BAB II

Teori Penunjang

2.1 Komunikasi data

Komunikasi data merupakan suatu proses dari komunikasi informasi dalam bentuk *binary* antara dua titik atau lebih. Komunikasi data biasa disebut komunikasi komputer karena banyak dari pertukaran informasi saat ini dilakukan antar komputer, atau komputer dengan peralatan lainnya seperti printer, kamera dan media lainnya.

Kekuatan data berasal dari pasangan simbol 1 dan 0 atau suatu karakter yang mewakili sinyal informasi. Komunikasi data modern termasuk juga penggunaan listrik atau peralatan elektronik untuk komunikasi informasi dalam bentuk simbol atau karakter antara 2 titik. Karena semua listrik, gelombang radio, dan gelombang cahaya adalah bentuk dari energi gelombang elektromagnetik.

Selanjutnya perkembangan sistem komunikasi data diperlukan pada penggunaan elektronik komputer yang diperkenalkan pada tahun 1950-an. Komputer sistem saat itu berkemampuan untuk menyimpan data dalam jumlah besar dan memprosesnya secara cepat dan terus berkembang sampai saat ini yang digunakan untuk menghubungkan komputer lainnya dalam satu komunitas yang saling terkoneksi dan dapat melakukan pertukaran data, memproses dan membuat cetakan di atas kertas secara cepat dan akurat.

2.2 Transmisi data

Umumnya data dipindahkan antara komputer dan sambungannya melalui perubahan arus dan tegangan pada sebuah kabel atau kanal. Seperti perpindahan yang disebut paralel adalah jika satu kelompok dari bit bergerak di atas beberapa saluran secara bersamaan dan disebut serial jika bit bergerak satu demi satu diatas satu saluran.

Pada paralel transmisi, setiap bit akan bergerak di saluran kabelnya sendiri. Signal tersebut disebut *clock*, ada saluran kabel tambahan lain yang memberikan tanda ke penerima saat semua bit telah diterima sesuai dengan yang dikirimkan. Transmisi ini biasa digunakan pada jarak dekat dan waktu tempuh (pancaran dan penerima) yang relatif singkat dan cepat.

Sedangkan serial transmisi digunakan untuk jarak jauh yang biasa disebut sinkronisasi karena ketepatan waku pada pengiriman atau penerimaan dari tiap bit yang ditentukan sebelum mengirim atau menerima. Dalam hal ini sistem transmisi yang akan dianalisa adalah sistem transmisi yang menggunakan kabel koaksial dan gelombang mikro (*microwave*).

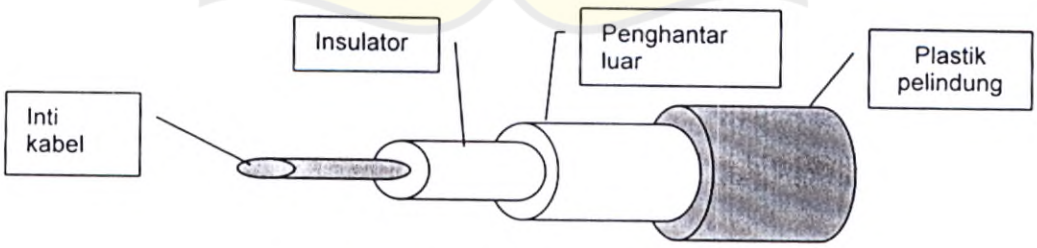
2.2.1 Kabel koaksial

Kabel kaoksial adalah salah satu media transimisi yang menggunakan kabel untuk menyalurkan data ke tujuan. Kabel koaksial memilki perlindungan yang lebih baik dibanding dengan twisted pair, sehingga kabel tersebut bisa digunakan untuk

jarak yang lebih jauh pada kecepatan yang tinggi. Terdapat dua jenis kabel koaksial sangat sering dipakai. Pertama, kabel 50–ohm sering dipakai untuk transmisi digital dan merupakan bahasan bagian skripsi ini. Kable lainnya kabel 75 ohm sering digunakan untuk transmisi analog.

Kabel koaksial terdiri dari kawat tembaga keras sebagai intinya, dikelilingi oleh suatu bahan isolasi. Isolator ini dibungkus oleh konduktor silindris, yang sering kali berbentuk jalinan anyaman. Konduktor luas ditutup dalam sarung plastik protektif. Bentuk irisan kabel koaksial dapat dilihat pada gambar 2.1.

Konstruksi dan lapisan kabel koaksial memberikan kombinasi yang baik antara lebar pita yang besar dan imunitas derau yang istimewa. Lebar pita tergantung panjang kabel. Untuk kabel yang panjangnya 1 km, laju data 1 sampai 2 Gbps. Kabel yang lebih panjang pun sebenarnya bisa digunakan, akan tetapi hanya akan mencapai laju data yang lebih rendah atau perlu menggunakan amplifier periodik. Kabel koaksial banyak digunakan pada sistem telepon, tetapi saat ini untuk jarak yang jauh telah digantikan oleh serat optik. Walaupun demikian, kabel koaksial banyak dipakai untuk televisi kabel dan sebagian LAN.



