

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 VoIP (Voice Over Internet Protocol)

Voice Over Internet Protocol atau VoIP adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media *internet*. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data, dan bukan lewat sirkuit analog telepon biasa. Definisi VoIP adalah suara yang dikirim melalui protokol internet (IP). Pada jaringan suara konvensional pesawat telepon langsung terhubung dengan PABX (*Privat Automated Branch exchange*) atau jika milik TELKOM terhubung langsung dengan STO (Sentral telepon Otomat) terdekat. Dalam STO ini ada daftar nomor-nomor telepon yang disusun secara bertingkat sesuai dengan daerah cakupannya. Jika dari pesawat telepon tersebut mau menghubungi rekan yang lain maka tuts pesawat telepon yang ditekan akan menginformasikan lokasi yang dituju melalui nada-nada DTMF, kemudian jaringan akan cara otomatis menghubungkan kedua titik tersebut.

Bentuk paling sederhana dalam sistem VoIP adalah dua buah komputer terhubung dengan internet. Syarat-syarat dasar untuk mengadakan koneksi VoIP adalah komputer yang terhubung ke internet, mempunyai kartu suara yang dihubungkan dengan speaker dan mikropon. Dengan dukungan perangkat lunak khusus, kedua pemakai komputer bisa saling terhubung dalam koneksi VoIP satu sama lain.

Bentuk hubungan tersebut bisa dalam bentuk pertukaran file, suara, gambar. Penekanan utama untuk dalam VoIP adalah hubungan keduanya dalam bentuk suara. Jika kedua lokasi terhubung dengan jarak yang cukup jauh (antar kota, antar negara) maka bisa dilihat keuntungan dari segi biaya. Kedua pihak hanya cukup membayar biaya pulsa internet saja, yang biasanya akan lebih murah daripada biaya pulsa telepon sambungan langsung jarak jauh (SLJJ) atau internasional (SLI)

Pada perkembangannya, sistem koneksi VoIP mengalami evolusi. Bentuk peralatan pun berkembang, tidak hanya berbentuk komputer yang saling berhubungan, tetapi peralatan lain seperti pesawat telepon biasa terhubung dengan jaringan VoIP. Jaringan data digital dengan gateway untuk VoIP memungkinkan berhubungan dengan PABX atau jaringan analog telepon biasa. Komunikasi antara komputer dengan pesawat (*extension*) di kantor adalah memungkinkan. Bentuk komunikasi bukan Cuma suara saja. Bisa berbentuk tulisan (*chatting*) atau jika jaringannya cukup besar bisa dipakai untuk *Video Conference*. Dalam bentuk yang lebih lanjut komunikasi ini lebih dikenal dengan *IP Telephony* yang merupakan komunikasi bentuk multimedia sebagai kelanjutan bentuk komunikasi suara (VoIP). Keluwesan dari VoIP dalam bentuk jaringan, peralatan dan media komunikasinya membuat VoIP menjadi cepat populer di masyarakat umum. Khusus untuk VoIP bentuk primitif dari jaringan adalah PC ke PC. Dengan memakai PC yang ada *soundcard* nya dan terhubung dengan jaringan maka sudah bisa dilakukan kegiatan VoIP . Perkembangan berikutnya adalah penggabungan jaringan PABX dengan jaringan VoIP. Disini dibutuhkan VoIP *gateway*. Gambarannya adalah lawan bicara menggunakan komputer untuk menghubungi sebuah office yang mempunyai VoIP *gateway*. Pengembangan lebih jauh dari konfigurasi ini berbentuk penggabungan PABX antara dua lokasi dengan menggunakan jaringan VoIP. Tidak terlalu dipedulikan bentuk jaringan selama memakai protocol TCP/IP maka kedua lokasi bisa saling berhubungan. Yang paling kompleks adalah bentuk jaringan yang menggunakan semua kemungkinan yang ada dengan berbagai macam bentuk jaringan yang tersedia. Dibutuhkan sedikit tambahan keahlian untuk bentuk jaringan yang kompleks seperti itu.

Pada awalnya bentuk jaringan adalah tertutup antar lokasi untuk penggunaan sendiri (*Interm, Private*). Bentuk jaringan VoIP kemudian berkembang lebih kompleks. Untuk penggunaan antar cabang pada komunikasi internal, VoIP digunakan sebagai penyambung antar PABX. Perkembangan selanjutnya adalah gabungan PABX tersebut tidak lagi menggunakan jaringan tertutup tetapi telah memakai internet sebagai bentuk komunikasi antara kantor tersebut. Tingkat lebih lanjut adalah penggabungan antar jaringan. Dengan segala

perkembangannya maka saat ini telah dibuat tingkatan (hirarki) dari jaringan Voip.

Kualitas suara VoIP dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu kapasitas bandwidth, tingkat hilang paket dan waktu tunda yang terjadi di dalam jaringan. Kapasitas bandwidth adalah ketersediaan sumber daya jaringan dalam bentuk lebar pita yang digunakan untuk mentransmisikan data paket. Tingkat hilang paket adalah parameter yang menyatakan besarnya laju kesalahan yang terjadi sepanjang jalur pengiriman data paket dari pengirim ke penerima. Waktu tunda adalah parameter yang menyatakan rentang waktu yang diperlukan untuk mengirimkan paket dari pengirim ke penerima.



Gambar 2.1 IP Phone/ Digital Phone

2.2 Sejarah VoIP (Voice Over Internet Protocol)

Sejarah Perkembangan teknologi VoIP dimulai dari penemuan telepon pada tahun 1876 oleh *Alexander Graham Bell*. Kemudian dikembangkan lagi teknologi PSTN (*Public Switched Telephone Network*) yang sudah berkembang sampai sekarang. Beberapa tahun kemudian mulai berkembang teknologi yang baru. Pembuatan *Personal Computer* (PC) secara massal, system komunikasi telepon selular dan terakhir system berdasarkan jaringan internet yang memberikan layanan e-mail, Chat dan lain-lain.

Teknologi VoIP diperkenalkan setelah internet mulai berkembang sekitar tahun 1995. Pada mulanya kemampuan mengirimkan suara melalui internet hanya merupakan eksperimen dari beberapa orang atau perusahaan kecil. Ini dimulai dengan perusahaan seperti *Vocaltech* dan kemudian pada akhirnya diikuti oleh

Microsoft dengan program *Netmeeting*-nya. Pada saat itu jaringan komputer internet masih sangat lambat. Di rumah-rumah (khususnya di Amerika) masih digunakan *dial-up* dengan kecepatan 36,6 Kbyte. *Backbone Internet* pun masih kecil. Aplikasi yang bersifat menghabiskan *bandwidth*, seperti misalnya suara atau video, masih sangat terbatas penggunaannya di pusat penelitian yang memiliki *bandwidth* besar.

Untuk di Indonesia komunitas pengguna / pengembang VoIP di masyarakat, berkembang di tahun 2000. Komunitas awal pengguna / pengembang VoIP adalah “VoIP Merdeka” yang dicetuskan oleh pakar *internet* Indonesia, Onno W. Purbo. Teknologi yang digunakan adalah H.323 yang merupakan teknologi awal VoIP. Sentral VoIP Merdeka di 4 hosting di Indonesia Internet *Exchange* (IIX) atas dukungan beberapa ISP dan Asosiasi Penyelenggara Jaringan *Internet* (APJII). Di tahun 2005, Anton Raharja dan tim dari *ICT Center* Jakarta mulai mengembangkan VoIP jenis baru berbasis *Session Initiation Protocol* (SIP). Teknologi SIP merupakan teknologi pengganti H.323 yang sulit menembus *proxy server*. Di tahun 2006, infrastruktur VoIP SIP di kenal sebagai VoIP Rakyat.

2.3 Protokol Penunjang VoIP

Adapun protokol-protokol penunjang VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) antara lain TCP (*Transmission Control Protocol*), UDP (*User Datagram Protocol*), *Internet Protocol* (IP), H.323, *Registration Admission Status* (RAS), H.225, H.245, T.120, dan *Real-time Protocol* (RTP) dan *Real-time Control Protocol* (RTCP).

2.3.1 TCP (*Transmission Control Protocol*)

Dalam mentransmisikan data pada layer transport ada dua protokol yang berperan yaitu TCP dan UDP. TCP merupakan protokol yang *connection-oriented* yang artinya menjaga reliabilitas hubungan komunikasi *end-to-end*. Konsep dasar cara kerja TCP adalah mengirim dan menerima segmen-segmen informasi dengan

panjang data bervariasi pada suatu datagram internet. TCP menjamin realibilitas 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 ini tidak diterima pada interval pada 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* dengan cara mencantumkan informasi dalam sinyal ACK mengenai batas jumlah oktet data yang masih boleh ditransmisikan pada setiap segment yang diterima dengan sukses.

Dalam hubungan VoIP, TCP digunakan pada saat signaling, TCP digunakan untuk menjamin setup suatu *call* pada sesi *signaling*. TCP tidak digunakan dalam pengiriman data suara pada VoIP karena pada suatu komunikasi data VoIP penanganan data yang mengalami keterlambatan lebih penting dari pada penanganan paket yang hilang.

2.3.2 UDP (*User Datagram Protocol*)

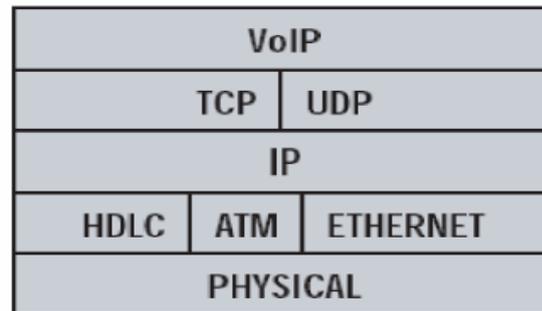
UDP yang merupakan salah satu protokol utama diatas IP merupakan transport protokol yang lebih sederhana dibandingkan dengan TCP. UDP digunakan untuk situasi yang tidak mementingkan mekanisme reliabilitas. *Header* UDP hanya berisi empat *field* yaitu *source port*, *destination port*, *length* dan *UDP checksum* dimana fungsinya hampir sama dengan TCP, namun fasilitas *checksum* pada UDP bersifat opsional. UDP pada VoIP digunakan untuk mengirimkan audio stream yang dikirimkan secara 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 sebagai header pada pengiriman data selain RTP dan IP. Untuk mengurangi jumlah paket yang hilang saat pengiriman data (karena tidak terdapat mekanisme pengiriman ulang) maka pada teknologi VoIP pengiriman data banyak dilakukan pada *private network*.

