

PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN SISTEM *VOICE OVER INTERNET PROTOCOL*

Laurenz, *Endi Putro

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Jurusan Teknik Informatika
Universitas Kristen Krida Wacana - Jakarta
*endiputro@ukrida.ac.id

Abstrak

Perkembangan pesat dalam komunikasi mendorong masyarakat beralih ke teknologi komunikasi yang murah dengan menggunakan internet yang dikenal sebagai VoIP (*Voice over Internet Protocol*). VoIP adalah teknologi yang memungkinkan komunikasi suara menggunakan IP (*Internet Protocol*) untuk bekerja pada jaringan paket. Teknologi ini bekerja dengan mengubah suara-suara tertentu ke dalam format digital yang dapat ditransmisikan melalui jaringan IP. Hasil penelitian ini adalah sistem mampu berkomunikasi dari komputer ke komputer, komputer ke PSTN, PSTN ke komputer, dan pengguna dapat melakukan panggilan dari komputer ke nomor PSTN dari mana saja tanpa biaya jarak jauh.

Kata Kunci: VoIP, protokol internet, PSTN, *server*, *client*.

Abstract

Rapid development in communication encourage community interest in switching to a low-cost communications technology by relying on the internet known as VoIP (Voice over Internet Protocol). VoIP is a technology that enables voice communications using IP (Internet Protocol) to run over packet networks. This technology works by changing the way certain sounds into a digital format that can be transmitted over an IP network. The results of this experiment is able to communicate from computer to computer, computer to PSTN, PSTN to the computer, and users can call from computer to PSTN number from anywhere without long distance charges.

Keywords: VoIP, internet protocol, PSTN, *server*, *client*.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya, terutama dalam bidang komunikasi. Peranan teknologi komunikasi sangat penting dan hampir menjadi kebutuhan setiap manusia. Komunikasi dapat dilakukan baik secara lisan, tertulis, maupun melalui gerakan. Manusia cenderung berpikir efektif dalam berkomunikasi.

Saat ini telah banyak fasilitas yang merupakan hasil produk dari pemanfaatan teknologi. Produk-produk hasil pemikiran manusia menghasilkan alat komunikasi yang mudah, murah, dan efisien. Dari masa ke masa aktivitas semakin dimudahkan dengan adanya produk-produk hasil teknologi komunikasi, diantaranya yang saat ini menjadi sesuatu yang sangat penting dan hampir semua kalangan memilikinya, yaitu *handphone*. Selain itu, terdapat pula fasilitas komunikasi yang sangat kaya akan informasi dan tergolong relatif murah, yaitu internet.

Hingga saat ini, komunikasi jaringan kabel di Indonesia di monopoli oleh PT Telkom. Tarif jasa penggunaan jaringannya berbeda-beda dengan adanya pembagian lokasi dan akan semakin mahal jika jarak lokasi satu dengan lokasi yang lain semakin jauh. Tulisan ini mengulas tentang penerapan akses komunikasi murah dengan memanfaatkan jaringan Internet yang dikenal dengan istilah VoIP (*Voice Over Internet Protocol*). Teknologi VoIP tersebut memanfaatkan *Internet Protocol* dalam mengirimkan suara melalui pemaketan data yang dimampatkan. Biayanya pun lebih murah karena jaringan IP bersifat global sehingga untuk hubungan jarak jauh dapat ditekan hingga 70% [1].

2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan dalam latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah: “Bagaimana membangun sebuah sistem VoIP (*Voice over Internet Protocol*) sebagai alternatif komunikasi jarak jauh?”.

3. VoIP (*VOICE OVER INTERNET PROTOCOL*)

VoIP merupakan teknologi komunikasi suara yang dikembangkan oleh perusahaan Volcotech pada tahun 1995. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) adalah teknologi yang memungkinkan komunikasi suara dengan menggunakan jaringan berbasis IP (*Internet Protocol*) untuk dijalankan di atas infrastruktur *packet network*. Jaringan yang digunakan bisa berupa internet atau intranet. Teknologi ini bekerja dengan cara mengubah suara menjadi format data digital tertentu yang dapat dikirimkan melalui jaringan IP. Dengan menggunakan jaringan internet, teknologi VoIP dapat meringankan biaya dalam komunikasi suara jarak jauh [1].

