



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBANDINGAN INTERNET PROTOCOL TELEPHONY
PADA VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP) DI
INDONESIA**

SKRIPSI

YULIATY NOERANBIA

0706200062

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBANDINGAN INTERNET PROTOCOL TELEPHONY
PADA VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP) DI
INDONESIA**

SKRIPSI

**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

YULIATY NOERANBIA

0706200062

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Yuliaty Noeranbia

NPM : 0706200062

Tanda Tangan :

Tanggal : 17 Juni 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Yuliaty Noeranbia

NPM : 0706200062

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perbandingan Internet Protocol Telephony Pada Voice over
Internet Protocol (VoIP) Di Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Arifin Djauhari, MT. ()

Penguji : Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST. M.Sc ()

Penguji : Muhammad Salman, ST. MIT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 26 Juni 2009

KATA PENGANTAR

Assalam'mualaikum, Wr, Wb.

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Ir. Arifin Djauhari, MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material, moral dan do'a dalam menyelesaikan skripsi ini; dan
- (3) Rekan-rekan yang telah banyak membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 17 Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuliaty Noerania

NPM : 0706200062

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PERBANDINGAN INTERNET PROTOCOL TELEPHONY PADA VOICE
OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP) DI INDONESIA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 17 Juni 2009

Yang menyatakan

(Yuliaty Noerania)

ABSTRAK

Nama : Yuliaty Noeranbia
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perbandingan Internet Protocol Telephony Pada Voice over Internet Protocol (VoIP) Di Indonesia

Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang dapat mentransfer *voice* (suara) dengan menggunakan *circuit-switched networks* atau *over IP networks*. Komunikasi menggunakan *Voice over Internet Protocol (VoIP)* untuk perusahaan mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan telepon tradisional (*traditional phone*) dengan PBXs based : dari segi biaya jelas relatif murah, walaupun *internasional call* tetap dengan biaya pulsa lokal (*saving cost*), juga semakin beragam aplikasinya (*application benefit*). Adapun tujuan dari skripsi adalah membandingkan Internet Protocol Telephony pada Voice over Internet Protocol yang ada di Indonesia dengan cara membandingkan aplikasi *IP Telephony* melalui PSTN (*Public Switched Telephone Network*) dan VoIP (*Voice over Internet Protocol*).

Kata kunci :
VoIP, PSTN, IP Telephony.

ABSTRACT

Name : Yuliaty Noerania
Study Program : Electrical Engineering
Title : Comparision Internet Protocol Telephony
on Voice over Internet Protocol (VoIP) in Indoensia

Voice over the Internet Protocol (VoIP) is technology that could transfer voice with us circuit-switch networks or over IP networks. Communication us Voice over the Internet Protocol (VoIP) for the company had many superiority compar with the traditional telephone (traditional phone) with pbxs based: from the aspect of the clear cost relatively cheap, although international call continue to at a cost of the local pulse (saving cost), also increasingly heterogenous his application. As for the aim of the final project of being to compare the implementation the IP Telephony by means of comparing the application IP Telephony through PSTN and VoIP.

Keywords :
VoIP, PSTN, IP Telephony.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. TUJUAN.....	2
1.3. BATASAN MASALAH.....	2
BAB 2. PSTN (Public Switched Telephone Network) Vs VoIP (Voice over Internet Protocol).....	3
2.1. PSTN (Public Switched Telephone Network).....	3
2.1.1. Komponen Jaringan Telepon.....	4
2.1.2. Topologi Jaringan.....	5
2.1.3. Karakteristik PSTN.....	6
2.1.4. Penomoran.....	8
2.2. VoIP (Voice over Internet Protocol).....	10
2.2.1. Konsep dari VoIP.....	10
2.2.1.1. Latar Belakang VoIP.....	12
2.2.2. Keunggulan dan Hambatan menggunakan VoIP.....	13
2.2.3. Macam-macam Pelayanan VoIP.....	14

2.2.4. Penomoran.....	15
2.2.4.1. Cara Kerja ENUM.....	16
2.2.5. Layer VoIP.....	17
2.2.6. Control/Signalling VoIP.....	17
2.2.7. Protocol Data VoIP.....	23
2.2.8. Kualitas Komunikasi VoIP.....	27
2.3. Regulasi.....	29
2.3.1. Keputusan Menteri No. 21 Tahun 2001.....	30
2.3.2. Keputusan Menteri No. 23 Tahun 2002.....	31
BAB 3. PERBANDINGAN INTERNET PROTOCOL TELEPHONY PADA VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP).....	32
3.1. PSTN (Public Switched Telephone Network) dan VoIP (Voice over Internet Protocol).....	32
3.1.1. Pada PSTN (Public Switched Telephone Network).....	32
3.1.2. VoIP Rakyat.....	35
3.1.3. VoIP Merdeka.....	38
3.2. Perbandingan.....	41
BAB 4. KESIMPULAN.....	44

DAFTAR ACUAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hirarki Jaringan PSTN secara umum.....	4
Gambar 2.2 Komponen Jaringan telepon.....	5
Gambar 2.3 Topologi Jaringan Mesh.....	5
Gambar 2.4 Topologi Jaringan Star.....	6
Gambar 2.5 Struktur Penomoran dari ITU-T E.164.....	9
Gambar 2.6 Struktur penomoran.....	10
Gambar 2.7 Jaringan VoIP secara umum.....	11
Gambar 2.8 Diagram VoIP.....	12
Gambar 2.9 VoIP koneksi telepon dengan gateway.....	14
Gambar 2.10 VoIP koneksi PC menggunakan router.....	14
Gambar 2.11 VoIP koneksi telepon dengan PC.....	14
Gambar 2.12 VoIP koneksi hubungan dengan gateway.....	15
Gambar 2.13 Sistem penomoran ENUM.....	15
Gambar 2.14 Cara kerja ENUM.....	16
Gambar 2.15 Layer VoIP.....	17
Gambar 2.16 Susunan Protocol H.323.....	18
Gambar 2.17 Arsitektur H.323.....	18
Gambar 2.18 Arsitektur SIP.....	19
Gambar 2.19 Call Flow dengan SIP Proxy.....	21
Gambar 2.20 Call Flow dengan SIP Redrsect.....	21
Gambar 2.21 Sesi Komunikasi dengan SIP.....	22
Gambar 2.22 Susunan Protokol RTP.....	24
Gambar 2.23 Komponen RTP header.....	24
Gambar 2.24 Proses pesan SRVP.....	26
Gambar 3.1 Konfigurasi IP Telephony melalui PSTN.....	33
Gambar 3.2 Analog Telephone Adapter.....	33
Gambar 3.3 Konfigurasi IP Telephony melalui VoIP.....	35
Gambar 3.4 Cara registrasi pada VoIP Rakyat.....	36

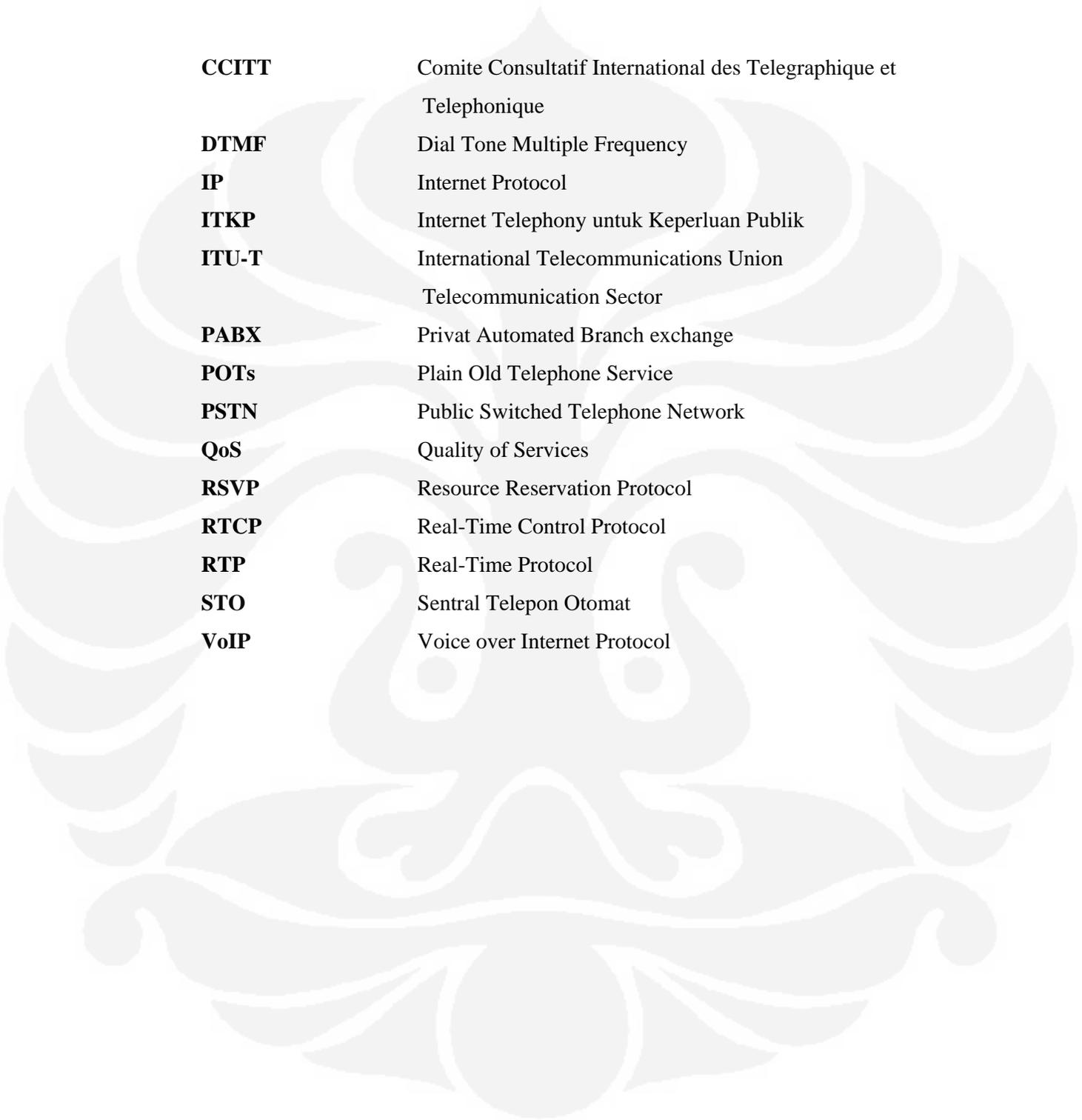
Gambar 3.5	Softphone X-Lite 3.0 Windows.....	37
Gambar 3.6	Softphone menggunakan NetMeeting.....	39



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan kompresi standar ITU-T.....	27
Tabel 3.1 Perbandingan PSTN dan VoIP.....	42

DAFTAR SINGKATAN



CCITT	Comite Consultatif International des Telegraphique et Telephonique
DTMF	Dial Tone Multiple Frequency
IP	Internet Protocol
ITKP	Internet Telephony untuk Keperluan Publik
ITU-T	International Telecommunications Union Telecommunication Sector
PABX	Privat Automated Branch exchange
POTs	Plain Old Telephone Service
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Services
RSVP	Resource Reservation Protocol
RTCP	Real-Time Control Protocol
RTP	Real-Time Protocol
STO	Sentral Telepon Otomat
VoIP	Voice over Internet Protocol

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang dapat mentransfer *voice* (suara) dengan menggunakan *circuit-switched networks* atau *over IP networks*. VoIP adalah teknologi yang memungkinkan percakapan atau komunikasi jarak jauh melalui media internet. Istilah lainya VoIP adalah *IP telephony*, *Internet Telephony* dan *Digital Phone*. Jika media yang digunakan adalah internet maka perbedaan dari telepon biasa terletak pada cara kerja VoIP tersebut. Dalam VoIP data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan internet yang mengirimkan paket-paket data dan bukan melewati sirkuit analog telepon biasa. Seperti yang diketahui, PSTN atau jaringan telepon rumah akan membentuk jaringan antara si pemanggil dengan yang menerima panggilan terus tersambung selama pembicaraan berlangsung.

Sementara jika menggunakan *IP Telephony* adalah menggunakan jaringan internet berbasis paket-paket data, artinya data ditransfer dalam bentuk paket kemudian dikirimkan dari sumber data ke tujuan. Setelah sampai di tujuan kemudian paket-paket tersebut digabungkan menjadi sebuah informasi. Akibatnya, paket data yang dikirimkan menjadi lebih efisien dan efektif walau jarak antara pengirim dan penerima berjauhan. Hal ini akan berbeda jika menggunakan PSTN yang pastinya akan menimbulkan kebisingan (*noise*).

Hal inilah yang menjadi alasan mengapa VoIP menjadi lebih murah daripada menggunakan telepon PSTN, jika menggunakan VoIP biaya hanya dibebankan pada pulsa internet yang tentu saja sekarang biaya pemakaian internet lebih terjangkau, terutama untuk percakapan jarak jauh (seluruh hubungan telepon internet, tidak peduli tujuan hubungan adalah hanya hubungan lokal ke ISP) dan keunggulan lainnya yakni kesederhanaan pengalamatan (pengalamatan *user* jarak jauh pada PC multimedia tidak membutuhkan kita untuk mengetahui *IP address* yang benar, hanya nomor telepon yang benar saja).

Selain itu, dengan teknologi ini dapat dilakukan *videoconferencing*, pemakaian dokumen bersama, serta pemakaian aplikasi dan *white-board* bersama.

Bentuk aplikasi *Internet Telephony* dapat berupa komputer ke pesawat telepon, pesawat telepon ke komputer, komputer ke faksimili, faksimili ke komputer, antar komputer, antar pesawat telepon dan antar faksimili[1].

Adapun latar belakang mengapa mengambil bahasan Perbandingan Internet Protocol Telephony Pada Voice over Internet Protocol (VoIP) di Indonesia dikarenakan untuk memperkenalkan bahwa dalam jaringan internet tidak hanya untuk mencari data seperti *browsing* tetapi juga bisa menelpon via internet dengan adanya fasilitas VoIP.