2.3.3 Internet Protokol (IP)

Internet Protokol 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 sama lainnya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kesalahan pada transfer data. Terakhir, protokol data akses berhubungan langsung dengan media fisik. Secara umum protokol ini bertugas untuk menangani pendeteksian kesalahan pada saat transfer data. Untuk komunikasi datanya, Internet Protokol mengimplementasikan dua fungsi dasar yaitu addressing dan fragmentasi. Salah satu hal penting dalam IP dalam pengiriman informasi adalah metode pengalamatan pengirim dan penerima. Saat ini terdapat standar pengalamatan yang sudah digunakan yaitu IPv4 dengan alamat terdiri dari 32 bit. Jumlah alamat yang diciptakan dengan IPv4 diperkirakan tidak dapat mencukupi kebutuhan pengalamatan IP sehingga dalam beberapa tahun mendatang akan diimplementasikan sistem pengalamatan yang baru yaitu IPv6 yang menggunakan sistem pengalamatan 128 bit.



Gambar 2.2 Layer VoIP

(<http://www.erlang.com>, diakses 28 Maret 2014)

2.3.4 H. 323

H.323 adalah suatu standar yang menentukan komponen, protokol, dan prosedur yang menyediakan layanan komunikasi multimedia, yaitu komunikasi audio, video dan data real-time (waktu nyata), melalui jaringan berbasis paket (*packet-based network*). Jaringan berbasis paket tersebut antara lain Internet Protokol (IP), *Internet Packet eXchange* (IPX), *Local Area Network* (LAN), *Enterprise Network* (EN), *Metropolitan Area Network* (MAN), dan *Wide Area Network* (WAN). H.323 dapat diterapkan pada berbagai aplikasi komunikasi, yaitu suara saja (*IP Telephony*), suara dan gambar (*Video Telephony*), suara dan data, dan juga suara, gambar dan data. H.323 terdiri dari beberapa protokol yang digunakan untuk tujuan yang berbeda dan digabungkan untuk saling bekerjasama. Protokol-protokol tersebut diantaranya adalah H.225 RAS, H.225 *call signaling* dan H.245 *control signaling*.

Komponen-komponen H.323, Standar H.323 menetapkan empat komponen yang digunakan pada jaringan VoIP, yakni:

a. Terminal

Terminal H.323 digunakan untuk komunikasi multimedia *bidirectional realtime*. Terminal H.323 ini dapat berupa PC atau juga *stand alone device*. Pada sistem VoIP yang berfungsi sebagai terminal dapat berupa telepon dan PC, karena yang

disini yang dilayani adalah suara maka pada sistem ini terminalnya berupa telepon.

b. Gateway

Gateway menghubungkan dua jaringan yang berbeda, jaringan H.323 dan jaringan non-H.323. *Gateway* juga melakukan komunikasi dengan *gatekeeper* untuk menjalankan fungsi *Registration, Admission, Status (RAS)* untuk routing paket ketujuannya didalam jaringan. Selain itu juga *gateway* berfungsi untuk meroutekan panggilan (*call*) melalui *IP network*.

c. Gatekeeper

Gatekeeper dapat dianggap sebagai otaknya jaringan H.323. Satu *gatekeeper* dapat berhubungan dengan banyak *gateway*. *Gatekeeper* memiliki beberapa karakteristik yang melayani beberapa service berikut:

- Address translation

Skema pengalamatan yang disebut juga alias address digunakan untuk membangun komunikasi IP dimana skema pengalamatan ini dibuat oleh *gatekeeper*.

- Admission control

Gatekeeper dapat mengontrol setup call VoIP antara terminal atau *gateway*.

- Bandwidth control

Gatekeeper dapat bertindak sebagai call signalling “proxy” untuk terminal

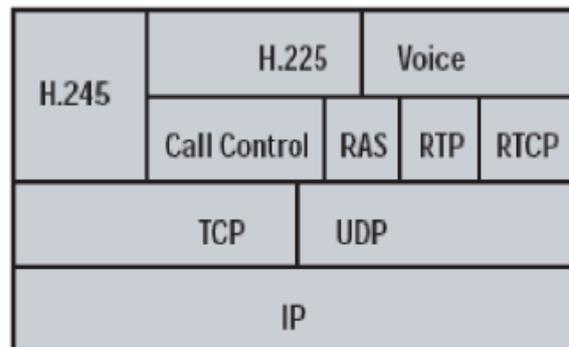
- Call signaling

Gatekeeper mengatur lebar bandwidth yang digunakan.

d. Multipoint Control Unit (MCU)

MCU mendukung pertemuan tiga atau lebih terminal H.323 dan terminal-terminal tersebut membuat suatu hubungan dengan MCU. MCU mengatur sumber pertemuan, negosiasi antara terminal untuk tujuan determinasi audio atau video coder decoder (CODEC) yang digunakan untuk dapat menangani media-media tersebut. Dalam sistem VoIP disini tidak menggunakan MCU karena pada sistem

ini hanya menggunakan voice saja. Perangkat yang digunakan adalah Terminal, *Gatekeeper* dan Gateway. Perangkat *Gateway* dan *Gatekeeper* dapat berupa satu *device* fisik tunggal.



Gambar 2.3 Susunan protokol H.232

(<http://www.protocols.com>, diakses 28 Maret 2014)

2.3.5 *Registration Admission Status (RAS)*

RAS merupakan protokol yang digunakan untuk komunikasi antara *end point* dengan *gatekeeper*. RAS berfungsi untuk melakukan prosedur registration, admission, perubahan bandwidth, status dan pembubaran sambungan antara gateway dan gatekeeper.

2.3.6 H. 225

H.225 merupakan standar ITU (*International Telecommunication Union*) yang digunakan untuk membentuk koneksi antara dua H.323 endpoint dengan cara mempertukarkan H.225 protokol *message* pada kanal *call signaling*. H.225 message dipertukarkan antara dua endpoint atau antara endpoint dengan *gatekeeper*.

2.3.7 H. 245

H.245 merupakan standar ITU yang dipergunakan oleh terminal untuk mempertukarkan *end-to-end H.245 control message*. H.245 *control message* menyediakan informasi mengenai kapabilitas terminal-terminal yang sedang berkomunikasi. Pertukaran kapabilitas termasuk pemberitahuan *coder-decoder* (CODEC) yang digunakan (G.711, G.722, G.723, G.723.1, G.728 atau G.729).

2.3.8 T. 120

Protokol T.120 menyediakan komunikasi dalam bentuk informasi data antara dua atau lebih terminal. Protokol ini dapat digunakan untuk berbagai bentuk jaringan, seperti PSTN, ISDN dan LAN. Protokol ini mempunyai kemampuan untuk memberikan layanan aplikasi bersama antar terminal yang terhubung dengan jaringan-jaringan yang berbeda.

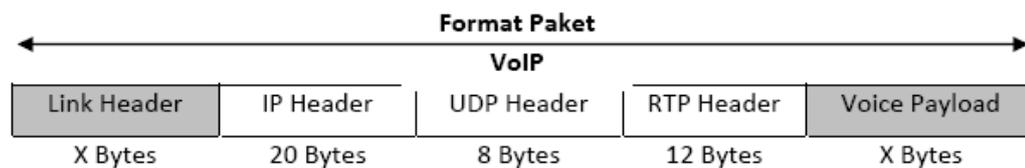
2.3.9 *Real Time Protocol (RTP) dan Real Time Control Protocol (RTCP)*

RTP dan RTCP merupakan protokol yang digunakan untuk mengatasi masalah aliran paket data audio dan video. Protokol RTP menyediakan mekanisme transport *end-to-end* layanan audio dan video secara *realtime*. RTP biasanya digunakan untuk mengirimkan data melalui UDP. Protokol RTCP digunakan untuk mengontrol RTP dengan cara menyediakan *feedback* untuk menganalisa kesalahan pengiriman.

2.4 Format Paket VoIP

Tiap paket VoIP terdiri atas dua bagian, yakni header dan *payload* (beban). Header terdiri atas *IP header*, *Real-time Transport Protocol (RTP) header*, *User Datagram Protocol* header. IP header bertugas menyimpan informasi routing untuk mengirimkan paket-paket ke tujuan. Pada tiap *header IP* disertakan tipe layanan atau *type of service (ToS)* yang memungkinkan paket tertentu seperti paket suara diperlakukan berbeda dengan paket yang *non real time*. *UDP header* memiliki ciri tertentu yaitu tidak menjamin paket akan mencapai tujuan sehingga UDP cocok digunakan pada aplikasi *real time* yang sangat peka terhadap *delay*.

RTP *header* adalah *header* yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan *framing* dan segmentasi data *real time*. Seperti UDP, RTP juga mendukung realibilitas paket untuk sampai di tujuan. RTP menggunakan protocol kendali yang mengendalikan RTCP (*real-time transport control protocol*) yang mengendalikan QoS dan sinkronisasi media *stream* yang berbeda.



Gambar 2.4 Format Paket VoIP

(www.what-when-how.com, diakses 23 Mei 2014)

2.5 Kualitas Layanan VoIP (*Voice Over Internet Protocol*)

Kualitas layanan VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) atau QoS (*Quality of Service*) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik data tertentu pada berbagai jenis platform teknologi. QoS tidak diperoleh langsung dari infrastruktur yang ada, melainkan diperoleh langsung dengan mengimplementasikannya pada jaringan bersangkutan. Aplikasi VoIP merupakan aplikasi *real time*, sehingga tidak dapat mentolerir *delay* (dalam batasan tertentu) dan *packet loss*. *Delay* dapat diminimalkan dengan menggunakan teknologi *packet switching* sebagai pengganti *data switching*. Cara lain yang dapat ditempuh adalah mengoptimalkan penggunaan *bandwith*, mengatur metode antrian yang dipakai dan menggunakan protokol-protokol *management* untuk mengatur paket data yang dilewatkan.

QoS pada *IP Telephony* adalah parameter-parameter yang menunjukkan kualitas paket data jaringan, agar didapatkan hasil suara sama dengan menggunakan telepon tradisional (PSTN). Beberapa parameter yang mempengaruhi QoS antara lain:

a. *Delay*

Dalam jaringan VoIP, *delay* merupakan suatu permasalahan yang harus diperhitungkan karena bagus tidaknya suara tergantung dari waktu *delay*. Besarnya *delay* maksimum yang direkomendasikan oleh ITU (*International Telecommunication Union*) untuk aplikasi suara 120ms, sedangkan *delay* maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat diterima pengguna adalah 250ms.