Gambar 2.1 kabel koaksial

2.2.2 Gelombang mikro (Microwave)

Di atas 100 MHz, gelombang menjalar dengan garis lurus sehingga arahnya dapat difokuskan. Pemusatan semua energi menjadi pancaran (*beam*) kecil menggunakan antena parabola (seperti piringan TV satelit) memberikan rasio yang lebih tinggi, tetapi antena yang mengirim dan menerima harus diatur jaraknya. Selain itu, direksionalitas ini mengijinkan beberapa transmiter membentuk sebuah barisan untuk berkomunikasi dengan beberapa transmiter lainnya yang ada dalam barisan dengan tanpa mengalami interferensi. Sebelum ditemukan serat optik, untuk beberapa dekade gelombang mikro menjadi jantung sistem transmisi telepon interlokal.

Karena gelombang mikro menjalar dengan garis lurus, maka bila menaranya terlalu berjauhan, bumi akan meredam gelombang tersebut. Akibatnya, diperlukan *repeater-repeater* secara periodik. Semakin tinggi menara, semakin jauh jarak yang bisa dicapainya. Jarak antarea dua *repeater* kurang lebih akar kuadrat tinggi menara. Untuk menara dengan tinggi 100 m, *repeater* dapat berjarak 80 Km.

Tidak seperti gelombang radio berfrekuensi rendah, gelombang mikro tidak dapat menembus ruangan dengan baik. Selain itu, walaupun *beam* dapat difokuskan dengan baik pada transmiter, masih terjadi divergensi di udara. Sebagian gelombang direfraksikan ke lapisan atmosfer bawah dan memerlukan waktu sedikit lebih lama dibanding gelombang langsung. Geloambang yang mengalami *delay* itu dapat tiba di luar fasenya dengan gelombang langsung dan sehingga menghapus sinyalnya. Efek ini disebut *multipath fading* dan sering kali merupakan masalah yang serius. Efek ini

ditentukan oleh cuaca dan frekuensi gelomabng. Sebagian operator menyediakan 10 persen kanal-kanalnya dalam keadaan tidak berfungsi sebagai cadangan yang bisa digunakan bila *multipath fading* menyapu bersih sebagian pita frekuensi secara temporer.

Kebutuhan untuk memakai spektrum yang terus-menerus berfungsi untuk mempertahankan terjadinya peningkatan teknologi, sehingga transmisi dapat tetap menggunakan frekuensi-frekuensi yang lebih tinggi. Saat ini pita sampai 10 GHz secara rutin digunakan. Tetapi pada frekuensi 8 GHz terjadi suatu masalah baru: absorpsi oleh air. Gelombang ini hanya memiliki panjang gelombang beberapa cm dan diabsorpsi oleh hujan. Efek ini tidak akan mengganggu bila membangun oven gelombang mikro yang sangat besar di luar ruangan. Tetapi untuk komunikasi, hal ini merupakan masalah besar. Seperti halnya *multipath fading*, penyelesaian satu-satunya adalah untuk memutuskan *link* yang terkena air hujan dan membuat *route* di sekitarnya.

Dapat diringkaskan, kominukasi gelombang mikro banyak digunakan untuk komunikasi telepon jarak jauh, telepon seluler, siaran televisi, dan lain-lain. Akibatnya, hal tersebut menyebabkan kurangnya spektrum. Gelombang mikro memiliki berbagai keuntungan dibandingkan dengan serat. Salah satu keuntungannya yang utama adalah tidak diperlukan *right of way* (hak untuk mengikuti jalur yang telah ditentukan ketika melintasi tanah milik orang lain, penerjemah). Dengan

membeli sebidang tanah setiap 50 km dan mendirikan sebuah menara di atasnya, yang dapat membypass sistem telepon dan komunikasi secara langsung.

Gelombang mikro juga relatif murah. Pembuatan dua buah menara sederhana (mungkin hanya berbentuk tiang besar dengan empat buah kawat) dan pemasangan antena pada masing-masing menaranya akan lebih murah dibandingkan dengan biaya menanam 50 km serat yang melintasi daerah perkotaan yang padat atau harus mendaki ke puncak bukit. Dan juga lebih murah dibanding harus menyewa serat milik perusahaan telepon.