Pada skripsi ini VoIP yang dipilih untuk dapat diperbandingkan adalah antara VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka. Dikarenakan data yang didapat/diketahui mengenai implementasi dari VoIP di Indonesia yakni VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka. Dimana VoIP Merdeka dibuat oleh Onno W. Purbo dan rekan-rekan sekitar tahun 2000-2001 yang berbasis protokol H. 323. Setelah itu dengan mengikuti jejak VoIP Merdeka pada tahun 2004 R. Anton Raharja dan rekan-rekan membangun VoIP Rakyat yang berbasis SIP (Session Initiation Protocol).

1.2 TUJUAN

Tujuan skripsi ini membandingkan Internet Protocol Telephony pada Voice over Internet Protocol yang ada di Indonesia dengan cara membandingkan aplikasi *IP Telephony* melalui PSTN (*Public Switched Telephone Network*) dan VoIP (*Voice over Internet Protocol*).

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam penyusunan skripsi ini memiliki beberapa permasalahan yaitu dengan mengamati perbandingan dari Internet Protocol Telephony antara *Public Switched Telephone Network* (PSTN) dengan *Voice over Internet Protocol* (VoIP) dimana perbandingan VoIP yang digunakan dalam skripsi ini adalah VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka.

BAB 2

PSTN (*Public Switched Telephone Network*) dan VoIP (*Voice over Internet Protocol*)

Untuk memulai menyelenggarakan *IP Telephony* dapat dilakukan dengan dua (2) cara, yaitu dengan menggunakan jaringan PSTN (*Public Switched Telephone Network*) ataupun VoIP (*Voice over Internet Protocol*).

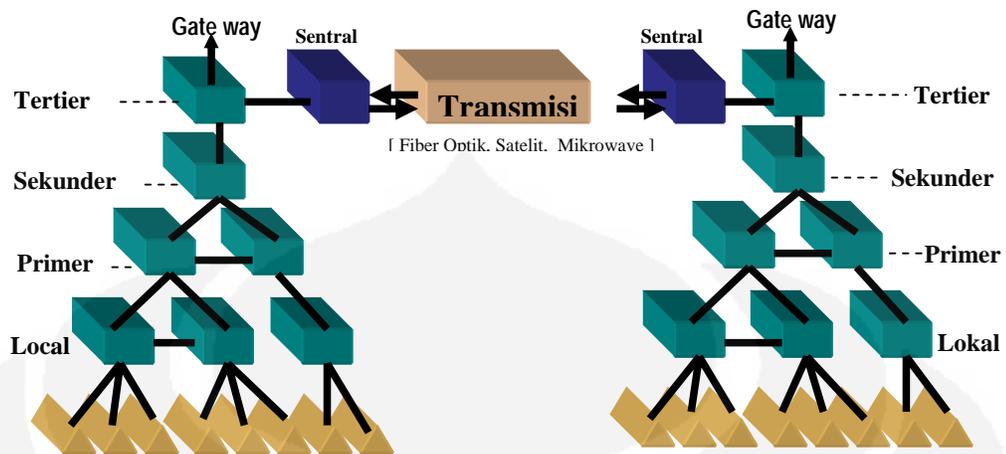
2.1. PSTN (*Public Switched Telephone Network*)

PSTN (*Public Switched Telephone Network*) atau yang biasa disebut jaringan telepon tetap (dengan kabel). Juga dikenal sebagai POTS (*Plain Old Telephone Service*) dengan menggunakan apa yang disebut *circuit-switched telephony*. Circuit switched sendiri merupakan jalur komunikasi yang digunakan oleh 2 stasiun (*user*). Sistem ini bekerja dengan menyiapkan sebuah saluran khusus (atau sirkuit) antara dua titik untuk durasi panggilan. Telepon ini didasarkan pada sistem kawat tembaga membawa suara analog data melalui sirkuit yang berdedikasi.

PSTN secara umum diatur oleh standar-standar teknis yang dibuat oleh ITU-T (*International Telecommunications Union Telecommunication Sector*) yang dulunya adalah CCITT (*Comite Consultatif International des Telegraphique et Telephonique*) yang bertugas mempelajari pertanyaan teknis tentang metoda pengoperasian serta tarif untuk telepon, telegrafi dan komunikasi data dengan menggunakan pengalamatan E.164 (secara umum dikenal dengan nomor telepon)[2].

Pada gambar 2.1 menunjukkan hirarki jaringan PSTN secara umum. Berikut fungsi dari masing-masing bagian berdasarkan Fundamental Technical Plan (FTP) Telkom, yaitu[3] :

- Gateway : Sentral
- Tertier : Sentral trunk/transit nasional.
- Sekunder : Sentral trunk/transit regional.
- Primer : Sentral trunk/tandem.
- Local : STO yakni sentral lokal atau *end office*.
- Pelanggan (*subscriber*).



Gambar 2.1 Hirarki jaringan PSTN secara umum[3].

Salah satu cara untuk mengefisienkan percakapan adalah dengan berhenti menggunakan kabel/saluran untuk hal lain dari percakapan. Pada waktu itu, kabel digunakan juga untuk membawa informasi yang perlu untuk menghubungkan dan mengelola percakapan selain percakapan itu sendiri. Informasi itu disebut dengan pensinyalan (*signalling*). *Signalling* adalah proses pertukaran informasi di antara komponen-komponen dalam sistem telekomunikasi untuk membangun, memonitor dan memutuskan hubungan, serta pengontrolan operasi jaringan dan sistem yang terkait.

Fungsi-fungsi *signalling*, yaitu[3] :

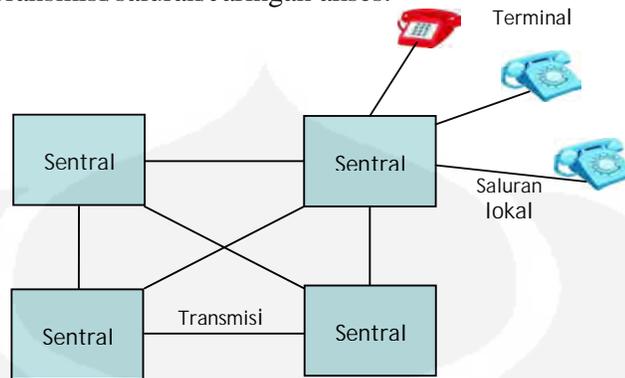
- Memberikan *dial tone* (nada panggil), *ringing* (panggilan), nada sibuk, dan lain-lain.
- Mengirim nomor yang dipanggil ke sentral.
- Pengiriman informasi antar sentral yang menyatakan panggilan tidak dapat dilakukan, atau percakapan sudah selesai (hubungan sudah bisa diputuskan).
- Mengirim sinyal untuk membunyikan bel panggilan.
- Pengiriman informasi *billing* (pembayaran).
- Pengiriman informasi untuk keperluan *routing* dan pemeliharaan (status perangkat atau *trunk*).

2.1.1. Komponen Jaringan Telepon

Komponen jaringan telepon (Gambar 2.2) terdiri dari :

- Terminal.
- Sentral (*Switching*).

- Transmisi/saluran/Jaringan akses.

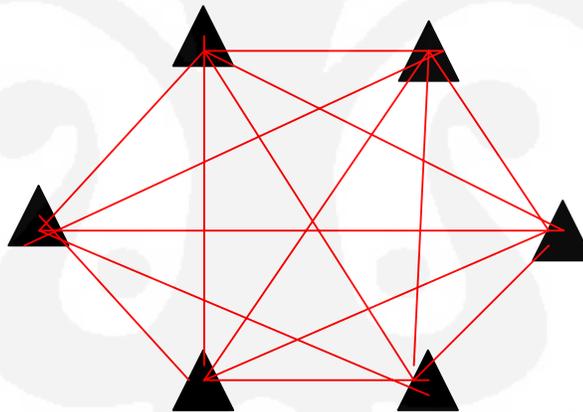


Gambar 2.2. Komponen jaringan telepon.

2.1.2. Topologi Jaringan

Dalam PSTN (*Public Switched Telephone Network*) ada dua jenis/tipe topologi jaringan yang biasa digunakan, yakni :

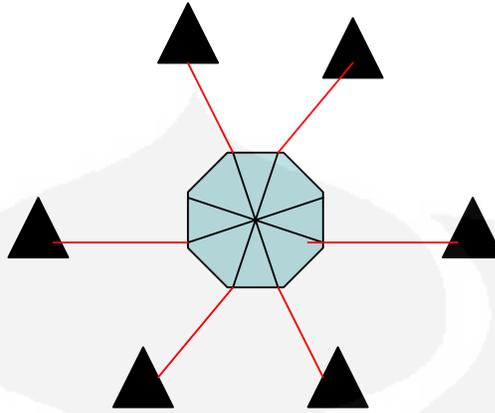
1. Mesh.
2. Star.



Gambar 2.3. Topologi jaringan Mesh.

Ciri-ciri dari topologi jaringan Mesh (Gambar 2.3.) adalah :

- Derajat semua sentral sama.
- Hubungan lebih cepat (tidak ada sentral transit).
- Peralatan *switching* lebih sederhana.
- Penambahan jumlah saluran kwadratis.
- Konsentrasi saluran agak kurang dan efisiensi saluran rendah.
- Sulit untuk digabungkan ke dalam jaringan-jaringan.



Gambar 2.4. Topologi jaringan Star.

Ciri-ciri dari topologi jaringan Star (Gambar 2.4.) adalah :

- Ada satu sentral yang berderajat lebih tinggi.
- Hubungan antar sentral yang bukan sentral utama tidak dapat dilakukan.
- Peralatan *switching* lebih sulit.
- Penambahan jumlah saluran linier.
- Konsentrasi saluran besar dan efisiensi tinggi.
- Relatif mudah menghubungkan kedalam jaringan-jaringan.

2.1.3. Karakteristik PSTN

Adapun karakteristik utama dari PSTN adalah :

- Akses kanal analog : 300-3400 KHz.
- Hubungan sirkit switched duplex.
- Band switch 64 Kbps atau analog 300-3400 KHz.

Pensinyalan terdiri dari sinyal listrik analog yang mewakili suara dengan cara yang sama pula suara dari percakapan diubah menjadi arus listrik analog yang dikirim lewat kabel, untuk kemudian diubah lagi menjadi suara pada sisi penerima. Kenyataannya, kedua sinyal ini (pensinyalan dan percakapan) diubah menjadi suara lagi.

Prinsip kerja sebuah telepon yaitu ketika mengangkat telepon, kita akan mendengar "dialtone". Bunyi ini memberitahu pemanggil bahwa saluran telepon sudah terhubung dengan sentral lokal dan dia dapat meneruskan menekan. Pada sisi ujung perusahaan telepon, rangkaian yang mengirimkan *dialtone* dari perusahaan telepon ke pelanggan memberitahu

bahwa telepon *off-hook*. Jika seseorang memanggilnya sekarang, panggilan tidak akan disambung dan terkirim nada sibuk pada pelanggan yang memanggil pelanggan yang *off-hook* tersebut. Saat ini, dengan sistem panggilan tertunda atau nada sela, sebuah bunyi akan ditempatkan pada saluran untuk mengindikasikan panggilan masuk (*incoming call*).

Ketika telepon ditekan maka setiap digit yang ditekan menghasilkan dua nada pada saluran, yaitu yang disebut dengan "*Dual Tone Multi Frequency (DTMF)*". Pada tahun 40 dan 50-an informasi ini dibawa dengan menginterupsi koneksi saluran. Banyaknya interupsi bersesuaian dengan nomor yang ditekan. Sambungan telepon dapat dilakukan dengan sistem *dial* yang diputar atau dengan menekan tombol *hook* pada pesawat untuk tanda jeda setiap digit.

Setelah selesai menekan, operator akan membandingkan digit yang Anda tekan dengan tabel *routing* yang menyediakan jalur informasi bagi sentral untuk memilih disambungkan dengan sentral mana yang ada di dalam jaringan sehingga mampu menghasilkan koneksi rangkaian untuk suara. Sentral berikutnya ini juga menerima informasi digit yang ditekan sehingga dapat mencocokkan dengan tabel *routing*-nya sendiri untuk menentukan di mana koneksi berikutnya akan dibuat. Pada akhirnya, sentral yang tersambung dengan saluran telepon yang dipanggil dapat tersambung dengan rangkaian untuk melakukan percakapan.

Sentral ini sekarang menentukan apakah panggilan dapat dihubungkan. Jika pihak yang dihubungi sedang berbicara, salurannya akan mengindikasikan kondisi *off-hook*. Sebelum adanya panggilan tunda, hal ini berarti bahwa Anda akan dikirim sinyal lain yang disebut dengan nada sibuk. Sinyal ini tidak hanya akan menjadi masalah yang berkaitan dengan pensinyalan pada rangkaian suara; tetapi juga menjadi masalah utama untuk memahami pengertian alasan kenapa pensinyalan lewat jalur rangkaian suara harus dihilangkan.

Dengan semua koneksi rangkaian yang ada, nada sibuk dikirim dari sentral lokal yang melayani pihak yang dipanggil. Tidak peduli berapa jauh, semua koneksi yang tersedia harus membawa nada sibuk kembali ke

pemanggil. Jalur rangkaian ini tidak dapat digunakan untuk panggilan dari pelanggan lain. Jalur ini akan hilang selama pemanggil masih mengangkat telepon. Biasanya, pemanggil akan mengangkat dan mencoba menelepon kembali bahkan terkadang beberapa kali. Hasilnya adalah nada sibuk yang lain. Hal ini merupakan inefisiensi penggunaan jalur sehingga memaksa operator untuk melakukan pengkabelan baru.

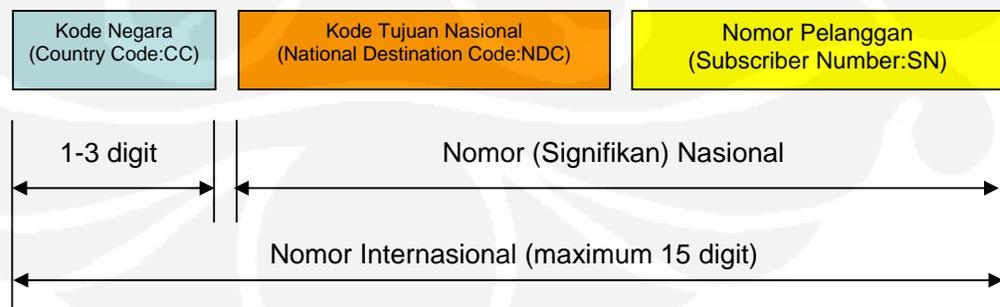
2.1.4 Penomoran

Penomoran dalam PSTN (*Public Switched Telephone Network*) berfungsi untuk mengatur penomoran pada telepon tetap (*fixed telepon*). Adapun tujuan dari penomoran ini, yaitu [4] :

1. Memberikan identitas yang unik bagi setiap pelanggan di dalam suatu wilayah penomoran (lokal), atau di dalam suatu negara (nasional), atau di seluruh dunia (internasional).
2. Membantu proses perutean panggilan.

