

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

Yuliaty Noeranbia
Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia
Kampus Baru UI Depok 16424, Indonesia
yuliaty.noeranbia@ee.ui.ac.id

ABSTRAK

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.

I. Pendahuluan

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 pengalaman (pengalaman *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 computer, 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.

II. PSTN dan VoIP

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

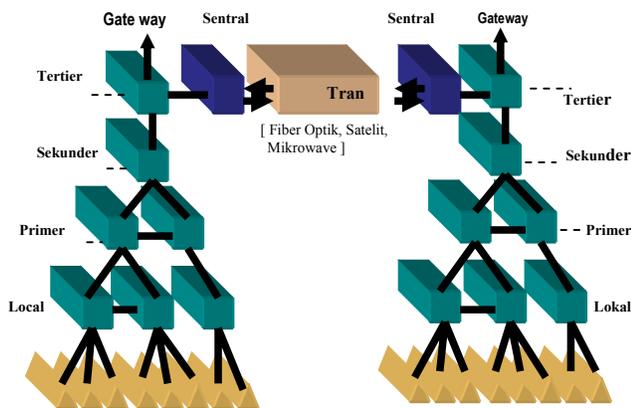
PSTN (*Public Switched Telephone Network*) atau yang biasa disebut jaringan telepon tetap (dengan kabel). Juga dikenal sebagai POTS (*Plain Old Telephone Service*) dengan menggunakan apa yang disebut *circuit-switched telephony*. Circuit

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, telegraf 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].

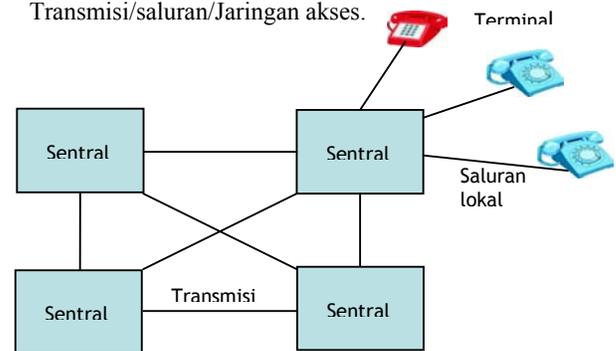
Salah satu cara untuk mengefisienkan percakapan adalah dengan berhenti menggunakan kabel/saluran untuk hal lain dari percakapan. Pada waktu itu, kabel digunakan juga untuk membawa informasi yang perlu untuk menghubungkan dan mengelola percakapan selain percakapan itu sendiri. Informasi itu disebut dengan 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.

2.1.1 Komponen Jaringan Telepon

Komponen jaringan telepon (Gambar 2.2) terdiri dari :

- Terminal.

- Sentral (*Switching*).
- Transmisi/saluran/Jaringan akses.

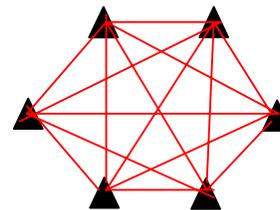


Gambar 2.2. Komponen jaringan telepon.

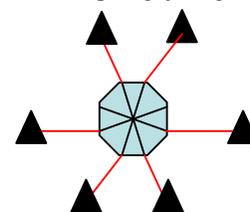
2.1.2. Topologi Jaringan

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.



Gambar 2.4. Topologi jaringan Star.

2.1.3. Karakteristik PSTN

Adapun karakteristik utama dari PSTN adalah akses kanal analog : 300-3400 KHz, hubungan sirkuit switched duplex dan 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. 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 DTMF. 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.

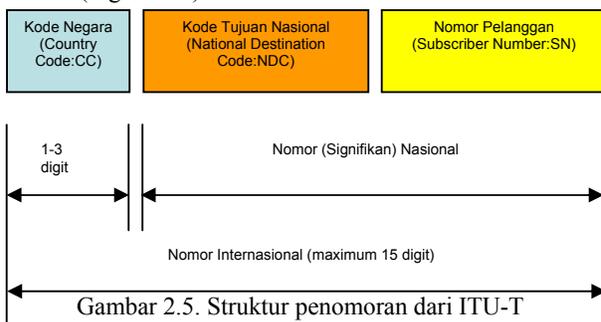
2.1.4 Penomoran

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 maximum 15 digit.
- Indonesia diberi alokasi kode negara 2 digit yaitu 62 dan tersisa 13 digit untuk Nomor (Signifikan) Nasional.



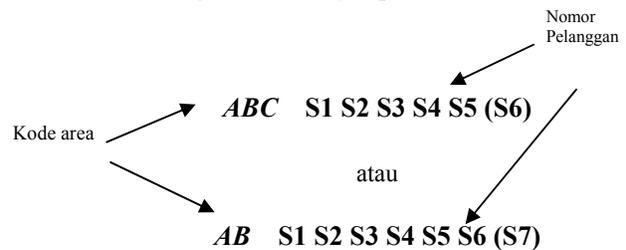
Gambar 2.5. Struktur penomoran dari ITU-T E.164[5].

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.



