika melewati NAT dapat disimpulkan bahwa rata-rata *delay*, *jitter*, dan *packet loss* tidak dapat dihitung karena paket RTP hanya mengirimkan pada satu sisi *client* saja.

#### 6.2. Pengujian dan Analisis VoIP dengan Menggunakan *Mediaproxy*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode *mediaproxy* ketika dalam jaringan lokal atau tanpa melewati NAT dan ketika melewati NAT pada VoIP dengan berbasiskan SIP. Kemudian dapat diketahui hasil performansi dari pengujian ini. Pengujian ini dilakukan dengan 5 tahap pengujian, yaitu :

1. Pengujian aktifasi *mediaproxy*.
2. Panggilan tanpa melewati NAT atau dari ip publik ke ip publik.

3. Panggilan dengan melewati NAT atau dari ip privat ke ip publik.
4. Data hasil pengujian performansi QoS dengan *mediaproxy*.
5. Kesimpulan hasil pengujian.

### 6.2.1 Pengujian Aktifasi *Mediaproxy*

Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan proses *mediaproxy*, karena akan digunakan untuk metode penembus NAT pada VoIP. Pada pengujian sebelumnya, hanya SIP *server* yang aktif. Maka dari itu, *mediaproxy* harus diaktifkan terlebih dahulu.

#### 6.2.1.1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengaktifkan proses *mediaproxy* agar dapat menembus NAT dan untuk kemudian dibandingkan dengan tanpa menggunakan *mediaproxy*.

#### 6.2.1.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada bab ini adalah sebagai berikut:

1. Mengaktifkan proses *mediaproxy* untuk mendapatkan akses *mediaproxy*.
2. Memeriksa *log mediaproxy* apakah *mediaproxy* sudah berjalan pada SIP server.

#### 6.2.1.3. Hasil Pengujian

Hasil aktifasi proses *mediaproxy*.

```
root@serbuntu:# /etc/init.d/mediaproxy start
```

```
Starting SER MediaProxy server: mediaproxy.
```

```
root@serbuntu:# ps -ef | grep mediaproxy
```

```
root      6393      1  0 00:28 ?        00:00:00 python
/usr/local/mediaproxy/mediaproxy.py --pid
/mediaproxy.pid
root      6396      1  0 00:28 ?        00:00:00 python
/usr/local/mediaproxy/proxydispatcher.py --pid
```

```
/proxydispatcher.pid
root      6404  6185  0 00:29 pts/0    00:00:00 grep
mediaproxy
```

Dari perintah di atas dapat dilihat bahwa proses *mediaproxy* sudah berjalan dengan baik. Hal ini dapat dilihat *mediaproxy.pid* dengan pid 6393 dan *proxydispatcher.pid* dengan pid 6396.

Hasil log *mediaproxy*.

```
root@serbuntu:~# cat /var/log/syslog | grep proxy
```

```
Dec 15 22:28:55 serbuntu mediaproxy[6627]: Listening
for commands on local socket
`/var/run/mediaproxy.sock'
Dec 15 22:28:55 serbuntu mediaproxy[6627]: Listening
for remote commands on `10.100.0.45:25060'
Dec 15 22:28:55 serbuntu mediaproxy[6627]: Remote
commands are allowed from: 10.100.0.45, 127.0.0.1
Dec 15 22:28:55 serbuntu mediaproxy[6627]: Using IP
address 10.100.0.45' for the RTP/RTCP proxy
Dec 15 22:28:55 serbuntu proxydispatcher[6630]:
Listening for commands on local socket
`/var/run/proxydispatcher.sock'
Dec 15 22:28:55 serbuntu proxydispatcher[6630]:
Listening for mediaproxy media timeout requests on
0.0.0.0:25061
Dec 15 22:28:55 serbuntu proxydispatcher[6630]:
Default mediaproxy server is on
`/var/run/mediaproxy.sock'
```

Dari perintah di atas dapat dilihat bahwa *socket* dari *mediaproxy* sudah berjalan di SIP *server* untuk memberikan aliran komunikasi melalui protokol RTP secara *bidirectional* yang terdapat pada */var/run/mediaproxy.sock* dan */var/run/proxydispatcher.sock*.

### 6.2.2. Panggilan tanpa melewati NAT atau dari IP Publik ke IP Publik

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan panggilan dari ip publik ke ip publik yaitu dari ip publik 10.100.0.47/24 dengan *username* dhany ke ip publik 10.100.0.46/24 dengan *username* dyna. Jika memakai URI dapat diartikan

menelepon dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45.

### 6.2.2.1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah panggilan VoIP ketika tanpa melewati NAT dan menggunakan *mediaproxy* atau dari ip publik ke ip publik dapat berjalan dengan baik secara dua arah dan untuk mengetahui performansi QoS pada tiap parameternya.

### 6.2.2.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. Membuka *softphone X-lite* pada masing-masing client untuk melakukan panggilan dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45 yang sudah registrasi ke *server*.
2. Membuka *wireshark* untuk *capturing* paket dan untuk menganalisis hasil dari performansi VoIP pada pengujian ini.
3. Membuka 2 terminal pada *server* untuk melihat jalannya proses komunikasi dengan menggunakan *ngrep* pada SIP dan melihat sesi trafik RTP dengan menjalankan perintah *python session.py* pada directory `/usr/local/mediaproxy`.
4. Melakukan panggilan dari sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45 yang bersamaan juga menjalankan *wireshark*, *python*, dan *ngrep* yang sudah dibuka sebelumnya. Dalam hal ini, saya meminta bantuan dari teman-teman saya untuk menjalankannya secara bersamaan.
5. Panggilan ini dilakukan dengan range antara 10 hingga 15 detik ketika terjadi komunikasi.
6. Pada saat selesai dari range waktu di atas, beberapa saat kemudian *python*, *ngrep* dan *wireshark* juga diberhentikan prosesnya.
7. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan langkah yang sama seperti nomor 1-4 di atas untuk mendapatkan nilai rata-rata dari masing-masing parameter performansi QoS. Dalam hal ini mengambil protokol RTP untuk *media voice streaming* dan protokol SIP untuk media pembentuk sinyalnya

yang diambil dari *wireshark*.

### 6.2.2.3. Hasil Pengujian

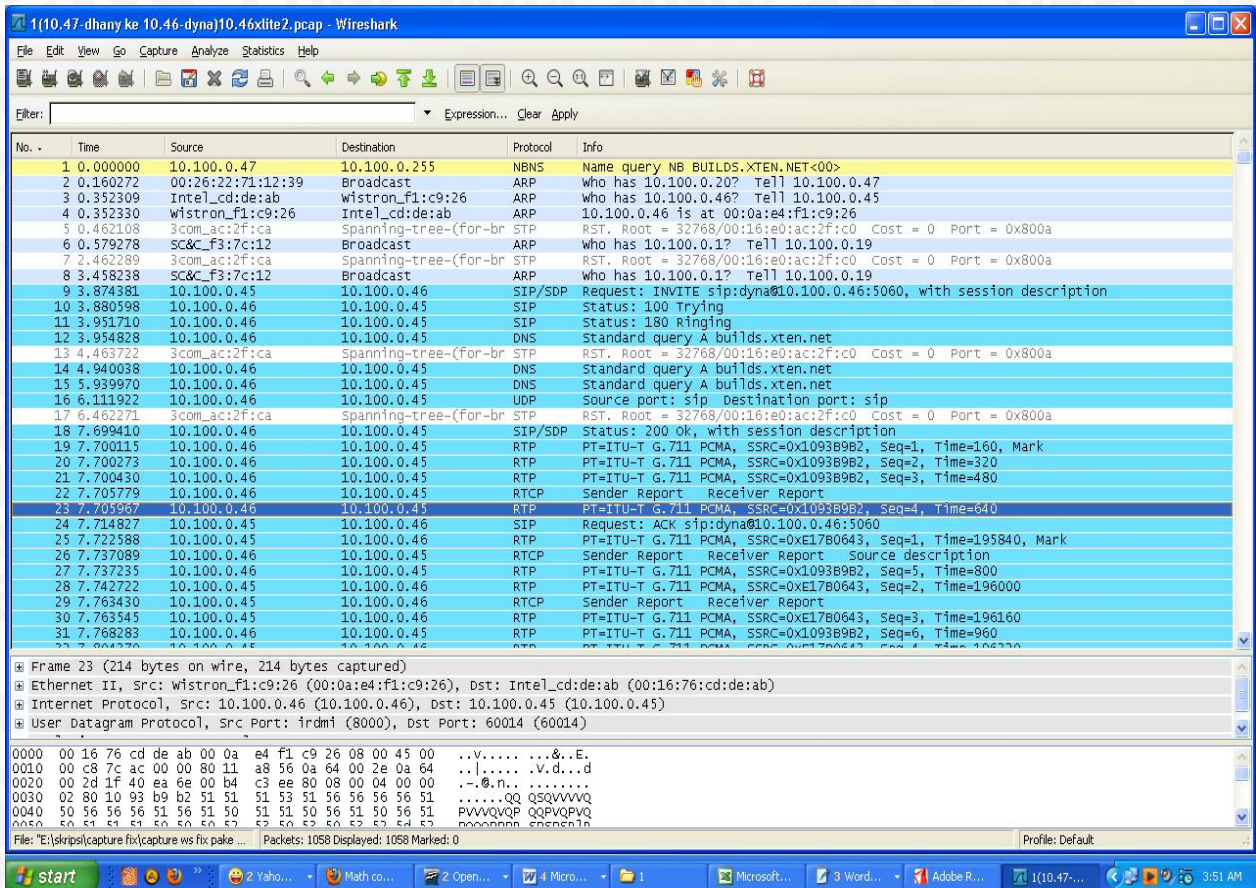
Hasil yang diberikan berupa *capturing* paket SIP untuk melihat proses jalannya komunikasi. Berikut tampilan *X-lite* dari kedua username yang telah registrasi pada *server* yang sudah terkoneksi untuk memulai komunikasi VoIP pada pengujian tanpa melewati NAT dan tanpa *mediaproxy*.



**Gambar 6.7.** *X-lite* ketika komunikasi telah berjalan dari *dhany* ke *dyna* dengan *mediaproxy*

Sumber: Pengujian

Tampilan *wireshark* pada salah satu *client*, *ngrep*, dan *python* pada *server*.