Penomoran di Indonesia mengikuti rekomendasi dari ITU-T E.164 yang digunakan untuk jaringan dan pelayanan telekomunikasi umum. Gambar 2.5 menunjukkan struktur penomoran dari ITU-T E.164. Berikut rekomendasi penomoran dari ITU-T E.164, yakni :

- Nomor internasional untuk pelanggan terdiri atas Kode Negara (*Country Code*) dan Nomor (Signifikan) Nasional.
- Panjang nomor internasional maksimum 15 digit.
- Indonesia diberi alokasi kode negara 2 digit yaitu 62 dan tersisa 13 digit untuk Nomor (Signifikan) Nasional.



Gambar 2.5. Struktur penomoran dari ITU-T E.164[5].

Struktur dari penomoran ada dua macam, yaitu nomor Nasional dan nomor Internasional. Nomor Internasional adalah nomor Nasional

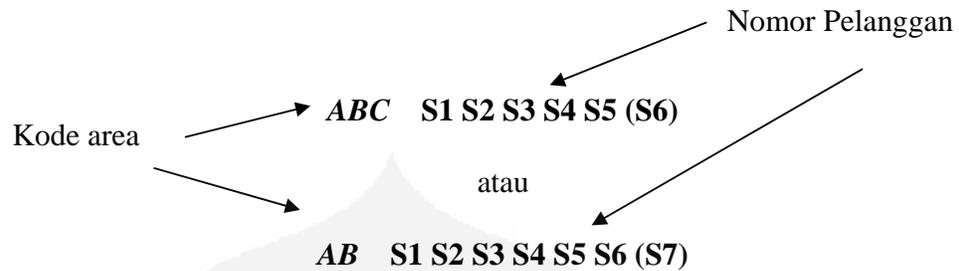
ditambah dengan kode negara (*country code*). Menurut rekomendasi dari CCITT ditentukan bahwa panjang nomor Internasional tidak boleh lebih dari 12 digit. Dengan demikian nomor Nasional pun tidak boleh lebih dari 12 digit dikurangi dengan kode negara[5].

Ciri-ciri dari penomoran, antara lain :

- Mudah diingat dan dimengerti.
- Fleksibel : dapat disesuaikan dengan perkembangan teknologi.
- Nomor sependek mungkin (tidak boleh lebih dari 12 digit).
- Bila mungkin tidak banyak perubahan nomor.

Terminologi dari penomoran, yakni[6] :

- Prefiks : suatu digit di muka nomor pelanggan yang harus diputar bila pelanggan akan menghubungi pelanggan lainnya di luar jaringan lokalnya. Ini untuk menyambungkan dengan peralatan *outgoing trunk*.
- Prefiks Internasional : digit yang harus diputar oleh pelanggan pemanggil yang akan mengadakan hubungan internasional yang akan menyambungkan pada peralatan *outgoing internasional* secara otomatis.
- Prefiks Nasional : adalah digit '0' (sesuai Rekomendasi ITU-T E.164) untuk panggilan jarak jauh nasional dan juga untuk mengakses jaringan/pelayanan lain.
- Kode negara (*country code*) : digit yang menyatakan negara yang dipanggil.
- Kode area (*trunk code*) : digit (tidak termasuk trunk prefix) yang menunjukkan wilayah dari pelanggan yang akan dipanggil.
- Nomor pelanggan.
- Nomor signifikan nasional.
- Nomor internasional.



Gambar 2.6. Struktur penomoran.

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat struktur penomoran secara umum. Dimana pada diawal penomoran menunjukkan kode area (*area code*) dan nomor selanjutnya menunjukkan nomor pelanggan yang akan dihubungi. Macam-macam panggilan yang terkait dengan penomoran, adalah[4] :

1. Panggilan lokal.

S1 S2 S3 S4 S5 (S6) (S7) Nomor pelanggan lokal

2. Panggilan antar wilayah.

0 **ABC** **S1 S2 S3 S4 S5 (S6) (S7)**
 National prefix Area code Subscriber number

3. Panggilan Internasional.

00X **C1 C2 C3** **N1 N2 N3 N4 N5...(N9) (N10) (N11)**
 International prefix Country code National number

4. Panggilan ke pelanggan Nasional.

0 **AB (C)** **S1 S2 S3 S4 S5 (S6) (S7)**

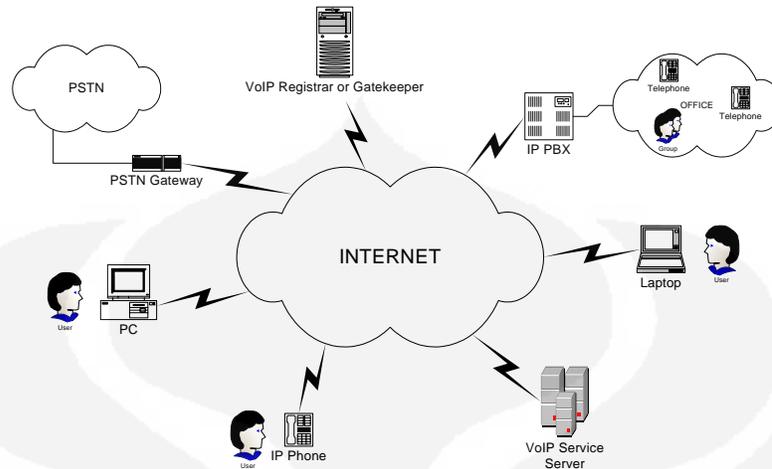
5. Panggilan antar jaringan ke seluler.

0 **8X** **M1 M2 M3 M4 M5 M6 M6 M78**

2.2. VoIP (*Voice over Internet Protocol*)

2.2.1. Konsep dari VoIP

VoIP (*Voice over Internet Protocol*) merupakan nama lain *internet telephony*, adalah hardware dan software yang memungkinkan pengguna internet untuk media transmisi panggilan telepon. Atau dapat dikatakan sebagai protokol yang didesain dan dioptimasi untuk mentransmisikan suara (*voice*) melewati internet atau *Packet Switching Network* lainnya. Kualitas *Internet Telephony* ini belum sebaik kualitas koneksi telepon langsung.



Gambar 2.7. Jaringan VoIP secara umum[7].

Trafik suara pada awalnya dilewatkan pada suatu jaringan yang menggunakan teknologi *circuit switching*. Pada jaringan ini sebuah jalur akan diduduki penuh selama pembicaraan berlangsung. Cara ini dipandang kurang efektif karena waktu transmisi sinyal suara jauh lebih cepat dibanding dengan kecepatan berbicara, sehingga sambungan hampir selalu berada dalam keadaan *idle*.

Maka timbul suatu gagasan untuk menumpangkan trafik suara ke jaringan yang menggunakan teknologi *packet switching*, yang selama ini digunakan untuk mengirim trafik data. Cara ini dipandang jauh lebih efektif karena dapat menggabungkan dua jaringan yaitu data dan suara, disamping meningkatkan utilisasi jaringan paket. Contoh jaringan VoIP secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.7.

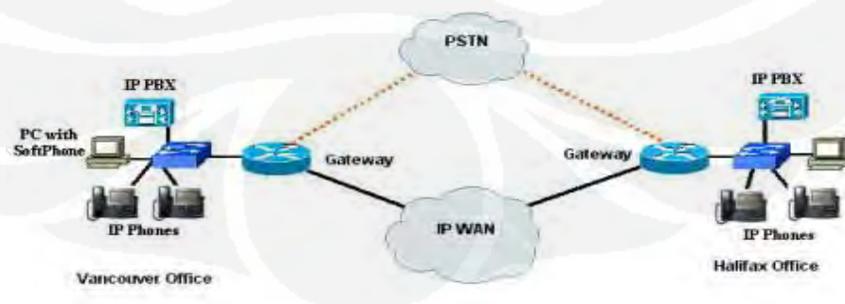
Beberapa protokol *packet switching* telah digunakan untuk melewati trafik suara, diantaranya *Internet Protocol (IP)*, *ATM*, dan *frame relay*. VoIP menawarkan transportasi sinyal yang lebih murah, *feature* tambahan, dan transparansi terhadap data komputer. Hambatan VoIP saat ini adalah kehandalannya yang di bawah telepon biasa (*fixed telephone*), dan soal standarisasi yang akan menyangkut masalah interoperabilitas. Karena IP merupakan protokol yang paling banyak dipakai pada jaringan paket maka disini akan dibahas bagaimana implementasi penumpangkan trafik suara pada jaringan IP, yang dikenal juga dengan *Voice over Internet Protocol (VoIP)*.

Untuk dilewatkan pada jaringan paket, sinyal suara terlebih dahulu harus dikonversi ke bentuk digital, ada beberapa algoritma untuk melakukan proses tersebut. Selanjutnya sinyal suara dalam bentuk rangkaian bit dikumpulkan untuk membentuk paket, sehingga siap dilewatkan pada jaringan paket. Di sisi penerima terjadi proses sebaliknya, paket suara diuraikan, dan rangkaian paket dikonversi kembali ke bentuk analog.

Tidak seperti *circuit switching* yang kualitasnya terjamin, penumpangan trafik suara pada jaringan paket mempunyai banyak masalah yang dapat mengurangi kualitas layanan komunikasi. Salah satunya adalah *delay* yang disebabkan proses konversi dan paketisasi, serta antrian di jaringan. Masalah lain yang timbul adalah terjadinya *jitter*, yaitu variasi delay antara paket-paket yang sampai di penerima. Kehilangan paket juga merupakan masalah yang tidak kalah penting, mengingat pada jaringan IP tidak ada jaminan layanan. Di lain pihak paket suara akan diperlakukan sama dengan paket data, sehingga bila terjadi kemacetan akan mempunyai peluang yang sama untuk di-*drop*.

2.2.1.1. Latar Belakang VoIP

1. Perkembangan teknologi VoIP belakang ini cukup pesat.
2. Hal yang mendukung berkembangnya teknologi VoIP adalah semakin handalnya protokol-protokol VoIP seperti H.323 dan SIP (*Session Initiation Protocol*).
3. Protokol pendukung VoIP untuk menjaga kualitas dari jaringan juga semakin handal. Adapun diagram VoIP dapat dilihat pada Gambar 2.8.
4. Efisiensi penggunaan media transmisi.



Gambar 2.8. Diagram VoIP[8].

2.2.2. Keunggulan dan Hambatan menggunakan VoIP

Dengan bertelepon menggunakan VoIP, banyak keunggulan yang dapat diambil. Diantaranya adalah dari segi biaya, jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional (*fixed telephone*), karena jaringan IP bersifat global, biaya maintenance dapat ditekan karena voice dan data network terpisah, sehingga IP Phone dapat ditambah, dipindah dan diubah.

Hambatan jaringan yang menjadi musuh VoIP :

1. Delay

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

2. Jitter

Jitter pada intinya adalah variasi dalam delay, terjadi karena adanya perubahan terhadap karakteristik dari suatu sinyal sehingga menyebabkan terjadinya masalah terhadap data yang dibawa oleh sinyal tersebut. Solusinya : Mengaplikasikan suatu sistem buffer pada pesawat penerima untuk menstabilkan data suara sebelum ditampilkan. Efek sampingnya akan ada sedikit delay.

3. Packet Loss

Paket loss artinya hilangnya paket data yang sedang dikirimkan. Hilangnya data ini bisa disebabkan karena Jitter atau karena adanya permasalahan di perangkat-perangkat jaringan seperti router yang terlalu sibuk, jalur komunikasi yang terlalu padat penggunaannya. Solusi : Peralatan yang lebih bagus dibandingkan peralatan jaringan untuk internet biasa, kualitas koneksi yang lebih baik dan perhitungan terhadap penggunaan bandwidth yang lebih baik.

4. Keamanan

Karena suara berjalan pada jaringan internet maka tetap akan ada kemungkinan data suara tersebut disadap oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Solusi : Membangun sistem keamanan yang lebih baik, enkripsi data.

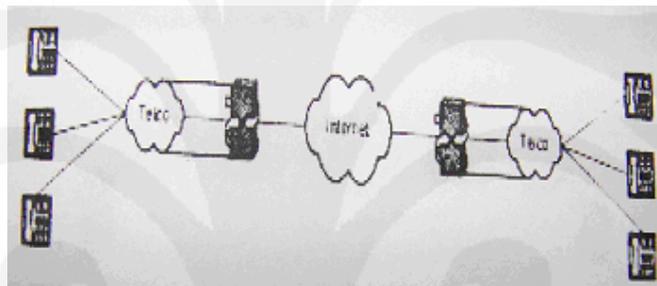
5. Echo

Echo atau gema disebabkan oleh kesalahan perangkat pengirim dan penerima suara dalam mengkonversikan atau mengubah data dari suara menjadi digital atau sebaliknya biasanya karena adanya kesalahan faktor impedansi dalam rangkaian analog peralatan. Solusi : Melengkapi peralatan dengan rangkaian analog coupling yang bisa meredam kesalahan faktor impedansi.