Terdapa juga standar kualitas dari *delay* yang dapat dikategorikan ke dalam beberapa kategori berdasarkan ITU-T G.114. Dimana ITU-T (*ITU Telecommunication Standarziation Sector*) merupakan badan khusus PBB di bidang telekomunikasi. ITU-T bertanggung jawab untuk mempelajari teknis, operasi dan penerbitan *Recommendation* dengan maksud untuk standarisasi telekomunikasi di seluruh dunia. Dalam penelitian ini kami menggunakan standar untuk menentukan sistem transmisi dan media, sistem digital serta jaringan. Berikut standar untuk niai dari *delay*:

Tabel 2.1. Standar Kualitas ITU-T G.114 untuk *Delay*

Nilai Delay	Kualitas
0 - 150 ms	Baik
150 – 400 ms	Cukup
>400ms	Buruk

b. *Jitter*

Jitter merupakan variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima. Parameter ini dapat ditangani dengan mengatur metode antrian pada router saat terjadi kongesti atau saat perubahan kecepatan.

Terdapat juga standar kualitas dari *jitter* yang dapat dikategorikan dalam beberapa kategori berdasarkan ITU.T G.114 yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2. Standar Kualitas ITU-T G.114 untuk Jitter

Nilai Delay	Kualitas
0 – 20 ms	Baik
200 – 50 ms	Cukup
>50 ms	Buruk

c. Packet Loss

Loss Packet (kehilangan paket data pada proses transmisi) terjadi ketika terdapat penumpukan data pada jalur yang dilewati pada saat beban puncak (peak load) yang menyebabkan kemacetan transmisi paket akibat padatnya trafik yang harus dilayani dalam batas waktu tertentu.

Terdapat juga standar kualitas dari *packet loss* yang dapat dikategorikan dalam beberapa kategori berdasarkan ITU-T G.114 yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.3. Standar Kualitas ITU-T G.114 untuk Packet Loss

Nilai Delay	Kualitas
0 – 20 ms	Baik
200 – 50 ms	Cukup
>50 ms	Buruk

2.6 Keuntungan dan Kerugian Teknologi VoIP

Dalam industri-industri yang ada sekarang ini, kehadiran VoIP sangat dibutuhkan terutama untuk menggantikan sistem yang sebelumnya. Dengan menggunakan VoIP akan diperoleh banyak keuntungan diantaranya adalah sebagai berikut:

- Biaya lebih rendah untuk sambungan langsung jarak jauh. Penekanan utama dari VoIP adalah biaya. Dengan dua lokasi yang terhubung dengan internet maka biaya percakapan menjadi sangat rendah.

- Memanfaatkan infrastruktur jaringan data yang sudah ada untuk suara. Berguna jika perusahaan sudah mempunyai jaringan. Jika memungkinkan jaringan yang ada bisa dibangun jaringan VoIP dengan mudah. Tidak diperlukan tambahan biaya bulanan untuk penambahan komunikasi suara.
- Penggunaan bandwidth yang lebih kecil daripada telepon biasa. Dengan majunya teknologi penggunaan bandwidth untuk voice sekarang ini menjadi sangat kecil. Teknik pemampatan data memungkinkan suara hanya membutuhkan sekitar 8kbps bandwidth.
- Memungkinkan digabung dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada. Dengan adanya *gateway* bentuk jaringan VoIP bisa disambungkan dengan PABX yang ada di kantor. Komunikasi antar kantor bisa menggunakan pesawat telepon biasa.
- Berbagai bentuk jaringan VoIP bisa digabungkan menjadi jaringan yang besar. Contoh di Indonesia adalah VoIP Rakyat.
- Variasi penggunaan peralatan yang ada, misal dari PC sambung ke telepon biasa, *IP phone handset*.

Selain keuntungan yang telah disebutkan di atas maka ada kerugian yang dimiliki oleh teknologi VoIP, yaitu:

- Kualitas suara tidak sejernih jaringan PSTN. Merupakan efek dari kompresi suara dengan bandwidth kecil maka akan ada penurunan kualitas suara dibandingkan jaringan PSTN konvensional. Namun jika koneksi internet yang digunakan adalah koneksi internet pita-lebar / broadband seperti Telkom Speedy, maka kualitas suara akan jernih bahkan lebih jernih dari sambungan Telkom dan tidak terputus-putus.
- Ada jeda dalam berkomunikasi. Proses perubahan data menjadi suara, jeda jaringan, membuat adanya jeda dalam komunikasi dengan menggunakan VoIP. Kecuali jika menggunakan koneksi Broadband (lihat di poin atas).
- Regulasi dari pemerintah RI membatasi penggunaan untuk disambung ke jaringan milik Telkom.

- Jika belum terhubung secara 24 jam ke *internet* perlu janji untuk saling berhubungan.
- Jika memakai internet dan komputer di belakang NAT (*Network Address Translation*), maka dibutuhkan konfigurasi khusus untuk membuat VoIP tersebut berjalan.
- Tidak pernah ada jaminan kualitas jika VoIP melewati *internet*.
- Peralatan relatif mahal. Peralatan VoIP yang menghubungkan antara VoIP dengan PABX (*IP telephony gateway*) relatif berharga mahal. Diharapkan dengan makin populernya VoIP ini maka harga peralatan tersebut juga mulai turun harganya.
- Berpotensi menyebabkan jaringan terhambat/ *Stuck*. Jika pemakaian VoIP semakin banyak, maka ada potensi jaringan data yang ada menjadi penuh jika tidak diatur dengan baik. Pengaturan bandwidth adalah perlu agar jaringan di perusahaan tidak menjadi jenuh akibat pemakaian VoIP.
- Penggabungan jaringan tanpa dikoordinasi dengan baik akan menimbulkan kekacauan dalam sistem penomoran.

2.7 PABX (*Private Automatic Branch eXchange*)

PABX atau *private automatic branch exchange* adalah suatu sistem switching telepon otomatis di dalam suatu jaringan komunikasi internal. Dengan kata lain, PABX merupakan perangkat *switching electronic* yang digunakan untuk melakukan hubungan komunikasi dari satu tempat ke tempat lain dalam sebuah area tertentu. Perangkat ini banyak digunakan pada gedung perkantoran, rumah sakit, kampus, atau pabrik dengan fungsi sebagai penghubung masing-masing ruangan yang ada pada suatu area tertentu. PABX memiliki prinsip kerja yang sama dengan *Public Switched Telephone Network (PSTN)*.



2.5. Gambar PABX dan (*Private Automatic Branch eXchange*) Komputer Server VoIP Lab Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya

2.7.1 Gambaran Sederhana Sistem PABX

Sistem PABX memiliki beberapa/ banyak sambungan kabel yang mengarah pada sebuah switchboard. Itulah sebabnya mengapa ada istilah "branch" dalam kepanjangan PABX, karena "branch" atau cabang ini mengacu kepada banyaknya sambungan yang dihubungkan ke PABX. Alat PABX merupakan teknologi yang canggih karena dapat digunakan sebagai telepon, modem dan mesin fax, serta bisa digunakan sebagai alat komunikasi internal karyawan di kantor.

Cara kerja PABX adalah bahwa sesungguhnya perangkat ini merupakan modem yang berfungsi sebagai control station pusat. Setiap kali ada telepon baru yang masuk, maka telepon tersebut akan di routing (diarahkan) melalui control station ini. Karena di dalam sistem PABX tersebut telah dimasukan kode tertentu untuk masing-masing nomor telepon di kantor, atau untuk masing-masing

extension, maka telepon masuk tersebut akan diarahkan ke tujuan yang tepat dengan menggunakan kode tersebut.

2.8 Software Pendukung Dalam Percobaan

2.8.1 Vmware

Vmware adalah suatu perangkat lunak yang dapat menciptakan atau menyimulasikan PC baru, yang disebut mesin virtual. Perangkat keras yang terdapat di dalam mesin virtual sama seperti perangkat keras yang dipakai PC, misalnya CPU, RAM, harddisk, keyboard, mouse, CD/ DVD ROM, soundcard. Dengan kata lain PC di dalam PC. Sistem operasi yang diinstal melalui vmware disebut *guest operating system* (sistem operasi tamu). Sistem operasi tersebut dapat dijalankan berdampingan dengan sistem operasi utama atau host operating system, yaitu sistem operasi di mana vmware didinstal. Pada proses instalasi sistem operasi guest, harddisk tidak perlu dipartisi karena vmware telah mengaturnya dengan sangat mudah sehingga data tidak perlu dikhawatirkan akan hilang. Instalasinya sama seperti menginstal pada komputer biasa. Sistem vmware dapat dibangun di atas Windows dan Linux. Oleh karena itu, salah satu sistem operasi harus dipilih untuk menjadi host operating system (sistem operasi utama). Jika ingin membuat Linux sebagai sistem operasi guest, maka harus menginstal Windows terlebih dahulu, kemudian instal vmware pada sistem operasi Windows, setelah itu di atas vmware instal Linux sebagai sistem operasi guest sesuai dengan keinginan ataupun sebaliknya. Ada 3 jenis Vmware, yaitu :

1. VMWare Workstation adalah software untuk virtual machine yang compatible dengan komputer Intel x86. Software ini memungkinkan pemakai untuk membuat satu atau lebih virtual machine dan menjalankannya secara serempak. Masing-masing virtual machine dapat menjalankan guest operating system-nya sendiri seperti Linux, Windows, BSD, dan lain-lain. Tetapi software ini tidak dapat menjalankan virtual machine yang dibuat oleh produk VMware yang lain.
2. VMWare Server sebenarnya memiliki sistem kerja yang sama dengan VMWare Workstation. Tetapi dibandingkan dengan VMWare

Workstation, VMWare Server mempunyai kelebihan yaitu dapat menjalankan virtual machine yang dibuat oleh produk VMWare yang lain. VMWare Server juga dapat menjalankan virtual machine yang dibuat oleh Microsoft Virtual PC.

3. VMWare Player adalah software yang digunakan untuk menjalankan virtual machine yang dibuat oleh produk VMWare lainnya. Tetapi software ini tidak dapat membuat virtual machine sendiri.