Selain digunakan untuk keperluan transmisi jarak jauh, gelombang mikro juga memiliki manfaat penting lainnya, dinamakan pita Industri/Ilmiah/Medis. Pita-pita ini mempunyai sebuah perkecualian dalam hukum lisensinya: transmiter yang menggunakan pita ini tidak memerlukan izin pemerintah. Satu pita dialokasikan untuk seluruh dunia: 2,400-2,484 GHz. Di Amerika Serikat dan Canada terdapat juga pita-pita 902-928 MHz, dan 5,725-5,859 GHz. Pita-pita frekuensi tersebut digunakan untuk keperluan telepon tanpa kabel (*cordless*), pembuka pintu garasi, speaker hifi tanpa kabel, gerbang keamanan, dan lain-lain. Pita 900 MHz bekerja sangat baik tapi sudah sangat padat dan peralatan yang menggunakan frekuensi ini hanya bisa dioperasikan di Amerika Utara saja. Pita-pita yang tinggi membutuhkan peralatan elektronis yang lebih mahal dan dapat terkena interferensi oleh *oven microwave* dan instalasi radar. Akan tetapi, pita-pita tersebut sangat populer untuk pemakaian dalam

jaringan tanpa kabel jarak dekat, karena pita frekuensi tersebut dapat menghindari masalah yang berhubungan dengan lisensi.

2.3 Protokol

Protokol adalah sekumpulan aturan yang harus ditaati dua stasiun (komputer atau terminal) sehingga data dapat dikirimkan dari satu stasiun ke stasiun yang lain. Protokol juga berisi aturan-aturan penyesuian detak pada penerima, untuk menentukan stasiun mana yang mempunyai kendali atas sambungan, untuk mendeteksi kesalahan dan untuk mengatur aliran data. Protokol harus meyakinkan bahwa tidak sembarang data boleh mirip dengan pola penyesuaian. Dalam suatu jaringan sering dijumpai lebih dari satu aras protokol. Aras terendah berkaitan dengan perangkat keras, dimana sekumpulan aturan diperlukan untuk menentukan bagaimana data dapat dikirimkan dari terminal atau komputer ke jalur komunikasi dan sebaliknya. Antarmuka aras rendah tidak menyediakan fasilitas untuk mendeteksi kesalahan. Aras protokol yang lebih tinggi harus menyakinkan bahwa data yang diterima oleh suatu terminal tidak mengandung kesalahan, juga memberikan kendali aliran data; ini untuk menyakinkan bahwa aliran data lewat jaringan berjalan dengan mulus, tidak ada beban lebih di sepanjang jaringan, dan stasiun pengirim tidak mengirimkan data dengan kecepatan yang lebih tinggi dibanding kecepatan stasiun penerima.

Protokol *half-duplex* adalah protokol yang dapat mengirim pesan dan menerima pesan secara bergantian, pada umumnya juga ditujukan sebagai penghenti dan penunggu protokol. Hal ini karena transmisi di satu arah harus berhenti sebelum datang transmisi dari arah yang berlawanan.

Protokol *full-duplex* adalah protokol yang mengirimkan pesan kedua arah baik sebagai pemancar maupun sebagai penerima secara serentak, dan memungkinkan mempunyai lebih dari satu pesan dalam satu kanal dalam kurun waktu yang sama.

2.4 Jaringan paket

Jaringan paket adalah suatu jenis yang khusus dari jaringan data berisi *node-node* yang cerdas. Fungsi jaringan paket pada VoIP ini adalah untuk mengirimkan data terpisah namun pada tujuan yang sama, jadi data dikirim secara terpisah, di paketkan dan di tempat tujuan akan disusun kembali dengan mengontrol apakah ada data yang tidak terkirim, jika ada data yang tidak terkirim maka data tersebut akan dikirim kembali melalui TCP/IP. Jaringan paket memiliki karakteristik umum sebagai berikut :

- Sebelum melakukan transmisi, tiap pesan data dibagi ke dalam blok-blok pendek dari kepanjangan maksimal yang khusus. Tiap blok dilengkapi dengan sebuah *header* / kepala data yang berisi alamat dan bingkai informasi. Tiap paket menjadi

lapangan informasi bagi sebuah transmisi di tingkat protokol sambungan yang biasanya berisi kemampuan mengontrol kesalahan.

- Paket ini bergerak sangat cepat dari *node* satu ke *node* yang lain, sampai dalam suatu pecahan detik di akhir tujuan mereka.
- Komputer *node* tidak menyimpan data. Pesan-pesan dilupakan dengan kiriman *node* setelah *node* berikutnya mengecek suatu kesalahan (jika diminta) dan menjawab penerimaan.

2.4.1 TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol)

Protokol ini sangat dikenal di kalangan praktisi jaringan komunikasi data, karena protokol ini sangat mudah didapatkan dan dipelajari. Pada prakteknya protokol ini digunakan untuk aplikasi internet, yaitu media pertukaran informasi dan data tanpa batas jarak dan waktu.