2.2.3. Macam-macam Pelayanan VoIP

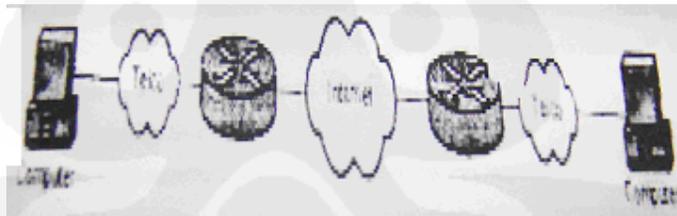
VoIP (*Voice over Internet Protocol*) memberikan pelayanan komunikasi sebagai berikut :

1. Koneksi telepon dengan gateway



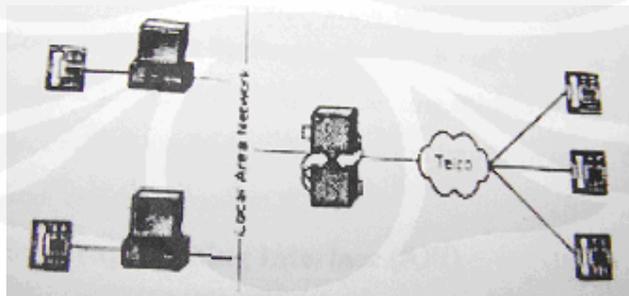
Gambar 2.9. VoIP koneksi telepon dengan gateway.

2. PC menggunakan router



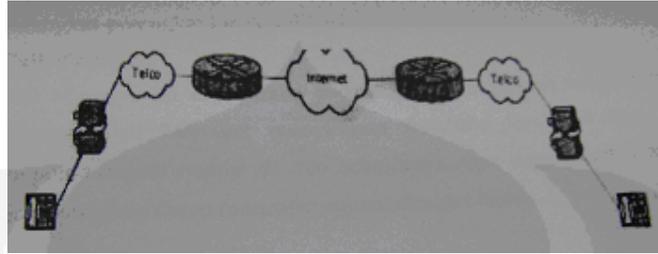
Gambar 2.10. VoIP koneksi PC menggunakan router.

3. Telepon koneksi dengan PC



Gambar 2.11. VoIP koneksi telepon dengan PC.

4. Hubungan dengan gateway

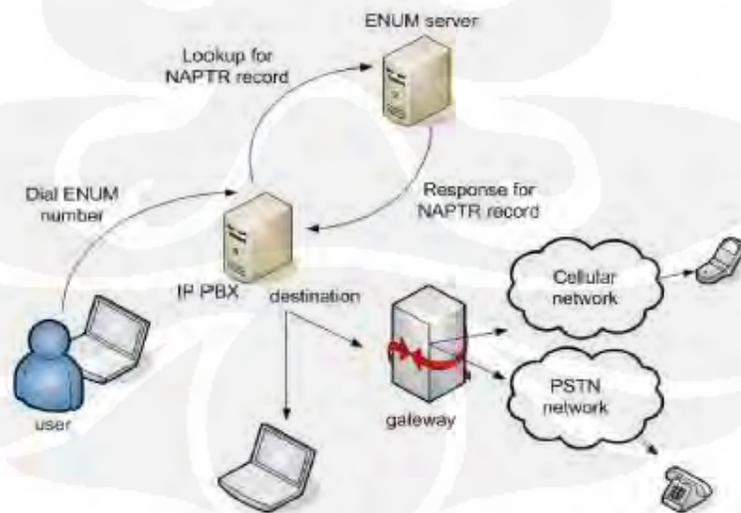


Gambar 2.12. VoIP hubungan dengan gateway.

2.2.4. Penomoran

Penomoran atau pengkodean dalam VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dikenal dengan ENUM (*Electronic Number Mapping*). ENUM adalah suatu mekanisme pemetaan nomor telepon berdasarkan standar ITU-T E.164 kepada sistem penamaan DNS (*Domain Name System*), *Uniform Resource Identifier* (URI) yang digunakan secara global di dunia internet sehingga pengguna yang berada di jaringan IP dan layanan-layanan IP yang tersedia dapat dikenali oleh sebuah nomor publik.

ENUM mengubah nomor telepon ke dalam identifikasi universal yang dapat digunakan pada banyak *device* dan aplikasi yang berbeda seperti *voice, fax, mobile, email, instant messaging, video*, layanan berbasis lokasi dan internet. Berikut sistem penomoran pada ENUM (Gambar 2.13).

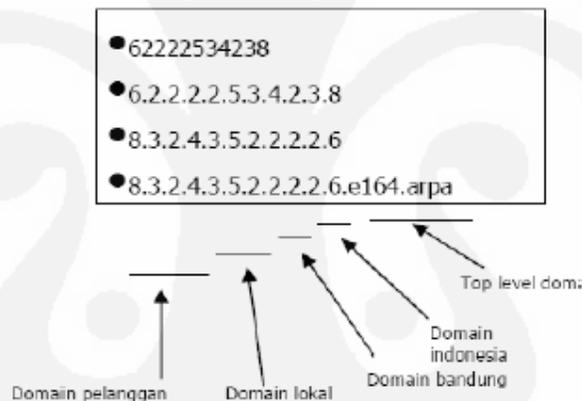


Gambar 2.13. Sistem penomoran ENUM.

2.2.4.1 Cara kerja ENUM

Mekanisme penggunaan ENUM adalah saat ada panggilan dari salah satu *user* ke *user* yang lain dengan menggunakan nomor ENUM. Dimana panggilan itu akan diolah oleh ENUM *server* untuk diteruskan ke layanan yang sedang dipakai oleh user yang sedang dipanggil.

Yang dilakukan oleh ENUM pertama-tama adalah mengambil sebuah nomor *E.164* (*nomor PSTN*). Kemudian nomor tersebut dibuat menjadi bentuk IP dengan menambahkan titik pada setiap angkanya. Lalu angka-angka tersebut dibalik urutannya. Terakhir angka-angka tersebut ditambah akhiran *e164.arpa* sebagai penanda bahwa angka-angka tersebut berasal dari nomor *E.164* atau nomor ENUM. Pada DNS Server nomor ini akan disimpan beserta layanan-layanan yang aktif beserta prioritasnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.14 Cara kerja ENUM.



Gambar 2.14. Cara kerja ENUM.

Secara sederhana penomoran ENUM menggunakan empat tahapan, sebagai berikut :

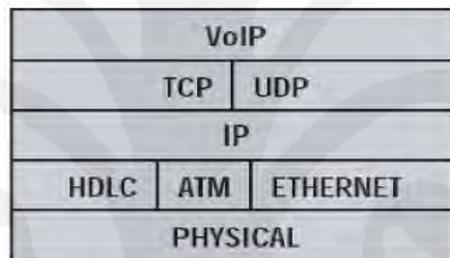
1. Mengambil nomor telepon E164, contohnya adalah nomer telepon sebagai berikut: “+1 571 434 5651”
2. Mengubahnya menjadi FQDN, contohnya adalah “1.5.6.5.4.3.4.7.5.1.e164.arpa”
3. Menanyakan kepada DNS.
4. Mengembalikan daftar dari URI yang dimaksud, contohnya adalah “sip:richard.shockey@neustar.biz”.

2.2.5. Layer VoIP

Protokol *Voice over IP* (VoIP) secara umum dibagi 2 bagian, yaitu *control/signalling* dan *data voice*.

1. *Control VoIP* adalah trafik yang berfungsi untuk menghubungkan dan menjaga trafik yang sebenarnya yaitu berupa *data voice*. Juga menjaga seluruh operasi jaringan (*router to router communications*). Dikenal juga dengan istilah *Packet Signalling*.
2. *Data Voice* adalah trafik user berupa informasi yang disampaikan *end-to-end* yang dikenal juga sebagai *Packet Voice*.

VoIP menggunakan IP sebagai “*basic transport*”. Di layer Transport, VoIP menggunakan TCP dan UDP over IP. Diagram berikut memperlihatkan susunan protokol VoIP di jaringan (Gambar 2.15) :



Gambar 2.15. Layer VoIP

2.2.6. Control/Signalling VoIP

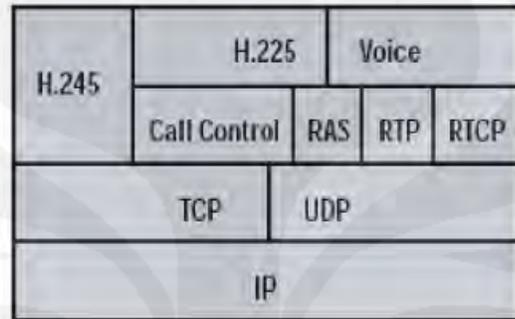
Control/signalling protokol membuat user VoIP dapat saling berkomunikasi dengan pesawat telpon. Beberapa signalling yang ada saat ini adalah H.323, SIP, SCCP, MGCP, MEGACO, dan SIGTRAN. Tetapi yang paling populer dan banyak digunakan adalah H.323 dan SIP.

a. Standard H.323

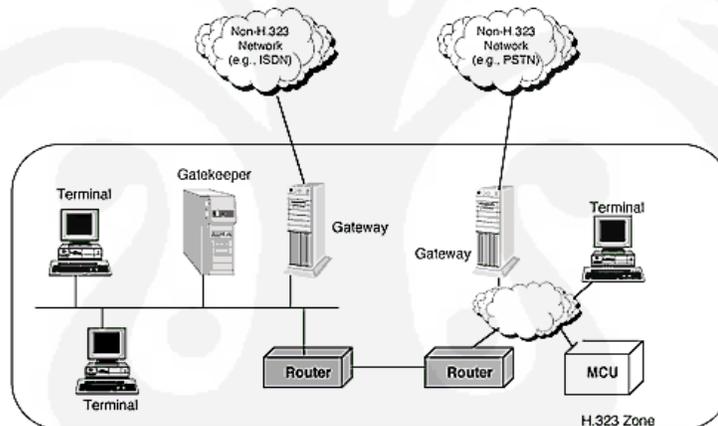
H.323 adalah protokol yang pertama kali diadopsi dan dikembangkan secara luas untuk aplikasi VoIP. Standard H.323 diciptakan oleh *International Telecommunications Union Telecommunication Sector* (ITU-T) untuk transmisi audio dan video melalui jaringan Internet. Lebih dari 10 tahun, standard ini mengalami beberapa revisi dan penambahan untuk *feature, scalability, dan stability*. Versi dari H.323 saat ini adalah Versi 5.

Protocol H.323

Seluruh susunan protocol H.323 (Gambar 2.16) dan arsitektur H.323 (Gambar 2.17) terdiri dari beberapa bagian. Masing-masing bagian bertanggung jawab sesuai fungsi masing-masing, seperti “*call setup*” dan “*phone registration*”.



Gambar 2.16. Susunan Protokol H.323



Gambar 2.17. Arsitektur H.323

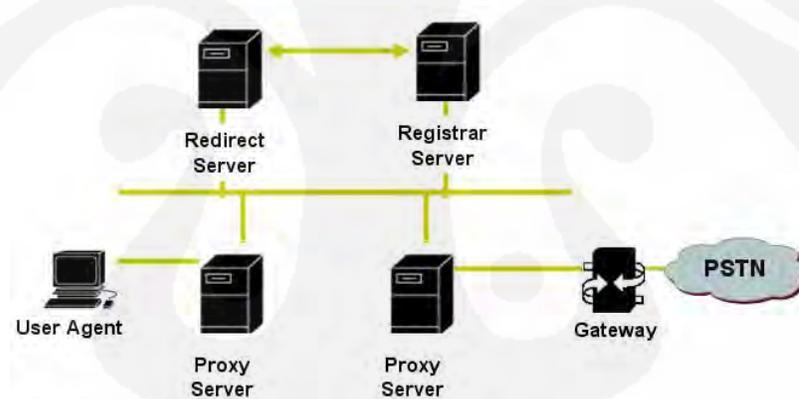
b. Signalling SIP

Pengertian SIP (*Session Initiation Protocol*) menurut RFC 2543 (<http://www.faqs.org/rfcs/rfc2543.html>), adalah layer aplikasi yang mengontrol (*signalling*) protokol untuk membuat, memodifikasi dan mengakhiri sesi komunikasi dengan satu atau lebih partisipan. Sesi ini termasuk *Internet multimedia conferences*, *Internet telephone calls* dan *multimedia distribution*.

Fungsi masing–masing *signalling* adalah:

- Call initiation
 - Membangun sebuah sesi komunikasi.
 - Mengundang user lain untuk bergabung di dalam sesi komunikasi.
- Call modification
 - Bila perlu, SIP dapat memodifikasi sesi komunikasi.
- Call termination
 - Menutup sesi komunikasi.
- Presence
 - Mengumumkan status user pada user lain, *online* atau *offline*, *away* atau *busy*.

SIP bukan media transfer protokol, sehingga SIP tidak membawa paket suara atau video. SIP memanfaatkan RTP (*Real Time Protocol*) untuk media transfer.



Gambar 2.18 Arsitektur SIP

Komponen SIP User Agent :

- Komponen SIP yang memulai, menerima dan menutup sesi komunikasi.
- User Agent terdiri dari 2 komponen utama yaitu :
 - User Agent Client (UAC)
Komponen yang memulai sesi komunikasi.
 - User Agent Server (UAS)
Komponen yang menerima atau menanggapi sesi komunikasi :

1 Baik UAC ataupun UAS dapat menutup sesi komunikasi.

- 2 User agent dapat berupa software (*softphone*) ataupun hardware (*hardphone*).

Komponen SIP :

➤ SIP Proxy

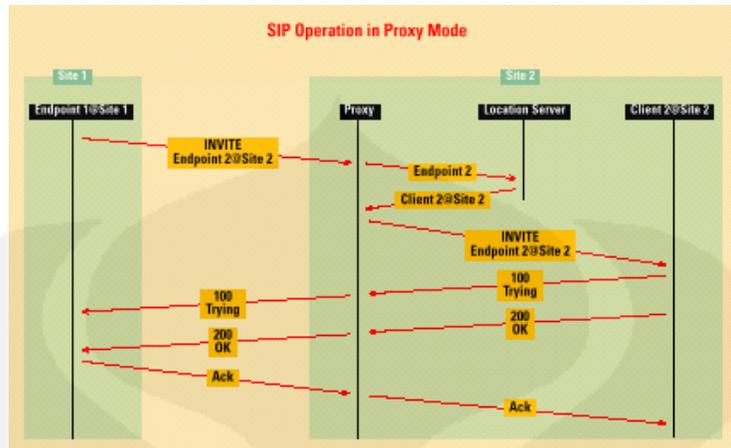
- 1 Komponen penengah antar user agent, bertindak sebagai server dan client yang menerima *request message* dari user agent dan menyampaikan pada user agent lainnya.
- 2 Request dapat dilayani sendiri atau disampaikan (*forward*) pada proxy lain atau server lain.
- 3 Menerjemahkan dan/atau menulis ulang *request message* sebelum menyampaikan pada user agent tujuan atau proxy lain.
- 4 Proxy server menyimpan state sesi komunikasi antara UAC dan UAS.