Gambar 6.8. Tampilan *wireshark* dhany ke dyna dengan *mediaproxy*

Sumber: Pengujian

Hasil *capturing packet* melalui *ngrep* di *server*.

```

root@serbuntu:/# ngrep -q
interface: eth0 (10.100.0.0/255.255.255.0)
U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
    INVITE sip:dyna@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport;branch=z9hG4bK0D13B022210E4FF8B4BE1E9
802
    5D4007..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Contact: <sip:dhany@10.100.0.
47:5060>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-
55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38801 INVITE..Max-Forwards:
70..Content-Ty
pe: application/sdp..User-Agent: X-Lite release
1103m..Content-Length: 268....v=0..o=dhany 42375875 42375890
IN IP4 1
    0.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.47..t=0 0..m=audio
8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=rtpmap:8 pcma/8000..a=rtpmap
    
```

```
:3 gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8000..a=rtpmap:97
speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-event/8000..a=fmtp:101 0-
15..
```

```
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required..Via:
SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK0D13B022210E4FF
8B4BE1E98025D4007..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b50
6609b7d0803b135dc.4e05..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-
55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38801 INVITE..Proxy-Authenti
cate: Digest realm="soi.ub",
nonce="4b29128cdad4aa56b872e9bdf8ce7366812e06f4"..Server:
Sip EXpress router (0.9.6 (i38
6/linux))..Content-Length: 0..Warning: 392
10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6226
req_src_ip=10.100.0.47 r
eq_src_port=5060 in_uri=sip:dyna@10.100.0.45
out_uri=sip:dyna@10.100.0.45 via_cnt==1"....
```

```
U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
ACK sip:dyna@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport;branch=z9hG4bK0D13B022210E4FF8B4BE1E9
8025D4
007..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b13
5dc.4e05..Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID:
B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 388
01 ACK..Max-Forwards: 70..Content-Length: 0....
```

```
U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
INVITE sip:dyna@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport;branch=z9hG4bKBD19A449AB7C42C6A674B53
FC8
E8C414..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Contact: <sip:dhany@10.100.0.
47:5060>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-
55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 INVITE..Proxy-
Authorization: Digest
```

```
username="dhany", realm="soi.ub", nonce="4b29128cdad4aa56b872e
9bdf8ce7366812e06f4", response="a9e0b5b80fdb6f6ea834a430bb
448d45", uri="sip:dyna@10.100.0.45"..Max-Forwards:
70..Content-Type: application/sdp..User-Agent: X-Lite
release 1103m
..Content-Length: 268....v=0..o=dhany 42375875 42375890 IN
IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.47..t=0 ..m=
audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=rtpmap:8
pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex
/8000..a=rtpmap:101 telephone-event/8000..a=fmtp:101 0-15..
```

```
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
SIP/2.0 100 trying -- your call is important to us..Via:
SIP/2.0/UDP 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKBD19A4
```

```
49AB7C42C6A674B53FC8E8C414..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Call-ID:
  B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq:
38802 INVITE..Server: Sip EXpress router (0.9.6
(i386/linux))
  ..Content-Length: 0..Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy
feedback tells: pid=6229 req_src_ip=10.100.0.47 req_src_po
rt=5060 in_uri=sip:dyna@10.100.0.45
out_uri=sip:dyna@10.100.0.46:5060 via_cnt==1"....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.46:5060
  INVITE sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=2308019168;lr=on>..V
i
  a: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK5e08.e82d7851.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK
  BD19A449AB7C42C6A674B53FC8E8C414..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>..Con
  tact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: B8EB50D4-
FE72-4BD5-A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802
INVITE..Ma
  x-Forwards: 16..Content-Type: application/sdp..User-Agent:
X-Lite release 1103m..Content-Length: 269...v=0..o=dhany
42375875 42375890 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.45..t=0 0..m=audio 60014 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=r
tpmap:8 pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8
000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
  SIP/2.0 100 Trying..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK5e08.e82d7851.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rpo

rt=5060;branch=z9hG4bKBD19A449AB7C42C6A674B53FC8E8C414..From
: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To: <sip:
dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..Contact:
<sip:dyna@10.100.0.46:5060>..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=y
es;ftag=2308019168;lr=on>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-
A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 INVITE..Server:
X-L
ite release 1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
  SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK5e08.e82d7851.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;r

ort=5060;branch=z9hG4bKBD19A449AB7C42C6A674B53FC8E8C414..Fro
m: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To: <sip
:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..Contact:
<sip:dyna@10.100.0.46:5060>..Record-Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=
yes;ftag=2308019168;lr=on>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-
```



```
A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 INVITE..Server:
X-
  Lite release 1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
  SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKBD19A449AB7C42C6A6
  74B53FC8E8C414..From
    m: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
  <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..Contact:
  <sip:dyna@10.100.
    0.46:5060>..Record-Route:
  <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=2308019168;lr=on>..C
  all-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE
  -55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 INVITE..Server: X-
  Lite release 1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
  SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.45;branch=z9hG4bK5e08.e82d7851.0..Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.47:5060;rport=5
  060;branch=z9hG4bKBD19A449AB7C42C6A674B53FC8E8C414..From:
  dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To: <sip:dyna
  @10.100.0.45>;tag=734729613..Contact:
  <sip:dyna@10.100.0.46:5060>..Record-Route:
  <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;f
    tag=2308019168;lr=on>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-
  55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 INVITE..Content-Type:
  a
  pplication/sdp..Server: X-Lite release 1103m..Content-
  Length: 291....v=0..o=dyna 42655921 42659750 IN IP4
  10.100.0.46
  ..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.46..t=0 0..m=audio 8000
  RTP/AVP 8 0 3 98 97 101..a=rtpmap:0 pcmu/8000..a=rtpmap:8
  pcma/
    8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
  iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
  event/8000..a=fmtp:1
    01 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
  SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKBD19A449AB7C42C6A
  674B53FC8E8C414..From: dh
    any <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
  <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..Contact:
  <sip:dyna@10.100.0.46:
    5060>..Record-Route:
  <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=2308019168;lr=on>..
  Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-55D6
  B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 INVITE..Content-Type:
  application/sdp..Server: X-Lite release 1103m..Content-
  Length
    : 292....v=0..o=dyna 42655921 42659750 IN IP4
  10.100.0.46..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.45..t=0 0..m=audio
  60014 RTP/A
    VP 8 0 3 98 97 101..a=rtpmap:0 pcmu/8000..a=rtpmap:8
  pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
```

```
iLBC/8000..a=rtpmap:
  97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
  ACK sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport;branch=z9hG4bK096D9C6F8EC44B0C8EC0D5
36
  5AC5A2D3..From: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..Contact: <sip
:dhany@10.100.0.47:5060>..Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060>;nat=yes;ftag=2308019168;lr=on>..
Call-ID: B8EB50D4-FE72-4B
  D5-A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 ACK..Max-
Forwards: 70..Content-Length: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.46:5060
  ACK sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag=2308019168;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100
.0.45;branch=0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK096D9C6F8EC44B0C8
EC0D5365AC5A2D3..From: dh
any <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..To:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47
:5060>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-
55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 38802 ACK..Max-Forwards:
16..Content-Length:
0....

U 10.100.0.46:5060 -> 10.100.0.45:5060
  BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport;branch=z9hG4bK48760662F4494147B8BFCC
E
  B3628489B..From:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..To: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..Contact: <si
p:dyna@10.100.0.46:5060>..Route:
<sip:dyna@10.100.0.45:5060>;nat=yes;ftag=2308019168;lr=on>..
Call-ID: B8EB50D4-FE72-4B
  D5-A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 51096 BYE..Max-
Forwards: 70..User-Agent: X-Lite release 1103m..Content-
Length
: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
  BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag=734729613;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.100
.0.45;branch=z9hG4bKf901.5c268e56.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK48760662F4494147B
8BFC
  CEB3628489B..From:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..To: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..Contact: <
sip:dyna@10.100.0.46:5060>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-
A6FE-55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 51096 BYE..Max-
Forwards:
```

```

16..User-Agent: X-Lite release 1103m..Content-Length:
0....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bKf901.5c268e56.0..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport=5
060;branch=z9hG4bK48760662F4494147B8BFCCEB3628489B..From:
<sip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..To: dhany <sip:dhany@
10.100.0.45>;tag=2308019168..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-
A6FE-55D6B564288E@10.
100.0.47..CSeq: 51096 BYE..Server: X-Lite release
1103m..Content-Length: 0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.46:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK48760662F4494147B
8BFCCEB3628489B..From: <s
ip:dyna@10.100.0.45>;tag=734729613..To: dhany
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2308019168..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47
:5060>..Call-ID: B8EB50D4-FE72-4BD5-A6FE-
55D6B564288E@10.100.0.47..CSeq: 51096 BYE..Server: X-Lite
release 1103m..Con
tent-Length: 0....

```

Dari hasil *ngrep* di atas dapat diketahui proses berjalannya komunikasi dari sip:dhany@10.100.0.45 (dhany) ke sip:dyna@10.100.0.45 (dyna). Pada saat pertama kali akan melakukan komunikasi, kedua *username* terlebih dahulu *log in*. *User* dhany melakukan *request* panggilan ke dyna yang melalui *server* terlebih dahulu pada *port* 5060 dengan pesan INVITE. Kemudian muncul pesan 407 yang menanyakan autentikasi dari SIP *proxy* atau SIP *server* untuk diteruskan ke dhany. Dhany mengirimkan pesan ACK untuk mengetahui apakah proses transmisi suara kepada dyna melalui *server* sudah diterima. Permintaan panggilan INVITE dari dhany telah diterima dyna dan dikirimkan kembali ke dhany melalui *server*. *Server* berusaha mengirimkan pesan 100 Trying untuk memulai komunikasi dan mulai untuk berdering dengan mengirimkan pesan 180 Ringing ke dhany. Dan akhirnya komunikasi terbentuk dengan mengirimkan pesan 200 OK. *User* dhany mengirimkan ACK kembali untuk mengkonfirmasi penerimaan pesan 200 OK ke user dyna melalui *server*. Media suara sudah dapat didengarkan oleh kedua *user* dalam bentuk RTP yang dapat dilihat di RTP *stream analysis* pada sub bab berikutnya. Ketika selesai menutup

komunikasi, maka *user* dyna melalui *server* mengirimkan pesan BYE ke *user* dhany. Dan dikirimkan kembali ke *user* dyna bahwa komunikasi sudah selesai dengan pesan 200 OK.

