

BAB II

DASAR TEORI

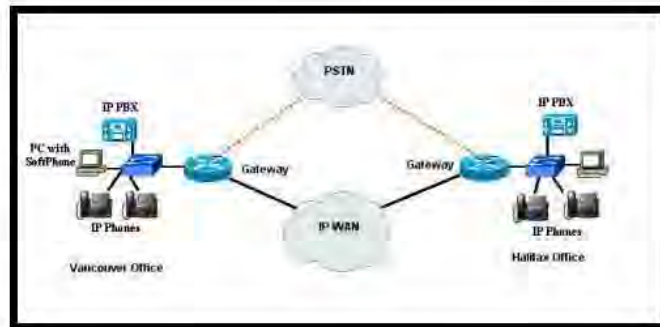
2.1 Perkembangan VoIP ^[15]

Voice over Internet Protocol atau disingkat VoIP, dikenal juga dengan sebutan IP Telephony. VoIP didefinisikan sebagai sesuatu mekanisme untuk melakukan pembicaraan telepon (*voice*) dengan menumpangkan data dari pembicaraan melalui jaringan Internet atau Intranet yang menggunakan teknologi *Internet Protocol* (IP). Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switching*, jadi dalam bertelepon menggunakan jaringan IP atau *Internet Protocol* (IP). Voice over IP (VoIP) secara umum dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. *Control / signaling* adalah trafik yang berfungsi untuk menghubungkan dan menjaga trafik yang sebenarnya yaitu data *voice*. Juga menjaga seluruh operasi jaringan (router to router communications). Dikenal juga dengan istilah *Packet Signalling*. ^[10]
2. *Data Voice* adalah trafik user berupa informasi yang disampaikan *end-to-end* yang dikenal juga sebagai *Packet Voice*. ^[10]

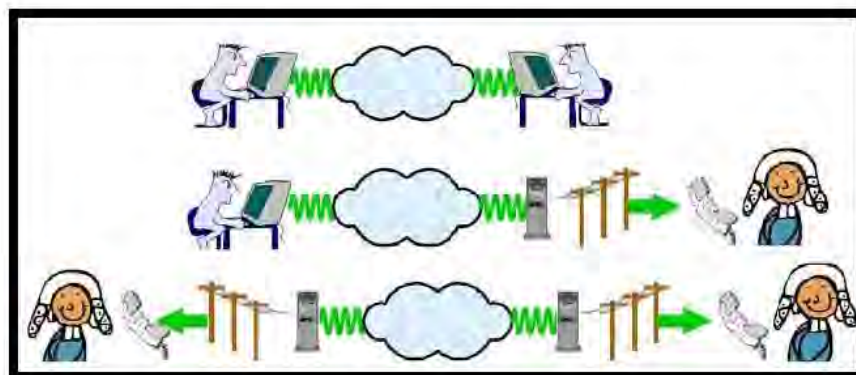
Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switching*, jadi dalam bertelepon menggunakan jaringan IP atau Internet. VoIP merupakan nama lain dari *Internet Telephony*. *Internet Telephony* adalah perangkat keras dan perangkat lunak yang memungkinkan pengguna internet melakukan panggilan telepon. Dalam komunikasi VoIP, pemakai melakukan hubungan telepon melalui terminal yang berupa *Personal Computer* (PC) atau telepon. ^[5]

Terminal akan berkomunikasi melalui telefoni lokal. Hubungan antar *gateway* dilakukan melalui jaringan IP. Jaringan IP dapat berupa paket jaringan apapun, termasuk *Frame Relay* (FR), Internet, Intranet, atau *line E1*.^[5]



Gambar 2.1 Contoh Diagram VoIP

Awal perkembangan VoIP, percakapan dapat dilakukan dengan mengirimkan suara melalui internet dan kita dapat berbicara antar pengguna komputer. Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi kemudian percakapan dapat dilakukan antara pengguna komputer dengan telepon. Hingga saat ini telah dimungkinkan melakukan percakapan antar pengguna telepon.^[8]



Gambar 2.2 Evolusi VoIP

Dalam perancangan jaringan VoIP, factor yang sangat berpengaruh terhadap kualitas suara yang dihasilkan yaitu masalah *delay* dan *bit rate*. *Delay* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima). Besarnya *delay* maksimum yang

direkomendasikan *International Telecommunication Union* (ITU) untuk aplikasi suara adalah 150 ms, sedangkan *delay* maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat diterima pendengar adalah 250 ms. *Bit rate* adalah kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan transmisi data antar komputer pada jaringan IP atau internet. [8]

Internet Group Management Protocol (IGMP) adalah salah satu *protocol* jaringan dalam kumpulan protokol *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) yang bekerja pada lapisan jaringan yang digunakan untuk menginformasikan *router-router* IP tentang keberadaan group-group jaringan *multicast*. Sekali sebuah *router* mengetahui bahwa terdapat beberapa *host* dalam jaringan yang terhubung secara lokal yang tergabung ke dalam *group multicast* tertentu, *router* akan menyebarkan informasi ini dengan menggunakan protokol IGMP kepada *router* lainnya dalam sebuah *internetwork* sehingga pesan-pesan *multicast* dapat diteruskan kepada *router* yang sesuai. IGMP kemudian digunakan untuk memelihara keanggotaan *group multicast* di dalam *subnet* lokal untuk sebuah alamat IP *multicast*. [4]

Hingga saat ini, terdapat dua versi dari protokol IGMP, yakni IGMPv1 (yang didefinisikan dalam RFC 1112) serta IGMPv2 (yang didefinisikan dalam RFC 2236). IGMPv1 hanya mendukung dua jenis pesan IGMP: [4]

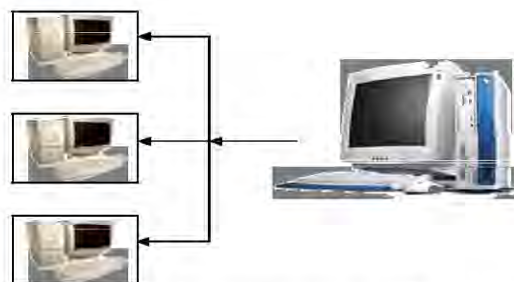
- *Host membership report* (laporan keanggotaan sebuah *host*) yaitu *host* akan mengirimkan pesan dengan jenis ini untuk menginformasikan *router* lokal bahwa *host* tersebut hendak menerima lalu lintas IP *multicast* yang ditujukan ke sebuah alamat *group multicast* tertentu.
- *Host membership query* (permintaan keanggotaan sebuah *host*) yaitu *router* akan mengirimkan pesan dengan jenis ini untuk memberi tahu kepada segmen jaringan lokal tertentu untuk menentukan apakah ada *host* dalam segmen yang sedang "mendengarkan" (*listening*) terhadap lalu lintas *multicast* atau tidak.