➤ Redirect Server

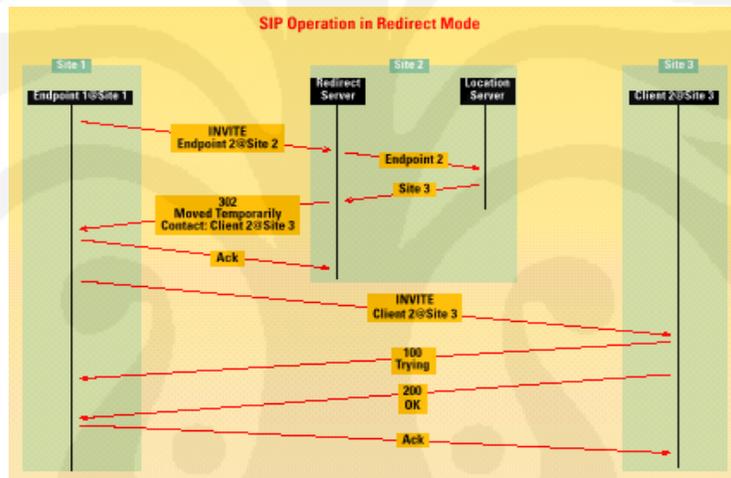
- 1 Komponen yang menerima *request message* dari user agent, memetakan alamat SIP user agent atau proxy tujuan kemudian menyampaikan hasil pemetaan kembali pada user agent pengirim (UAC).
- 2 Redirect Server tidak menyimpan state sesi komunikasi antara UAC dan UAS setelah pemetaan disampaikan pada UAC.
- 3 Tidak seperti proxy server, redirect server tidak dapat memulai inisiasi *request message*.
- 4 Tidak seperti UAS, redirect server tidak dapat menerima dan menutup sesi komunikasi.

➤ Registrar Server

- 1 Komponen yang menerima *request message REGISTER*.
- 2 Registrar dapat menambahkan fungsi otentikasi user untuk validasi.
- 3 Registrar menyimpan database user untuk otentikasi dan lokasi sebenarnya (berupa IP dan port) agar user yang terdaftar dapat dihubungi oleh komponen SIP lainnya (berfungsi sebagai Location Server juga).
- 4 Komponen ini biasa disandingkan dengan Proxy Server.



Gambar 2.19. Call Flow dengan SIP Proxy.



Gambar 2.20. Call Flow dengan SIP Redirect.

Berikut adalah beberapa alur dari SIP request dan response :

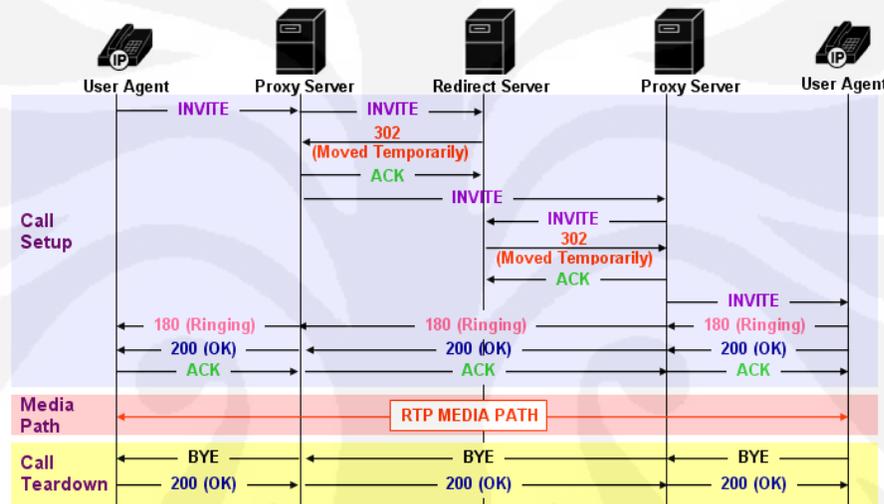
SIP Request:

- 11 INVITE: Mengundang user agent lain untuk bergabung dalam sesi komunikasi.
- 12 ACK : Konfirmasi bahwa user agent telah menerima pesan terakhir dari serangkaian pesan INVITE.
- 13 BYE: Terminasi sesi.
- 14 CANCEL: Membatalkan INVITE.
- 15 REGISTER: Registrasi di Registrar Server.
- 16 OPTIONS: Meminta informasi tentang kemampuan server.

17 INFO: Digunakan untuk membawa pesan informasi lainnya, seperti informasi inline DTMF.

SIP Response:

- 18 1xx - Informational Message
- 19 2xx - Successful Response
- 20 3xx - Redirection Response
- 21 4xx - Request Failure Response
- 22 5xx - Server Failure Response
- 23 6xx - Global Failures Response



Gambar 2.21. Sesi komunikasi dengan SIP.

c. H.245

H.245 adalah media kontrol untuk protokol H.323. H.245 membentuk kanal logical untuk tiap-tiap *call (endpoint to endpoint)*. Negosiasi H.245, menentukan penggunaan dari “*capabilities*” dan “*preferences*” masing-masing endpoint. Pemilihan CODEC merupakan salah satu informasi yang dipertukarkan dalam negosiasi ini.

d. H.225

H.225 merepresentasikan “*basic signalling*” yang digunakan juga oleh ISDN atau GR-303. Pada H.225, “*basic signaling*” meliputi *setup*, *alerting*, *connect*, *call proceeding*, *release complete*, dan *facility*, berdasarkan skema signalling Q.931 yang didefinisikan sebagai berikut :

- **Setup** – Pesan ini membangkitkan dan membentuk panggilan/call. Pesan dikirimkan ke tujuan (called).
- **Alerting** – Pesan dikirimkan oleh tujuan (called) ke pemanggil agar pemanggil tahu bahwa tujuan call sedang “ringing”
- **Connect** – Pesan ini menginformasikan bahwa tujuan (called) telah menerima (accepted) panggilan call. Percakapan mulai berlangsung pada saat ini.
- **Call Proceeding** – Pesan ini menginformasikan pada masing-masing user (endpoints) bahwa call sedang berlangsung. Pesan Call Proceeding dipertukarkan dengan interval tertentu selama proses percakapan berlangsung.
- **Release Complete** – Pesan ini dikirimkan oleh endpoints (called atau calling), siapa yang pertama kali memutuskan hubungan telephone call.
- **Facility** – Pesan ini merepresentasikan berbagai macam pesan kontrol. Pesan ini dapat terlihat ketika sebuah gateway akan membentuk suatu call.

e. RAS

RAS (Registration, Admission, and Status) adalah protokol “element (phone) Management”. Kanal logical RAS menghubungkan antara IP Phone/Voice Gateway dan gatekeeper untuk me-*manage* phone dan panggilan. Tanpa konfigurasi RAS yang sesuai, IP Phone/Voice Gateway tidak dapat menerima atau melakukan panggilan/call.

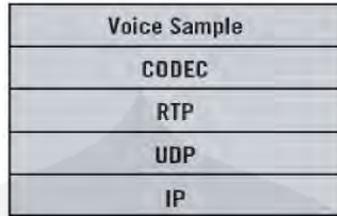
2.2.7. Protocol Data VoIP

a. RTP

Real-Time Protocol (RTP) adalah protokol yang digunakan user voice. Tiap-tiap paket RTP berisi potongan paket dari *voice conversation*. Besarnya ukuran paket voice bergantung pada CODEC yang digunakan.

Susunan Protocol RTP

Diagram berikut memperlihatkan susunan protocol RTP (Gambar 2.22).

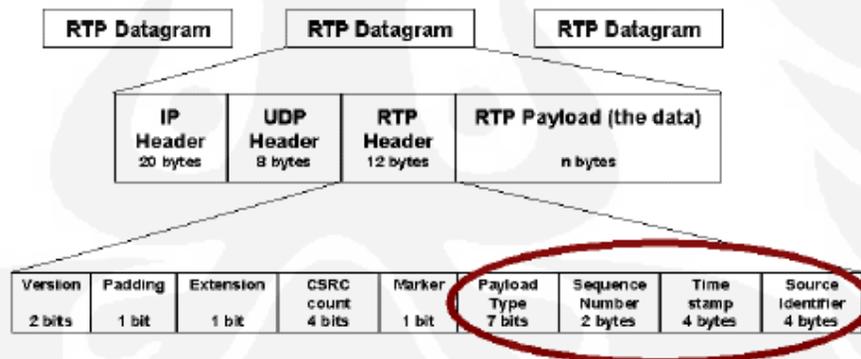


Gambar 2.22. Susunan protocol RTP

Informasi RTP dienkapsulasi dalam paket UDP. Jika paket RTP hilang (*lost*) atau di-*drop* 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. Jaringan harus di-design sebaik mungkin agar lost packet tidak terjadi.

RTP Header

Header Frame RTP berisi informasi untuk mengidentifikasi dan me-*manage* tiap *individual call* dari *endpoint* ke *endpoint*. Informasi ini adalah *timestamp*, *sequence number*, dan *conversation synchronization*. Di bawah ini merupakan gambar komponen RTP Header (Gambar 2.23).



Gambar 2.23. Komponen RTP Header.

b. Compressed RTP

Compressed Real-Time Protocol (cRTP) adalah variant dari RTP. Compressed RTP banyak meng-*eliminate* packet header. Dengan mengeliminasi overhead, packet menjadi lebih efisien. Sistem dengan cRTP dapat melakukan call 2 kali lebih banyak dibanding standard RTP.

Issue cRTP, sama seperti jenis kompresi lain, yaitu membutuhkan proses lebih tinggi pada router (CPU Process). Router harus me-“recreate” tiap-tiap header packet yang masuk untuk dirouting ke jaringan ke voice gateway atau IP Phone.

c. RTCP

Real-Time Control Protocol (RTCP) adalah protokol data VoIP yang jarang digunakan. Protokol ini memungkinkan endpoint mengatur call secara realtime untuk meningkatkan kualitas voice. RTCP juga signifikan membantu troubleshooting voice stream. Alasan RTCP jarang digunakan, karena membutuhkan extra bandwidth untuk membawa RTCP stream ke tujuan.

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

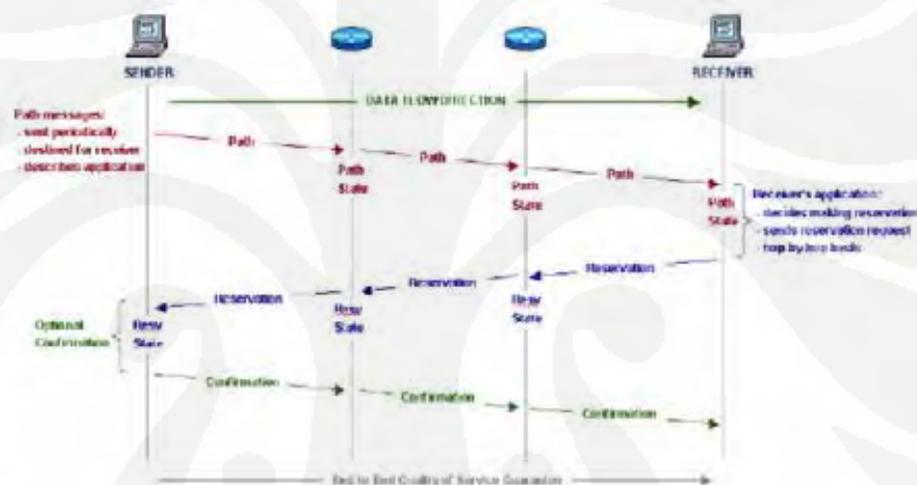
d. RSVP (Resource Reservation Protocol)

RSVP bekerja pada *layer transport*. Digunakan untuk menyediakan bandwidth agar data suara yang dikirimkan tidak mengalami *delay* ataupun kerusakan saat mencapai alamat tujuan *unicast* maupun *multicast*. Proses pesan RSVP dapat dilihat pada Gambar 2.24.

RSVP merupakan *signaling protocol* tambahan pada VoIP yang mempengaruhi QoS. RSVP bekerja dengan mengirimkan request pada setiap *node* dalam jaringan yang digunakan untuk pengiriman data *stream* dan pada setiap *node* RSVP membuat *resource reservation* untuk pengiriman data. *Resource reservation* pada suatu *node* dilakukan dengan menjalankan dua modul yaitu *admission control* dan *policy control*.

Admission control digunakan untuk menentukan apakah suatu *node* tersebut memiliki *resource* yang cukup untuk memenuhi QoS yang

dibutuhkan. *Policy control* digunakan untuk menentukan apakah user yang memiliki ijin administratif (*administrative permission*) untuk melakukan reservasi. Bila terjadi kesalahan dalam aplikasi salah satu modul ini, akan terjadi RSVP error dimana request tidak akan dipenuhi. Bila kedua modul ini berjalan dengan baik, maka RSVP akan membentuk parameter packet classifier dan packet scheduler. Packer Clasiffier menentukan kelas QoS untuk setiap paket data yang digunakan untuk menentukan jalur yang digunakan untuk pengiriman paket data berdasarkan kelasnya dan *packet scheduler* berfungsi untuk men-set antarmuka (*interface*) tiap node agar pengiriman paket sesuai dengan QoS yang diinginkan.



Gambar 2.24. Proses pesan RSVP

e. CODEC

Banyak sekali jenis protokol voice CODEC (coder/decoder atau compression/decompression) yang tersedia untuk implementasi VoIP. Voice CODEC yang umum dikenal adalah : G.711, G.723, G.726, G.728, dan G.729. Berikut gambaran singkat tentang masing-masing jenis CODEC di atas :

- **G.711**, Mengkonversi voice ke 64 kbps *voice stream*. CODEC ini digunakan pada *traditional TDM T1 voice*. **The highest quality**.
- **G.723.1**, Terdapat 2 tipe berbeda untuk compression G.723.1. Pertama menggunakan Code-Excited Linear Prediction (*CELP*) *compression algorithm* dan mempunyai bit rate 5.3 kbps. Type kedua menggunakan

Multi Pulse-Maximum Likelihood Quantization *MP-MLQ algorithm* dan memiliki kualitas suara lebih bagus. Type ini mempunyai bit rate of 6.3 kbps.