Gambar 2.6 Logo VMware
(www.vmware.com, diakses 22 Mei 2014)

2.8.2 Asterisk

Asterisk merupakan *open source software* yang biasanya digunakan untuk membangun suatu sistem layanan komunikasi serta memberikan kemudahan kepada penggunanya untuk mengembangkan layanan telepon sendiri dengan kustomisasi yang seluas-luasnya diberikan kepada pihak pengguna. Dari pengertian *open source* sendiri berarti setiap pengembang dapat melihat dan mengubah *source code* yang ada, sehingga aplikasi-aplikasi yang ada dapat ditambahkan dengan mudah oleh setiap pengembang. Asterisk juga dapat dikatakan sebagai *PBX* yang lengkap dalam bentuk perangkat lunak, dan menyediakan semua fitur seperti *PBX*. Kelebihan Asterisk adalah dapat jalan di banyak *platform OS*, antara lain *Linux*, *Windows*, *BSD*, dan *OS X*, dan juga dapat melakukan koneksi dengan hampir semua standar yang berbasis teleponi, dengan menggunakan hardware yang tidak begitu mahal sebagai *gateway* nya. Banyak

fitur yang disediakan, diantaranya *Voicemail, Call Conferencing, Interactive Voice Response, Call Queuing, Three Way Calling, Caller ID Service, Analog Display Service Interface*, Protokol VoIP SIP, H323 (sebagai client dan gateway), IAX, MGCP (hanya menyediakan fungsi call manager), SCCP/Skinny, dan masih banyak lagi fitur yang disediakan Asterisk.

Didalam Asterisk ada yang dinamakan dengan *Asterisk's core*, bagian ini merupakan inti dari Asterisk, bagian ini terdiri dari beberapa sub-bagian lagi yang akan menjalankan beberapa aturan kritis yang berguna untuk menjalankan software. Penjelasan berikut akan menguraikan sub-bagian seperti yang telah dijelaskan di atas, yang pertama adalah *Dynamic Module Loader*, sub-bagian ini berfungsi untuk *me-load* dan menginisialisasikan setiap driver yang menyediakan *channel driver, format file, call detailed record, codec*, aplikasi dan lain-lain, dan menyambungkan berbagai aplikasi tadi ke internal API yang sesuai, seperti *Asterisk Channel API, Asterisk Format API, Asterisk Application API, Codec Translator API*. Yang selanjutnya adalah *Asterisk's PBX Switching Core*, berfungsi untuk menanggapi panggilan yang masuk ke arah Asterisk, panggilan dapat datang dari berbagai *interface*, seperti yang tertera pada Gambar 2., lalu kemudian *meng-handle* panggilan yang masuk tersebut berdasarkan *dialplan*, *dialplan* merupakan aturan yang dibuat tentang bagaimana *meng-handle* nomor ekstensi yang masuk ke arah *server*. Yang ketiga adalah *Application Launcher*, merupakan sub-bagian yang berfungsi untuk memberikan sinyal ringing ke nomor ekstensi yang dituju, sambungan ke *voicemail*, dan sebagainya. *Asterisk's core* juga menyediakan *Scheduler* dan *I/O Manager* yang dipakai oleh *driver* and berbagai aplikasi di atas. Yang terakhir adalah *Codec Translator*, merupakan sub-bagian yang mengizinkan dua user yang saling berkomunikasi dapat menggunakan codec yang berbeda. Kegunaan dan fleksibilitas Asterisk terletak pada aplikasi, *codec, channel drivers, file formats*, dan lainnya. Untuk konfigurasi Asterisk dibutuhkan beberapa file yang harus diatur dan yang paling penting atau utama supaya Asterisk dapat berjalan adalah pengaturan *dialplan*, yaitu skema atau urutan *otentifikasi* pada saat menggunakan sambungan VoIP. Untuk pengaturan

semua file konfigurasi Asterisk berada pada direktori */etc/asterisk* dan untuk pengaturan dialplan dilakukan di *extension.conf*, sedang untuk otentifikasi user dengan nomor telepon dan password menggunakan file *sip.conf* karena dalam laporan ini protokol yang digunakan adalah SIP. Sedangkan untuk pengaturan direktori mana saja yang akan diakses oleh asterisk dikonfigurasi di file *asterisk.conf*.



Gambar 2.7 Logo Asterisk
(www.asterisk.com, diakses 24 Mei 2014)

2.8.3 Distro Linux CentOS

CentOS (*Community ENTERprise Operating System*) adalah proyek komunitas yang diawali menjelang akhir tahun 2003 dengan tujuan untuk menyediakan sistem operasi skala perusahaan. Untuk itu, CentOS membangun ulang dengan memanfaatkan kode sumber yang wajib dibebaskan dari Red Hat Enterprise Linux (RHEL) menjadi sebuah distribusi linux dengan kualitas dan kompatibilitas yang nyaris sama, disamping menyediakan perbaikan sekuriti secara berkala untuk semua paket software yang terkait. CentOS merupakan distribusi Linux yang terbanyak digunakan untuk server disamping Debian GNU/Linux (disalib sejak 2012). CentOS aktif dikembangkan oleh sekelompok tim inti dan didukung oleh komunitas pengguna skala perusahaan, administrator jaringan, administrator sistem dan para pengembira Linux lainnya.

Jadi, keberadaan CentOS adalah tidak lain untuk menyediakan platform komputasi skala perusahaan yang bebas, dan berusaha untuk mempertahankan 100% kompatibilitas binernya terhadap sumber hulu (RHEL). Tak peduli apapun

alasan, sejatinya CentOS tidak lain adalah klon dari RHEL yang berdasarkan kaidah lisensi GPL adalah sah-sah saja. Red Hat dan produknya (RHEL) pada prinsipnya hanya dilindungi aturan merek dagang, dan ini cukup memberi ruang untuk Red Hat mengembangkan bisnis layanan yang sukses.

Satu-satunya perbedaan utama antara kedua distribusi dapat dikatakan adalah merek atau branding. CentOS pada prinsipnya hanya menghapus dan mengganti semua Red Hat trademarks berikut logo Topi Merah dengan CentOS. Dan kaitan antara kedua pihak, berdasarkan undang-undang tidak boleh diindikasikan secara gamblang. Untuk itu website CentOS menyebut Red Hat dengan nama kiasan sebagai “Prominent North American Enterprise Linux Vendor”. Walaupun secara formal kedua organisasi sama sekali tidak berhubungan, namun dibelakang layar para pengembang CentOS tetap aktif bertukar pengalaman dengan pengembang Red Hat.

Sebagaimana disebutkan di catatan rilis CentOS, pengembangnya memastikan kompatibilitas CentOS: “*CentOS conforms fully with the upstream vendors redistribution policy and aims to be 100% binary compatible. (CentOS mainly changes packages to remove upstream vendor branding and artwork.) CentOS is a Free Operating System.*” Sistem operasi CentOS mendukung dan tersedia untuk semua arsitektur seperti yang disediakan RHEL termasuk untuk: Intel x86- (32-bit) dan x86-64/amd64 (64-bit), namun juga untuk Intel IA-64 (Itanium 64-bit), dan IBM Mainframe (eServer, zSeries and S/390).



Gambar 2.8 Logo CentOS

(www.centos.org, diakses 24 Mei 2014)

2.8.4 Distro Linux OpenSUSE

OpenSUSE adalah salah satu varian dari distro linux suse. Proyek openSUSE merupakan program komunitas yang disponsori oleh Novell. Mempromosikan penggunaan linux dimana saja, program ini menyediakan akses mudah ke openSUSE, sebuah distribusi linux yang gratis. Proyek openSUSE memiliki 3 tujuan utama: menjadikan openSUSE linux yang paling mudah didapatkan oleh semua orang dan menjadi distribusi linux yang paling banyak digunakan secara luas; meningkatkan kolaborasi open source untuk menjadikan openSUSE distribusi linux yang paling banyak dipakai di dunia dan desktop environment (computer rumah) untuk pengguna linux yang awam maupun yang sudah berpengalaman; mempermudah dan membuka pengembangannya dan proses packaging secara drastis untuk menjadikan openSUSE platform pilihan untuk Linux developer dan software vendor.

Salah satu keunggulan utama dari OpenSUSE dibandingkan distro Linux lainnya adalah kelengkapan pustaka dan berlimpahnya software yang disertakan. Bersama Red Hat, SUSE adalah distro Linux versi awal yang terus bertahan dan berkembang hingga sekarang.

Kelebihan OpenSUSE

a. Instalasi

Distro OpenSUSE menyajikan instalasi berbasis GUI dan text yang sangat mudah. Tidak ada kesulitan sama sekali di bagian instalasi. Pada OpenSuse 11.0, diadakan perbaikan pada interface Installer sehingga mempermudah dan mempersingkat prosedur *Setup*. OpenSuse dapat dicoba, diinstal, dan digunakan tanpa resiko. OpenSUSE dapat dijalankan langsung dari *LiveCD*, tanpa perlu mengubah pengaturan apapun pada *windows* atau *hardisk*. Semua program Linux yang disertakan dapat langsung digunakan. Saat masuk ke desktop, kita dapat langsung mencoba fitur-fitur yang ada, menjalankan aplikasi, ataupun langsung menjelajah di Internet. Seperti disebutkan di atas, saat menjalankan

aktivitas-aktivitas ini, tidak ada perubahan yang terjadi pada *hardisk* ataupun sistem *windows* yang ada. Hal ini dimungkinkan karena semua proses dijalankan langsung dari *LiveCD* lewat RAM.

Bila pengguna sudah memiliki *windows* pada *hardisk* dan Linux (OpenSUSE) akan ditambahkan sistem operasi kedua bila kapasitas *hardisk* memadai, keduanya dapat dioperasikan paralel pada sebuah PC tanpa saling mengganggu. Setelah diinstall, OpenSuse terbilang ringan (*lightweight*) tidak terlalu berat sistemnya. Dengan kapasitas *hardisk* sebesar 10 GB, pengguna dapat melakukan pekerjaan sehari-hari tanpa masalah. Namun, untuk sistem multimedia, setidaknya sediakan 20 GB. Ukuran kapasitas minimal 500 MB yang disebutkan SUSE untuk dapat menulis teks dan browsing sebaiknya hanya diterapkan bila kapasitas *hardisk* sangat terbatas. Program instalasi OpenSUSE dapat melakukan proses partisi dengan nyaman untuk Anda. Memperkecil partisi FAT atau NTFS Windows merupakan hal yang relatif mudah. Tidak ada data yang hilang dan tidak diperlukan instalasi ulang Windows.

b. Kemudahan dan Kenyamanan Penggunaan

OpenSUSE menyediakan *Software package management* untuk mengkonfigurasi software, yang terdiri dari utility grafis memakai YaST dan utility *command line* menggunakan *package RPM*.