Untuk membentuk sebuah jaringan VoIP terdapat empat unsur yang dibutuhkan. Keempat unsur tersebut masing – masing akan berfungsi sebagai alat pemanggil dan penerima panggilan, penghubung antara terminal atau komputer dengan internet, sebagai protokol, serta untuk mengkonversi dan mengkompresi data suara. Adapun unsur yang diperlukan tersebut adalah *user agent*, *proxy*, protokol, dan kompresi suara.

3.1 *User Agent*

User agent berupa komponen yang memanggil nomor telepon VoIP atau untuk menerima panggilan telepon. *User agent* berupa peranti lunak telepon (*softphone*) bukan berupa *hardphone* seperti *IP Phone*, *USB Phone*, maupun ATA. Komponen ini berfungsi untuk memulai, menerima, dan menutup sesi komunikasi. *User agent* terdiri atas dua komponen utama, yaitu:

- 1) *User Agent Client* (UAC). Komponen ini yang mempunyai tugas untuk memulai sesi komunikasi.
- 2) *User Agent Server* (UAS). Komponen ini mempunyai tugas untuk menerima atau menanggapi sesi komunikasi.

3.2 *Proxy*

Proxy melakukan registrasi pada *user agent* serta mengatur pola penomoran dan *call routing* (mengarahkan tujuan data suara). *Proxy* juga dapat berfungsi sebagai *server* yang melayani permintaan sebuah *user agent* dan kemudian menyampaikannya ke *user agent* lainnya.

3.3 Protokol

Dalam membangun jaringan VoIP diperlukan protokol agar komunikasi antar terminal (*user agent*) dengan terminal, antar terminal dengan *proxy*, maupun antar *proxy* dengan *proxy* bisa terjadi [2]. Protokol merupakan sebuah standar yang harus dipenuhi agar komunikasi VoIP terjadi. Terdapat tiga macam protokol yang digunakan, yaitu:

- 1) Protokol H.323 yang dikembangkan oleh ITU-T (*International Telecommunication Union-Telecommunication*). Protokol ini merupakan protokol yang pertama kali ada di antara protokol VoIP yang lain. Protokol ini merupakan protokol yang stabil dan handal. Protokol H.323 terdiri dari kumpulan beberapa protokol lain yang berfungsi untuk mengatur *session* dan *media transfer*. H.323 memiliki kelemahan, yaitu tidak dapat dengan mudah menembus NAT (*Network Address Translation*). Untuk mengatasi hal itu, maka diperlukan *gatekeeper* yang harus dioperasikan di setiap *node* (mesin) jaringan LAN (*Local Area Network*). *Gatekeeper* tersebut berfungsi sebagai jembatan antara pengguna di dalam jaringan NAT dengan yang berada di luar jaringan LAN [2].
- 2) Protokol asterisk yang dikenal dengan sebutan IAX (*The Inter-Asterisk Exchange*) merupakan protokol yang cukup handal karena protokol ini dapat menembus NAT dengan mudah dan hanya menggunakan satu *port* saja untuk membentuk sesi dan *media transfer*. Protokol ini juga dilengkapi dengan layanan yang dapat mengatur penggunaan *bandwidth* dan komponen penjernih suara [2].
- 3) *Session Initiation Protokol* atau yang lebih dikenal dengan SIP, dikembangkan oleh IETF (*Internet Engineering Task Force*). SIP merupakan protokol yang hanya bertugas menciptakan, menghapus, dan memodifikasi sesi komunikasi. SIP bukan merupakan kumpulan protokol seperti H.323. SIP hanya mengatur sesi, sedangkan pengiriman data suara dilakukan dengan menggunakan protokol lain yang bukan merupakan bagian dari SIP. SIP dapat menembus NAT, sehingga untuk penggunaannya cukup menggunakan sebuah *server* [2].

3.4 Kompresi Suara

ITU-T (*International Telecommunication Union – Telecommunication Sector*) membuat beberapa standar untuk *voice coding* yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP. Berikut adalah tabel mengenai daftar teknik kompresi suara yang digunakan dengan beberapa parameter kinerja [3], [4].