IGMPv2 merupakan pembaruan yang dilakukan terhadap IGMPv1, yang menawarkan beberapa jenis pesan IGMP yang baru yaitu :

- *Leave group* yaitu digunakan oleh *host* untuk menginformasikan sebuah *router* bahwa *host* tersebut merupakan anggota terakhir yang hendak meninggalkan sebuah *group multicast* sehingga *router* mengetahui bahwa *router* tersebut tidak perlu lagi meneruskan lalu lintas *multicast* IP ke *subnet* yang bersangkutan.
- *Group-specific query* yaitu mirip seperti pesan IGMPv1 *Host membership query*, kecuali jenis ini akan melakukan pengecekan keanggotaan di dalam sebuah *group multicast* tertentu.
- *Multicast querier election* yaitu pesan yang mengizinkan sebuah *router* untuk dipilih untuk mengeluarkan pesan IGMPv1 *Host membership query* kepada sebuah segmen jaringan tertentu.

2.1.1 Multicast ^[4]

Multicast atau *multicasting* adalah sebuah teknik di mana sebuah data dikirimkan melalui jaringan ke sekumpulan komputer yang tergabung ke dalam sebuah *group* tertentu, yang disebut sebagai *multicast group*. *Multicasting* merupakan sebuah cara pen-transmisi data secara *connectionless* (komunikasi dapat terjadi tanpa adanya negosiasi pembuatan koneksi), dan klien dapat menerima transmisi *multicast* dengan mencari di mana lokasinya, seperti halnya ketika kita membuka sebuah stasiun radio untuk mendengarkan siaran radio. *Multicast* sebenarnya merupakan mekanisme komunikasi *one-to-many*, atau *point-to-multipoint*, dan berbeda dengan cara transmisi *unicast*.



Gambar 2.3 Sistem transmisi multicast

2.1.2 Kelebihan dan kekurangan Multicast

Kelebihan *IP Multicast*

1. Beban kerja host pengirim cukup ringan, karena tidak perlu melakukan replikasi *datagram*
2. Kebutuhan *bandwidth* untuk transisi *datagram* tidak bergantung kepada jumlah *host* yang terlibat. Satu atau seratus *host* yang terlibat pada satu jaringan, *bandwidth* yang dibutuhkan tetap sama. Demikian juga jika pada *network - network* terdapat puluhan *host* sebagai anggota *group*, *router* hanya perlu meneruskan satu *datagram* saja untuk mencapai seluruh *host* tersebut.

Kekurangan *IP Multicast*

1. Memerlukan standar baru pada protokol IP dan protokol *data link layer* (misalnya Ethernet) untuk bisa mengirim dan menerima *datagram multicast*.
2. Memerlukan mekanisme protokol baru untuk mengatur alokasi *multicast address* sebagai *group* tertentu, keanggotaan *host* pada suatu *group* dalam suatu jaringan, *routing datagram multicast*.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Teknologi VoIP^[7]

2.2.1 Kelebihan Teknologi VoIP

Dengan bertelepon menggunakan VoIP, sejumlah kelebihan ditawarkan oleh teknologi ini antara lain :

- Biaya lebih murah untuk sambungan langsung jarak jauh. Dengan dua lokasi yang terhubung dengan internet maka biaya perckapan menjadi sangat rendah.
- Memanfaatkan infrastruktur jaringan komputer yang sudah ada. Jaringan yang ada bisa dibentuk jaringan VoIP dengan mudah.
- Memungkinkan digabung dengan jaringan telepon lokal / *Public Switched Telephone Network* (PSTN) yang sudah ada. Dengan adanya *gateway* bentuk jaringan VoIP bisa disambungkan dengan *Private Automatic Branch Exchange* (PABX).

- Berbagai bentuk jaringan VoIP bisa digabungkan menjadi jaringan yang besar. Contoh di Indonesia adalah VoIP Rakyat.
- Variasi penggunaan peralatan yang ada, misal dari PC dikoneksikan ke telepon biasa maupun ke IP *phone*.
- Efisiensi *bandwidth* yang diperlukan dalam melakukan percakapan dengan adanya teknik kompresi suara. Hanya saja teknik kompresi suara ini dapat menyebabkan penurunan kualitas suara yang dihasilkan.

2.2.2 Kekurangan Teknologi VoIP [7]

Adapun kekurangan yang dapat ditemukan dalam perancangan jaringan VoIP ini, antara lain :

- Perlu jalur internet yang cepat, biasanya *backbone* diharuskan menggunakan serat optik.
- *Delay*. Jaringan yang berbasis *backbone* satelit tidak cocok untuk menggunakan VoIP. Karena delay satelit yang sangat besar sehingga menyebabkan suara kita lama didengar oleh lawan bicara. Solusinya yaitu menggunakan *backbone* serat optik.
- *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 yaitu mengaplikasikan suatu sistem *buffer* pada pesawat penerima untuk menstabilkan data suara sebelum ditampilkan. Efek sampingnya akan ada sedikit *delay*.
- *Packet Loss*. *Packet 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. Solusinya yaitu peralatan yang lebih bagus dibandingkan peralatan jaringan untuk internet biasa, kualitas koneksi yang lebih baik.

- *Echo. Echo* atau gema disebabkan oleh kesalahan perangkat pengirim dan penerima suara dalam mengkonversikan data dari suara analog menjadi digital atau sebaliknya. Solusinya yaitu melengkapi peralatan dengan rangkaian kopling analog yang bisa meredam kesalahan faktor impedansi.
- Keamanan. Karena suara berjalan pada jaringan internet maka tetap akan ada kemungkinan data suara tersebut disadap oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Solusinya membangun sistem keamanan yang lebih baik yaitu enkripsi data.

2.3 Cara Kerja VoIP ^[8]

Saat ini ada 3 jenis metode berbeda yang sering digunakan untuk melakukan layanan VoIP, yaitu :

1. *Analog Telephone Adaptor (ATA)*

Cara yang paling sederhana dan paling umum adalah dengan menggunakan suatu alat yang disebut ATA. ATA adalah alat pengubah sinyal dari analog menjadi digital, seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Analog Telephone Adaptor

ATA memungkinkan untuk dapat menghubungkan pesawat telepon biasa ke komputer atau disambungkan ke internet. Cara kerjanya mengubah sinyal analog dari telepon dan mengubahnya menjadi data digital untuk di transmisikan melalui internet.