- **G.726**, CODEC memiliki beberapa bit rate yang berbeda-beda, yaitu 40 kbps, 32 kbps, 24 kbps, dan 16 kbps. CODEC ini paling sesuai untuk interkoneksi ke PBX dengan bit rate 32 kbps.
- **G.728**, CODEC memiliki kualitas suara yang bagus dan spesifik di desain untuk *low latency applications*. CODEC ini mengkompres voice menjadi *16 kbps stream*.
- **G.729**, CODEC ini adalah salah satu codec berkualitas lebih baik (*better voice quality CODEC*). CODEC ini mengkonversi *voice* menjadi 8 kbps. Terdapat 2 versi yaitu G.729 dan G.729a. G.729a memiliki algoritma yang lebih sederhana dan membutuhkan processing power lebih sedikit dibandingkan G.729. Berikut ini adalah tabel 2.1 perbandingan kompresi standar ITU-T.

Tabel 2.1 perbandingan kompresi standar ITU-T.

Codec	BR (kbps)	NEB (kbps)	MOS
G.711	64	87.2	4.1
G.729	8	31.2	3.92
G.723.1	6.4	21.9	3.9
G.723.1	5.3	20.8	3.8
G.726	32	55.2	3.85
G.728	16	31.5	3.61

Sumber: Cisco,

Keterangan :

BR : Bit Rate

NEB : Nominal Ethernet Bandwidth (kebutuhan bandwidth minimum per call session).

2.2.8. Kualitas Komunikasi VoIP

Quality of Services (QoS) adalah suatu ukuran kemampuan jaringan dalam penyediaan layanan komunikasi yang lebih baik pada trafik data tertentu di berbagai jenis platform komputer atau teknologi. *VoIP* adalah komunikasi *realtime* yang tidak bisa mentolerir adanya delay dan

data hilang (*packet loss*). Pada sistem komunikasi IP rata-rata mempunyai delay yang besar, untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan cara :

- Menggunakan bandwidth yang lebar (Optimalisasi bandwidth).
- Mengatur mode antrian yang cocok.

Persyaratan komunikasi VoIP untuk koneksi internet berpengaruh pada kualitas komunikasi. Untuk itu, kualitas koneksi internet perlu dipertimbangkan agar lebih nyaman dalam melakukan panggilan VoIP. Berikut adalah beberapa tipe koneksi internet yang memungkinkan melakukan panggilan VoIP yang berkualitas :

- Dial-up melalui line telepon konvensional. Tipe ini memiliki bandwidth maksimal yang bisa dicapai sekitar 56 kbps.
- Koneksi internet memanfaatkan jaringan GPRS ponsel. Kecepatan sekitar 230 kbps.
- Leased line 64 kbps. Memungkinkan untuk melakukan panggilan ke banyak jalur (*teleconference*) karena kanal 64 kbps dapat dilewati lima saluran suara sekaligus.
- Koneksi satelit. Biasanya kecepatan akses mencapai 512 kbps. Kecepatan akses 256 kbps dengan akses satelit dapat memuat sekitar 21 saluran VoIP sekaligus.

Sedangkan syarat-syarat infrastruktur jaringan IP yang harus dipenuhi dalam melakukan komunikasi VoIP antara lain :

- Jaringan IP tersebut harus mempunyai *policy* pengaturan yang jelas.
- Bandwidth jaringan harus memenuhi standar.
- Adanya urutan prioritas paket data pada jaringan tersebut.

Adapun parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas paket data yang dikirim adalah :

- Bandwidth yang mencukupi.
- Keterlambatan data (*Latency*).
- Delay.
- Jilter.
- Echo.

- Paket data hilang (*Packet Loss*).
- Sequence Error.

2.3. Regulasi

Dalam penyelenggaraannya VoIP (*Voice over Internet Protocol*) mengalami permasalahan di dalam regulasi baik dari sisi Pemerintah maupun Operator. Berikut beberapa kebijakan yang sudah ada mengenai hal tersebut.

Penyelenggaraan VoIP/ITKP di Indonesia

VoIP pada awalnya menjadi topik diskusi yang intens apakah VoIP dianggap sebagai teknologi alternatif dari PSTN dan Seluler atau sebagai layanan jasa telekomunikasi yang berbeda dikarenakan, yakni[9] :

1. Pemerintah mengidentifikasi bahwa VoIP dapat mempengaruhi jaringan eksisting dimana layanan ITKP (*Internet Telephony untuk Keperluan Publik*) yang hanya memanfaatkan jaringan lokal dianggap sebagai parasit karena penyelenggara ITKP tidak melakukan pembangunan jaringan lokal dan hanya memanfaatkan tarif telepon lokal yang sebenarnya di subsidi oleh pendapatan SLJJ (*Sambungan Langsung Jarak Jauh*).
2. Teknologi ini merupakan alternatif telepon murah kepada masyarakat .

Dalam hal ini Pemerintah sangat berhati-hati sekali dalam menyikapinya. Sehingga pada tahun 2000, Pemerintah mendorong penyelenggara PSTN dan SLJJ (PT. Telkom) dan penyelenggara jaringan SLI (PT. Indosat dan PT. Satelindo) untuk segera memberikan layanan VoIP agar alternatif layanan murah dapat dihadirkan di Indonesia. Sebagai tahap awal kebijakan, dilakukan Pilot Project melalui 5 penyelenggara ITKP yang bertujuan untuk :

- Mengetahui sejauh mana pengaruh layanan ITKP terhadap kelangsungan industri telekomunikasi nasional.
- Melakukan harmonisasi penyelenggaraan jasa ITKP dengan penyelenggaraan telekomunikasi lainnya terutama dengan PSTN.
- Mengetahui pola penyelenggaraan, pola trafik, pola pentarifan dan pola interkoneksi.

2.3.1 Keputusan Menteri Nomor 21 Tahun 2001[10]

Pada Keputusan Menteri Nomor 21 tahun 2001 menjelaskan tentang Penyelenggaraan Jasa Telekomunikasi. Adapun isi dari Keputusan Menteri No. 21 Pasal 60 dan 61 tahun 2001 pengaturan menyangkut :

- Penyelenggaraan ITKP yang bersifat komersial, dihubungkan ke jaringan telekomunikasi.
- Penyelenggaraan jasa ITKP harus dilakukan melalui *gateway* milik penyelenggara *Internet Telephony* dalam rangka mentransfer dari IP base ke *circuit-based* dan sebaliknya.

Isi dari Keputusan Menteri No. 21 Pasal 60 Tahun 2001, yakni :
“Penyelenggaraan jasa internet teleponi untuk keperluan publik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 46 ayat (1) huruf d merupakan penyelenggaraan internet teleponi yang bersifat komersial, dihubungkan ke jaringan telekomunikasi.”

Isi dari Keputusan Menteri No. 21 Pasal 61 Tahun 2001, yakni :

- (1) Penyelenggaraan jasa internet teleponi untuk keperluan publik harus dilakukan melalui *gateway* milik penyelenggara internet teleponi dalam rangka mentrasfer dari IP base ke circuit-based dan sebaliknya.
- (2) Dalam hal jasa Internet teleponi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) menggunakan kartu Prabayar, penyelenggara internet teleponi untuk keperluan publik harus menginformasikan harga kartu, kandungan pulsa, harga per pulsa dan sisa kandungan pulsa.

Pada prinsipnya jasa ITKP bersifat terbuka namun perlu dilakukan secara bertahap, yakni :

- Prioritas pemberian izin diberikan kepada penyelenggara jaringan yang memiliki customer-based yang kuat.
- Mengingat tuntutan yang berkembang dan dorongan dari ISP “Protocol Talk”, maka ISP “Protocol Talk” dapat diadopsi untuk diberikan izin dalam satu wadah.
- Law enforcement.

2.3.2. Keputusan Menteri Nomor 23 tahun 2002[11]

Teknologi VoIP yang diatur saat ini di dalam Keputusan Menteri No. 23 tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Jasa Internet Teleponi Untuk Keperluan Publik, merupakan layanan VoIP yang bersifat menumpang jaringan lokal milik penyelenggara PSTN/STBS untuk keperluan publik yaitu ITKP, sementara terdapat keterbatasan untuk mendapatkan koneksi/akses dengan penyelenggara seluler (PSTN/Seluler).

BAB 3

PERBANDINGAN INTERNET PROTOCOL TELEPHONY PADA VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP)

3.1. PSTN (*Public Swithced Telephone Network*) dan VoIP (*Voice over Internet Protocol*)

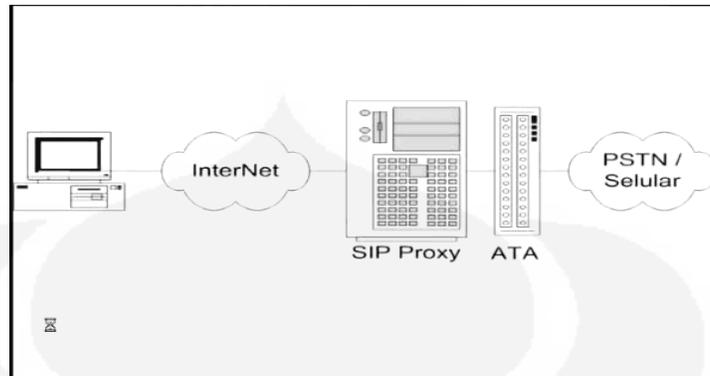
Pada VoIP ada beberapa cara dalam hal perancangan antara lain yang paling sederhana dengan menggunakan sebuah komputer yang tersambung dengan internet dengan mendaftarkan diri ke salah satu SIP proxy dengan demikian PC ini dapat berbicara dengan PC yang lain atau peralatan VoIP lain yang tergabung SIP (*Session Innitiation Protocol*) proxy tersebut.

Kedua, perancangan lain yang mungkin dapat berkembang adalah sebagian SIP proxy mengkaitkan SIP proxy-nya ke peralatan Analog Telephone Adapter atau disebut juga dengan ATA, peralatan ini mengkaitkan PSTN/seluler ke VoIP dengan demikian pengguna VoIP yang membayar jasa kepada SIP proxy tersebut akan dapat mengakses ke Telkom dan seluler melalui peralatan ATA yang mereka miliki.

Ketiga, perancangan yang menjadi pelopor lahirnya VoIP di Indonesia, yakni VoIP Merdeka berbasis protokol H.323. Dimana perangkat lunak yang digunakan sebagai softphone adalah NetMeeting, sedangkan sentral telepon dapat menggunakan Gatekeeper berfungsi sebagai basis data (pusat registrasi) yang sifatnya *open source*.

3.1.1. Pada PSTN (*Public Swithced Telephone Network*)

PSTN atau jaringan telepon rumah akan membentuk jaringan antara si pemanggil dengan yang menerima panggilan terus tersambung selama pembicaraan berlangsung. Dalam implementasi IP Telephony dengan menggunakan PSTN dibutuhkan peralatan untuk menyambungkan telepon rumah ke jaringan yaitu dengan menggunakan peralatan ATA (*Analog Telephone Adapter*) yang berfungsi sebagai *user agent* VoIP.



Gambar 3.1 Konfigurasi IP Telephony melalui PSTN.

User agent merupakan sebuah software/hardware yang digunakan oleh komputer yang berfungsi untuk melakukan pemanggilan/menerima telepon, baik berasal dari sambungan komputer ke komputer, komputer dengan IP-Phone, komputer dengan PSTN, atau perangkat lainnya.

Ada dua jenis *user agent* yang digunakan, yaitu yang berbasis software dan berbasis hardware. Melalui PSTN disini menggunakan user agent yang berbasis hardware yaitu dengan menggunakan ATA (*Analog Telephone Adapter*) dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Analog Telephone Adapter (ATA).

Untuk menjalankan VoIP dibutuhkan sambungan ke internet, antara lain dengan sambungan internet 24 jam, atau melalui wireless. Jenis koneksi internet yang berlaku umumnya ada dua jenis, yaitu *Dial-Up Connection* dan *Unlimited Connection*.

Pada IP Telephony melalui PSTN menggunakan koneksi jenis *dial-up connection*. Koneksi jenis *dial-up* umumnya digunakan untuk koneksi jaringan internet rumahan secara berkala, artinya tidak terus-menerus

(*dedicated lines*). Jika diperlukan koneksi maka harus melakukan panggilan ke penyedia layanan internet (ISP = *Internet Service Provider*). Layanan dial-up umumnya memanfaatkan media komunikasi telepon, baik itu *wireline* (kabel) atau *wireless* (nonkabel).

Adapun peralatan-peralatan yang digunakan untuk menyambungkan IP Telephony melalui PSTN, yaitu :

- Telepon rumah (*fixed telephone*).
- Komputer.
- ATA (*Analog Telephone Adapter*) sebagai *user agent*.
- Kabel LAN.
- Kabel power.
- Kabel dari PABX/Telkom.
- Kabel dari pesawat telepon (*fixed telephone*).

Untuk dapat menyambungkan IP Telephony melalui PSTN ada beberapa tahapan, yakni sambungkan semua peralatan seperti kabel LAN, kabel power ke ATA. Sambungkan kabel dari PABX/Telkom ke bagian line pada ATA dan kabel pesawat telepon ke bagian phone pada ATA.

Setelah itu harus mengkonfigurasi ATA tersebut dengan menggunakan web browser. Proses konfigurasi dapat dilakukan dengan *me-register* terlebih dahulu ke dalam web browser. Dengan tujuan untuk mengkonfigurasi kabel dari PABX/Telkom dan kabel pada pesawat telepon agar bisa dipakai sebagai IP Telephony melalui PSTN. Apabila semua tahapan sudah dilalui maka PSTN tersebut siap untuk digunakan.

Bit rate yang dihasilkan pada PSTN yakni 64 kbps, dimana hal ini terjadi karena adanya tiga tahapan dalam proses merubah analog menjadi digital yaitu melalui *sampling*, *quantisasi* dan *coding*. Dalam hal kualitas suara yang dihasilkan jauh lebih baik dibandingkan dengan VoIP karena pengaruh dari bit rate-nya yang dimiliki oleh PSTN sebesar 64 kbps.