Tabel 1. Standarisasi kompresi suara menurut ITU-T

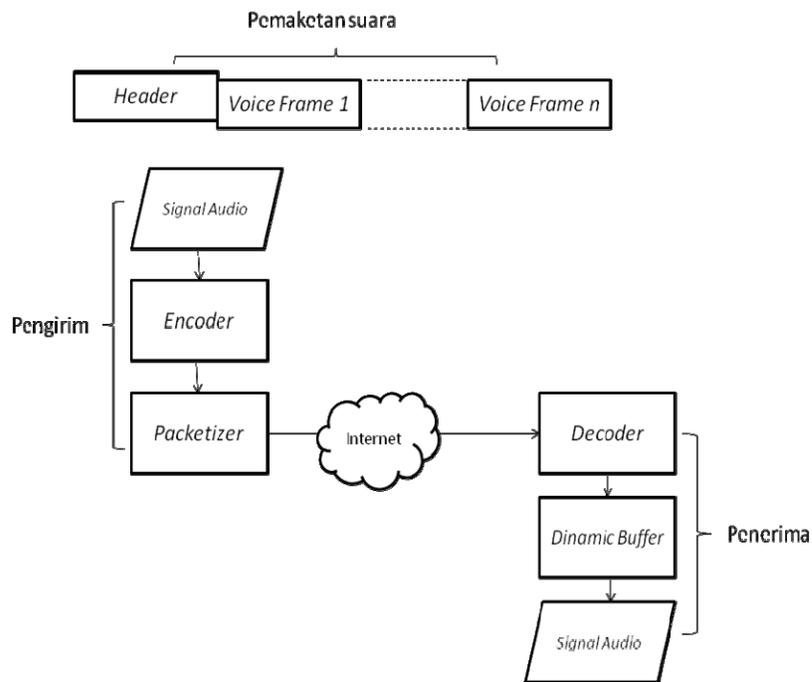
Kompresi	Kbps	MIPS	ms	MOS
G.711PCM	64	0.34	0.125	4.1
G.726 ADPCM	32	14	0.125	3.85
G.728 LD-CELP	16	33	0.625	3.61
G.729 CS-ACELP	8	20	10	3.92
G.729 x2 Encoding	8	20	10	3.27
G.729 x3 Encoding	8	20	10	2.68
G.729a CS-ACELP	8	10.5	10	3.7
G.723.1 MPMLQ	6.3	16	30	3.9

3 ANALISIS

VoIP disebut juga sebagai teknologi *IP Telephony*. Teknologi *IP Telephony* merupakan teknologi yang mampu melewati trafik teleponi (dalam hal ini suara) melalui jaringan IP. Jaringan IP merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet – switched*. Untuk menjamin *setup* suatu panggilan pada sesi *signaling* VoIP dibutuhkan suatu protokol, yaitu TCP (*Transmission Control Protocol*). TCP tidak digunakan dalam pengiriman data suara pada VoIP karena pada suatu komunikasi data VoIP penanganan data yang mengalami keterlambatan lebih penting daripada penanganan paket yang hilang. Oleh karena itu, pada saat pengiriman audio *streaming* yang berlangsung terus menerus dibutuhkan suatu protokol, yaitu UDP (*User Datagram Protocol*).

Teknologi pendukung sistem VoIP harus mampu mengatur sesi antara dua titik dan menjadi komponen yang fleksibel dalam arsitektur internet karena bekerja di belakang NAT (*firewall* dan *proxy*). Karena VoIP yang dibangun tidak memperhatikan *bandwidth*, *delay*, dan *processing* maka digunakan teknologi SIP (*Session Initiation Protocol*) yang mengkodekan pesan dalam format teks ASCII sehingga dapat dibaca oleh manusia. Untuk membangun sistem VoIP menggunakan teknologi SIP dibutuhkan sebuah topologi atau metode untuk menghubungkan *server* dan *client*. Dari beberapa topologi yang ada, topologi yang paling baik untuk diterapkan adalah topologi *star* karena jika terdapat salah satu titik (*node*) yang rusak, tidak akan mempengaruhi *node* lainnya [5].