2. IP Phone

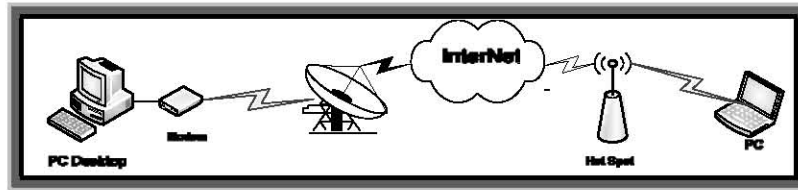
Pesawat telepon khusus ini kelihatannya sama dengan telepon biasa seperti terlihat pada Gambar 2.5. *IP Phone* selain mempunyai konektor RJ-11 standar juga mempunyai konektor RJ-45. *IP Phone* menghubungkan langsung dari telepon ke *router*, dan didalam *IP Phone* telah tersedia semua perangkat keras maupun lunak yang terpasang didalamnya sehingga mampu melakukan panggilan VoIP. Adapun *IP Phone* nirkabel (*wireless*) yang memungkinkan para pengguna untuk melakukan panggilan VoIP dari *hotspot* yang tersedia.



Gambar 2.5 *IP Phone*

3. PC ke PC

Cara ini merupakan cara paling mudah untuk melakukan panggilan VoIP. Ada beberapa perusahaan yang menawarkan program yang harganya murah bahkan gratis yang dapat digunakan untuk melakukan panggilan VoIP. Komponen yang harus disediakan hanya perangkat lunak telepon (*softphone*), mikrofon, *speaker*, kartu suara dan koneksi internet, lebih diutamakan koneksi internet yang relatif cepat seperti koneksi kabel atau *Digital Subscriber Line* (DSL). Selain biaya bulanan *Internet Service Provider* (ISP), biasanya tidak ada lagi biaya untuk panggilan PC ke PC, seberapa pun jauh jaraknya. Sambungan antara PC ke PC dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini.



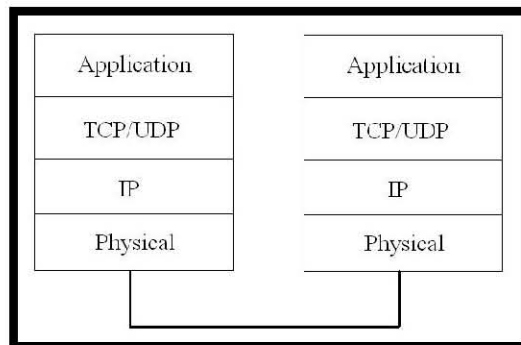
Gambar 2.6 Sambungan PC ke PC

2.4 Protokol Penunjang Jaringan VoIP ^[10]

Protokol merupakan aturan-aturan yang berfungsi untuk menyalurkan hubungan komunikasi data di dalam jaringan komputer. Ada beberapa protokol penunjang jaringan VoIP, antara lain :

2.4.1 Protokol TCP/IP ^[5]

TCP/IP (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol*) merupakan protocol yang digunakan pada jaringan internet yang berbasiskan *packet-switching*. Protokol ini terdiri dari dua komponen yaitu TCP dan IP. Ilustrasi pemrosesan data untuk dikirimkan dengan menggunakan protocol TCP/IP seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Mekanisme Protokol TCP/IP

2.4.1.1 *Application Layer*

Application layer merupakan lapisan teratas dari model TCP/IP. Fungsi utama lapisan ini adalah untuk memindahkan *file*. Perpindahan *file* dari sebuah sistem ke sistem lainnya yang berbeda memerlukan suatu sistem

pengendalian untuk mengatasi adanya ketidak sesuaian sistem *file* yang berbeda-beda. Protokol ini berhubungan dengan aplikasi. Salah satu contoh aplikasi yang telah dikenal misalnya *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) untuk web, *File Transfer Protocol* (FTP) untuk perpindahan *file*, dan TELNET untuk terminal maya jarak jauh.

2.4.1.2 *Transport Layer* ^[5]

2.4.1.2.1 *Transmission Control Protocol* (TCP)

Transmission Control Protocol (TCP) berada di lapisan ketiga (*Transport Layer*) dalam model protokol TCP/IP. Fungsi utama dari protokol ini yaitu mengirimkan aliran data ke tujuan secara handal, berurutan dan terdokumentasi secara baik. Untuk memastikan diterimanya data, TCP menggunakan nomor urut segmen dan *acknowledgement* (jawaban). Cara kerja TCP yaitu mengirim dan menerima segmen-segmen informasi dengan panjang data bervariasi pada suatu datagram internet. TCP menjamin reliabilitas hubungan komunikasi karena melakukan perbaikan terhadap data yang rusak, hilang atau kesalahan kirim. Hal ini dilakukan dengan memberikan nomor urut pada setiap oktet yang dikirimkan dan membutuhkan sinyal jawaban positif dari penerima berupa sinyal ACK (*acknowledgment*). Jika sinyal ACK tidak diterima pada interval waktu tertentu, maka data akan dikirimkan kembali. Pada sisi penerima, nomor urut tadi berguna untuk mencegah kesalahan urutan data dan duplikasi data. TCP juga memiliki mekanisme *flow control* yang berfungsi sebagai pengatur perjalanan data dari sumber ke tujuan .

2.4.1.2.2 *User Datagram Protocol* (UDP) ^[5]

User Datagram Protocol (UDP) yang berada di lapisan ketiga dari model protokol TCP/IP merupakan protokol transpor yang lebih sederhana dibandingkan dengan TCP. UDP berisi empat *field* yaitu *source port*, *destination port*, *length*, dan *checksum error control*.

- *Source port* adalah port asal di mana sistem mengirimkan datagram.

- *Destination port* adalah port tujuan pada host penerima.
- *Length* berisi panjang datagram dan termasuk data.
- *Checksum error control* berfungsi untuk meyakinkan bahwa data tidak akan rusak (*corrupt*).

UDP pada VoIP digunakan untuk mengirimkan *audio streaming* yang berlangsung terus menerus, UDP digunakan pada VoIP karena pada pengiriman *audio streaming* yang berlangsung terus menerus lebih mementingkan kecepatan pengiriman data agar tiba di tujuan tanpa memperhatikan adanya paket yang hilang walaupun mencapai 50% dari jumlah paket yang dikirimkan.

Karena UDP mampu mengirimkan *data streaming* dengan cepat, maka dalam teknologi VoIP, UDP merupakan salah satu protokol penting yang digunakan pada pengiriman data (karena tidak terdapat mekanisme pengiriman ulang).