Adapun trafik paket *audio* RTP yang telah *dicapture* dengan *python* pada *session.py*. Dalam hal ini hanya diambil satu contoh saja dari pengujian untuk mengetahui informasi bahwa sesi RTP pada *mediaproxy* sudah berjalan.

```
root@serbuntu:/usr/local/mediaproxy# python sessions.py
```

Caller Type	Traffic	Via	Called	Status	Duration	Codec	
10.100.0.46:8000	-	10.100.0.45:60014	-	10.100.0.47:8000	active	0'09"	G711a
Audio	24.47k/47.71k/23.69k						

```
Total traffic: 76.56kbps/79.69kbps/156.25kbps (in1/in2/out)
Session count: 1
Proxy version: 1.7.2
```

### 6.2.3. Panggilan dengan melewati NAT atau dari IP Privat ke IP Publik

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan panggilan dari ip privat ke ip publik yaitu dari ip privat 172.17.2.47/24 dengan *username* 2929 ke ip publik 10.100.0.47/24 dengan *username* dhany. Jika memakai URI dapat diartikan menelepon dari sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45

#### 6.2.3.1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah panggilan VoIP ketika melewati NAT dan tanpa *mediaproxy* atau dari ip publik ke ip publik dapat berjalan dengan baik secara dua arah dan untuk mengetahui performansi QoS pada tiap parameternya.

#### 6.2.3.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. Membuka *softphone X-lite* pada masing-masing *client* untuk melakukan panggilan dari sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45 yang sudah registrasi ke *server*.
2. Membuka *wireshark* untuk *capturing* paket dan untuk menganalisis hasil

dari performansi VoIP pada pengujian ini.

3. Membuka 2 terminal pada *server* untuk melihat jalannya proses komunikasi dengan menggunakan *ngrep* pada SIP dan melihat sesi trafik RTP dengan menjalankan perintah *python session.py* pada directory */usr/local/mediaproxy*.
4. Melakukan panggilan dari *sip:2929@10.100.0.45* ke *sip:dhany@10.100.0.45* yang bersamaan juga menjalankan *wireshark*, *python*, dan *ngrep* yang sudah dibuka sebelumnya. Dalam hal ini, saya meminta bantuan dari teman-teman saya untuk menjalankannya secara bersamaan.
5. Panggilan ini dilakukan dengan range antara 10 hingga 15 detik ketika terjadi komunikasi.
6. Pada saat selesai dari range waktu di atas, beberapa saat kemudian *python*, *ngrep* dan *wireshark* juga diberhentikan prosesnya.
7. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan langkah yang sama seperti nomor 1-4 di atas untuk mendapatkan nilai rata-rata dari masing-masing parameter performansi QoS. Dalam hal ini mengambil protokol RTP untuk *media voice streaming* dan protokol SIP untuk media pembentuk sinyalnya yang diambil dari *wireshark*.

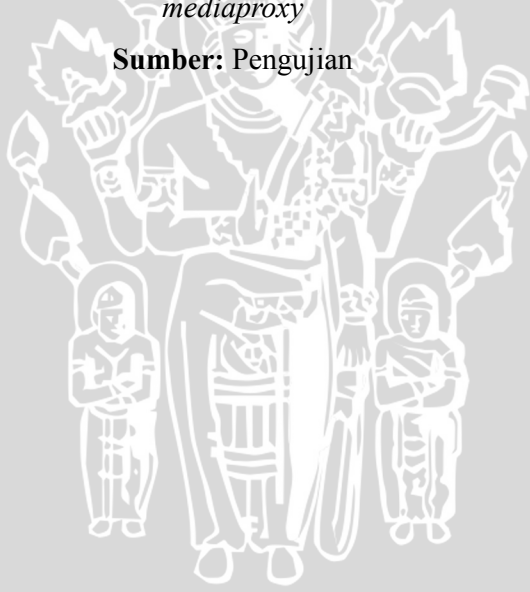
#### 6.2.3.3. Hasil Pengujian

Hasil yang diberikan berupa *capturing* paket SIP untuk melihat proses jalannya komunikasi. Berikut tampilan *X-lite* dari kedua *username* yang telah registrasi pada server yang sudah terkoneksi untuk memulai komunikasi VoIP pada pengujian tanpa melewati NAT dan tanpa *mediaproxy*.

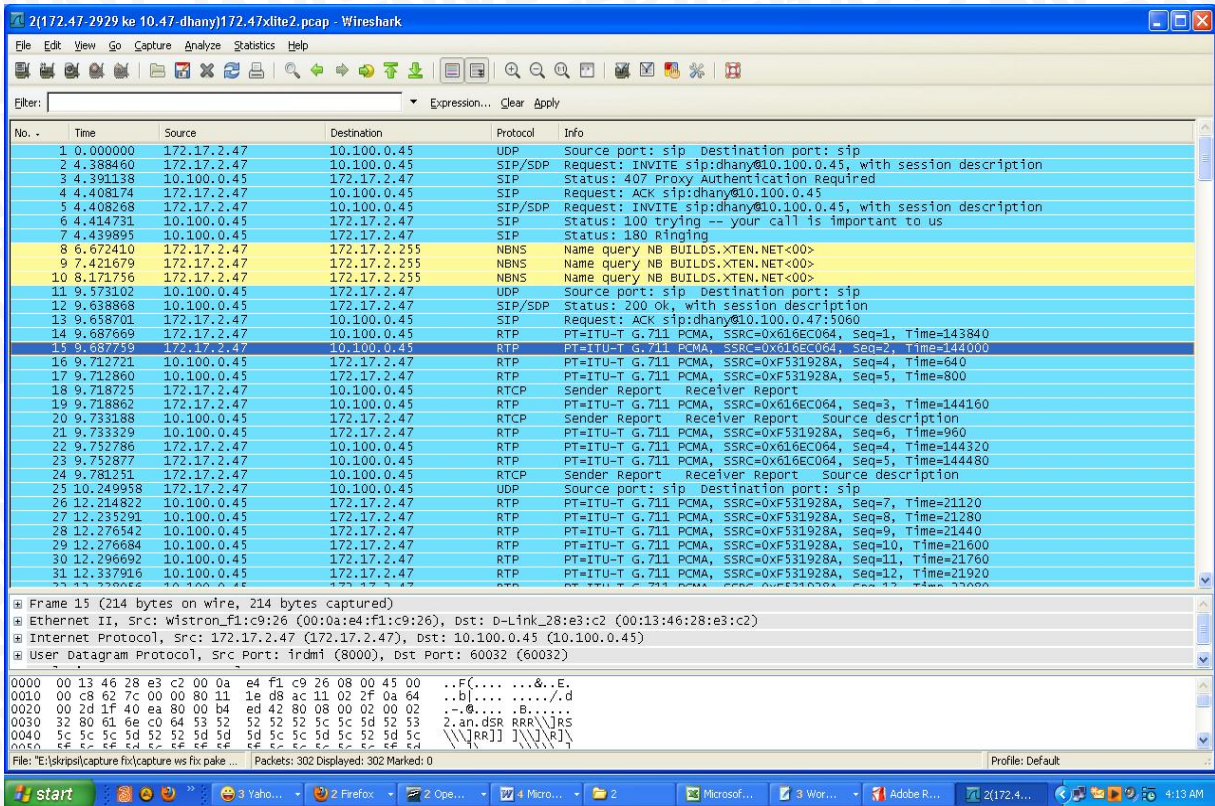


Gambar 6.9. X-lite ketika komunikasi telah berjalan dari 2929 ke dhany dengan mediaproxy

Sumber: Pengujian



Tampilan wireshark pada salah satu client, ngrep, dan python pada server.



Gambar 6.10. Tampilan wireshark 2929 ke dhany dengan mediaproxy

Sumber: Pengujian

Hasil capturing packet melalui ngrep di server.

```

root@serbuntu:/# ngrep -q
interface: eth0 (10.100.0.0/255.255.255.0)
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060

  INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKFA0E16058FE44DE6BF918A
714
  14B1A9F..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>..Contact: <sip:2929@172.17.2.4
7:5060>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-8BC3-
9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 45273 INVITE..Max-Forwards:
70..Content-Typ
e: application/sdp..User-Agent: X-Lite release
1103m..Content-Length: 291....v=0..o=2929 27863296 27863328
IN IP4 172
.17.2.47..s=X-Lite..c=IN IP4 172.17.2.47..t=0 0..m=audio
8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101..a=rtpmap:0
pcmu/8000..a=rtpmap
:8 pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
    
```

```

iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..
a=fmtp:101 0-15..
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required..Via:
SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bKFA0E16058FE44DE
6BF918A71414B1A9F;received=10.100.0.19..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>
;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b135dc.8639..Call-ID:
1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq:
45273 IN
VITE..Proxy-Authenticate: Digest realm="soi.ub",
nonce="4b28d8c3e446b0aef505dcc58932e2586a21562"..Server:
Sip Expres
s router (0.9.6 (i386/linux))..Content-Length:
0..Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells:
pid=6217 req_
src_ip=10.100.0.19 req_src_port=1025
in_uri=sip:dhany@10.100.0.45 out_uri=sip:dhany@10.100.0.45
via_cnt==1"....
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
ACK sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKFA0E16058FE44DE6BF918A
71414B
1A9F..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b13
5dc.8639..Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>..Call-ID:
1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq:
4527
3 ACK..Max-Forwards: 70..Content-Length: 0....
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK09D4256BFB2847B7A7D9C3
4F1
B7D24B3..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>..Contact: <sip:2929@172.17.2.4
7:5060>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-8BC3-
9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq: 45274 INVITE..Proxy-
Authorization: Digest u
sername="2929", realm="soi.ub", nonce="4b28d8c3e446b0aef505d
cc58932e2586a21562", response="48575c0035ec771990f8b99ecdf3
bd86", uri="sip:dhany@10.100.0.45"..Max-Forwards:
70..Content-Type: application/sdp..User-Agent: X-Lite
release 1103m.
.Content-Length: 291....v=0..o=2929 27863296 27863328 IN
IP4 172.17.2.47..s=X-Lite..c=IN IP4 172.17.2.47..t=0
0..m=au
dio 8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101..a=rtpmap:0
pcmu/8000..a=rtpmap:8 pcma/8000..a=rtpmap:3
gsm/8000..a=rtpmap:98 iLBC/8
000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:101 0-15..