OpenSuse memiliki *tools* yang sangat canggih yaitu YaST (*Yet Another Setup Tools*). YaST adalah suatu utilitas yg membantu penggunanya memakai openSUSE dengan sangat mudah, karena berbasis grafis. Pengguna yang melakukan migrasi dari sistem operasi *Windows* akan cepat terbiasa dengan gaya *Control Panel* model YaST. Hal ini karena banyak elemen yang telah Anda kenal dari *windows*. Hampir semua yg menyangkut sistem terintegrasi di dalam YaST. Mulai dari pengaturan software, konfigurasi hardware, jaringan, *service system*, *security*, dan lain-lain terdapat di dalamnya. Selain itu terdapat Zypper. Zypper adalah *command line package manager* yang diperkenalkan sejak openSUSE 10.2 dikembangkan pada openSUSE 10.3 dan menjadi salah satu pilihan utama

melakukan instalasi atau update aplikasi pada openSUSE 11.0 dan versi-versi berikutnya.

Untuk mempermudah proses administrasi sistem, Anda dapat menggunakan *Control Center Gnome* lewat opsi komputer. Di *Gnome Control center* dapat mengonfigurasi *fonts, setting, mouse* dan *keyboard*, spesifikasi sistem bahasa dan negara, parameter untuk akses jaringan dan Internet, serta banyak lagi. Zypper sekelas dengan perintah *apt-get* yang biasa ditemui pada distro Linux Debian dan turunannya (Ubuntu, Mint dll).

c. Dukungan Terhadap Software (*add/ remove hardware*)

OpenSUSE memiliki *repository package software* sangat banyak, infrastruktur web site dan dokumentasi bentuk buku (*printed*) yang begitu apik. Untuk urusan penambahan *software* tampaknya OpenSUSE, tidak mengalami masalah, tersedia ribuan koleksi *software* yang dapat langsung di install dari DVD, terutama aplikasi padanan *Windows*. Opensuse juga memiliki manajemen paket aplikasi yang lebih cepat. Pengguna dapat dengan cepat memilih ribuan games, aplikasi, utiliti Internet dan *tools programming* yang tersedia dalam OpenSUSE *Repository*.

OpenSUSE menawarkan paket aplikasi raksasa. Untuk browser, OpenSUSE menggunakan Firefox sebagai browser defaultnya. Di Gnome, e-mail client yang digunakan adalah Evolution. Aplikasi ini menyatukan fungsi-fungsi email, kalender, daftar alamat, dan organizer dalam satu aplikasi yang mudah digunakan. Aplikasi ini dapat menjadi pengganti Microsoft Outlook yang lengkap untuk sistem Linux. Kompatibilitas Microsoft Office dengan OpenOffice. Utilisasi VBA yang lebih baik, serta dukungan untuk format Microsoft lainnya. OpenOffice Impress dilengkapi dengan chart 3 dimensi, feature-feature multimedia baru, serta bantuan peralihan lebih baik untuk menyaingi Microsoft PowerPoint.

OpenSUSE dapat membuka file yang terdapat dalam partisi *Windows* pada umumnya. Buka partisi *Windows* lewat OpenSUSE dan buka dokumen *Word* ataupun Excel dalam OpenOffice. Dengan Banshee, sebuah media player baru,

pengguna tidak hanya dapat melakukan *playback* terhadap semua format media yang umum, tetapi juga dapat mengelola dan menyortir file-file tersebut dengan mudah. Bentuk pengoperasian Banshee ini mirip dengan aplikasi iTunes. Untuk mendapatkan *setting* suara yang baik, Gnome di OpenSUSE menyediakan manajemen suara yang relatif lengkap dan profesional dengan menggunakan Pulse Audio. Fiturnya mencakup *channel sound* yang dapat diatur secara terpisah untuk tiap sumber suara.

d. Dukungan Terhadap *Hardware*

Berbeda dengan Windows Vista, 7, 8 OpenSUSE tidak menuntut spesifikasi *hardware* yang rumit. Setidaknya untuk kebutuhan web browsing ataupun menulis teks. Namun, untuk tampilan 3D dan pekerjaan yang menghabiskan resource seperti editing video, virtualisasi, serta raytracing memang dibutuhkan spesifikasi sistem yang kuat. OpenSuse memiliki kebutuhan hardware yg relatif rendah. Versi terbaru, opensuse 11, bisa mulus berjalan di hardware dengan platform Pentium 4 dan memori 512 Mb. Spesifikasi minimal dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu untuk kebutuhan sistem minimal, normal dan untuk power user.

2.9 Jaringan Komputer

Menurut definisi, yang dimaksud dengan jaringan komputer (*computer networks*) adalah suatu himpunan interkoneksi sejumlah komputer autonomous. Dalam bahasa yang populer dapat dijelaskan bahwa jaringan komputer adalah kumpulan beberapa komputer (dan perangkat lain seperti printer, hub, dan sebagainya) yang saling terhubung satu sama lain melalui media perantara. Media perantara ini bisa berupa media kabel ataupun media tanpa kabel (nirkabel). Informasi berupa data akan mengalir dari satu komputer ke komputer lainnya atau dari satu komputer ke perangkat yang lain, sehingga masing-masing komputer yang terhubung tersebut bisa saling bertukar data atau berbagi perangkat keras.

Untuk memudahkan memahami jaringan komputer, para ahli kemudian membagi jaringan komputer berdasarkan beberapa klasifikasi, di antaranya:

- Berdasarkan area atau skala
- Berdasarkan media penghantar
- Berdasarkan fungsi

Namun ada juga yang mengklasifikasikan jaringan komputer menjadi empat, yaitu:

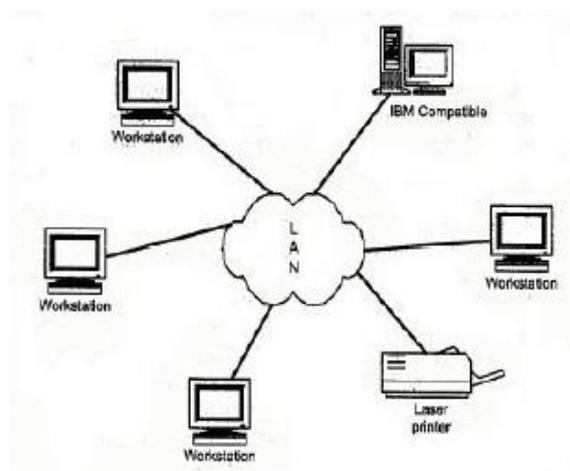
- Berdasarkan area atau skala
- Berdasarkan media penghantar
- Berdasarkan fungsi
- Berdasarkan metode *access control*

a. Berdasarkan Area

Berdasarkan skala atau area, jaringan komputer dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu:

1. LAN

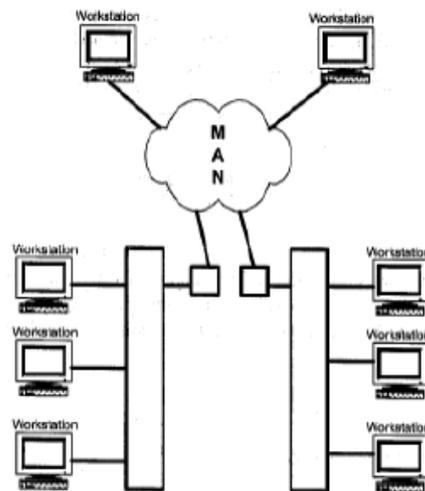
Local area network adalah jaringan lokal yang dibuat pada area tertutup. Misalkan dalam satu gedung dalam satu ruangan. Kadangkala jaringan lokal disebut jaringan privat. LAN biasa digunakan untuk jaringan kecil yang menggunakan *resource* bersama-sama, seperti pengguna printer secara bersama, penggunaan media penyimpanan secara bersama.



Gambar 2.9. Skema Jaringan LAN
(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

2. MAN

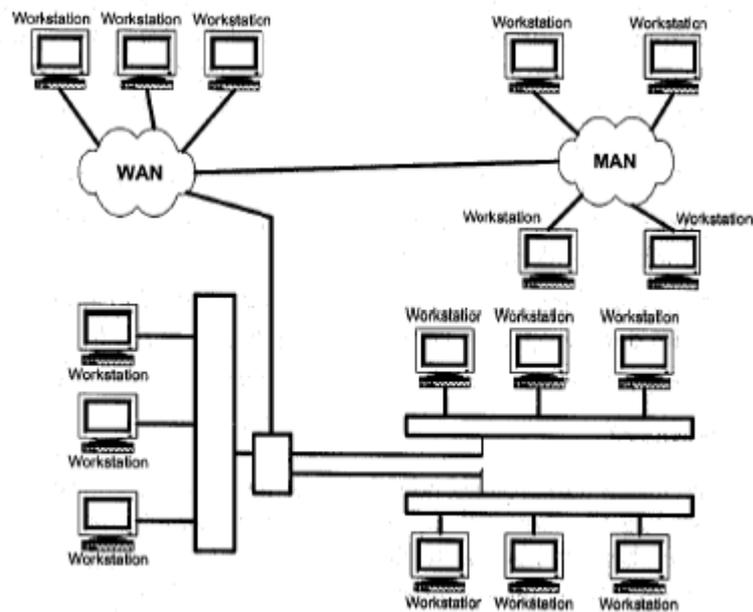
Metropolitan Area Network menggunakan metode yang sama dengan LAN namun daerah cakupannya lebih luas. Daerah cakupan MAN bisa satu RW, beberapa kantor yang berada dalam satu kompleks yang sama, satu kota, bahkan satu provinsi. Dapat dikatakan MAN merupakan pengembangan dari LAN.