2.4.1.3 *Network Layer* ^[5]

2.4.1.3.1 *Internet Protocol (IP)*

Internet Protocol (IP) merupakan protokol yang berada di lapisan kedua (*Network Layer*) dalam model TCP/IP. Protokol ini didesain untuk interkoneksi sistem komunikasi komputer pada jaringan *packet-switched*. Pada jaringan TCP/IP sebuah komputer diidentifikasi dengan alamat IP. Tiap-tiap komputer memiliki alamat IP yang unik, masing-masing berbeda satu dengan yang lainnya. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kesalahan pengiriman data. Secara umum protokol ini bertugas untuk menangani pendeteksian kesalahan pada saat pengiriman data.

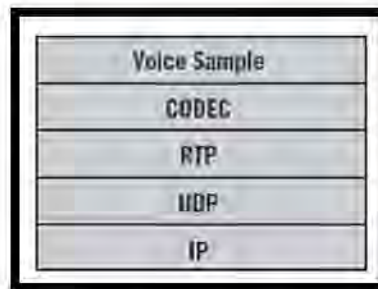
Salah satu hal penting mengenai IP dalam pengiriman data adalah metode pengalamatan (*addressing*) pengirim dan penerima. Terdapat beberapa standar pengalamatan yang digunakan yaitu IPv4 yang menggunakan sistem pengalamatan 32 bit dan IPv6 yang menggunakan system pengalamatan 128 bit.

2.4.1.4 Physical Layer

Physical Layer merupakan lapisan pertama pada model protokol TCP/IP dimana pada lapisan ini tidak mendefinisikan protokol yang spesifik yang artinya TCP/IP mendukung semua standar protokol lain.

2.4.2 Real Time Protocol (RTP) [7]

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



Gambar 2.8 Susunan Protokol RTP

Jika paket RTP hilang (*lost*) pada jaringan, maka RTP tidak akan melakukan *retransmission* (sesuai standar protokol UDP). Hal ini agar *user* tidak terlalu lama menunggu atau *delay*, dikarenakan permintaan *retransmission*. Jaringan harus didesain sebaik mungkin agar *lost packet* tidak terjadi.

2.4.3 Compressed RTP [7]

Compressed Real Time Protocol (cRTP) adalah varian dari RTP. *Compressed* RTP banyak menghilangkan paket *header*. Dengan menghilangkan *overhead*, paket menjadi lebih efisien. Sistem dengan cRTP dapat melakukan panggilan 2 kali lebih banyak dibandingkan standar RTP.

2.4.4 Real Time Control Protocol (RTCP) [7]

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

2.4.5 Session Initiation Protocol (SIP) [7]

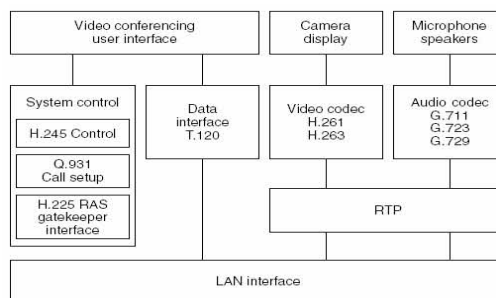
Session Initiation Protocol (SIP) adalah salah satu metoda *signalling* atau pensinyalan dari panggilan VoIP. Kini semakin banyak peralatan VoIP yang telah mendukung protokol SIP. Keuntungan lain dari SIP yaitu memiliki skalabilitas yang lebih baik yang dirancang untuk mendukung jaringan yang besar. SIP sepertinya akan menjadi masa depan VoIP. Selain itu SIP memiliki *handset* pengaturan konferensi, mempunyai definisi media *gateway* yang lebih baik, dan pertukaran data yang lebih baik. Karenanya, SIP adalah protokol yang sangat handal untuk panggilan telepon yang sederhana.

2.4.6 Komponen H.323 [7]

Lima komponen dalam jaringan *videoconference* H.323 meliputi:

a. *Video Terminal*

Video terminal ada dalam berbagai bentuk termasuk dalam sistem yang di-*install* di PC sebagai *terminal desktop standalone* dan piranti yang *group-focused shared conference room*.



Gambar 2.9 Diagram Terminal H.323

b. *Gatekeeper*

Gatekeeper merupakan salah satu komponen terpenting dalam jaringan *videoconference* H.323. Walaupun standar H.323 menempatkan *gatekeeper* sebagai *optional device*, namun tidak bisa membangun jaringan video tanpa aplikasi kontrol dari *gatekeeper*. Masing-masing komponen infrastruktur video dicatat oleh *gatekeeper*. *Gatekeeper* melakukan semua pemecahan alamat (*address resolution*), manajemen *bandwidth*, *admission control*, *zone management*, dan *intra-zone and inter-zone call routing*.

c. *Gateway*

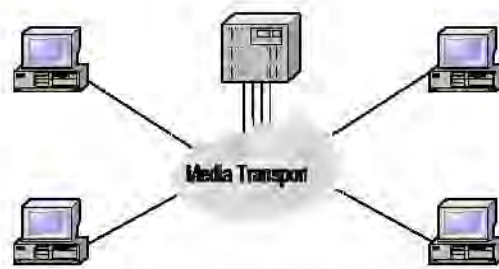
Gateway menyediakan *interoperability* antara element. Misalnya *Gateway* H.323 mengijinkan terminal video H.323 untuk berkomunikasi dengan terminal video H.32x yang lain. Seperti H.320 dan H.321. *Gateway* video melakukan *translation* antara protokol, *format audio encoding* dan *format video encoding* yang berbeda yang mungkin digunakan oleh berbagai standar H.32x.

d. *Proxy*

Sebuah *proxy* merupakan agen yang memproses panggilan untuk menghentikan panggilan H.323 dari LAN dan membuat *session* dengan *endpoint* H.323 yang lokasinya di LAN dan *zone* yang lain. *Proxy* menyediakan *network administrator* dengan kemampuan mengatur *Quality of Service (QoS)* pada segmen antar *zone*. *Proxy* juga menyediakan metode identifikasi hubungan *videoconferencing* H.323 untuk *tunneling* melalui *firewall* dan *Network Address Translation (NAT)*.

e. *Multipoint Conference Unit (MCU)*

Secara umum terminal video adalah piranti point to point yang hanya mengijinkan dua peserta setiap *conversation*. Sebuah MCU mengijinkan *videoconference* untuk diperluas sampai tiga atau lebih peserta. Sebuah MCU terdiri dari *multipoint controller (MC)* dan *multipoint processor (MP)*. MC mengatur semua *call setup control functions* dan *conference resource* sekaligus pembukaan dan penutupan *media stream*. MP hanya memproses *media stream* audio dan video.