```



```
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
  SIP/2.0 100 trying -- your call is important to us..Via:
  SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bK09D425
    6BFB2847B7A7D9C34F1B7D24B3;received=10.100.0.19..From:
  2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
  <sip:dhany@10.
    100.0.45>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-8BC3-
  9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 45274 INVITE..Server: Sip
  Express router
  (0.9.6 (i386/linux))..Content-Length: 0..Warning: 392
  10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6216
  req_src_ip=10
  .100.0.19 req_src_port=1025 in_uri=sip:dhany@10.100.0.45
  out_uri=sip:dhany@10.100.0.47:5060 via_cnt==1"....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
  INVITE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
  <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>..
  Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.45;branch=z9hG4bK561.60078651.0..Via: SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rpo
  rt=1025;branch=z9hG4bK09D4256BFB2847B7A7D9C34F1B7D24B3..Fro
  m: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To: <sip:dh
  any@10.100.0.45>..Contact:
  <sip:2929@10.100.0.19:1025>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-
  8BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CS
  eq: 45274 INVITE..Max-Forwards: 16..Content-Type:
  application/sdp..User-Agent: X-Lite release 1103m..Content-
  Length:
  292....v=0..o=2929 27863296 27863328 IN IP4
  172.17.2.47..s=X-Lite..c=IN IP4 10.100.0.45..t=0 0..m=audio
  60026 RTP/AVP
  0 8 3 98 97 101..a=rtpmap:0 pcmu/8000..a=rtpmap:8
  pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
  iLBC/8000..a=rtpmap:97
  speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
  event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
  SIP/2.0 100 Trying..Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.45;branch=z9hG4bK561.60078651.0..Via: SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;rece
  ived=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK09D4256BFB2847B7A
  7D9C34F1B7D24B3..From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=160
  0910946..To:
  <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact:
  <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route: <sip:dhany@
  10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>..Call-ID:
  1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 452
  74 INVITE..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length:
  0....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
  SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
  10.100.0.45;branch=z9hG4bK561.60078651.0..Via: SIP/2.0/UDP
  172.17.2.47:5060;rec
```

```
eived=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK09D4256BFB2847B7
A7D9C34F1B7D24B3..From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=16
00910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route: <sip:dhany
@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>..Call-
ID: 1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq:
45
274 INVITE..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length:
0....

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 180 Ringing..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9h
G4bK09D4256BFB2847B7
A7D9C34F1B7D24B3..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Conta
ct: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>.
.Call-ID:
1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq:
45274 INVITE..Server: X-Lite release 1103m..Content-Length:
0
....

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK561.60078651.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received

=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK09D4256BFB2847B7A7D9C
34F1B7D24B3..From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910
946..To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route: <sip:dhany@10.1
00.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>..Call-ID:
1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq:
45274 I
NVITE..Content-Type: application/sdp..Server: X-Lite
release 1103m..Content-Length: 268....v=0..o=dhany 27583468
2758
8000 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.47..t=0 0..m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97
101..a=rtpmap:8 pcma/8
000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:10
1 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9h
G4bK09D4256BFB2847B7A7D9C
34F1B7D24B3..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact: <
sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>.
```

```
.Call-ID: 1CE96
  77D-5567-4140-8BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 45274
INVITE..Content-Type: application/sdp..Server: X-Lite
releases
  e 1103m..Content-Length: 269....v=0..o=dhany 27583468
27588000 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.45..t=
  0 0..m=audio 60026 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=rtpmap:8
pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:
  97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
  SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.45;branch=z9hG4bK561.60078651.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received

=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK09D4256BFB2847B7A7D9C
34F1B7D24B3..From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910
946..To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route: <sip:dhany@10.1
00.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>..Call-ID:
1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq:
45274 I
  NVITE..Content-Type: application/sdp..Server: X-Lite
release 1103m..Content-Length: 268....v=0..o=dhany 27583468
2758
  8000 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.47..t=0 0..m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97
101..a=rtpmap:8 pcma/8
  000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:10
  1 0-15..

U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
  SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9h
G4bK09D4256BFB2847B7A7D9C
  34F1B7D24B3..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact: <
  sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Record-Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>..
.Call-ID: 1CE96
  77D-5567-4140-8BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 45274
INVITE..Content-Type: application/sdp..Server: X-Lite
releases
  e 1103m..Content-Length: 269....v=0..o=dhany 27583468
27588000 IN IP4 10.100.0.47..s=X-Lite..c=IN IP4
10.100.0.45..t=
  0 0..m=audio 60026 RTP/AVP 8 3 98 97 101..a=rtpmap:8
pcma/8000..a=rtpmap:3 gsm/8000..a=rtpmap:98
iLBC/8000..a=rtpmap:
  97 speex/8000..a=rtpmap:101 telephone-
event/8000..a=fmtp:101 0-15..

U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
```

```
ACK sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKF380DE9C6DCF4D4EA08C84
4
```

```
9DE3236A1..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact: <si
p:2929@172.17.2.47:5060>..Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>.
.Call-ID: 1CE9677D-5567-4
140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq: 45274 ACK..Max-
Forwards: 70..Content-Length: 0....
```

```
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
ACK sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag=1600910946;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.10
```

```
0.0.45;branch=0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9h
G4bKF380DE9C6DCF4D4EA08C
```

```
8449DE3236A1..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact:
<sip:2929@172.17.2.47:5060>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-
8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq: 45274 ACK..Max-
Forwards
: 16..Content-Length: 0....
```

```
U 10.100.0.19:1025 -> 10.100.0.45:5060
BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK100B35FE0C1F413588A9A7
9
```

```
2CA70EBE2..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact: <si
p:2929@172.17.2.47:5060>..Route:
<sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1600910946;lr=on>.
.Call-ID: 1CE9677D-5567-4
140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq: 45275 BYE..Max-
Forwards: 70..User-Agent: X-Lite release 1103m..Content-
Lengt
h: 0....
```

```
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.47:5060
BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0..Record-Route:
<sip:10.100.0.45;ftag=1600910946;lr=on>..Via: SIP/2.0/UDP
10.10
```

```
0.0.45;branch=z9hG4bK661.3c1aa7e7.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9h
G4bK
```

```
100B35FE0C1F413588A9A792CA70EBE2..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2
873924119..Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>..Call-ID:
1CE9677D-5567-4140-8BC3-9806026ECE9@172.17.2.47..CSeq: 452
75 BYE..Max-Forwards: 16..User-Agent: X-Lite release
1103m..Content-Length: 0....
```

```
U 10.100.0.47:5060 -> 10.100.0.45:5060
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
```

```
10.100.0.45;branch=z9hG4bK661.3c1aa7e7.0..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received
```

```
=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK100B35FE0C1F413588A9A
792CA70EBE2..From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910
946..To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact:
<sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-8
BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 45275 BYE..Server: X-
Lite release 1103m..Content-Length: 0....
```

```
U 10.100.0.45:5060 -> 10.100.0.19:1025
SIP/2.0 200 Ok..Via: SIP/2.0/UDP
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9h
G4bK100B35FE0C1F413588A9A
792CA70EBE2..From: 2929
<sip:2929@10.100.0.45>;tag=1600910946..To:
<sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2873924119..Contact: <
sip:dhany@10.100.0.47:5060>..Call-ID: 1CE9677D-5567-4140-
8BC3-9806026ECEF9@172.17.2.47..CSeq: 45275 BYE..Server: X-
Li
te release 1103m..Content-Length: 0....
```

Dari hasil *ngrep* di atas dapat diketahui proses berjalannya komunikasi dari sip:2929@10.100.0.45 (2929) ke sip:dhany@10.100.0.45 (dhany). Pada saat pertama kali akan melakukan komunikasi, kedua *username* terlebih dahulu *log in*. *User* 2929 yang memakai ip privat melakukan *request* panggilan ke dhany yang berada pada ip publik melalui *server* terlebih dahulu menggunakan alamat NAT router 10.100.0.19 pada *port* 1025, karena sudah mengalami translasi IP dari *interface* yang berada pada range ip publik dengan pesan INVITE. Kemudian muncul pesan 407 yang menanyakan autentikasi dari SIP *proxy* atau SIP *server* untuk diteruskan ke 2929 melalui NAT *router*. 2929 melalui NAT *router* mengirimkan pesan ACK untuk mengetahui apakah proses transmisi suara kepada dhany melalui *server* sudah diterima. Permintaan panggilan INVITE dari 2929 melalui NAT *router* telah diterima dhany dan dikirimkan kembali ke 2929 melalui *server*. *Server* berusaha mengirimkan pesan 100 Trying untuk memulai komunikasi dan mulai untuk berdering dengan mengirimkan pesan 180 Ringing ke 2929 melalui NAT *router*. Dan akhirnya komunikasi terbentuk dengan mengirimkan pesan 200 OK. *User* 2929 melalui NAT *router* mengirimkan ACK kembali untuk mengkonfirmasi penerimaan pesan 200 OK ke *user* dhany melalui *server*. Media suara sudah dapat didengarkan oleh kedua *user* dalam bentuk RTP

yang dapat dilihat di RTP *stream analysis* pada sub bab berikutnya. Ketika selesai menutup komunikasi, maka *user* dhany melalui *server* mengirimkan pesan BYE ke user 2929 melalui NAT *router*. Dan dikirimkan kembali ke *user* dhany bahwa komunikasi sudah selesai dengan pesan 200 OK.

Adapun trafik paket audio RTP yang telah *dicapture* dengan *python* pada *session.py*. Dalam hal ini hanya diambil satu contoh saja dari pengujian untuk mengetahui informasi bahwa sesi RTP pada *mediaproxy* sudah berjalan.

```
root@serbuntu:/usr/local/mediaproxy# python sessions.py
```