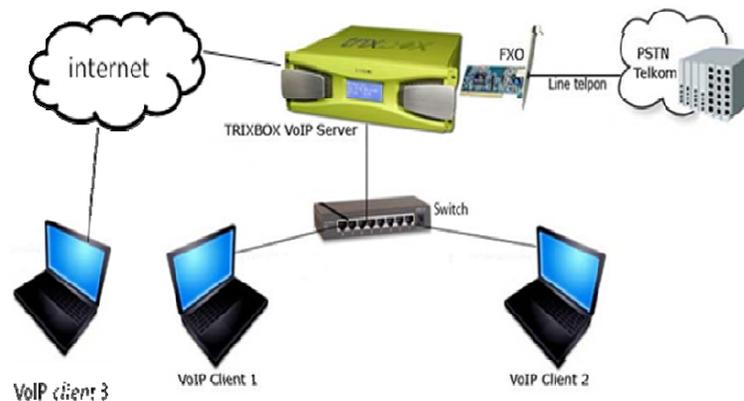
Model komunikasi VoIP yang diterapkan pada tulisan ini adalah komputer ke komputer dan komputer ke PSTN. Pada komputer ke PSTN, pemanggil merupakan sebuah IP yang terhubung dengan *line* telepon dan internet, yang dipanggil berasal dari PSTN, panggilan melintasi segmen internet dan PSTN. Sinyal suara berupa sinyal analog yang berasal dari PSTN dikonversi oleh VoIP CODEC menjadi bentuk digital. VoIP CODEC mentransmisikan sinyal digital tersebut ke penerima serta merekonstruksi suara asli untuk didengar oleh penerima. Pada proses konversi suara ke bentuk digital, dikenal istilah *voice sampling*, kuantisasi, dan *coding*. Di dalam proses *voice sampling*, CODEC melakukan *sampling* gelombang suara dalam waktu tertentu dan memberikan nilai dalam setiap sampelnya. Interval waktu tersebut antara lain 8000 siklus/detik (frekuensi *sampling* 8 kHz) dan 16000 siklus/detik (frekuensi *sampling* 16 kHz). Dalam proses kuantisasi, nilai sampel diubah menjadi bentuk diskrit sehingga mudah direpresentasikan dalam bentuk bit. Dalam proses *coding*, sampel – sampel diakumulasikan dalam kurun waktu tertentu, kemudian dikodekan menjadi kelompok bit yang dinamakan *frame*. Dalam proses *coding* ini dilakukan konversi informasi agar diperoleh jumlah bit yang minimal dalam setiap sampel suara. Bagian proses *coding* ini merupakan bagian terpenting dari seluruh proses konversi karena menentukan efisiensi CODEC dalam kaitannya dengan *bandwidth* yang diperlukan. Pada Gambar 1 berikut ini menjelaskan tentang pemrosesan suara dalam VoIP.



Gambar 1. Proses suara dalam VoIP

Dalam proses pemaketan suara, data suara digital diproses menjadi unit – unit yang disebut *frame*, dimana masing – masing *frame* berisi sebagian sinyal suara dalam durasi waktu tertentu. *Frame* ini kemudian disisipkan ke dalam paket - paket IP, yang berisi informasi - informasi tambahan (*overhead*) seperti jumlah urutan paket, *IP address*, dan *timestamps*, yang semuanya diperlukan untuk memudahkan pentransmisian paket melalui jaringan. Untuk mengurangi inefisiensi yang disebabkan oleh *overhead*, biasanya beberapa *frame* suara dikemas dalam satu paket IP. Paket - paket IP diterima dalam sebuah *buffer* di penerima, didekodekan sesuai urutan, dan diproses.