Gambar 2.10 Media transport media Stream audio dan video

H.323 MCU selalu merupakan bagian *hardware* yang terpisah untuk menghubungkan semua media transmisi yang digunakan dari masing masing peserta. Sebagian besar sistem H.323 mendukung IP *multicast*. Fungsi dasar H.323 MCU adalah untuk mengatur semua audio, video, data dan mengontrol stream antara semua peserta dalam *conference via IP*.

2.5 Standar Kompresi Data Suara Penunjang VoIP ^[11]

Sebuah kanal video yang baik tanpa dikompresi akan mengambil *bandwidth* sebesar 9 Mbps. Sebuah kanal suara (audio) yang baik tanpa dikompresi akan mengambil *bandwidth* sekitar 64 Kbps.

Dengan adanya teknik kompresi maka dapat menghemat sebuah kanal video menjadi sekitar 30 Kbps dan kanal suara menjadi 6 Kbps (*half duplex*), artinya sebuah saluran internet yang tidak terlalu cepat sebetulnya dapat digunakan untuk menyalurkan video dan audio sekaligus. Tentunya untuk kebutuhan konferensi dua arah dibutuhkan *double bandwidth* yang harus menggunakan kanal sebesar 64 Kbps ke internet. *International Telecommunication Union* (ITU) membuat beberapa standar *voice coding* yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP. Beberapa standar yang sering dikenal antara lain G.711, G.723.1, G.726, G.728, G.729.

2.5.1 Codec G.711 ^[11]

Pada perancangan sistem ini codec yang digunakan adalah G.711 μ -law dan A-law yang merupakan suatu standar internasional untuk kompresi audio dengan menggunakan teknik *Pulse Code Modulation* (PCM) dalam pengiriman suara.

Standar ini banyak digunakan oleh operator telekomunikasi termasuk PT. Telkom sebagai penyedia jaringan telepon terbesar di Indonesia. PCM mengkonversikan sinyal analog ke bentuk digital dengan melakukan sampling sinyal analog tersebut 8000 kali/detik dan dikodekan dalam kode angka. Jarak antar sampel adalah 125 μ detik. Sinyal analog pada suatu percakapan diasumsikan berfrekuensi 300 Hz – 3400 Hz. Sinyal tersampel lalu dikonversikan ke bentuk diskrit. Sinyal diskrit ini direpresentasikan dengan kode yang disesuaikan dengan amplitudo dari sinyal sampel. Format PCM menggunakan 8 bit untuk pengkodeannya. Laju transmisi diperoleh dengan mengkalikan 8000 sampel/detik dengan 8 bit/sampel, menghasilkan 64.000 bit/detik. *Bit rate* 64 kbps ini merupakan standar transmisi untuk satu kanal telepon digital.

Percakapan berupa sinyal analog yang melalui jaringan PSTN mengalami kompresi dan pengkodean menjadi sinyal digital oleh PCM G.711 sebelum memasuki VoIP gateway. Pada VoIP gateway, di bagian *terminal*, terdapat *audio codec* melakukan proses *framing* (pembentukan *frame datagram* IP yang dikompresi) dari sinyal suara terdigitasi (hasil PCM G.711) dan juga melakukan rekonstruksi pada sisi *receiver*. *Frame-frame* yang merupakan paket-paket informasi ini lalu di transmisikan melalui jaringan IP dengan suatu standar komunikasi jaringan *packet based*. Standar G.711 merupakan tehnik kompresi yang tidak efisien, karena akan memakan teknik kompresi yang tidak efisien, karena akan memakan *bandwidth* 64 kbps untuk kanal pembicaraan.

2.5.2 Codec G.723.1

Pengkode sinyal suara G.723.1 adalah jenis pengkode suara yang direkomendasikan untuk terminal multimedia dengan *bit rate* rendah. G.723.1 memiliki dual *rate speech coder* yang dapat di *switch* pada batas 5.3 kbit/s dan 6.3 kbit/s. Rate yang lebih tinggi menghasilkan kualitas yang lebih baik. Masukan bagi G.723.1 adalah sinyal suara digital yang disampling dengan

frekuensi sampling 8.000 Hz dan dikuantisasi dengan PCM 16 bit.

2.5.3 Codec G.726

Codec ini 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.

2.5.4 Codec G.728

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

2.5.5 Codec G.729

Codec ini adalah salah satu codec berkualitas lebih baik. Codec ini mengkonversi suara menjadi 8 kbps. Terdapat 2 versi yaitu Ini mengkonversi suara menjadi 8 kbps. Terdapat G.729 dan G.729a. G.729a memiliki algoritma yang lebih sederhana dan membutuhkan *processing power* lebih sedikit dibandingkan G.729.

Tabel 2.1 Perbandingan Codec Audio ^[5]

Codec	BR (kbps)	NEB (kbps)	MOS
G. 711	64	87.2	4.1
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
G. 729	8	31.2	3.92

Sumber: Cisco

2.6 Perangkat Lunak (*Software*) Pendukung VoIP ^[8]

2.6.1 Perangkat Lunak Trixbox ^[8]

Trixbox (sebelumnya Asterisk@home) adalah sebuah VoIP *phonesystem* yang mudah diinstalasi memanfaatkan *software* Asterisk PBX sebagai basis. Didesain baik untuk kalangan instansi perkantoran ataupun pengguna pribadi dengan menyertakan Cent OS Linux, Sugar RCM, MySQL, HUDlite, free PBX yang menjadi satu bundel aplikasi. Trixbox muncul karena ada keluhan dari banyak *user* yang merasa untuk mengaplikasikan teknologi VoIP ini harus dengan usaha yang besar bahkan harus menjadi seorang programmer maka ada suatu hal yang menghalangi teknologi ini yaitu masalah *user interface* yang dirasa tidak *user friendly*, oleh karena itu Trixbox diluncurkan guna mengatasi masalah ini. Trixbox dapat dikonfigurasi untuk menangani mulai dari satu sambungan telepon pribadi, puluhan atau ratusan sambungan telepon untuk perkantoran, dapat disambungkan ke beberapa saluran T1 di sebuah *call center* yang menangani jutaan menit percakapan per bulan.