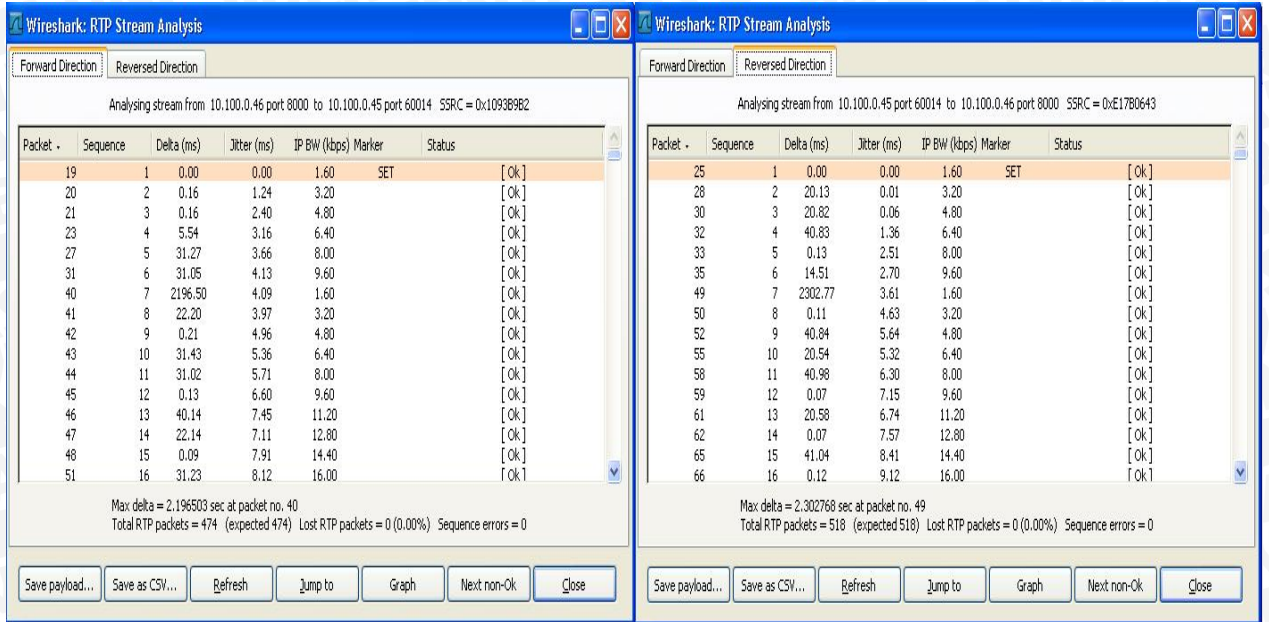
Caller Type	Traffic	Via	Called	Status	Duration	Codec
10.100.0.47:8000	-	10.100.0.45:60032	-	10.100.0.19:1025	active	0'09" G711a
Audio 12.16k/17.96k/6.50k						
Total traffic: 67.19kbps/20.31kbps/87.50kbps (in1/in2/out)						
Session count: 1						
Proxy version: 1.7.2						

#### 6.2.4. Data Hasil Pengujian Performansi QoS dengan Mediaproxy

Data hasil pengujian ini diambil dengan cara menghitung rata-rata parameter QoS yang ada pada protokol RTP untuk melihat performansi dan melihat apakah terjalin komunikasi yang baik antara *user*.

##### 6.2.4.1. Hasil Komunikasi RTP

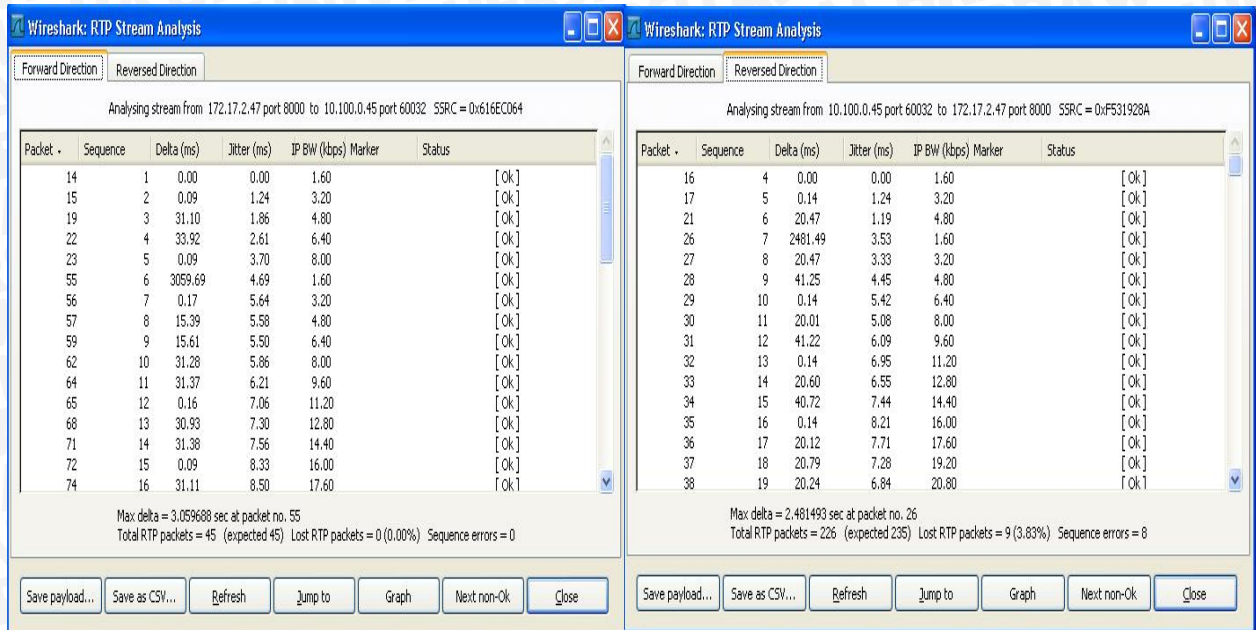
Data ini berdasarkan analisis *streaming wireshark* pada RTP. Caranya dengan memilih salah satu paket RTP pada *wireshark* → *Statistics* → *RTP* → *Stream analysis*. Pada gambar di bawah ini akan ditampilkan perbedaan *streaming* RTP ketika tanpa melalui NAT dan dengan melalui NAT dengan *mediaproxy*.



**Gambar 6.11.** Capturing paket RTP dhany ke dyna dengan mediaproxy

**Sumber:** Pengujian

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa terjadi komunikasi dua arah pada sisi *client* 10.100.0.46 dengan *port* 8000 ke 10.100.0.47 melalui *server* dengan *port* 60014 (*forward direction*) dan sebaliknya untuk yang *reversed direction*. Ketika sip:dhany@10.100.0.45 melakukan panggilan ke sip:dyna@10.100.0.45, maka sip:dyna@10.100.0.45 akan menerima suara dari sip:dhany@10.100.0.45 dan sebaliknya. *Port* 60014 ini merupakan *port* RTP yang *random* hasil konfigurasi *mediaproxy* ini karena melewati NAT *router*.



**Gambar 6.12.** Capturing paket RTP 2929 ke dhany dengan mediaproxy

**Sumber:** Pengujian

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa komunikasi ketika melewati NAT sudah menjadi dua arah yang berarti sip:2929@10.100.0.45 dan sip:dhany@10.100.0.45 dapat saling mengirim dan menerima suara dengan baik satu sama lain. Hal ini dapat dilihat dari paket RTP pada *forward direction* dan *reversed direction* yang tampak memberikan *capturing* paket RTP. Port RTP pada *server* ini menjadi 60032 dikarenakan konfigurasi port *random* pada *mediaproxy* yang mempunyai *range* antara 60000:65000.

### 6.2.4.2. Parameter QoS

Dari hasil *capturing* paket RTP dapat diketahui QoS yang dihasilkan pada pengujian tanpa *mediaproxy* ini. Berikut parameter-parameter QoS yang dihasilkan dari perhitungan *wireshark*.

#### a. Delay

Standar *delay* untuk jaringan VoIP:

- *Good* (0ms-150ms)
- *Acceptable* (150ms-300ms)



- *Poor* (>300ms)

*Delay* yang dihitung adalah *delay end to end* yang merupakan penambahan dari *delay* pada tiap *client* yang berpengaruh pada kualitas suara yang dihasilkan.

Sesuai dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Delay end to end} &= \text{Delay } 10.100.0.47 + \text{Delay } 10.100.0.46 \\ &= 21.99 \text{ ms} + 25.58 \text{ ms} \\ &= 47.57 \text{ ms} \end{aligned}$$

Dari data berdasarkan teori di atas akan diujikan pada jaringan VoIP dengan SIP ini. Berdasarkan analisis *streaming* dari protokol RTP didapatkan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian.

**Tabel 6.4.** Hasil analisis *delay end to end* dengan *mediaproxy*

Pengujian ke -	Publik ke Publik (tanpa NAT) sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45	Privat ke Publik (lewat NAT) sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45
1	19.79 + 29.77 = 49.56 ms	11.65 + 17.78 = 29.43 ms
2	10.32 + 11.62 = 21.94 ms	16.28 + 14.98 = 31.26 ms
3	24.88 + 19.25 = 44.13 ms	26.05 + 20.36 = 46.41 ms
4	20.31 + 12.07 = 32.38 ms	22.81 + 18.85 = 41.66 ms
5	16.39 + 14.27 = 30.66 ms	19.22 + 11.67 = 30.89 ms
Rata-rata	35.78 ms	35.93 ms

**Sumber:** Pengujian

**b. Jitter**

Standar *jitter* untuk VoIP:

- *Good* (0ms-20ms)
- *Acceptable* (20ms-50ms)
- *Poor*(>50ms)

*Jitter* disebabkan oleh bervariasinya waktu penerimaan pengiriman paket-paket data dari pengirim ke penerima karena *delay* setiap paket berbeda-beda. Sesuai dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \text{Jitter } 172.17.2.47 + \text{Jitter } 10.100.0.47 \\ &= 14.23 \text{ ms} + 11.90 \text{ ms} \end{aligned}$$

= 26.13 ms

Dari data berdasarkan teori di atas akan diujikan pada jaringan VoIP dengan SIP ini. Berdasarkan analisis *streaming* dari protokol RTP didapatkan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian.

**Tabel 6.5.** Hasil analisis *jitter* dengan *mediaproxy*

Pengujian ke -	Publik ke Publik (tanpa NAT)	Privat ke Publik (lewat NAT)
	sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45	sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45
1	14.23 + 11.90 = 26.13 ms	12.42 + 9.42 = 21.84 ms
2	12.53 + 14.18 = 26.71 ms	12.90 + 12.69 = 25.59 ms
3	13.26 + 12.58 = 25.84 ms	12.04 + 14.15 = 26.19 ms
4	14.09 + 13.18 = 27.27 ms	12.74 + 14.27 = 27.01 ms
5	13.41 + 12.55 = 25.96 ms	11.44 + 14.31 = 25.75 ms
Rata-rata	26.38 ms	25.28 ms

**Sumber:** Pengujian

**c. Packet Loss**

Standar *packet loss* untuk VoIP:

- *Good* (0%-0.5%)
- *Acceptable* (0.5%-1.5%)
- *Poor* (>1.5%)

*Packet loss* menyatakan banyaknya paket yang diterima salah atau tidak sesuai dibanding dengan jumlah total paket yang dikirimkan dengan satuan paket per detik. Sesuai dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss} &= (\text{Jumlah paket yang rusak} / \text{Jumlah paket yang diterima}) \times 100\% \\
 &= (0/539) \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Dari data berdasarkan teori di atas akan diujikan pada jaringan VoIP dengan SIP ini. Berdasarkan analisis *streaming* dari protokol RTP didapatkan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian.