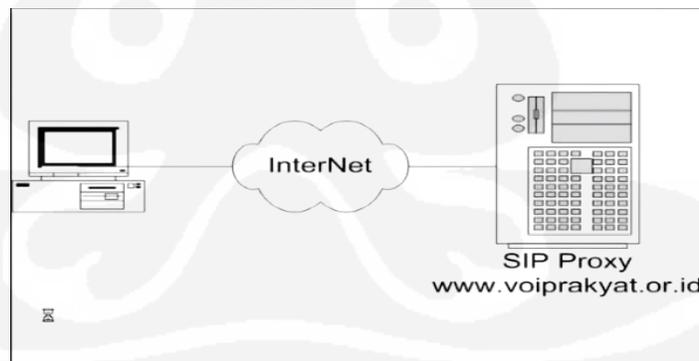
Dalam hal harga PSTN jauh lebih mahal dibanding dengan VoIP karena harus membayar *air time* dari Telkom dan pemakaian jaringan internet itu sendiri. Adapun kendala yang dialami dengan menggunakan PSTN yaitu pemerintah masih belum menyetujui penggunaan VoIP

melalui PSTN karena dianggap ilegal dikarenakan merugikan penyedia jasa telekomunikasi seperti Telkom.

3.1.2. VoIP Rakyat

Contoh implementasi dari VoIP yakni teknik mengkaitkan diri ke internet secara sederhana dengan sebuah komputer yang terkait dengan SIP proxy yang ada di internet dalam hal ini misalkan pada VoIP Rakyat yang di www.voiprakyat.or.id. Secara garis besar konfigurasi dari IP Telephony melalui VoIP Rakyat dapat dilihat pada Gambar 3.3.

VoIP Rakyat merupakan sentral telepon VoIP terbesar yang dibangun oleh Information and Communication Technology Centre Jakarta (ICT Centre) yang di bangun oleh R. Anton Raharja dengan mendapatkan gagasan dari seorang ahli IP (*Internet Protocol*) yakni Onno W. Purbo yang sebelum membuat hal yang sama dengan nama VoIP Merdeka. Melalui sentral telepon ini (VoIP Rakyat) dapat memperoleh nomor telepon secara gratis (cuma-cuma) dengan cara *me-register* terlebih dahulu ke dalam komunitas tersebut (lihat Gambar 3.4). Namun perbedaannya VoIP Merdeka berbasis protokol H.323 sedangkan VoIP Rakyat berbasis protokol SIP (*Session Initiation Protocol*).



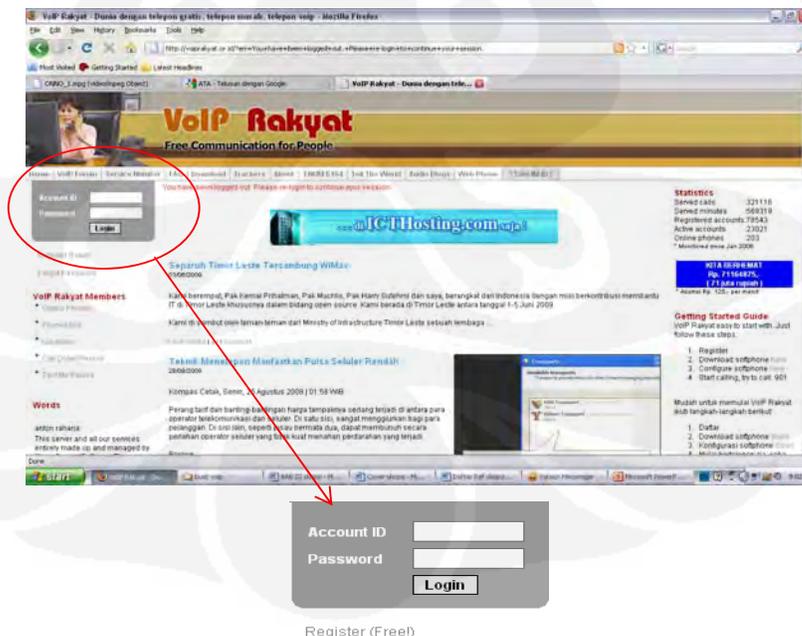
Gambar 3.3. Konfigurasi IP Telephony melalui VoIP.

Berbeda untuk VoIP agar dapat melakukan pemanggilan/menerima telepon (*user agent*) dari VoIP Rakyat maka menggunakan *user agent* berupa software dengan jenis softphone yakni softphone X-Lite 3.0 Windows (lihat Gambar 3.5) yang dapat langsung di download pada website VoIP Rakyat (www.voiprakyat.or.id).

Pada saat menggunakan VoIP maka pengguna yang sedang *online* akan mencari pengguna lainnya lalu mulai membangun jaringan untuk menemukan pengguna-pengguna lainnya. Pada VoIP terlihat bahwa kualitas suara yang didapatkan pada perangkat keras IP Telephony ini tidak sebaik telepon konvensional. Hal ini disebabkan penggunaan rangkaian hybrid yang menyebabkan terjadinya efek *magnetic coupling*.

Para pengguna aplikasi tersebut memiliki sebuah username dan sebuah password. Dan setiap username memiliki sebuah alamat e-mail yang teregistrasi. Untuk masuk ke sistem, pengguna harus menyertakan pasangan username dan passwordnya. Adapun parameter-parameter data untuk dapat bergabung di komunitas VoIP Rakyat (www.voiprakyat.or.id) harus mengisi beberapa hal sebagai berikut :

- Email :
- Nama :
- Alamat :
- Kota :
- Propinsi :
- Negara :
- Kode keamanan :



Gambar 3.4. Cara registrasi pada VoIP Rakyat.

Adapun peralatan-peralatan yang digunakan untuk berkomunikasi menggunakan VoIP Rakyat, yaitu :

- Komputer.
- Jaringan internet (menggunakan jaringan Broadband).
- Software (perangkat lunak) dalam hal ini menggunakan softphone X-lite 3.0 Windows.
- Headset.



Gambar 3.5 Softphone X-Lite 3.0 Windows.

Pada gambar 3.5 diatas menunjukkan software dari Softphone X-lite 3.0 Windows. Pada VoIP koneksi yang digunakan adalah jenis *Unlimited Connection*. *Unlimited connection* digunakan untuk koneksi ke jaringan secara terus-menerus selama 24 jam tanpa putus (*connectionless*).

Berikut spesifikasi dari VoIP Rakyat, yaitu :

- Host : voiprakyat.or.id
- Port STUN : UDP 3478 & 3479
- Port SIP : UDP 5060 & 5066
- Port RTP : UDP 8000 – 10000
- Protocol : SIP
- Codec : GSM / iLBC
- Bit rate : 32 kbps
- Latency : < 500 ms
- Softphone : X-Lite 3.0
- Min. CPU : P III 733 Mhz

- Min. RAM : 256 MB
- Soundcard : Full duplex, 16 bit

Contoh terminasi ke PSTN/GSM dengan menggunakan fasilitas VoIP Rakyat, yakni :

- 0100 : Terminasi ke PSTN/GSM.
Bila ingin menghubungi nomor telepon PSTN Jakarta (021) 8613027 dari jaringan VoIP (dalam kasus ini menggunakan fasilitas VoIP Rakyat) maka dial 010062218613027 (62 adalah kode PSTN negara Indonesia, 21 adalah kode PSTN kota Jakarta).
- 01010 : Terminasi ke jaringan Gizmo (<http://www.gizmoproject.com>).
Contoh: untuk memanggil layanan Tell-Me pada nomor 411 di Gizmo maka dial 01010411.
- 01014 : Terminasi ke jaringan SIP Broker (<http://www.sipbroker.com>).
Contoh: untuk memanggil layanan Automated Time pada nomor 612 di FWD melalui SIP Broker maka dial 01014393612 (01014 adalah prefix SIP Broker di VoIP Rakyat, 393 adalah kode FWD di SIP Broker tanpa tanda *, 612 adalah layanan Automated Time di FWD).

3.1.3. VoIP Merdeka

Contoh implementasi dari VoIP lainnya yakni VoIP Merdeka berbasis protokol H.323. Standar H.323 merupakan standar dasar dari Uni Telekomunikasi Internasional (ITU) yang memungkinkan kita mengirim suara, video, dan data melalui jaringan berbasis Internet Protocol (IP). Dimana perangkat lunak yang digunakan sebagai softphone adalah NetMeeting, sedangkan sentral telepon dapat menggunakan Gatekeeper yang berfungsi sebagai basis data (pusat registrasi) yang sifatnya *open source*.

Adapun peralatan-peralatan yang digunakan untuk berkomunikasi menggunakan VoIP Rakyat, yaitu :

- Komputer.
- Komputer yang ada sambungan langsung ke Internet; dial-up pun OK.
- Headset.

- Software NetMeeting, biasanya sudah tersedia (Gambar 3.6). Jika belum ada, dapat di-download gratis di www.microsoft.com/netmeeting/.

Persiapan setup software untuk VoIP, untuk pengguna Windows dan NetMeeting hanya perlu men-*setting* :

- Tools -> Options -> General -> Advanced Calling.
- Use a gatekeeper to place a calls (isikan IP Gatekeeper di IIX).
- Log on using my phone number (isikan nomor telepon sesuai konsensus diatas).



Gambar 3.6. Softphone menggunakan NetMeeting.

Agar jaringan VoIP Merdeka dapat beroperasi dengan lancar perlu kesepakatan alokasi nomor telepon yang akan digunakan. sebagai gateway diusulkan untuk menggunakan format :

0111 aaa xxxxxxxx

Misalnya :

0111 21 xxxxxxxx

0111 251 xxxxxxxx

0111 31 xxxxxxxx

Dimana :

0111 = VoIP Merdeka

21 = kalau berada di Jakarta, Bogor 251, Bandung 22 dan lain-lain.

xxxxxxx = ini adalah nomor subscriber (pengguna).

Kode area ini bisa saja tidak sama dengan kode area Telkom di wilayah yang sedang ditempati, bisa berimprovisasi yang penting tidak bertabrakan dengan kode area yang digunakan oleh orang yang lain.

Diperhatikan juga untuk para subscriber, jika Log-on dengan kode area yang tidak sama dengan kode area yang dialokasikan untuk gatekeeper tersebut, maka tidak dapat dihubungi oleh pengguna VoIP Merdeka lainnya. Jadi mohon kode area di perhatikan baik-baik supaya dapat dihubungi oleh pengguna VoIP Merdeka lainnya. Penomoran ini dalam jaringan VoIP Merdeka di kenal menggunakan format E.164.

Cara kerja dari VoIP Merdeka ini dilakukan apabila tidak menggunakan server proxy dan langsung terhubung ke Internet menggunakan dial-up dapat menggunakan Gatekeeper 202.148.63.18 milik APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia) yang terletak di IIX (Indonesia Internet Exchange). Gatekeeper berfungsi sebagai sentral telepon pada jaringan VoIP yaitu pusat dari jaringan H.323 dan merupakan titik fokus dari semua call yang terjadi pada jaringan H.323.

Pada saat Anda dial ke internet, secara otomatis NetMeeting akan mencari gatekeeper untuk meregistrasikan PC (nomor telepon Anda). Setelah Anda tersambung ke internet dan NetMeeting berhasil teregistrasi ke gatekeeper, perhatikan gambar dua komputer di pojok kanan bawah di tampilan NetMeeting Anda. Gambar dua komputer yang berada di pojok kanan bawah akan berubah warna, bukan lagi abu-abu. Hal ini menunjukkan bahwa NetMeeting telah teregistrasi dengan baik ke gatekeeper.

Setelah NetMeeting ter-registrasi ke gatekeeper, maka bisa langsung menelpon ke rekan lain yang menggunakan jaringan VoIP Merdeka dan menggunakan nomor 0111 888 xxxxxxxx.. Untuk berkomunikasi dengan rekan melalui VoIP dan NetMeeting sama sekali tidak sukar. Hanya perlu meng-klik tombol telepon di kanan atas

NetMeeting dan memasukan nomor telepon yang ingin dihubungi. Jika hubungan komunikasi berhasil terjalin, maka gambar komputer di kanan bawah, di sebelah gambar dua komputer akan berubah warna.

3.2. Perbandingan

Dari ketiga penyelenggaraan IP Telephony adanya perbedaan antara PSTN, VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka yaitu melalui cara kerja dari sistem, harga, jaringan, bit rate, penomoran dan kualitas suara yang dihasilkan.

Jika media yang digunakan adalah internet maka perbedaan dari telepon biasa terletak pada cara kerja VoIP tersebut. PSTN atau jaringan telepon rumah akan membentuk jaringan antara si pemanggil dengan yang menerima panggilan terus tersambung selama pembicaraan berlangsung. Sedangkan dalam VoIP data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan internet yang mengirimkan paket-paket data dan bukan melewati sirkuit analog telepon biasa.

Dalam bit rate yang dibutuhkan PSTN yakni sebesar 64 kbps, sedangkan pada VoIP Rakyat menggunakan softphone X-lite 3.0 hanya 32 kbps dan untuk VoIP Merdeka membutuhkan bit rate yang sama dengan VoIP Rakyat yakni 32 kbps yang lebih kecil dibandingkan dengan bit rate dari PSTN. Hal ini yang menjadi kendala apabila bit rate yang dibutuhkan kecil maka suara yang dihasilkan tidak terlalu baik atau putus-putus karena adanya kompresi suara yang diakibatkan oleh bandwidth yang kecil. Pada tabel 3.1 dapat dilihat perbandingan antara PSTN, VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka.

Tabel 3.1. Perbandingan PSTN, VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka.

	PSTN	X-lite 3.0	VoIP Merdeka
Jaringan	Dedicated lines	Semua channel membawa lebih dari satu koneksi internet	Semua channel membawa lebih dari satu koneksi internet
Bit rate	64kbps	32kbps	32kbps
Penomoran	ITU-T E.164	ENUM (<i>Electronic Number Mapping</i>)	Format E.164
Kualitas suara*)	5	3	3

*) data dapat dilihat pada lampiran.

Dari tabel terlihat bahwa sifat jaringan dari PSTN adalah *dedicated lines* yang artinya koneksi ke internet langsung secara terus-menerus melalui media jaringan telepon dengan menggunakan *user agent* (ATA). Harga penggunaan PSTN tergantung dari pemakaian yaitu melalui pemakaian internet sekaligus pulsa telepon (*air time*). Bit rate pada PSTN sebesar 64 kbps dikarenakan frekuensi kanal suara sebesar 4 kHz dengan kualitas suara yang baik sekali karena bit rate-nya yang besar.