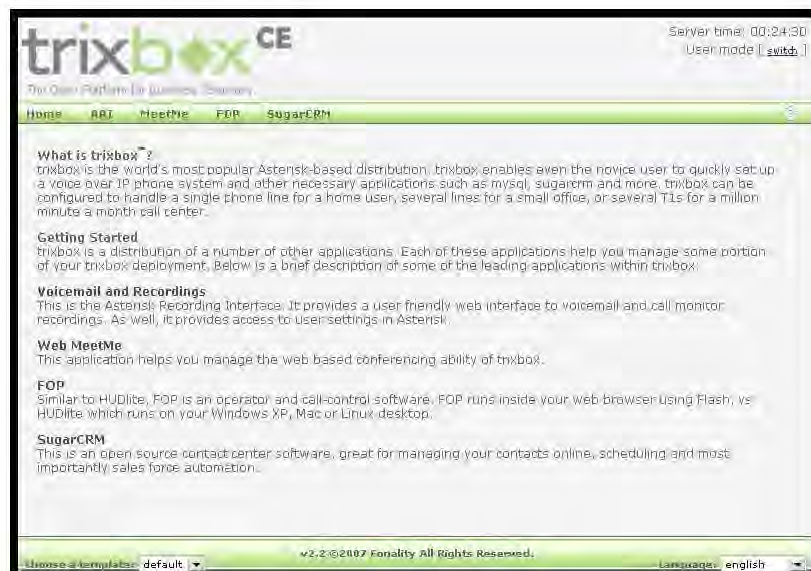
Trixbox menggunakan *channel*, sama halnya dengan saluran telepon yang bisa ditemukan dalam jaringan PSTN biasa, tetapi yang membuatnya berbeda yaitu saluran yang terdapat pada asterisk ini bersifat digital sedangkan pada jaringan PSTN bersifat analog. Adapun *channel-channel* yang terdapat dalam sistem ini antara lain :

1. *Channel console* merupakan saluran yang mendukung untuk kartu suara (oss atau ALSA).
2. *Channel SIP* merupakan saluran untuk mendukung VoIP menggunakan protocol SIP.
3. *Channel IAX* merupakan saluran untuk mendukung VoIP menggunakan protokol IAX2.
4. *Channel H323* merupakan saluran untuk mendukung VoIP dengan tehnologi tertua yaitu H323 dimana terdapat 2 bagian untuk protocol ini dalam Asterisk Trixbox yaitu *chan_h323* (dikembangkan oleh Asterisk) dan *chan_oha323* (di kembangkan oleh digium).
5. *Channel MGCP* merupakan saluran yang mendukung VoIP

menggunakan protocol MGCP. Merupakan mendukung *channel* ini, tetapi tidak bisa berfungsi jika dihubungkan ke VoIP *provider*.

6. *Channel SCCP* merupakan saluran yang mendukung Cisco *over skinny* protokol berguna untuk melayani Cisco *Phone* dimana terdapat dua macam yaitu *chan_skinny* dan *chan_sccp2*.
7. *Channel unicall* merupakan saluran yang mendukung implementasi dari MFC/R2 sebagai protokol pensinyalan untuk E1 dan juga mendukung *third party channel*.
8. *Channel agent* digunakan untuk Automatic Call Distribution (ACD) dan tidak berhubungan dengan spesifik protokol atau *hardware* tetapi untuk memberikan layanan kepada *user* agar bisa memakai layanan dalam keadaan *mobility* dan mengizinkan seseorang untuk menggunakan telepon hanya dengan *login* di *agent*-nya saja.
9. *Channel local* merupakan saluran yang digunakan untuk *loop back Dialplan*

Di bawah ini merupakan tampilan Trixbox CE versi 2.2 yang merupakan versi terbaru dari Trixbox.org.



Gambar 2.11 Tampilan Trixbox

Trixbox CE 2.2 memiliki banyak fitur yang terdapat di dalamnya, antara lain :

- *Extension-extension* tak terbatas
- *Trunk-trunk* TDM/SIP/IAX
- Pengendali *Extension-extension*
- *Voicemail*
- Antrian Panggilan
- Ruang-ruang Konferensi
- Perutean Berdasarkan Waktu
- *Music On Hold*
- *Web Access* ke *Voicemai*
- Layar Status Admin
- Pengatur Paket (untuk kemudahan meng□*update*)
- *Tool* Penetapan Telepon
- *Tool* Penentu Jaringan

2.6.2 Perangkat Lunak Asterisk ^[8]

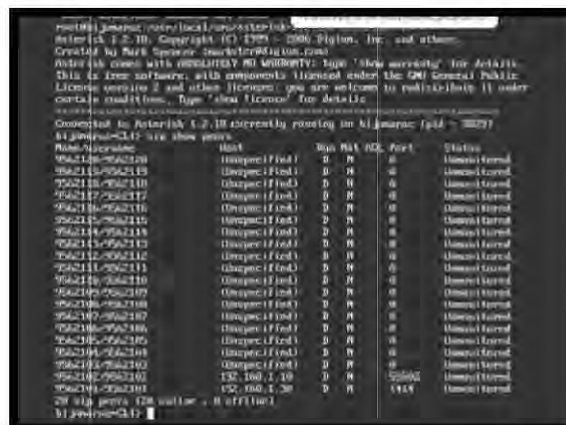
Asterisk mula-mula ditulis oleh Mark Spencer dari Digium dba Linux Support Service inc. Kode yang ada telah dikontribusi oleh para pembuat kode *Open Source* di seluruh dunia dan pengujian serta perbaikan *bug* ditangani oleh komunitas yang mengembangkan perangkat lunak ini. Asterisk merupakan perangkat lunak yang berbasis OS Linux yang bersifat *open source* dan *free* PBX. Kutipan dari situs web <http://www.asterisk.org> (tanggal 27 November 2007), Asterisk berarti suatu PBX yang lengkap di dalam sebuah *software*. Sebuah PBX dapat berlaku sebagai *private phone switchboard* yang menghubungkan satu telepon dengan telepon lain, dan biasanya menghubungkan satu jalur telepon atau lebih jalur telepon. Hal ini menyebabkan biaya menjadi efisien dan untuk kebutuhan bisnis akan mengurangi biaya sewa pada setiap telepon.

Asterisk berjalan di atas platform Linux yang dapat memberikan semua fitur yang terdapat dari sebuah PBX. Asterisk dapat mendukung tiga buah

protokol yaitu H.323 yang dikembangkan oleh ITU-T, SIP (*Session Initiation Protocol*) yang dikembangkan oleh IETF dan IAX (*Inter-Asterisk Exchange*). Asterisk memperbolehkan pengguna membuat sistem telepon sesuai dengan keinginan pengguna.