**Tabel 6.6.** Hasil analisis *packet loss* dengan *mediaproxy*

Pengujian ke -	Publik ke Publik (tanpa NAT)		Privat ke Publik (lewat NAT)	
	sip:dhany@10.100.0.45 ke sip:dyna@10.100.0.45		sip:2929@10.100.0.45 ke sip:dhany@10.100.0.45	
	dhany	dyna	2929	dhany
1	0/518 = 0%	0/474 = 0%	0/45 = 0%	9/226 = 3.98%
2	0/621 = 0%	0/336 = 0%	0/107 = 0%	28/385 = 7.27%
3	0/654 = 0%	0/171 = 0%	0/495 = 0%	58/598 = 9.6%
4	0/520 = 0%	0/438 = 0%	0/680 = 0%	40/434 = 9.2%
5	0/572 = 0%	0/463 = 0%	0/566 = 0%	46/554 = 8.3%

Sumber: Pengujian

### 6.2.5. Kesimpulan Hasil Pengujian

Pada pengujian dengan menggunakan *mediaproxy* ketika tanpa melewati NAT dapat disimpulkan bahwa ketika akan memulai panggilan dan mengakhiri panggilan berjalan dengan baik pada protokol *signalling* (SIP). Begitu juga ketika melewati NAT yang semula tanpa *mediaproxy* tidak dapat berkomunikasi secara dua arah, setelah menggunakan *mediaproxy* akhirnya suara dapat menembus NAT. Hal ini disebabkan karena port RTP yang semula 8000 diubah menjadi port *random* dengan *range* antara 60000:65000 yang terletak pada NAT *router*. Karena ip publik tidak mengenali ip privat, maka ip publik hanya mengenali *interface router* yang ada pada *range* ip publik untuk kemudian ditranslasi ke alamat tujuan asal.

Dari parameter QoS ketika tanpa melewati NAT dapat disimpulkan bahwa rata-rata *delay* = 35.78 ms, *jitter* = 26.38 ms, dan *packet loss* = 0%. Sedangkan ketika melewati NAT dapat disimpulkan bahwa rata-rata *delay* = 35.93 ms, *jitter* = 25.28 ms, dan *packet loss* rata-rata di atas standar 1.5%. *Packet loss* yang besar ini hanya terjadi pada komunikasi dari ip publik ke privat, karena melewati NAT yang akan mempengaruhi paket data suara yang hilang pada saat transmisi.

## BAB VII PENUTUP

### 7.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian implementasi *SIP Express Router* berbasis *Session Initiation Protocol* dengan menggunakan metode *mediaproxy* pada VoIP dapat disimpulkan bahwa:

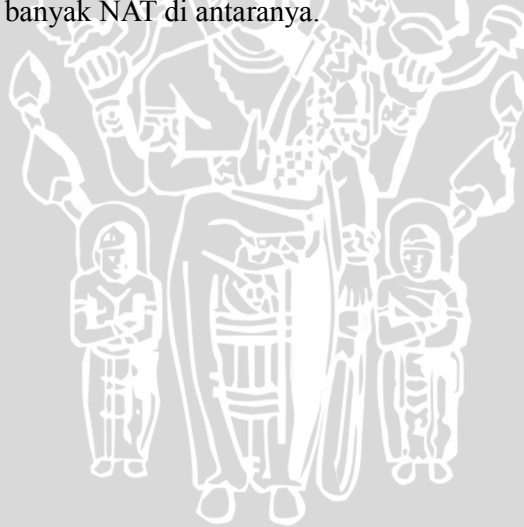
1. Ketika komunikasi suara tanpa melewati NAT akan terjadi komunikasi dua arah atau *full duplex*, sedangkan ketika komunikasi suara melewati NAT akan terjadi komunikasi satu arah saja atau *half duplex*, karena *port* RTP 8000 tidak bisa menembus NAT.
2. Untuk *media signalling* atau SIP tidak ada masalah meskipun melewati NAT atau tidak, karena hanya membuka, membangun, dan menutup sesi komunikasi saja. Lain halnya dengan RTP yang tidak bisa menembus NAT.
3. *Mediaproxy* yang dikonfigurasi satu mesin dengan SIP server. *Port* RTP pada *mediaproxy* ini dibuat *random* dengan *range* 60000:65000. Jadi berbeda dibandingkan tanpa memakai modul bantuan *mediaproxy*.
4. Dari parameter QoS dapat dilihat bahwa ketika melewati NAT dan tanpa *mediaproxy*, semua parameter tidak dapat dihitung, karena hanya satu sisi saja yang dapat dihitung. Parameter QoS ketika tanpa melewati NAT dan tanpa *mediaproxy* didapatkan rata-rata *delay end to end* 42.09 ms, *jitter* 13.83 ms, dan *packet loss* 0% yang berarti semua dikategorikan “good” sesuai standar VoIP.
5. Parameter QoS ketika tanpa melewati NAT dan dengan *mediaproxy* didapatkan rata-rata *delay end to end* 35.78 ms, *jitter* 26.38 ms, *packet loss* 0% yang berarti dikategorikan “good” untuk *delay end to end* dan *packet loss*, sedangkan “acceptable” untuk *jitter*. Parameter QoS ketika melewati NAT dan dengan *mediaproxy* didapatkan rata-rata *delay end to end* 35.93 ms, *jitter* 25.28 ms, *packet loss* di atas 1.5% yang berarti dikategorikan “good” untuk *delay end to end*, “acceptable” untuk *jitter*, dan “poor” untuk *packet loss*. *Packet loss* yang besar ini disebabkan karena kerusakan paket RTP yang melewati NAT akibat perubahan port RTP yang diberikan

oleh *mediaproxy*.

## 7.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam pengembangan sistem *mediaproxy* pada VoIP ini adalah:

1. Mencoba alternatif lain selain *mediaproxy*, bisa juga dengan TURN, ICE, *rtpproxy*, dll, dikarenakan terdapat *packet loss* yang tinggi. Namun, untuk bisa menembus NAT sudah dapat dilakukan untuk *mediaproxy* dengan baik.
2. Mencoba untuk dilakukan pengujian dengan media lain selain suara, bisa dengan *video* atau lainnya.
3. Pengujian ini selanjutnya dapat dikembangkan secara langsung di Universitas Brawijaya, karena hal ini sangat dibutuhkan dalam proses komunikasi yang ada di Universitas Brawijaya ini melalui VoIP apalagi kalau terdapat banyak NAT di antaranya.



## DAFTAR PUSTAKA

- [COU-10] <http://www.counterpath.com/x-lite.html> diakses tanggal 17 Januari 2010.
- [EGO-08] E. Goncalves, Flavio. 2008. *Building Telephony Systems with OpenSER*. Packt Publishing. Birmingham.
- [HEN-06] Henry Sinnreich, Alan B. Johnston. 2006. *Internet Communications Using SIP, Second Edition*. Wiley. USA.
- [IND-04] Indra S., Martinus. 2004. *Mekanisme dan Implementasi Keamanan pada Session Initiation Protocol (SIP)*. Elektro ITB. Bandung.
- [INT-08] <http://i-networking.net/wp-content/uploads/2007/07/voice-over-ip-voip.pdf> diakses tanggal 17 Juli 2008
- [JON-07] Jonathan Davidson, James Peters, Manoj Bhatia, Satish Kalidindi, Sudipto Mukherjee. 2007. *Voice over IP Fundamentals, Second Edition*. Cisco Press.
- [LAM-04] Lammle, Todd. 2004. *CCNA: Cisco Certified Network Associate Study Guide, Fourth Edition*. Sybex. USA.
- [MAN-04] Mansfield, Niall. 2004. *Practical TCP/IP: Mendesain, Menggunakan, dan Troubleshooting Jaringan TCP/IP di Linux dan Windows (Jilid 1)*. Andi. Yogyakarta.
- [PAU-05] Paul Hazlett, Simon Miles, Greger V.Teigre. 2005. *SER-Getting Started*. Onsip.org
- [RAH-06] Raharja, Anton. 2006. *Session Initiation Protocol*. VoIP Rakyat.
- [RAK-07] Rakhmadhany P., Marjhy M. 2007. *Modul Praktikum Jaringan Komputer*. Teknik Elektro UB. Malang.
- [REP-08] <http://republikbm.blogspot.com/2007/10/voice-over-internet-protocol-voip.html> diakses tanggal 20 Juli 2008.
- [RUS-08] Russel, Travis. 2008. *Session Initiation Protocol (SIP) Controlling Convergent Networks*. McGraw-Hill. USA.
- [SOF-08] Sofana, Iwan. 2008. *Membangun Jaringan Komputer, Membuat Jaringan Komputer (Wire & Wireless) untuk Pengguna Windows dan Linux*. Informatika. Bandung.
- [SUG-08] Sugeng, Winarno. 2008. *Membangun Telepon Berbasis VoIP, Studi Kasus: Implementasi pada Jaringan RT/RWnet*. Informatika. Bandung.

# LAMPIRAN



## LAMPIRAN 1

## Script Konfigurasi SIP server (SER) + Mediaproxy

```
root@serbuntu-soi:/# cat /etc/ser/ser.cfg
```

```
# $Id: ser.cfg,v 1.25.2.1 2005/02/18 14:30:44 andrei Exp $
#
# simple quick-start config script
#
# ----- global configuration parameters -----
----
debug=3          # debug level (cmd line: -dddddddd)
fork=yes
log_stderr=no   # (cmd line: -E)

# Uncomment these lines to enter debugging mode
#fork=yes
#log_stderr=yes
#check_via=no   # (cmd. line: -v)
dns=no         # (cmd. line: -r)
rev_dns=no     # (cmd. line: -R)

listen=10.100.0.45
port=5060
children=4
fifo="/tmp/ser_fifo"
fifo_db_url="mysql://ser:heslo@localhost/ser"

# ----- module loading -----
----

# Uncomment this if you want to use SQL database
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/mysql.so"

loadmodule "/usr/lib/ser/modules/sl.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/tm.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/rr.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/maxfwd.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/usrloc.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/registrar.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/textops.so"

# Uncomment this if you want digest authentication
# mysql.so must be loaded !
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/auth.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/auth_db.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/uri.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/uri_db.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/domain.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/mediaproxy.so"
loadmodule "/usr/lib/ser/modules/nathelper.so"
#loadmodule "/usr/lib/ser/modules/textops.so"
```



```

# ----- setting module-specific parameters -----
---
# -- usrloc params --
modparam("usrloc", "db_mode", 2)

# Uncomment this if you want to use SQL database
# for persistent storage and comment the previous line
#modparam("usrloc", "db_mode", 2)

# -- auth params --
# Uncomment if you are using auth module
#
modparam("auth_db", "calculate_ha1", yes)
#
# If you set "calculate_ha1" parameter to yes (which true in this
config),
# uncomment also the following parameter)
#
modparam("auth_db", "password_column", "password")

# -- rr params --
# add value to ;lr param to make some broken UAs happy
modparam("rr", "enable_full_lr", 1)
modparam("usrloc", "db_url", "sql://ser:heslo@localhost/ser")

modparam("nathelper", "rtpproxy_disable", 1)
modparam("nathelper", "natping_interval", 0)

modparam("mediaproxy", "natping_interval", 30)
modparam("mediaproxy", "mediaproxy_socket",
"/var/run/mediaproxy.sock")
modparam("mediaproxy", "sip_asymmetrics", "/etc/ser/sip-clients")
modparam("mediaproxy", "rtp_asymmetrics", "/etc/ser/rtp-clients")

modparam("registrar", "nat_flag", 6)
#modparam("mi_fifo", "fifo_name", "/tmp/ser_fifo")

# ----- request routing logic -----
---
# main routing logic

route{
# -----
# initial sanity checks -- messages with
# max_forwards==0, or excessively long requests
# -----
if (!mf_process_maxfwd_header("10")) {
    sl_send_reply("483", "Too Many Hops");
    break;
};
if (msg:len >= 2048 ) {
    sl_send_reply("513", "Message too big");
    break;
};
};