Penomoran pada PSTN diatur dalam standar ITU-T E.164, penomoran VoIP Rakyat mengikuti standar ENUM (*Electronic Number Mapping*) yakni suatu mekanisme pemetaan nomor telepon berdasarkan standar ITU-T E.164 kepada sistem penamaan DNS (*Domain Name System*), *Uniform Resource Identifier* (URI) yang digunakan secara global di dunia internet sehingga pengguna yang berada di jaringan IP dan layanan-layanan IP yang tersedia dapat dikenali oleh sebuah nomor publik, sedangkan VoIP Merdeka menggunakan penomoran format E. 164.

Sedangkan VoIP Rakyat maupun VoIP Merdeka bersifat *connectionless* yang berarti semua kanal membawa lebih dari satu koneksi internet. Dimana harganya lebih murah dibandingkan dengan PSTN karena hanya membayar pemakaian dari internet itu sendiri. Bit rate pada VoIP Rakyat maupun VoIP Merdeka sama sebesar 32 kbps.

Adapun kualitas suara dari VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka diperoleh dari hasil rata-rata pengujian yang dilakukan sebanyak 35 kali. Pengujian kualitas suara ini diuji terhadap lima orang selama tujuh hari dan sebanyak lima kali dalam satu hari. Dari hasil sampling yang dilakukan diperoleh hasil kualitas suara yang cukup baik.

Secara umum kualitas suara yang dihasilkan VoIP Rakyat cukup baik namun ada kualitas suara yang kurang baik yaitu pada hari Rabu tanggal 16 Juni 2009, pukul 19.00 wib - 20.30 wib dan hari Kamis tanggal 25 Juni 2009, pukul 20.00 - 23.00 wib, hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari bandwidth dari modem yang digunakan sangat kecil dan bit rate dari VoIP Rakyat itu sendiri yang kecil sebesar 32 kbps jadi suara yang dihasilkan tidak terlalu baik. Namun

hal ini tidak luput dari hasil pendengaran manusia itu sendiri. Data hasil percobaan dapat dilihat pada Lampiran-1.

Pada kualitas suara yang dihasilkan VoIP Merdeka diperoleh secara rata-rata kualitas suara yang cukup baik. Data hasil percobaan dapat dilihat pada Lampiran-2.

Pada saat hari dan jam yang sama hasil kualitas suara dari VoIP Rakyat yang dinilai buruk, namun pada VoIP Merdeka kualitas suara hasilnya cukup baik hal ini dikarenakan sistem berbasis protokol H.323 lebih baik di banding dengan sistem protokol SIP. Ini dikarenakan SIP bukan media transfer protokol, sehingga SIP tidak membawa paket suara atau video, SIP memanfaatkan RTP (*Real Time Protocol*) untuk media transfer. Sedangkan protokol H.323 diciptakan oleh *International Telecommunications Union Telecommunication Sector* (ITU-T) untuk transmisi audio dan video melalui jaringan Internet.

BAB 4

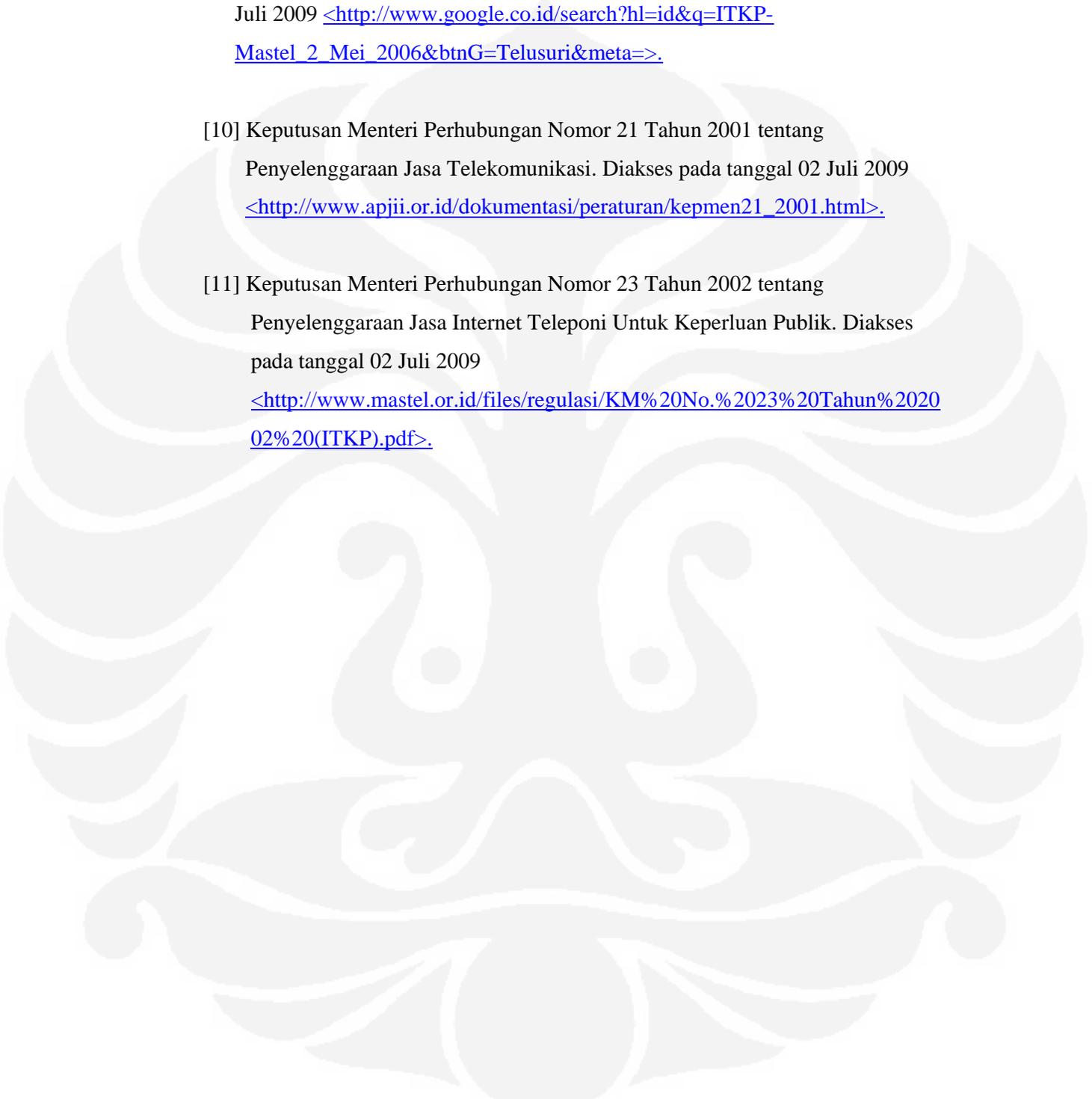
KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa Perbandingan Internet Protocol Telephony pada Voice over Internet Protocol, adalah :

- Jaringan yang digunakan VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka bersifat *connectionless* yang berarti semua kanal membawa lebih dari satu koneksi internet. Sedangkan PSTN bersifat *dedicated lines* yang artinya koneksi ke internet langsung secara terus-menerus melalui media jaringan telepon dengan menggunakan *user agent* (ATA).
- Pada implementasi dari IP Telephony melalui PSTN masih mengalami kendala karena masih bersifat ilegal dan merugikan penyedia jasa telekomunikasi hal ini berkaitan dengan Keputusan Menteri No. 21 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Jasa Telekomunikasi.
- Pada tata cara penomoran terdapat perbedaan diantara ketiganya, PSTN menggunakan standar ITU-T E. 164, VoIP Rakyat menggunakan ENUM dan sedangkan VoIP Merdeka menggunakan format E.164.
- Kualitas suara yang dihasilkan VoIP Rakyat maupun VoIP Merdeka tidak terlalu baik (cukup) dibandingkan dengan PSTN disebabkan karena bit rate yang terlalu kecil yakni 32 kbps.
- Kualitas suara VoIP Merdeka jauh lebih baik dibandingkan dengan VoIP Rakyat karena adanya perbedaan protokol yang dipakai. VoIP Merdeka menggunakan protokol berbasis H. 323 sedangkan VoIP Rakyat berbasis SIP (*Session Initiation Protocol*).

DAFTAR ACUAN

- [1] Internet Telephony 1997. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009
<<http://idkf.bogor.net/idkf/fisik/voip/ms-word/internet-telephony-1997.rtf>>.
- [2] Public Switched Telephone Network. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009
<http://id.wikipedia.org/wiki/Public_Switched_Telephone_Network>.
- [3] STMB Telkom, Pengantar Sistem Telekomunikasi. Modul 3, Sistem Telekomunikasi PSTN. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009
<<http://bsavitri.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/11146/3-sistem-telekomunikasi-pstn-draft.ppt>>.
- [4] Prijatna Gunawan, MBA, Fundamental Technical Plan (FTP) Telkom. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009
<http://www.geocities.com/jimiramdani_cci05/fundamental-technical-plan-ftp-telkom.ppt>.
- [5] Juhana, Tutun, Sentral Telepon. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009
<<http://www.powerpoint-search.com/dasar-teknik-telekomunikasi-ppt.html>>.
- [6] Materninja, Switching Penomoran, posted 06 April 2008. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009 <<http://one.indoskripsi.com/node/1773>>.
- [7] Raharja, R. Anton, VoIP Fundamental. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009
<<http://voiprakyat.or.id/download/>>.
- [8] M. Iskandarsyah H, Dasar-Dasar Jaringan VoIP. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009 <<http://www.smkn2ternate.or.id/11tutorial/iskandar-voip-dasar.pdf>>.

- 
- [9] Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi, Departemen Telekomunikasi dan Informasi, Penyelenggaraan VoIP/ITKP di Indonesia. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009 <http://www.google.co.id/search?hl=id&q=ITKP-Mastel_2_Mei_2006&btnG=Telusuri&meta=>>.
- [10] Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 21 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Jasa Telekomunikasi. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009 <http://www.apjii.or.id/dokumentasi/peraturan/kepmen21_2001.html>.
- [11] Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 23 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Jasa Internet Teleponi Untuk Keperluan Publik. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009 <[http://www.mastel.or.id/files/regulasi/KM%20No.%2023%20Tahun%2002%20\(ITKP\).pdf](http://www.mastel.or.id/files/regulasi/KM%20No.%2023%20Tahun%2002%20(ITKP).pdf)>.

Lampiran-1 Hasil Percobaan Perbandingan Internet Protocol Pada Voice over Internet Protocol (VoIP) yakni dengan menggunakan VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka.

Dalam rangka mendapatkan pendapat untuk kualitas suara yang dihasilkan VoIP baik itu VoIP Rakyat maupun VoIP Merdeka maka dengan ini saya memohon kepada rekan-rekan untuk memberikan pendapatnya dengan menguji fasilitas tersebut.

Peralatan yang digunakan dalam melakukan percobaan pada VoIP Rakyat, yakni :

1. Komputer atau Laptop.
2. Jaringan internet.
3. Software (Softphone X-lite 3.0 Windows).
4. Headset.

Hasil Percobaan untuk kualitas suara yang dihasilkan :

Parameter yang diukur	Hari/Tanggal	Pukul	Penilaian				
			1	2	3	4	5
Kualitas suara	Rabu, 27 Mei 2009	20.00 wib – 22.00 wib			√		
	Sabtu, 6 Juni 2009	15.00 wib – 17.00 wib			√		
	Rabu, 16 Juni 2009	19.00 wib – 20.30 wib		√			
	Minggu, 21 Juni 2009	08.00 wib – 10.00 wib			√		
	Selasa, 23 Juni 2009	19.30 wib – 21.00 wib			√		
	Kamis, 25 Juni 2009	20.00 wib – 23.00 wib		√			
	Sabtu, 27 Juni 2009	14.30 wib - 16.00 wib			√		

Keterangan :

- 1 = Buruk sekali
- 2 = Buruk
- 3 = Cukup
- 4 = Baik
- 5 = Baik sekali

Catatan : Pengujian komunikasi VoIP ini dilakukan terhadap lima orang yang berbeda dengan tujuan mendapatkan penilaian secara objektif terhadap kualitas suara dalam hal ini VoIP Rakyat.

Lampiran-2 Hasil Percobaan Perbandingan Internet Protocol Pada Voice over Internet Protocol (VoIP) yakni dengan menggunakan VoIP Rakyat dan VoIP Merdeka.

Dalam rangka mendapatkan pendapat untuk kualitas suara yang dihasilkan VoIP baik itu VoIP Rakyat maupun VoIP Merdeka maka dengan ini saya memohon kepada rekan-rekan untuk memberikan pendapatnya dengan menguji fasilitas tersebut.

Peralatan yang digunakan dalam melakukan percobaan pada VoIP Merdeka, yakni :

1. Komputer atau Laptop.
2. Jaringan internet.
3. Software (NetMeeting).
4. Headset.

Hasil Percobaan untuk kualitas suara yang dihasilkan :

Parameter yang diukur	Hari/Tanggal	Pukul	Penilaian				
			1	2	3	4	5
Kualitas suara	Rabu, 27 Mei 2009	20.00 wib – 22.00 wib			√		
	Sabtu, 6 Juni 2009	15.00 wib – 17.00 wib			√		
	Rabu, 16 Juni 2009	19.00 wib – 20.30 wib			√		
	Minggu, 21 Juni 2009	08.00 wib – 10.00 wib			√		
	Selasa, 23 Juni 2009	19.30 wib – 21.00 wib			√		
	Kamis, 25 Juni 2009	20.00 wib – 23.00 wib			√		
	Sabtu, 27 Juni 2009	14.30 wib - 16.00 wib			√		

Keterangan :

- 1 = Buruk sekali
- 2 = Buruk
- 3 = Cukup
- 4 = Baik
- 5 = Baik sekali

Catatan : Pengujian komunikasi VoIP ini dilakukan terhadap lima orang yang berbeda dengan tujuan mendapatkan penilaian secara objektif terhadap kualitas suara dalam hal ini VoIP Merdeka.