Asterisk diketahui memiliki arsitektur yang handal yang memberikan fleksibilitas dengan membolehkan pengguna membuat modul sesuai kebutuhan sistem telepon yang akan dibuat, dan bahkan menyediakan layanan penggantian modul yang dapat dimasukkan pada system telepon sebagai modul yang akan dipakai.

Asterisk menyediakan layanan telepon *peer to peer*, *line trunking* yang akan memberikan akses *sharing* kepada banyak jalur telepon. Asterisk member pengguna kemudahan untuk merekam data panggilan. Asterisk dengan fungsinya sebagai system VoIP memiliki kemampuan menggunakan *Internet Protocol (IP)* untuk panggilan telepon.



Gambar 2.12 Tampilan Asterisk CLI

Dalam perancangan jaringan VoIP digunakan SIP sebagai protokol karena lebih kompetibel dengan jaringan internet *packet switching*. Selain itu Asterisk menyediakan layanan *voicemail* dengan fitur *Directory*, *Call Conferencing*, *Interactive Voice Respons* dan *Call Queuing*.

2.6.3 Perangkat Lunak Axon ^[8]

Server VOIP adalah server VOIP dengan menggunakan sistem operasi windows yaitu menggunakan software axon. Di sini kita praktik bagaimana menggunakan extension, trunk, dial plan. Yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda, yaitu extension : merupakan tempat pembuatan user atau nomor telepon yang akan dipakai untuk client. Trunk : disini kita dapat membuat server VOIP yang nantinya akan dipakai sebagai server VOIP. Dial Plan merupakan bagaimana suatu VOIP berkomunikasi. Dan yang terakhir adalah cara bagaimana menggunakan perangkat tambahan atau alat yang dipakai untuk menambah performa serta kemudahan dalam memakai teknologi VOIP secara mutlak.

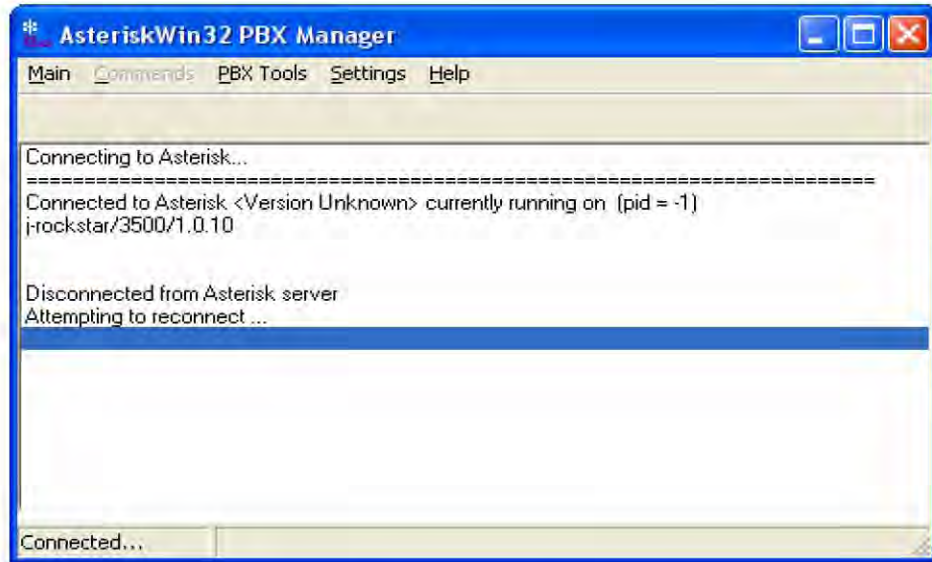


Gambar 2.13 Tampilan Server VoIP Axon

2.6.4 Perangkat Lunak AsteriskWin 32 ^[8]

Software server VoIP ini hampir sama dengan Axon tetapi berbeda pada penggunaan *extention* untuk SIP hanya menggunakan 3000 dan 3001 tanpa perlu *password*. Sementara pada IAX2 dapat menggunakan nomor 3002 dn 3003 tanpa *password* juga.

AsteriskWin32 dapat diambil secara gratis dari www.asteriskwin32.com dengan mendownload. *Software* ini dijalankan pada sistem operasi windows. Asteriskwin32 dibuat oleh Patrick Deruel (willvoice@asteriskwin32.com) yang melakukan *porting* Asterisk 1.0.10 dari Linux ke Windows.



Gambar 2.14 Tampilan Asterisk32

2.6.5 Perangkat Lunak X- Lite , Sjphone dan Idefisk ^[8]

Software phone (softphone) adalah program untuk membuat komputer menjadi telepon. Salah satu program tersebut adalah X-Lite. *Softphone* ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis *softphone* lainnya seperti Idefisk, SJPhone diantaranya kemudahan dalam mengoperasikan serta cukup banyak dukungan pada *audio codec* yang digunakan serta memiliki fasilitas *video calling*, *conference* dan *Instant Messaging*.



Gambar 2.15 Tampilan X-Lite versi 3.0

Berbagai fitur yang disediakan *software* ini antara lain :

- X-Lite *calling* yang berfungsi melakukan panggilan PC ke PC, PC ke telepon atau ponsel. Panggilan hanya dapat dilakukan apabila memiliki seorang atau lebih teman yang sedang *online*.
- X-Lite *chatting* yang berfungsi untuk mengirimkan pesan singkat kepada teman yang sedang *online*.
- *Video Calling* memungkinkan berkomunikasi secara bertatap muka dengan teman bicara. Fitur ini dapat digunakan apabila computer atau laptop dilengkapi dengan sebuah web camera.
- *Search for X-Lite users* berfungsi untuk mencari *user* berdasarkan nama yang digunakan.
- *Call Alert* memungkinkan *user* untuk merubah nada dering ketika ada panggilan masuk dengan musik yang disukai. Format audio yang dimungkinkan harus berekstensi wav.
- X-Lite *Record* memungkinkan *user* untuk merekam percakapan yang sedang dilakukan selama *user* melakukan komunikasi dengan teman.



Gambar 2.16 Tampilan Sj Phone Ver. 1.60

- Sjphone *calling* juga berfungsi melakukan panggilan PC ke PC, PC ke telepon atau ponsel.
- Sjphone dapat memilih penggunaan bahasa dari *interface* sjphone
- Tidak terdapat *Video Calling*
- Untuk service komunikasi PC to PC terdiri dari dua jenis antara lain : menggunakan SIP dan H.323.
- Sjphone *recording bug report*, memungkinkan *user* untuk merekam gangguan percakapan yang sedang dilakukan selama *user* komunikasi dua arah.