Gambar 2.10. Skema Jaringan MAN
(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

3. WAN

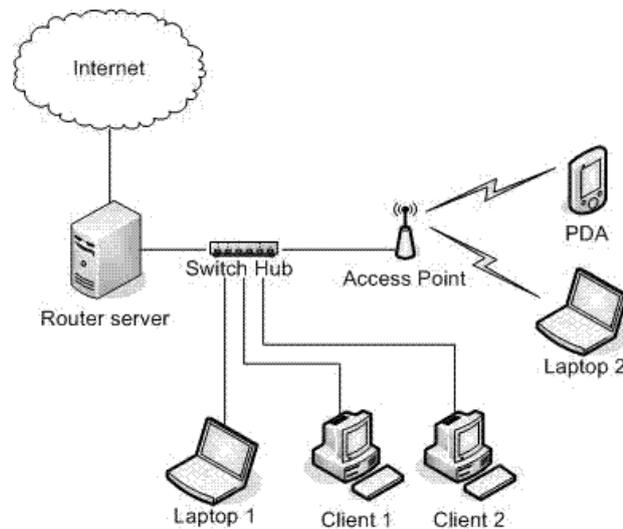
Wide Area Network cakupannya lebih luas daripada MAN. Cakupan WAN meliputi satu kawasan, satu negara, satu pulau, bahkan satu benua. Metode yang digunakan WAN hampir sama dengan LAN dan MAN.



Gambar 2.11 Skema Jaringan WAN
(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

4. *Internet*

Internet adalah interkoneksi jaringan-jaringan komputer yang ada di dunia. Sehingga cakupannya sudah mencapai satu planet, bahkan tidak menutup kemungkinan mencakup antarplanet. Koneksi antar jaringan komputer dapat dilakukan berkat dukungan protokol yang khas, yaitu *Internet Protocol (IP)*.



Gambar 2.12 Skema Jaringan Internet
(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

Tabel 2.4 Jaringan Komputer Berdasarkan Area

Jarak/ Cakupan (Meter)	Contoh	Jenis
10 s/d 100	Ruangan	LAN
100 s/d 1000	Gedung	LAN
1000 s/d 10.000	Kampus	LAN
10.000 s/d 100.000	Kota	MAN
100.000 s/d 1.000.000	Negara	WAN
1.000.000 s/d 10.000.000	Benua	WAN
> 10.000.000	Planet	<i>Internet</i>

b. Berdasarkan Media Penghantar

Berdasarkan media penghantar, jaringan komputer dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

1. *Wire Network*

Wire network adalah jaringan komputer yang menggunakan kabel sebagai media penghantar. Jadi, data mengalir pada kabel. Kabel yang umum

digunakan pada jaringan komputer biasanya menggunakan bahan dasar tembaga. Ada dua jenis kabel lain yang menggunakan bahan sejenis fiber optik. Biasanya bahan tembaga banyak digunakan pada LAN. Sedangkan MAN atau WAN menggunakan gabungan kabel tembaga serat optik.

2. *Wireless Network*

Wireless Network adalah jaringan tanpa kabel yang menggunakan media penghantar gelombang radio atau cahaya infrared. Saat ini sudah semakin banyak outlet atau lokasi tertentu yang menyediakan layanan *wireless network*. Sehingga pengguna dapat dengan mudah melakukan akses *internet* tanpa kabel. Frekuensi yang digunakan pada radio untuk jaringan komputer biasanya frekuensi tinggi, yaitu 2,4 GHz dan 5,8 GHz. Sedangkan penggunaan *infrared* umumnya hanya terbatas untuk jenis jaringan yang hanya melibatkan dua buah komputer saja atau disebut *point to point*. Hal ini menyebabkan *infrared* tidak sepopuler gelombang radio.

c. Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya, jaringan komputer dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

1. *Client Server*

Client Server adalah jaringan komputer yang salah satu (boleh lebih) komputer difungsikan sebagai server atau induk bagi komputer lain. Server melayani komputer lain yang disebut client. Layanan yang diberikan berupa akses web, e-mail, file, atau yang lain. *Client Server* banyak dipakai pada *internet*. Namun LAN atau jaringan lain pun bisa mengimplementasikan *client server*. Hal ini sangat bergantung pada kebutuhan masing-masing.

2. *Peer to Peer*

Peer to Peer adalah jaringan komputer di mana setiap komputer bisa menjadi server sekaligus client. Setiap komputer dapat menerima dan memberikan *access* dari/ ke komputer lain. *Peer to Peer* banyak diimplementasikan pada LAN. Walaupun dapat juga diimplementasikan pada MAN, WAN, atau *internet*, namun hal ini kurang lazim. Salah satu

alasanya adalah masalah manajemen dan *security*. Sulit sekali menjaga *security* pada jaringan *peer to peer* manakala pengguna komputer sudah sangat banyak.

2.9.1 Topologi Jaringan Komputer

Topologi adalah suatu aturan/ *rules* bagaimana menghubungkan komputer (*node*) satu sama lain secara fisik dan pola hubungan antara komponen-komponen yang berkomunikasi melalui media/ peralatan jaringan seperti: *server*, *workstation*, *hub/switch*, dan pengabelannya (media transmisi data). Ketika kita memutuskan untuk memilih suatu topologi maka kita perlu mengikuti beberapa spesifikasi tertentu.

Ada dua jenis topologi, yaitu *physical topology* (topologi fisik) dan *logical topology* (topologi logika). Topologi fisik berkaitan dengan *layout* atau bentuk jaringan; seperti bagaimana memilih perangkat dan melakukan instalasi perangkat jaringan. Sedangkan topologi logika berkaitan dengan bagaimana mengalir di dalam topologi fisik. Jika topologi fisik bagaikan tubuh maka topologi logika dapat diibaratkan seperti darah yang mengalir dalam tubuh.

Topologi (fisik) komputer dapat juga digunakan untuk mempermudah memahami jaringan komputer. Menurut beberapa buku ada 3 topologi utama yang menjadi dasar topologi yang lain, yaitu:

- *Bus*
- *Ring*
- *Star*

Ada juga yang menyebutkan bahwa topologi utama untuk LAN ada 5 buah, yaitu:

- *Bus*
- *Star*
- *Ring*
- *Tree*
- *Mesh*

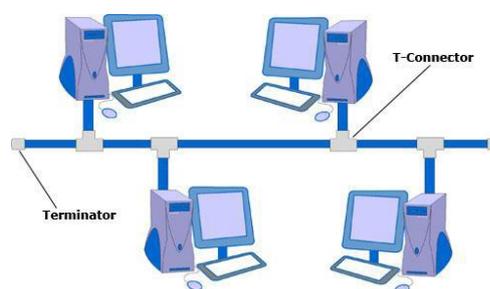
Setelah melakukan perbandingan, ternyata topologi *Mesh* dan *Tree* dapat dipandang sebagai gabungan dari topologi yang lain. Agar dapat memahami

perbedaan masing-masing topologi maka akan dijelaskan 5 buah topologi. Ada beberapa buku yang mengelompokkan topologi berdasarkan jumlah komputer yang menggunakan media transmisi data. Berdasarkan ketentuan tersebut maka topologi jaringan dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- *Point to Point* (P2P)
- *Multipoint*

a) Topologi Bus

Topologi bus merupakan topologi yang banyak digunakan pada masa penggunaan kabel sepaksi menjamur. Dengan menggunakan T-Connector (dengan terminator 50ohm pada ujung network), maka komputer atau perangkat jaringan lainnya bisa dengan mudah dihubungkan satu sama lain. Kesulitan utama dari penggunaan kabel sepaksi adalah sulit untuk mengukur apakah kabel sepaksi yang digunakan benar-benar matching atau tidak. Karena kalau tidak Sungguh-sungguh diukur secara benar akan merusak NIC (network interface card) yang digunakan dan kinerja jaringan menjadi terhambat, tidak mencapai kemampuan maksimalnya. Topologi ini juga sering digunakan pada jaringan dengan basis fiber optic (yang kemudian digabungkan dengan topologi star untuk menghubungkan dengan client atau node).

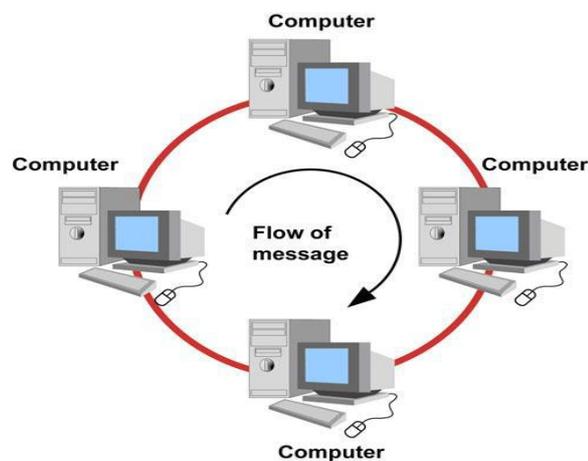


Gambar 2.13. Topologi Bus

(www.ilmukomputer.org, diakses 24 Mei 2014)

b) Topologi *Ring*

Topologi *ring* sangat berbeda dengan topologi *bus*. Sesuai dengan namanya, jaringan yang menggunakan topologi ini dapat dikenali dari kabel *backbone* yang membentuk cincin. Setiap komputer terhubung dengan kabel *backbone*. Setelah sampai pada komputer terakhir maka ujung kabel akan kembali dihubungkan dengan komputer pertama. Ilustrasinya dapat dilihat seperti pada gambar dibawah.

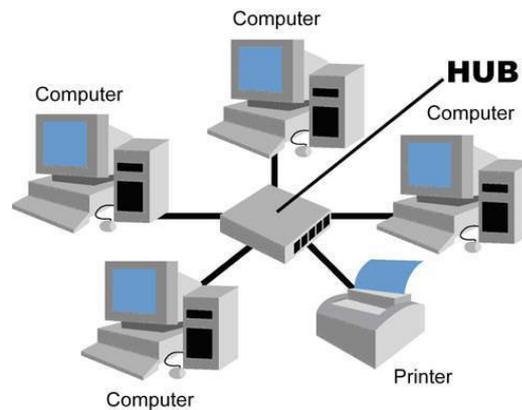


Gambar 2.14 Topologi *Ring*/ Cincin

(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

c) Topologi *Star*

Topologi *star* dikenali dengan keberadaan sebuah sentral berupa hub yang menghubungkan *node*. Setiap *node* menggunakan sebuah kabel UTP atau STP yang dihubungkan dari *ethernet card* ke hub. Banyak sekali jaringan rumah, sekolah, pertokoan, laboratorium, dan kantor menggunakan topologi ini. Topologi *star* tampaknya yang paling populer di antara semua topologi yang ada.