```

```

#-----
#Record Route Section
#-----
if (method=="INVITE" && client_nat_test("3")) {
# INSERT YOUR IP ADDRESS HERE
    record_route_preset("10.100.0.45:5060;nat=yes");
} else if (method!="REGISTER") {
    record_route();
};

#-----
#Call Tear Down Section
#-----
if (method=="BYE" || method=="CANCEL") {
    end_media_session();
};

#-----
#Loose Route Section
#-----
if (loose_route()) {

    if ((method=="INVITE" || method=="REFER") && !has_totag()) {
        sl_send_reply("403", "Forbidden");
        break;
    };

    if (method=="INVITE") {
        if (!proxy_authorize("", "subscriber")) {
            proxy_challenge("", "0");
            break;
        } else if (!check_from()) {
            sl_send_reply("403", "Use From=ID");
            break;
        };
    };

    consume_credentials();

    if (client_nat_test("3") || search("^Route:.*;nat=yes")) {
        setflag(6);
        use_media_proxy();
    };
};

    route(1);
break;
};

#-----
#Call Type Processing Section
#-----

if (uri!=myself) {
    route(4);
    route(1);
    break;
};

```

```

if (method=="ACK") {
    route(1);
    break;
} else if (method=="CANCEL") {
    route(1);
    break;
} else if (method=="INVITE") {
    route(3);
    break;
} else if (method=="REGISTER") {
    route(2);
    break;
};

lookup("aliases");
if (uri!=myself) {
    route(4);
    route(1);
    break;
};

if (!lookup("location")) {
    sl_send_reply("404", "User Not Found");
    break;
};

route(1);
}

route[1] {
#-----
#Default Message Handler
#-----
t_on_reply("1");

if (!t_relay()) {
    if (method=="INVITE" || method=="ACK") {
        end_media_session();
    };

    sl_reply_error();
};
}

route[2] {
#-----
#REGISTER Message Handler
#-----

sl_send_reply("100", "Trying");

if (!search("^Contact:[ ]*\$") && client_nat_test("7")) {
    setflag(6);
    fix_nated_register();
    force_rport();
}
}

```

```

};
if (!www_authorize("", "subscriber")) {
    www_challenge("", "0");
    break;
};
if (!check_to()) {
    sl_send_reply("401", "Unauthorized");
    break;
};
consume_credentials();
if (!save("location")) {
    sl_reply_error();
};
}

route[3] {
#-----
#INVITE Message Handler
#-----

if (client_nat_test("3")) {
    setflag(7);
    force_rport();
    fix_nated_contact();
};

if (!proxy_authorize("", "subscriber")) {
    proxy_challenge("", "0");
    break;
} else if (!check_from()) {
    sl_send_reply("403", "Use From=ID");
    break;
};

consume_credentials();

lookup("aliases");
if (uri!=myself) {
    route(4);
    route(1);
    break;
};

if (!lookup("location")) {
    sl_send_reply("404", "User Not Found");
    break;
};

route(4);
route(1);
}

route[4] {

```

```

-----
#NAT Traversal Section
-----

if (isflagset(6) || isflagset(7)) {
    if (!isflagset(8)) {
        setflag(8);
        use_media_proxy();
    };
};
}

onreply_route[1] {
    if ((isflagset(6) || isflagset(7)) &&
(status=~"(180)|(183)|2[0-9][0-9]")) {

        if (!search("^Content-Length:[ ]*0")) {
            use_media_proxy();
        };
    };

    if (client_nat_test("1")) {
        fix_nated_contact();
    };
}

```



## LAMPIRAN 2

## Data Pengujian Wireshark (SIP)

## Data Pengujian Wireshark (SIP)

- Panggilan dari sip:dhany@soi.ub ke sip:dyna@soi.ub (tanpa mediaproxy)

```

INVITE sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdfa2.0
Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634
To: <sip:dyna@10.100.0.45>
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>
Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47
CSeq: 57588 INVITE
Max-Forwards: 16
Content-Type: application/sdp
User-Agent: X-Lite release 1103m
Content-Length: 292

v=0
o=dhany 24835515 24835531 IN IP4 10.100.0.47
s=X-Lite
c=IN IP4 10.100.0.47
t=0
m=audio 8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101
a=rtpmap:0 pcmu/8000
a=rtpmap:8 pcma/8000
a=rtpmap:3 gsm/8000
a=rtpmap:98 iLBC/8000
a=rtpmap:97 speex/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-15
SIP/2.0 100 Trying
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdfa2.0
Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156
Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>
Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47
CSeq: 57588 INVITE
Server: X-Lite release 1103m
Content-Length: 0

SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdfa2.0
Via: SIP/2.0/UDP
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156
Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>
Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47
CSeq: 57588 INVITE
Server: X-Lite release 1103m
Content-Length: 0

```

SIP/2.0 200 Ok  
 Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bK32bb.442cdfa2.0  
 Via:  
 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKB43596633FDA4650A05FC1827263B88C  
 From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634  
 To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156  
 Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>  
 Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>  
 Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47  
 CSeq: 57588 INVITE  
 Content-Type: application/sdp  
 Server: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 267

SIP/2.0/UDP

v=0  
 o=dyna 19427522 19430064 IN IP4 10.100.0.46  
 s=X-Lite  
 c=IN IP4 10.100.0.46  
 t=0 0  
 m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101  
 a=rtpmap:8 pcma/8000  
 a=rtpmap:3 gsm/8000  
 a=rtpmap:98 iLBC/8000  
 a=rtpmap:97 speex/8000  
 a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
 a=fmtp:101 0-15  
 ACK sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0  
 Record-Route: <sip:10.100.0.45;ftag=292348634;lr=on>  
 Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=0  
 Via:  
 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK95C6D7E5867942CFA48DDB5D3AF50101  
 From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634  
 To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156  
 Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
 Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47  
 CSeq: 57588 ACK  
 Max-Forwards: 16  
 Content-Length: 0

SIP/2.0/UDP

BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0  
 Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.46:5060;rport;branch=z9hG4bK442FA9B619434FB2B6A77DDA15F0482E  
 From: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156  
 To: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634  
 Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>  
 Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=292348634;lr=on>  
 Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47  
 CSeq: 40345 BYE  
 Max-Forwards: 70  
 User-Agent: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
 Via:  
 10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK442FA9B619434FB2B6A77DDA15F0482E  
 From: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=694831156  
 To: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=292348634  
 Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
 Call-ID: DDF26235-3E19-41E3-BA74-BB03C835711D@10.100.0.47  
 CSeq: 40345 BYE  
 Server: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 0

SIP/2.0/UDP

- Panggilan dari sip:2929@soi.ub ke sip:dhany@soi.ub (tanpa mediaproxy)

INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKD5D73C34F00B4748BB628A2A4A72F0BE  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56021 INVITE  
Max-Forwards: 70  
Content-Type: application/sdp  
User-Agent: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 267

v=0  
o=2929 29301277 29301308 IN IP4 172.17.2.47  
s=X-Lite  
c=IN IP4 172.17.2.47  
t=0 0  
m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101  
a=rtpmap:8 pcma/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15

SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required

Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bKD5D73C34F00B4748BB628A2A4A72F0BE;received=10.100.0.19

From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b135dc.fe49  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56021 INVITE  
Proxy-Authenticate: Digest realm="soi.ub", nonce="4b1fd8443f5e7e25346bfe37c134f4628c5ebe23"  
Server: Sip EXpress router (0.9.6 (i386/linux))  
Content-Length: 0  
Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6694 req\_src\_ip=10.100.0.19 req\_src\_port=1025 in\_uri=sip:dhany@10.100.0.45 out\_uri=sip:dhany@10.100.0.45 via\_cnt=1"

ACK sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKD5D73C34F00B4748BB628A2A4A72F0BE  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b135dc.fe49  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56021 ACK  
Max-Forwards: 70  
Content-Length: 0

INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56022 INVITE  
Proxy-Authorization: Digest username="2929",realm="soi.ub",nonce="4b1fd8443f5e7e25346bfe37c134f4628c5ebe23",response="12d72bcde210f71abb85a060a7d20b09",uri="sip:dhany@10.100.0.45"  
Max-Forwards: 70  
Content-Type: application/sdp  
User-Agent: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 267

v=0



o=2929 29301277 29301308 IN IP4 172.17.2.47  
s=X-Lite  
c=IN IP4 172.17.2.47  
t=0 0  
m=audio 8000 RTP/AVP 8 3 98 97 101  
a=rtpmap:8 pcma/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15  
SIP/2.0 100 trying -- your call is important to us  
Via: SIP/2.0/UDP  
172.17.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772;received=10.100.0.19  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56022 INVITE  
Server: Sip EXpress router (0.9.6 (i386/linux))  
Content-Length: 0  
Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6691 req\_src\_ip=10.100.0.19 req\_src\_port=1025 in\_uri=sip:dhany@10.100.0.45 out\_uri=sip:dhany@10.100.0.47:5060 via\_cnt=1"