4. TOPOLOGI JARINGAN



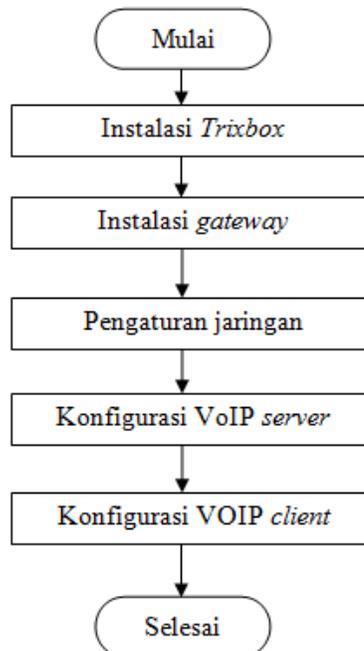
Gambar 2. Topologi jaringan VoIP

Gambar 2 menunjukkan bagaimana topologi sistem komunikasi berbasis VoIP bekerja. VoIP *client* ini berupa PC yang di dalamnya telah ter-*install* piranti lunak *softphone* yang terhubung ke dalam jaringan LAN (*Local Area Network*) dan internet yang dihubungkan dengan sebuah *server Trixbox*. *Server Trixbox* bertindak sebagai IP PBX (*Internet Protocol Private Branch eXchange*) yang berfungsi sebagai *proxy* untuk jembatan penghubung dengan internet dan sebagai *gateway* yang dihubungkan dengan *line* telepon analog PSTN Telkom. Hal ini dilakukan dengan menambahkan perangkat keras PCI Card AX - 400P 1 modul FXO untuk mengubah semua jaringan telepon analog ke jaringan IP. Dengan demikian, VoIP *client* ini dapat saling melakukan komunikasi suara yang terhubung dalam satu jaringan atau komunikasi antara *client* dengan PSTN atau selular. Untuk mengoperasikan SIP *proxy* dibutuhkan suatu *softswitch*, maka digunakan *Asterisk* yang bersifat *open source*.

Untuk menghubungkan VoIP *server* dengan jaringan PSTN, diperlukan *trunk* ke jaringan PSTN. *Trunk* merupakan saluran yang menghubungkan dua buah *node*, dimana jumlah saluran di *trunk* lebih kecil dari jumlah saluran di setiap *node*. Jika *server* telah terhubung dengan internet, maka *server* dapat diakses dimana saja melalui *web GUI* dan *client* VoIP juga dapat melakukan komunikasi dimana saja tanpa harus terhubung dengan jaringan LAN.

5. RANCANGAN SERVER

Pada sisi VoIP *server* digunakan sebuah sistem operasi Linux *server*. Beberapa Distributor Linux yang dapat digunakan adalah *Trixbox*, *Elastix*, *Askozia*, *Astlinux*, *AsteriskNow*, ataupun *Briker* yang khusus menangani VoIP. Pada penelitian ini dipilih *Trixbox* karena proses instalasi *server Trixbox* ini tergolong mudah, berbeda dengan *server* VoIP lainnya yang proses instalasinya berupa paket-paket yang terpisah. Pada proses perancangan sisi *server* terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. *Flowchart* perancangan *server*

Dalam pembuatan *file* konfigurasi *server Asterisk* terdapat dua bagian penting, yaitu konfigurasi SIP dan konfigurasi *dialplan*. Konfigurasi SIP terdapat pada *file sip.conf* yang terbagi oleh beberapa blok teks agar VoIP *server* dan *client* berjalan sesuai kebutuhan. Blok teks tersebut dapat diidentifikasi seperti berikut,

[xxx]

Parameter1 = nilai

Parameter2 = nilai

Parameter3 = nilai

dimana xxx adalah nama yang diasosiasikan dengan SIP *client* atau sembarang nama yang digunakan oleh *file* konfigurasi lain untuk mereferensikan sebuah peralatan SIP. Setiap baris konfigurasi dalam blok memiliki arti sendiri – sendiri. Berikut adalah baris konfigurasi yang akan digunakan.