Gambar 2.17 Tampilan Idefisk

Berbagai fitur yang disediakan *software* ini antara lain :

- Idefisk *calling* yang berfungsi melakukan panggilan PC ke PC, PC ke telepon atau ponsel. Panggilan hanya dapat dilakukan apabila memiliki seorang atau lebih teman yang sedang *online*.
- Memberikan *service* hingga 6 lines dan membuat *account*.

2.7 Regulasi VoIP ^[2]

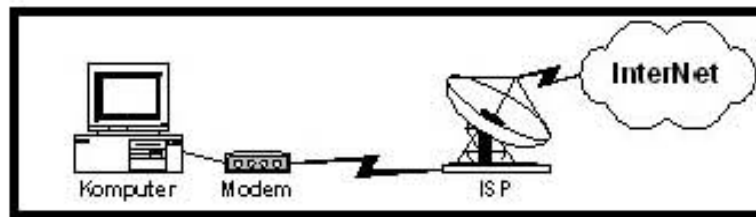
Secara umum ada dua (2) jenis VoIP berdasarkan regulasi yang berlaku di Indonesia, yaitu :

- VoIP yang bisa digunakan tanpa perlu izin / lisensi sama sekali dari pemerintah.
- Jasa VoIP yang harus menggunakan izin / lisensi dari pemerintah

Hukum yang mendasari jasa telepon internet adalah pasal 60 dari Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 21 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Jasa Telekomunikasi. Jasa VoIP yang membutuhkan ijin hanya jika di jual secara komersial ke masyarakat banyak untuk di akses menggunakan *handset* telepon biasa melalui jalur Telkom.

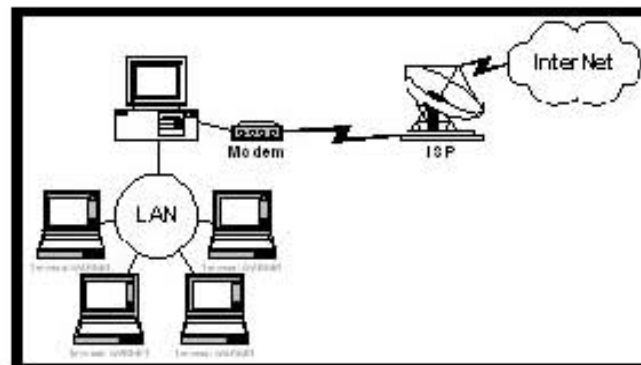
Sebelum melihat konfigurasi legal VoIP, terlebih dahulu melihat sedikit tentang sisi hukum dari VoIP ini supaya jelas apakah ilegal atau legal. VoIP diatur di KEPMEN Penyelenggaraan Jasa Telekomunikasi, ide-dasar yang ada di draft KEPMEN tersebut sangat sederhana sekali, yaitu “Hanya VoIP yang di selenggarakan untuk umum melalui jaringan PSTN Telkom secara komersial yang membutuhkan ijin (lisensi) dari POSTEL.” Secara garis besar terdapat beberapa teknologi VoIP yang legal tanpa perlu ijin dari pemerintah diantaranya ada beberapa buah, yaitu:

- Menggunakan PC yang tersambung ke Internet melalui ISP (bisa melalui telepon biasa) adalah sah untuk melakukan VoIP ke luar negeri (membypass SLI) tanpa perlu meminta izin kepada POSTEL seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.18 Koneksi VoIP via ISP

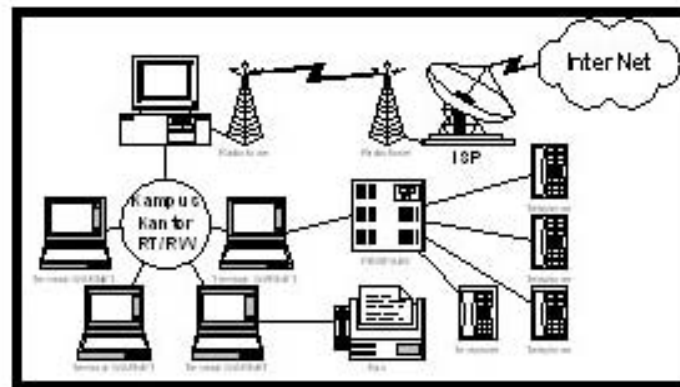
- Dengan menyambungkan semua PC di Local Area Network (LAN) dan menyambungkannya ke Internet, memungkinkan semua PC di LAN tersebut untuk melakukan VoIP melalui Internet seperti terlihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.19 Koneksi VoIP via LAN

- Dalam konfigurasi ini VoIP legal digunakan & tanpa perlu izin/ lisensi ke POSTEL. Konfigurasi ini adalah konfigurasi yang umumnya ada di perkantoran, di kampus, maupun di warung internet (warnet).
- Menyambungkan jaringan telepon seperti PABX (*Private Automated Branch Exchange*) ke *Gateway* VoIP yang terpasang di salah satu PC di LAN seperti pada Gambar 2.20.

Hal ini tidak melanggar hukum karena yang disambungkan adalah PABX bukan PSTN milik Telkom.



Gambar 2.20 Koneksi VoIP via PABX

2.8 Analisis Sistem VoIP

Komunikasi suara (*voice*) dengan menggunakan teknologi VoIP akan selalu berhubungan dengan masalah *delay* dan besarnya *bandwidth* yang digunakan. Codec yang beragam akan menentukan besarnya *bandwidth* yang akan digunakan dan juga menentukan kualitas suara dari percakapan yang dilakukan. Untuk menganalisis dari kinerja sistem VoIP ITU-T membuat suatu ukuran atau standar dari kualitas suara yaitu nilai MOS (*Mean Opinion Score*). Nilai MOS dinyatakan dengan angka numeric antara 1 sampai dengan 5 seperti yang terlihat di Tabel 2.2, dimana angka 1 merupakan kualitas terburuk dari suara yang diterima sedangkan angka 5 merupakan kualitas terbaik dari suara yang diterima.

Tabel 2.2 Perbandingan Nilai MOS ^[7]

MOS	Kualitas	Keterangan
5	Sempurna	Suara sangat bersih
4	Baik	Suara bersih
3	Cukup	Suara cukup bersih
2	Kurang	Suara kurang bersih
1	Buruk	Suara tidak bersih

Sedangkan QoS (*Quality of Service*) merupakan suatu ukuran yang dinilai dari besarnya *delay*, *jitter* (variasi *delay*), *packet loss*, dan *bandwidth*

saat percakapan dilakukan. Semakin besar nilai *delay* dan *packet loss* maka nilai QoS akan semakin turun. Semakin besar *bandwidth* yang tersedia maka nilai QoS akan semakin naik.