SIP/2.0 180 Ringing  
Via: SIP/2.0/UDP  
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Record-Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1194888398;lr=on>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56022 INVITE  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
Via: SIP/2.0/UDP  
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK60683D533B1D47CFAD7A27FC617F0772  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Record-Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1194888398;lr=on>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56022 INVITE  
Content-Type: application/sdp  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 292

v=0  
o=dhany 34709359 34712640 IN IP4 10.100.0.47  
s=X-Lite  
c=IN IP4 10.100.0.47  
t=0 0  
m=audio 8000 RTP/AVP 8 0 3 98 97 101  
a=rtpmap:0 pcmu/8000  
a=rtpmap:8 pcma/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000

a=fmtp:101 0-15  
ACK sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKE0B201A5D37E42B3BF2AAF391187A727  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=1194888398;lr=on>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 56022 ACK  
Max-Forwards: 70  
Content-Length: 0

BYE sip:2929@10.100.0.19:1025 SIP/2.0  
Record-Route: <sip:10.100.0.45;ftag=3887455156;lr=on>  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bK9a64.fff69973.0  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK04AB7155E5374CE98A15FB7F675918E6  
From: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156  
To: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 11220 BYE  
Max-Forwards: 16  
User-Agent: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bK9a64.fff69973.0  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK04AB7155E5374CE98A15FB7F675918E6  
From: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=3887455156  
To: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=1194888398  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Call-ID: D8F0EFB2-5477-4FBC-9AD7-2DBA1D12C4A9@172.17.2.47  
CSeq: 11220 BYE  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

- **Panggilan dari sip:dhany@soi.ub ke sip:dyna@soi.ub (dengan mediaproxy)**

INVITE sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0  
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=479053631;lr=on>  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bKb1bf.7d2d0f52.0  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKD6EA5AC0CE3748008D5DE845F28B0162  
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
To: <sip:dyna@10.100.0.45>  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47  
CSeq: 55292 INVITE  
Max-Forwards: 16  
Content-Type: application/sdp  
User-Agent: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 269

v=0  
o=dhany 46587093 46587109 IN IP4 10.100.0.47  
s=X-Lite  
c=IN IP4 10.100.0.45  
t=0  
m=audio 60020 RTP/AVP 8 3 98 97 101  
a=rtpmap:8 pcma/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000

a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15  
SIP/2.0 100 Trying  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bKb1bf.7d2d0f52.0  
Via: SIP/2.0/UDP  
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKD6EA5AC0CE3748008D5DE845F28B0162  
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=2895385533  
Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>  
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=479053631;lr=on>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47  
CSeq: 55292 INVITE  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

SIP/2.0 180 Ringing  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bKb1bf.7d2d0f52.0  
Via: SIP/2.0/UDP  
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKD6EA5AC0CE3748008D5DE845F28B0162  
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=2895385533  
Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>  
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=479053631;lr=on>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47  
CSeq: 55292 INVITE  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=z9hG4bKb1bf.7d2d0f52.0  
Via: SIP/2.0/UDP  
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKD6EA5AC0CE3748008D5DE845F28B0162  
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=2895385533  
Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>  
Record-Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=479053631;lr=on>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47  
CSeq: 55292 INVITE  
Content-Type: application/sdp  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 291

v=0  
o=dyna 46867203 46870968 IN IP4 10.100.0.46  
s=X-Lite  
c=IN IP4 10.100.0.46  
t=0 0  
m=audio 8000 RTP/AVP 8 0 3 98 97 101  
a=rtpmap:0 pcmu/8000  
a=rtpmap:8 pcma/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15  
ACK sip:dyna@10.100.0.46:5060 SIP/2.0  
Record-Route: <sip:10.100.0.45;ftag=479053631;lr=on>  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.45;branch=0  
Via: SIP/2.0/UDP  
10.100.0.47:5060;rport=5060;branch=z9hG4bK5E9A6C918A434F71BB9DF22B80F4ED17  
From: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
To: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=2895385533  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47

CSeq: 55292 ACK  
Max-Forwards: 16  
Content-Length: 0

BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.46:5060;rport;branch=z9hG4bKFDCB823612114E37BD19C242539259FA  
From: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=2895385533  
To: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
Contact: <sip:dyna@10.100.0.46:5060>  
Route: <sip:dyna@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=479053631;lr=on>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47  
CSeq: 29425 BYE  
Max-Forwards: 70  
User-Agent: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
Via: SIP/2.0/UDP 10.100.0.46:5060;rport=5060;branch=z9hG4bKFDCB823612114E37BD19C242539259FA  
From: <sip:dyna@10.100.0.45>;tag=2895385533  
To: dhany <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=479053631  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Call-ID: 06C8AEB9-5877-4D82-B169-AE1DA8F8E817@10.100.0.47  
CSeq: 29425 BYE  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

- **Panggilan dari sip:2929@soi.ub ke sip:dhany@soi.ub (dengan mediaproxy)**

INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK7FA3CB6AB1CE425D96CA93B19E6865CB  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
CSeq: 51729 INVITE  
Max-Forwards: 70  
Content-Type: application/sdp  
User-Agent: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 291

v=0  
o=2929 34019062 34019078 IN IP4 172.17.2.47  
s=X-Lite  
c=IN IP4 172.17.2.47  
t=0 0  
m=audio 8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101  
a=rtpmap:0 pcmu/8000  
a=rtpmap:8 pcma/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15  
INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK7FA3CB6AB1CE425D96CA93B19E6865CB  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
CSeq: 51729 INVITE  
Max-Forwards: 70

Content-Type: application/sdp  
 User-Agent: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 291

v=0  
 o=2929 34019062 34019078 IN IP4 172.17.2.47  
 s=X-Lite  
 c=IN IP4 172.17.2.47  
 t=0 0  
 m=audio 8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101  
 a=rtpmap:0 pcmu/8000  
 a=rtpmap:8 pcma/8000  
 a=rtpmap:3 gsm/8000  
 a=rtpmap:98 iLBC/8000  
 a=rtpmap:97 speex/8000  
 a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
 a=fmtp:101 0-15

SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required

Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bK7FA3CB6AB1CE425D96CA93B19E6865CB;received=10.100.0.19

From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
 To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b135dc.1606  
 Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47

CSeq: 51729 INVITE  
 Proxy-Authenticate: Digest realm="soi.ub", nonce="4b28f0d12a19f30746cc8aeaae1ae3a79ce154f"  
 Server: Sip EXpress router (0.9.6 (i386/linux))

Content-Length: 0  
 Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6229 req\_src\_ip=10.100.0.19 req\_src\_port=1025 in\_uri=sip:dhany@10.100.0.45 out\_uri=sip:dhany@10.100.0.45 via\_cnt==1"

ACK sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
 Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK7FA3CB6AB1CE425D96CA93B19E6865CB  
 From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
 To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=1f6568bf7a84b506609b7d0803b135dc.1606  
 Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
 Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
 CSeq: 51729 ACK  
 Max-Forwards: 70  
 Content-Length: 0

INVITE sip:dhany@10.100.0.45 SIP/2.0  
 Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bK913F0990D34945EEB362EAA26D1AAACD  
 From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
 To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
 Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
 Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
 CSeq: 51730 INVITE

Proxy-Authorization: Digest username="2929",realm="soi.ub",nonce="4b28f0d12a19f30746cc8aeaae1ae3a79ce154f",response="9a201aed4f7da025ea7236ef3b9dc203",uri="sip:dhany@10.100.0.45"  
 Max-Forwards: 70  
 Content-Type: application/sdp  
 User-Agent: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 291

v=0  
 o=2929 34019062 34019078 IN IP4 172.17.2.47  
 s=X-Lite  
 c=IN IP4 172.17.2.47  
 t=0 0  
 m=audio 8000 RTP/AVP 0 8 3 98 97 101  
 a=rtpmap:0 pcmu/8000  
 a=rtpmap:8 pcma/8000

a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15  
SIP/2.0 100 trying -- your call is important to us  
Via: SIP/2.0/UDP  
172.17.2.47:5060;rport=1025;branch=z9hG4bK913F0990D34945EEB362EAA26D1AAACD;received=10.100.0.19  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>  
Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
CSeq: 51730 INVITE  
Server: Sip EXpress router (0.9.6 (i386/linux))  
Content-Length: 0  
Warning: 392 10.100.0.45:5060 "Noisy feedback tells: pid=6234 req\_src\_ip=10.100.0.19 req\_src\_port=1025 in\_uri=sip:dhany@10.100.0.45 out\_uri=sip:dhany@10.100.0.47:5060 via\_cnt==1"

SIP/2.0 180 Ringing  
Via: SIP/2.0/UDP  
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK913F0990D34945EEB362EAA26D1AAACD  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2003334351  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Record-Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=3926973038;lr=on>  
Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
CSeq: 51730 INVITE  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
Via: SIP/2.0/UDP  
172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bK913F0990D34945EEB362EAA26D1AAACD  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2003334351  
Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
Record-Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=3926973038;lr=on>  
Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
CSeq: 51730 INVITE  
Content-Type: application/sdp  
Server: X-Lite release 1103m  
Content-Length: 269

v=0  
o=dhany 33740843 33746078 IN IP4 10.100.0.47  
s=X-Lite  
c=IN IP4 10.100.0.45  
t=0 0  
m=audio 60004 RTP/AVP 8 3 98 97 101  
a=rtpmap:8 pema/8000  
a=rtpmap:3 gsm/8000  
a=rtpmap:98 iLBC/8000  
a=rtpmap:97 speex/8000  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000  
a=fmtp:101 0-15  
ACK sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKED98CA47942C43539C6FD3FE80C8419F  
From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2003334351  
Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=3926973038;lr=on>

Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
 CSeq: 51730 ACK  
 Max-Forwards: 70  
 Content-Length: 0

BYE sip:dhany@10.100.0.47:5060 SIP/2.0  
 Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;rport;branch=z9hG4bKB6E69B0271BA41E896989CC078690D07  
 From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
 To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2003334351  
 Contact: <sip:2929@172.17.2.47:5060>  
 Route: <sip:dhany@10.100.0.45:5060;nat=yes;ftag=3926973038;lr=on>  
 Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
 CSeq: 51731 BYE  
 Max-Forwards: 70  
 User-Agent: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 0

SIP/2.0 200 Ok  
 Via: SIP/2.0/UDP 172.17.2.47:5060;received=10.100.0.19;rport=1025;branch=z9hG4bKB6E69B0271BA41E896989CC078690D07  
 From: 2929 <sip:2929@10.100.0.45>;tag=3926973038  
 To: <sip:dhany@10.100.0.45>;tag=2003334351  
 Contact: <sip:dhany@10.100.0.47:5060>  
 Call-ID: FCB776B2-6E6F-46C6-9622-D477DFEC7D5B@172.17.2.47  
 CSeq: 51731 BYE  
 Server: X-Lite release 1103m  
 Content-Length: 0