- *Allowguest* = *yes* | *no*
Artinya memperbolehkan atau menolak panggilan dari orang yang dikenal. Jika dipilih *yes* maka panggilan dari *client* yang belum terdaftar pada *server* bisa dilakukan selama *client* mengisi dengan benar parameter *server* atau *port* tujuan.
- *Bindport* = *number*
Fungsinya untuk *port UDP* yang di-*bind* (diikat) untuk mendengarkan sambungan yang masuk. Pilihan *default*-nya adalah 5060.
- *Bindaddr* = IP Address
Berfungsi untuk menerima semua *address* untuk di-*bind*. Pilihan *default*-nya adalah 0.0.0.0 (semua *interface*).
- *Externip* = alamat IP/*hostname*
Untuk meletakkan alamat SIP jika berada di belakang NAT. Jika pilihan *hostname* digunakan, alamat IP yang terkait dengan *hostname* tersebut akan dibaca sekali pada saat membaca *file sip.conf*. Jika ingin menggunakan *hostname* dari alamat IP dinamis maka gunakan parameter *externhost*.
- *Nat* = *yes* | *no*
Variabel ini menentukan pola aksi *Asterisk* untuk *client* di belakang NAT.
- *Canreinvite* = *update* | *yes* | *no*
Jika *client* mampu mendukung SIP *re-invites*, pilihan *default*-nya adalah *yes*.
- *Qualify* = *yes* | *no* | *milliseconds*
Periksa apakah *client* dapat dihubungi. Jika ya, pemeriksaan akan dilakukan setiap 2.000 *milliseconds* (2detik). Berlaku hanya di bagian [general] dan *type* = *peer*.
- *Allow* = <codec>
Codec yang diperbolehkan berdasarkan urutan preferensi. Gunakan terlebih dahulu pilihan *disallow* = *all* sebelum mengizinkan *codec*.
- *Disallow* = *all*
Menolak semua *codec* untuk *peer* atau definisi *user*.
- *Context* = <nama_context>
Jika *type* = *user*, *context* merupakan panggilan yang masuk ke definisi *user* SIP. Jika *type* = *peer*, *context* merupakan *dialplan* untuk melakukan panggilan keluar/*outbound* dari definisi *peer* SIP. Jika *type* = *friend*, *context* merupakan semua hubungan *inbound* dan *outbound* ke definisi entitas SIP.
- *Type* = *user* | *peer* | *friend*
Merupakan hubungan antara *client* dengan *outbound provider*.
- *Host* = *dynamic* | *hostname* | IPAddr
Alamat IP *client* atau *hostname*.

Dialplan adalah proses *routing* akun *client* SIP yang telah didaftarkan. Dengan kata lain, *dialplan* mengontrol apa yang harus dikerjakan jika ada panggilan masuk atau keluar dari IP PBX. Konfigurasi *dialplan* dilakukan pada *file extensions.conf* yang diatur

berdasarkan beberapa bagian/modul yang berisi definisi maupun setting parameter. Adapun perintah dasar dalam *dialplan*, yaitu:

- *Ringing*, artinya penelepon mendengarkan nada tunggu.
- *Wait*, artinya panggilan tertunda.
- *Dial*, artinya *client* dapat terhubung dengan *client* lain dan dapat saling berkomunikasi. Format penulisannya adalah sebagai berikut ini:

Dial (teknologi/[akun]/*extension*[*option*])

Teknologi merupakan teknologi VoIP yang digunakan, seperti SIP, IAX2 atau H323. Akun merupakan data akun *trunk* untuk menuju ke PBX lain. *Extension* merupakan data akun *extension client*, yaitu akun dari *client* yang terdaftar. *Option* adalah pilihan tambahan seperti waktu tunggu panggilan.

- *Hangup*, artinya penelepon akan mendengar nada sibuk karena komunikasi berakhir. Adapun kebutuhan piranti lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan dalam pembangunan *server* VoIP ini adalah sebagai berikut:

- 1) Perangkat keras
 - Intel® Pentium 2
 - 1 GB DDR1 *Memory*
 - 160 GB *Harddisk*
 - OpenVox A400p 1 modul FXO
- 2) Piranti lunak, yaitu *Trixbox CE*.

6. RANCANGAN *CLIENT*

Proses perancangan pada sisi *client* adalah dengan menyiapkan perangkat keras dan piranti lunak. Perangkat keras terdiri dari laptop dan kabel UTP kategori 5. Piranti lunak yang digunakan adalah *softphone* X-Lite karena mendukung teknologi SIP. X-Lite juga dapat secara otomatis mencari *proxy* dimana X-Lite tersebut terdaftar untuk menginformasikan bahwa *softphone* di komputer tersebut telah aktif. Untuk *softphone* tahap-tahap perancangan dimulai dengan melakukan instalasi piranti lunak X-Lite ke dalam sebuah *laptop*, setelah itu mengaktifkan *softphone* untuk melakukan registrasi ke VoIP *server*. VoIP *client* dapat terhubung dengan VoIP *server* baik dalam ruang lingkup LAN ataupun internet (jika mengetahui IP publik).