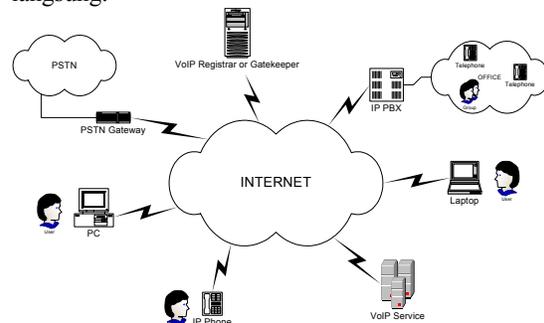
Gambar 2.6. Struktur penomoran.

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.

2.2. VoIP

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[6].

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 keandalannya yang di bawah telepon biasa (*fixed telephone*), dan soal standarisasi yang akan menyangkut masalah interoperabilitas

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.

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 adalah delay, jitter, Packet Loss, keamanan dan echo.

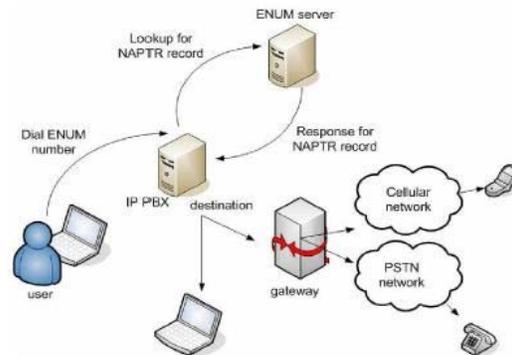
2.2.3. Macam-macam Pelayanan VoIP

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

1. Koneksi telepon dengan gateway
2. PC menggunakan router
3. Telepon koneksi dengan PC
4. 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 2.8).

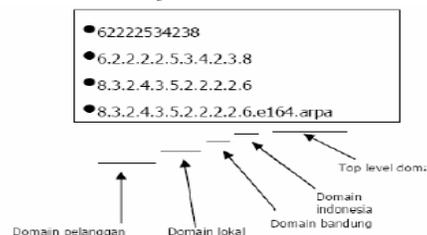


Gambar 2.8. Sistem penomoran ENUM.

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 2.9 Cara kerja ENUM.



Gambar 2.9. Cara kerja ENUM.

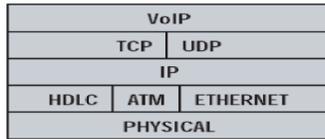
2.2.5. Layer VoIP

Protokol *Voice over IP (VoIP)* secara umum dibagi 2 bagian, yaitu *control/signaling* 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 2.10) :



Gambar 2.10. Layer VoIP

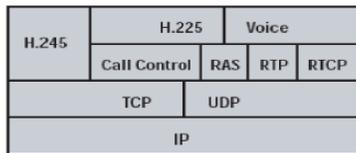
2.2.6. Control/Signalling VoIP

Control/signalling protocol 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 protocol 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. Versi dari H.323 saat ini adalah Versi 5.

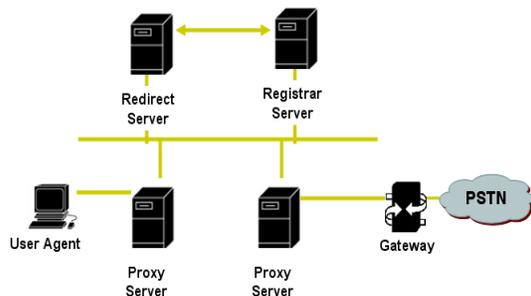
Seluruh susunan protocol H.323 (Gambar 2.11) terdiri dari beberapa bagian. Masing-masing bagian bertanggung jawab sesuai fungsi masing-masing, seperti “*call setup*” dan “*phone registration*”.



Gambar 2.11. Susunan Protokol H.323

b. Signalling SIP

Pengertian SIP (*Session Initiation Protocol*) menurut RFC 2543 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*. SIP bukan media transfer protocol, sehingga SIP tidak membawa paket suara atau video. SIP memanfaatkan RTP (*Real Time Protocol*) untuk media transfer.



Gambar 2.12. Arsitektur SIP

c. H.245

H.245 adalah media kontrol untuk protocol H.323. H.245 membentuk kanal logical untuk 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 signaling*” yang digunakan juga oleh ISDN atau GR-303. Pada H.225, “*basic signaling*” meliputi *setup*, *alerting*, *connect*, *call proceeding*, *release complete*, dan *facility*.

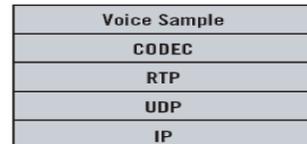
e. RAS

RAS (Registration, Admission, and Status) adalah protocol “*element (phone) Management*”. Kanal logical RAS menghubungkan antara IP Phone/Voice Gateway dan gatekeeper untuk *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

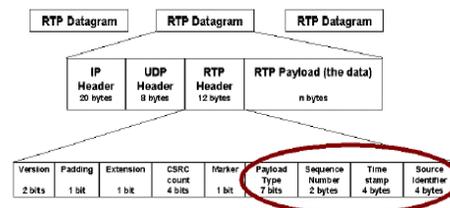
Real-Time Protocol (RTP) adalah protocol yang digunakan user voice. Tiap-tiap packet RTP berisi potongan packet dari *voice conversation*. Besarnya ukuran packet voice bergantung pada CODEC yang digunakan. iagram berikut memperlihatkan susunan protocol RTP (Gambar 2.13).