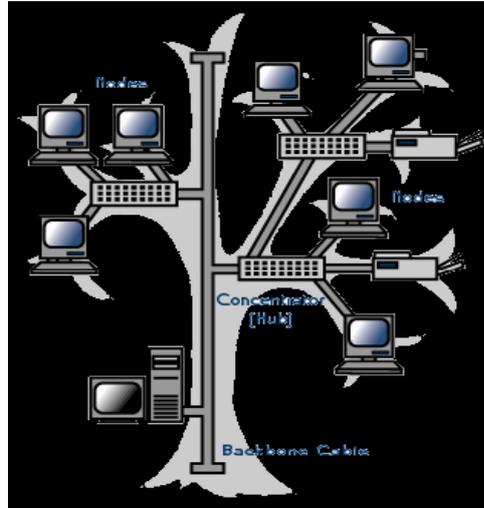


Gambar 2.15. Topologi Star

(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

d) Topologi Tree

Topologi *tree* disebut juga topologi *star-bus* atau *star/ bus hybrid*. Topologi *tree* merupakan gabungan beberapa teknologi *star* yang dihubungkan dengan topologi *bus*. Topologi *tree* digunakan untuk menghubungkan beberapa LAN dengan LAN lain dilakukan *via hub*. Masing-masing *hub* dapat dianggap sebagai akar (*root*) dari masing-masing pohon (*tree*). Topologi *tree* dapat mengatasi kekurangan topologi *bus* yang disebabkan persoalan *broadcast traffic*, dan kekurangan topologi *star* yang disebabkan oleh keterbatasan kapasitas *port*.

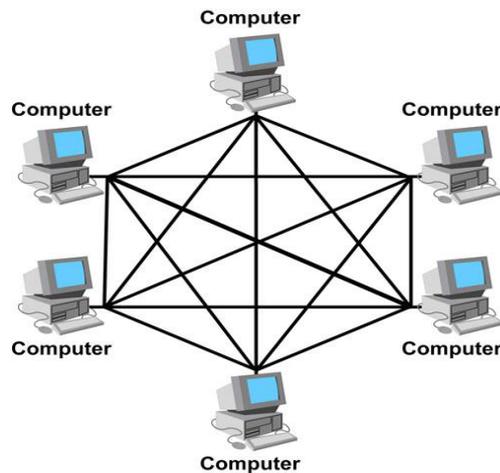


Gambar 2.16. Topologi *Tree*

(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

e) Topologi *Mesh*

Topologi *mesh* dapat dikenali dengan hubungan *point to point* atau satu-satu ke setiap komputer. Setiap komputer terhubung ke komputer lain melalui kabel, bisa menggunakan kabel *coaxial*, *twisted pair*, bahkan serat optik. Topologi *mesh* sangat jarang diimplementasikan. Selain rumit juga sangat boros kabel. Apabila jumlah komputer semakin banyak maka instalasi kabel jaringan akan semakin rumit juga. Topologi *mesh* cocok digunakan pada jaringan yang sangat kritis. Pada awalnya jaringan *mesh* dikembangkan untuk keperluan militer, barangkali pusat kontrol senjata nuklir menggunakan topologi ini. Apabila salah satu atau beberapa kabel putus masih tersedia rute alternatif melalui kabel yang lain.



Gambar 2.17. Topologi Mesh
(www.ilmukomputer.com, diakses 24 Mei 2014)

2.9.2 IP Address (*Internet Protocol*)

IP address digunakan sebagai alamat dalam hubungan antar host di internet sehingga merupakan sebuah sistem komunikasi yang universal karena merupakan metode pengalamatan yang telah diterima di seluruh dunia. Dengan menentukan *IP address* berarti kita telah memberikan identitas yang universal bagi setiap interadce komputer. Jika suatu komputer memiliki lebih dari satu interface (misalkan menggunakan dua *ethernet*) maka kita harus memberi dua *IP address* untuk komputer tersebut masing-masing untuk setiap *interfacenya*.

2.9.2.1 Format *IP Address*

IP address terdiri dari bilangan biner 32 bit yang dipisahkan oleh tanda titik setiap 8 bitnya. Tiap 8 bit ini disebut sebagai oktet. Bentuk *IP address* dapat dituliskan sebagai berikut: xxxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx Jadi *IP address* ini mempunyai range dari 00000000.00000000.00000000.00000000 sampai 11111111.11111111.11111111.11111111. Notasi *IP address* dengan bilangan biner seperti ini susah untuk digunakan, sehingga sering ditulis dalam 4 bilangan desimal yang masing-masing dipisahkan oleh 4 buah titik yang lebih dikenal dengan notasi desimal bertitik. Setiap bilangan desimal merupakan nilai

dari satu oktet IP address. Contoh hubungan suatu IP address dalam format biner dan desimal:

Tabel 2.5 Format IP Address

Desimal	192	168	10	20
Biner	11000000	10101000	1010	10100

2.9.2.2 Pembagian Kelas IP Address

Jumlah IP address yang tersedia secara teoritis adalah $255 \times 255 \times 255 \times 255$ atau sekitar 4 milyar lebih yang harus dibagikan ke seluruh pengguna jaringan internet di seluruh dunia. Pembagian kelas-kelas ini ditujukan untuk mempermudah alokasi IP Address, baik untuk host/jaringan tertentu atau untuk keperluan tertentu.

IP Address dapat dipisahkan menjadi 2 bagian, yakni bagian *network* (net ID) bagian *host* (host ID). Net ID berperan dalam identifikasi suatu *network* dari *network* yang lain, sedangkan host ID berperan untuk identifikasi *host* dalam suatu *network*. Jadi, seluruh *host* yang tersambung dalam jaringan yang sama memiliki net ID yang sama. Sebagian dari bit-bit bagian awal dari IP Address merupakan *network bit/network number*, sedangkan sisanya untuk *host*. Garis pemisah antara bagian *network* dan *host* tidak tetap, bergantung kepada kelas *network*. IP address dibagi ke dalam lima kelas, yaitu kelas A, kelas B, kelas C, kelas D dan kelas E. Perbedaan tiap kelas adalah pada ukuran dan jumlahnya. Contohnya IP kelas A dipakai oleh sedikit jaringan namun jumlah host yang dapat ditampung oleh tiap jaringan sangat besar. Kelas D dan E tidak digunakan secara umum, kelas D digunakan bagi jaringan multicast dan kelas E untuk keperluan eksperimental. Perangkat lunak *Internet Protocol* menentukan pembagian jenis kelas ini dengan menguji beberapa bit pertama dari IP Address. Penentuan kelas ini dilakukan dengan cara berikut:

a) Kelas A

Bit pertama *IP address* kelas A adalah 0, dengan panjang net ID 8 bit dan panjang host ID 24 bit. Jadi byte pertama IP address kelas A mempunyai range dari 0-127. Jadi pada kelas A terdapat 127 network dengan tiap network dapat menampung sekitar 16 juta host ($255 \times 255 \times 255$). IP address kelas A diberikan untuk jaringan dengan jumlah host yang sangat besar, IP kelas ini dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini:

Tabel 2.6 IP Address Kelas A

0-127	0-255	0-255	0-255
0nnnnnnn	hhhhhhhh	hhhhhhhh	hhhhhhhh

b) Kelas B

Dua bit *IP Address* kelas B selalu di set 10 sehingga byte pertama selalu bernilai antara 128-191. *Network ID* adalah 16 bit pertama dan 16 bit sisanya adalah host ID sehingga kalau ada komputer mempunyai IP address 192.168.26.161, network ID = 192.168 dan host ID = 26.161. Pada IP address kelas B ini mempunyai range IP dari 128.0.xxx.xxx sampai 191.155.xxx.xxx, yakni berjumlah 65.255 network dengan jumlah host tiap network 255 x 255 host atau sekitar 65 ribu host.

Tabel 2.7 IP Address Kelas B

128-191	0-255	0-255	0-255
10nnnnnn	nnnnnnnn	Hhhhhhhh	hhhhhhhh

c) **Kelas C**

IP Address kelas C mulanya digunakan untuk jaringan berukuran kecil seperti LAN. Tiga bit pertama *IP Address* kelas C selalu di set 111. *Network ID* terdiri dari 24 bit dan host ID 8 bit sisanya sehingga dapat terbentuk sekitar 2 juta network dengan masing-masing network memiliki 256 host.

Tabel 2.8 *IP Address* Kelas C

192-223	0-255	0-255	0-255
110nnnnnn	nnnnnnnn	nnnnnnnn	hhhhhhh

d) **Kelas D**

IP Address kelas D digunakan untuk keperluan multicasting. 4 bit pertama *IP Address* kelas D selalu di set 1110 sehingga byte pertamanya berkisar antara 224-247, sedangkan bit-bit berikutnya diatur sesuai keperluan multicasting group yang menggunakan *IP Address* ini. Dalam multicasting tidak dikenal istilah *Network ID* dan *Host ID*.

e) **Kelas E**

IP address kelas E tidak diperuntukkan untuk keperluan umum. 4 bit pertama *IP address* kelas ini di set 1111 sehingga byte pertamanya berkisar antara 248-255.

Sebagai Tambahan dikenal juga istilah *network prefix*, yang digunakan untuk *IP Address* yang menunjuk bagian jaringan. Penulisan *network prefix* adalah dengan tanda slash “/” yang diikuti angka yang menunjukkan panjang *network prefix* ini dalam bit. Misal untuk menunjuk satu network kelas B 192.168.xxx.xxx digunakan penulisan 192.168/16. Angka 16 ini merupakan panjang bit untuk *network prefix* kelas B.

2.9.2.3 Address Khusus

Selain *address* yang dipergunakan untuk mengenal *host*, ada beberapa jenis *address* yang digunakan untuk keperluan khusus dan tidak boleh digunakan untuk mengenal *host*. *Address* tersebut adalah:

a) *Network Address*

Address ini digunakan untuk mengenali suatu *network* pada jaringan Internet. Misalkan untuk *host* dengan IP Address kelas B 192.168.9.35. Tanpa memakai subnet *network* ini adalah 192.168.0.0. *Address* ini didapat dengan membuat seluruh bit *host* pada 2 segmen terakhir menjadi 0. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan informasi *routing* pada Internet. *Router* cukup melihat *network address* (192.168) untuk menentukan ke *router* mana datagram tersebut harus dikirimkan. Analoginya mirip dengan dalam proses pengantaran surat, petugas penyortir pada kantor pos cukup melihat kota tujuan pada alamat surat (tidak perlu membaca seluruh alamat) untuk menentukan jalur mana yang harus ditempuh surat tersebut.

b) *Broadcast Address*

Address ini digunakan untuk mengirim/menerima informasi yang harus diketahui oleh seluruh *host* yang ada pada suatu *network*. Seperti diketahui, setiap datagram IP memiliki *header* alamat tujuan berupa *IP Address* dari *host* yang akan dituju oleh datagram tersebut. Dengan adanya alamat ini, maka hanya *host* tujuannya saja yang memproses datagram tersebut, sedangkan *host* lain akan mengabaikannya. Bagaimana jika suatu *host* ingin mengirim datagram kepada seluruh *host* yang ada pada *network*nya? Tidak efisien jika ia harus membuat replikasi datagram sebanyak jumlah *host* tujuan. Pemakaian *bandwidth* akan meningkat dan beban kerja *host* pengirim bertambah, padahal isi datagram-datagram tersebut sama. Oleh karena itu, dibuat konsep *broadcast address*. *Host* cukup mengirim ke alamat *broadcast*, maka seluruh *host* yang ada pada *network* akan menerima datagram tersebut. Konsekuensinya, seluruh *host* pada *network* yang sama harus memiliki *broadcast address* yang sama dan *address* tersebut tidak boleh digunakan sebagai IP Address untuk *host* tertentu.