Adapun kebutuhan piranti lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan dalam pembangunan *server* VoIP ini adalah sebagai berikut:

- 1) Perangkat Keras
 - Intel® Pentium 2
 - 512 MB DDR1 *Memory*
 - 80 GB *Harddisk*
- 2) Piranti Lunak, yaitu *softphone*

7. PENGUJIAN

Proses pengujian komunikasi dibagi menjadi dua, yaitu komunikasi antar *client* VoIP dan komunikasi *client* VoIP dengan nomor PSTN Telkom. Komunikasi antar *client* VoIP dilakukan secara gratis jika dalam ruang lingkup jaringan lokal. Jika *client* tidak berada dalam lingkup jaringan lokal, *client* hanya akan dikenakan biaya internet dari ISP (*Internet Service Provider*). Komunikasi antara *client* VoIP dengan nomor PSTN Telkom hanya akan dikenakan tarif bicara lokal dimanapun *client* VoIP berada, begitu juga sebaliknya. Persyaratannya adalah nomor telepon yang dituju merupakan nomor telepon

Telkom yang kode areanya sama dengan nomor telepon yang dihubungkan dengan *server* VoIP.

7.1 Pengujian Komunikasi Antar-Client VoIP

Pengujian dilakukan dengan melakukan komunikasi antar-*client*. Gambar 4 merupakan tampilan dari proses komunikasi antar-*client*.

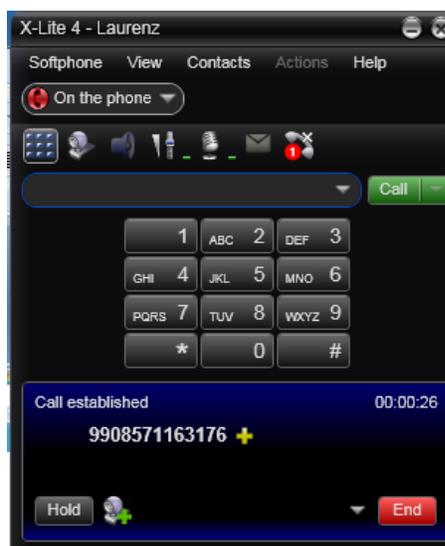


Gambar 4. Tampilan berlangsungnya komunikasi antar-*client* VoIP

Gambar 4 menunjukkan nomor *client* dari 102 dan lamanya komunikasi yang dilakukan, yaitu 22 detik.

7.2 Pengujian Komunikasi antara Client VoIP dengan PSTN Telkom

Pengujian dilakukan dengan melakukan panggilan ke nomor PSTN Telkom. *Client* VoIP dengan *user id* 101 melakukan panggilan terhadap nomor PSTN Telkom. Gambar 5 merupakan tampilan dari proses komunikasi antara *client* dengan nomor PSTN Telkom.



Gambar 5. Tampilan berlangsungnya komunikasi antara *client* VoIP dengan nomor PSTN Telkom

Gambar 5 menunjukkan nomor telepon selular 085711763176 dan lamanya komunikasi yang dilakukan, yaitu selama 26 detik.

8. DAFTAR LAPORAN KOMUNIKASI

Laporan komunikasi dapat dilihat pada *web GUI server* yang terdapat pada menu PBX pilih sub menu CDR Report. Gambar 6 berikut ini merupakan data panggilan yang telah dilakukan selama 30 hari.

The screenshot shows a web interface for 'CDR Report'. It includes search filters for 'From' (10/21/2011), 'To' (11/21/2011), 'Source', 'Destination', 'Channel', and 'Duration'. Below the filters is a table with columns: Date, Source, Destination, Src. Channel, Dst. Channel, Status, Du..., and Recording. The table lists various call records with their respective details.