Gambar 2.13. Susunan protocol RTP

RTP Header

Header Frame RTP berisi informasi untuk mengidentifikasi dan *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 2.14).



Gambar 2.14. 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.

c. RTCP

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

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*. RSVP merupakan *signaling protocol* tambahan pada VoIP yang mempengaruhi QoS.

e. CODEC

Banyak sekali jenis protocol voice CODEC (coder/decoder atau compression/decompression) yang tersedia untuk implementasi VoIP. Voice CODEC yang umum dikenal adalah : G.711, G.723, G.726, G.728, dan G.729.

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.

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 diberbagai jenis platform computer atau teknologi. *VoIP* adalah komunikasi *realtime* yang tidak bias mentolerir adanya *delay* dan data hilang (*packet loss*). Pada system komunikasi IP rata-rata mempunyai *delay* yang besar, untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan cara menggunakan bandwidth yang lebar (Optimalisasi bandwidth) dan mengatur mode antrian yang cocok.

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*) dan *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.

2.3.1 Keputusan Menteri Nomor 21 Tahun 2001[7]

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 mentransfer 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.

2.3.2. Keputusan Menteri Nomor 23 tahun 2002[8]

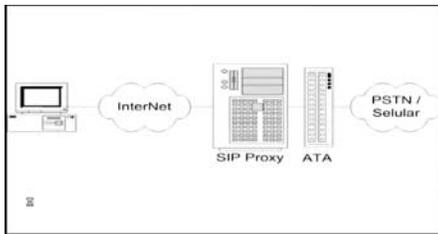
Teknologi VoIP yang diatur saat ini di dalam Keputusan Menteri No. 23 tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Jasa Internet Teleponi Untuk Keperluan Publik, merupakan layanan VoIP yang bersifat menumpang jaringan lokal milik penyelenggara PSTN/STBS untuk keperluan publik yaitu ITKP, sementara terdapat keterbatasan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

III. Perbandingan Internet Protocol Pada VoIP

3.1. PSTN dan VoIP

3.1.1. Pada PSTN

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.

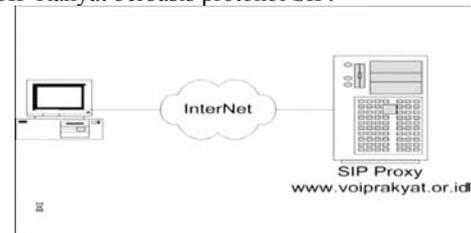
Bit rate yang dihasilkan pada PSTN yakni 64 kbps, dimana hal ini terjadi karena adanya tiga tahapan dalam proses merubah analog menjadi digital yaitu melalui *sampling*, *kuantisasi* dan *coding*. Dalam hal kualitas suara yang dihasilkan jauh lebih baik dibandingkan dengan VoIP karena pengaruh dari bit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

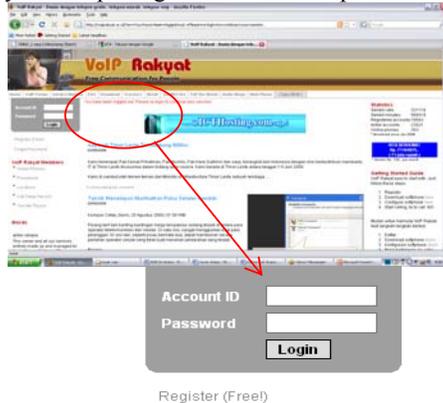
VoIP Rakyat merupakan sentral telepon VoIP terbesar yang dibangun oleh Information and Communication Technology Centre Jakarta (ICT Centre) yang di bangun oleh R. Anton Raharja dengan mendapatkan gagasan dari seorang ahli IP yakni Onno W. Purbo yang sebelum membuat hal yang sama dengan nama VoIP Merdeka. 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.



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.



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

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/.

Persiapkan 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.

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. Untuk berkomunikasi dengan rekan melalui VoIP dan NetMeeting sama sekali tidak sukar. Hanya perlu meng-klik tombol telepon di kanan atas NetMeeting dan memasukkan 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 ITU-T untuk transmisi audio dan video melalui jaringan Internet.

IV. 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.

V. 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/Download/s/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] Raharja, R. Anton, VoIP Fundamental. Diakses pada tanggal 02 Juli 2009 <<http://voiprakyat.or.id/download/>>.
- [7] 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>.
- [8] 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%202002%20\(ITKP\).pdf](http://www.mastel.or.id/files/regulasi/KM%20No.%2023%20Tahun%202002%20(ITKP).pdf)>