Jadi, sebenarnya setiap *host* memiliki 2 address untuk menerima datagram pertama adalah *IP Address* nya yang bersifat unik dan kedua adalah *broadcast address* pada network tempat *host* tersebut berada. *Broadcast address* diperoleh dengan membuat bit-bit *host* pada *IP Address* menjadi 1. Jadi, untuk *host* dengan *IP address* 192.168.9.35 atau 192.168.240.2, *broadcast address*nya adalah 192.168.255.255 (2 segmen terakhir dari *IP Address* tersebut dibuat berharga 11111111.11111111, sehingga secara desimal terbaca 255.255). Jenis informasi yang di *broadcast* biasanya adalah *routing*.

c) ***Multicast Address***

Kelas address A, B dan C adalah address yang digunakan untuk komunikasi antar *host*, yang menggunakan datagram-datagram *unicast*. Artinya, datagram/paket memiliki address tujuan berupa satu *host* tertentu. Hanya *host* yang memiliki *IP Address* sama dengan *destination address* pada datagram yang akan menerima datagram tersebut, sedangkan *host* lain akan mengabaikannya. Jika datagram ditujukan untuk seluruh *host* pada suatu jaringan, maka *field* address tujuan ini akan berisi alamat *broadcast* dari jaringan yang bersangkutan. Dari dua mode pengiriman ini (*unicast* dan *broadcast*), muncul pula mode ke tiga. Diperlukan suatu mode khusus jika suatu *host* ingin berkomunikasi dengan beberapa *host* sekaligus (*host group*), dengan hanya mengirimkan satu datagram saja. Namun berbeda dengan mode *broadcast*, hanya *host-host* yang tergabung dalam suatu group saja yang akan menerima datagram ini, sedangkan *host* lain tidak akan terpengaruh. Oleh karena itu, dikenalkan konsep *multicast*. Pada konsep ini, setiap *group* yang menjalankan aplikasi bersama mendapatkan satu *multicast address*. Struktur kelas *multicast address* dapat dilihat pada Gambar berikut.

Tabel 2.9 Struktur *IP Address* Kelas *Multicast Address*

224-239	0-255	0-255	0-255
1110nnnnn	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx

Untuk keperluan *multicast*, sejumlah *IP address* dialokasikan sebagai *multicast address*. Jika struktur *IP address* mengikuti bentuk 1110xxxx.xxxxxxxxxxxxxxxxxx (bentuk desimal 224.0.0.0 sampai 239.255.255.255), maka *IP Address* merupakan *multicast address* an untuk keperluan *group*, bukan untuk *host* seperti pada kelas A, B dan C. Anggotagroup adalah *host-host* yang ingin bergabung dalam *group* tersebut. Anggota ini juga tidak terbatas pada jaringan di satu *subnet*, namun bisa mencapai seluruh dunia. Karena menyerupai suatu *backbone*, maka jaringan *muticast* ini dikenal pula sebagai *multicast backbone* (Mbone).

2.9.2.4 Aturan Dasar Pemilihan *Network ID* dan *Host ID*

Berikut adalah aturan-aturan dasar dalam menentukan *network ID* dan *host ID* yang digunakan:

1. *Network ID* tidak boleh sama dengan 127
Network ID sebagai *default* digunakan sebagai alamat *loopback* yakni *IP address* yang digunakan oleh suatu komputer untuk menunjuk dirinya sendiri.
2. *Network ID* dan *host ID* tidak boleh sama dengan 255.
Network ID atau *host ID* 255 akan diartikan sebagai alamat broadcast. ID ini merupakan alamat yang mewakili seluruh jaringan.
3. *Network ID* dan *host ID* tidak boleh sama dengan 0
IP address dengan *host ID* 0 diartikan sebagai alamat *network* digunakan untuk menunjuk suatu jaringn bukan suatu host.
4. *Host ID* harus unik dalam suatu *network*
 Dalam suatu *network* tidak boleh ada dua host yang memiliki *host ID* yang sama.

2.9.2.5 *Subnetting*

Untuk alasan yang menyangkut efisiensi *IP address*, mengatasi topologi *network* dan organisasi, *network administrator* biasanya melakukan *subnetting*. Esensi dari *subnetting* adalah memindahkan barisan pemisah antara bagian *network* dan *host* dari suatu *IP address*. Beberapa bit dari *host* dialokasikan

menjadi bit tambahan pada bagian *network*. *Address* satu network menurut struktur baku dipecah menjadi beberapa *subnetwork*. Cara ini menciptakan *network* tambahan, tetapi mengurangi jumlah maksimum *host* yang ada dalam tiap network tersebut.

Subnetting juga dilakukan untuk mengatasi perbedaan hardware dan media fisik yang digunakan dalam suatu network. Router IP dapat mengintegrasikan berbagai network dengan media fisik yang berbeda hanya jika setiap network memiliki address network yang unik. Selain itu, dengan subnetting, seorang Network Administrator dapat mendelegasikan pengaturan *host address* seluruh departemen dari suatu perusahaan besar kepada setiap departemen, untuk memudahkannya dalam mengatur keseluruhan network.

Suatu subnet didefinisikan dengan mengimplementasikan masking bit (subnet mask) kepada IP Address. Struktur subnet mask sama dengan struktur IP Address, yakni terdiri dari 32 bit yang dibagi atas 4 segmen. Bit-bit dari IP Address yang “ditutupi” (masking) oleh bit-bit subnet mask yang aktif dan bersesuaian akan diinterpretasikan sebagai network bit. Bit 1 pada *subnet mask* berarti mengaktifkan masking (on), sedangkan bit 0 tidak aktif (off). Sebagai contoh kasus, mari kita ambil satu IP Address kelas A dengan nomor 44.132.1.20. Ilustrasinya dapat dilihat Tabel berikut:

Tabel 2.10 Subnetting 16 bit Pada IP Address Kelas A

44	132	1	20
00101100	10000100	00000001	00010100

IP Address

255	255	0	0
11111111	11111111	00000000	00000000

Subnet Mask

44	132	0	0
00101100	10000100	00000000	00000000

Network Address

44	132	255	255
00101100	10000100	11111111	11111111

Broadcast Address

Dengan aturan standar, nomor *network IP address* ini adalah 44 dan nomor *host* adalah 132.1.20. *Network* tersebut dapat menampung maksimum lebih dari 16 juta *host* yang terhubung langsung. Misalkan pada *address* ini akan diimplementasikan subnet mask sebanyak 16 bit 255.255.0.0 (Hexa = FF.FF.00.00 atau biner = 11111111.11111111.00000000.00000000). perhatikan bahwa pada 16 bit pertama dari subnet tersebut berharga 1, sedangkan 16 bit berikutnya 0. Dengan demikian, 16 bit pertama dari suatu IP Address yang dikenakan subnet mask tersebut akan dianggap sebagai network bit. Nomor network akan berubah menjadi 44.132 dan nomor host menjadi 1.20. Kapasitas maksimum host yang langsung terhubung pada network menjadi sekitar 65 ribu host.

Subnet mask di atas identik dengan standard IP Address kelas B. Dengan menerapkan subnet mask tersebut pada satu network kelas A, dapat dibuat 256 network baru dengan kapasitas masing-masing subnet setara network kelas B. Penerapan subnet yang lebih jauh seperti 255.255.255.0 (24 bit) pada kelas A akan menghasilkan jumlah network yang lebih besar (lebih dari 65 ribu network) dengan kapasitas masing-masing subnet sebesar 256 host. Network kelas C juga dapat dibagi-bagi lagi menjadi beberapa subnet dengan menerapkan subnet mask yang lebih tinggi seperti untuk 25 bit (255.255.255.128), 26 bit (255.255.255.192), 27 bit (255.255.255.224) dan seterusnya.

Subnetting dilakukan pada saat konfigurasi interface. Penerapan subnet mask pada IP Address akan mendefinisikan 2 buah address baru, yakni Network Address dan Broadcast Address. Network address didefinisikan dengan menset seluruh bit host berharga 0, sedangkan broadcast address dengan menset bit host berharga 1. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, network address adalah alamat network yang berguna pada informasi routing. Suatu host

yang tidak perlu mengetahui address seluruh host yang ada pada network yang lain. Informasi yang dibutuhkannya hanyalah address dari network yang akan dihubungi serta gateway untuk mencapai network tersebut. Ilustrasi mengenai subnetting, network address dan broadcast address dapat dilihat pada Tabel di bawah. Dari tabel dapat disimpulkan bagaimana nomor network standard dari suatu IP Address diubah menjadi nomor subnet / subnet address melalui subnetting.

Tabel 2.11 Beberapa Kombinasi IP Address, Netmask dan Network Number

IP Address	Network Address Standard	Subnet Mask	Interpretasi	Broadcast Address
44.132.1.20	44.0.0.0	255.255.0.0 (16 bit)	Host 1.20 pada subnet 44.132.0.0	44.132.255.255
80.150.2.3	81.0.0.0	255.255.255.0 (24 bit)	Host 3 pada subnet 81.50.2.0	81.50.2.255
192.168.2.100	192.168.0.0	255.255.255.128 (25 bit)	Host 100 pada subnet 192.168.2.0	192.168.2.127
192.168.2.130	192.168.0.0	255.255.255.192 (26 bit)	Host 130 pada subnet 192.168.2.128	192.168.2.191

Subnetting hanya berlaku pada network lokal. Bagi network di luar network lokal. Nomor network yang dikenali tetap nomor network standar menurut kelas *IP address*.