No Dipanggil	Tujuan	Jenis Call	Waktu Call	Durasi	Biaya
0213860244	Gambir Jakarta Pusat	ALL	17/10/2011 17:07:22	82	250
02165836583	Sunter Jakarta Utara	ALL	17/10/2011 17:29:35	102	250
500900	Jasa Call Center	ALL	18/10/2011 15:18:17	88	220
500900	Jasa Call Center	ALL	18/10/2011 15:20:06	57	220
500900	Jasa Call Center	ALL	18/10/2011 15:21:59	3	220
500900	Jasa Call Center	ALL	18/10/2011 15:22:21	164	440
0215819988	Kedoya Jakarta Barat	ALL	18/10/2011 19:00:10	33	250
0215819988	Kedoya Jakarta Barat	ALL	18/10/2011 19:01:15	143	250
500900	Jasa Call Center	ALL	18/10/2011 19:01:20	248	660
500900	Jasa Call Center	ALL	19/10/2011 13:01:47	30	220
500900	Jasa Call Center	ALL	19/10/2011 13:03:12	530	1100
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	20/10/2011 05:09:23	7	250
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	20/10/2011 05:41:35	9	250
0216452504	Jakarta	ALL	20/10/2011 13:10:04	35	250
500900	Jasa Call Center	ALL	20/10/2011 15:55:52	192	440
02193378669	Jakarta Esia	ALL	20/10/2011 21:19:00	34	250
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	21/10/2011 05:15:18	7	250
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	21/10/2011 08:43:02	16	250
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	22/10/2011 05:53:42	30	250
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	25/10/2011 05:35:21	20	250
02142870255	Cempaka putih Jakarta Pusat	ALL	25/10/2011 05:58:34	85	250
02198601597	Jakarta Esia	ALL	25/10/2011 13:05:06	1	250
02198601597	Jakarta Esia	ALL	25/10/2011 13:05:32	46	250
02198601597	Jakarta Esia	ALL	28/10/2011 12:50:42	116	250
02199714098	Jakarta Esia	ALL	28/10/2011 15:55:51	25	250
02199714098	Jakarta Esia	ALL	28/10/2011 15:56:40	5	250
021147	Call Center Telkom	ALL	28/10/2011 15:57:30	8	250
0898911243	STB Jakarta 3HCPT	ALL	28/10/2011 16:05:44	454	750
02132866808	Jakarta Flexi	ALL	28/10/2011 17:51:10	91	1070
021147	Call Center Telkom	ALL	28/10/2011 17:55:37	104	250
021147	Call Center Telkom	ALL	29/10/2011 14:54:46	327	750

Gambar 6. Laporan data komunikasi *client*

Gambar 6 menunjukkan semua panggilan yang terjadi pada *client* VoIP. Dari laporan tersebut dapat dilihat tanggal, nomor penelepon, nomor tujuan, *source channel*, *destination channel*, status panggilan, durasi panggilan, biaya yang dibebankan hanya biaya lokal.

9. KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan pada perancangan dan implementasi sistem *Voice Over Internet Protocol* dengan melakukan beberapa tahap uji coba, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dapat menekan biaya komunikasi, terutama komunikasi jarak jauh.
- VoIP dapat dikembangkan menjadi suatu bentuk komunikasi multimedia dan tidak berpusat pada *point to point*.
- Semakin berkembangnya internet mendorong VoIP untuk lebih berkembang.
- Perkembangan VoIP dapat menggantikan telepon tradisional di masa yang akan datang.
- Untuk membangun sistem VoIP yang lebih kompleks membutuhkan biaya yang cukup mahal untuk pengadaan peralatannya.

REFERENSI

- [1]. Purbo Ono.W., "*VoIP Cikal Bakal Telkom Rakyat*", PT. Prima Infosarana Media, Jakarta, 2007.
- [2]. International Journal of Network Security, Vol.5, No.2, PP.233–240, Ashraf D. Elbayoumy and Simon Shepherd, "*A Comprehensive Secure VoIP Solution*", September 2007.
- [3]. Sugeng Winarno, "*Membangun Telepon Berbasis VoIP Studi Kasus: Implementasi pada Jaringan RT/RWnet*", Informatika, Bandung, 2008.
- [4]. Tharom Thabratas, "*Buku Pintar Internet Teknis dan Bisnis VoIP*", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2002.
- [5]. Yani Ahmad, "*VoIP Nelpon Murah Pake Internet*", Kawan Pustaka, Jakarta, 2009.