TCP/IP adalah sekelompok protokol yang mengatur komunikasi data komputer di internet. Komputer-komputer yang terhubung ke internet berkomunikasi menggunakan protokol ini. Karena menggunakan bahasa yang sama, yaitu protokol TCP/IP, perbedaan jenis komputer dan sistem operasi tidak menjadi masalah. Komputer PC dengan sistem operasi windows dapat berkomunikasi dengna komputer Macintosh atau dengan Sun yang menjalankan solaris. Jadi, jika sebuah komputer menggunakan protokol TCP/IP dan terhubung langsung ke internet, maka komputer

tersebut dapat berhubungan dengan komputer di belahan dunia manapun yang juga terhubung ke internet.

Perkembangan TCP/IP yang diterima luas dan praktis menjadi standar de-facto jaringan komputer berkaitan dengan ciri-ciri yang terdapat pada protokol itu sendiri.

- Protokol TCP/IP dikembangkan menggunakan standar protokol yang terbuka.
- Standar protokol TCP/IP dalam bentuk Request For Comment (RFC) dapat diambil oleh siapapun.
- TCP/IP dikembangkan dengan tidak tergantung pada sistem operasi atau perangkat keras tertentu.
- Pengembangan TCP/IP dilakukan dengan konsensus dan tidak tergantung pada vendor tertentu.
- TCP/IP independen terhadap perangkat keras jaringan dan dapat dijalankan pada jaringan Ethernet, token ring, jalur telepon dial-up, jaringan X.25 dan praktis jenis media transmisi apapun.
- Pengalamatan TCP/IP bersifat unit dalam skala global. Dengan cara ini, komputer dapat saling terhubung walaupun jaringannya seluas internet sekarang ini.
- TCP/IP memilki fasilitas routing yang memungkinkan sehingga dapat diterapkan pada internetwork.
- TCP/IP banyak jenis layanan.

2.4.2 Frame Relay

Frame relay merupakan sebuah layanan bagi yang menginginkan cara *bare bones connection oriented* yang mutlak untuk memindahkan bit dari mesin A ke mesin B pada kecepatan yang cukup dengan biaya murah (Smith, 1993). *Frame relay* dibentuk karena terjadinya perubahan teknologi selama dua dekade terakhir ini. Dua puluh tahun yang lalu, komunikasi dengan menggunakan kabel telepon sangat lamban, analog dan tidak andal, juga komputer sangat lamban dan mahal. Sebagai akibatnya, protokol-protokol yang rumit diperlukan untuk menutupi error, dan terlalu mahal untuk dipasang di komputer pengguna agar dapat mengoperasikan tugas tersebut.

Keadaan telah berubah secara radikal. Sekarang saluran telepon sewa sangat cepat, digital, dan andal, komputer juga berprosesor kecepatan tinggi dan tidak mahal lagi. Keadaan ini menyatakan bahwa penggunaan protokol-protokol yang sederhana, dengan kebanyakan pekerjaan diselesaikan oleh para pengguna komputer, daripada oleh jaringan. Ini merupakan lingkungan yang diupayakan oleh *frame relay*.

Frame relay dapat diandaikan sebagai *virtual leased line*. Pelanggan menyewa sebuah *permanent virtual circuit* antara dua titik dan kemudian dapat mengirim *frame-frame* (yaitu paket) sampai 1600 *byte*. Mungkin juga menyewa permanent virtual circuit antara situs tertentu dengan situs-situs lainnya , sehingga masing-masing *frame* membawa sebuah nomor 10-bit yang menyatakan *virtual circuit* mana yang dipakai.

Perbedaan antara *actual leased line* dengan *virtual leased line* adalah bahwa pada yang *actual*, pengguna dapat mengirim lalu lintas data sepanjang hari pada kecepatan maksimum. Sedangkan pada *virtual leased line*, burst data dapat dikirim dengan kecepatan penuh, namun pemakaian rata-rata jangka panjangnya harus berada di bawah kecepatan yang telah ditentukan sebelumnya. Pada gilirannya, *carrier* akan meminta biaya yang lebih sedikit untuk *virtual line* dibanding biaya *physical line*.

Frame relay menyediakan layanan minimal, terutama dalam menentukan cara awal dan akhir masing-masing *frame*, dan deteksi error transmisi. Bila sebuah frame yang buruk diterima, *frame relay* langsung akan membuangnya. Adalah tergantung pengguna untuk menentukan bahwa terdapat *frame* yang hilang dan mengambil tindakan yang diperlukann untuk memperolehnya kembali. Tidak seperti X.25, *frame relay* tidak memberiakn *acknowledgement* atau pengendalian aliran normal. *Frame relay* memiliki sebuah bit pada *header*, akan tetapi ujung sebuah hubungan dapat ditentukan untu memberi tahu ujung lainnya bahwa telah terjadi suatu masalah tertentu. Penggunaan bit ini terserah kepada pengguna.

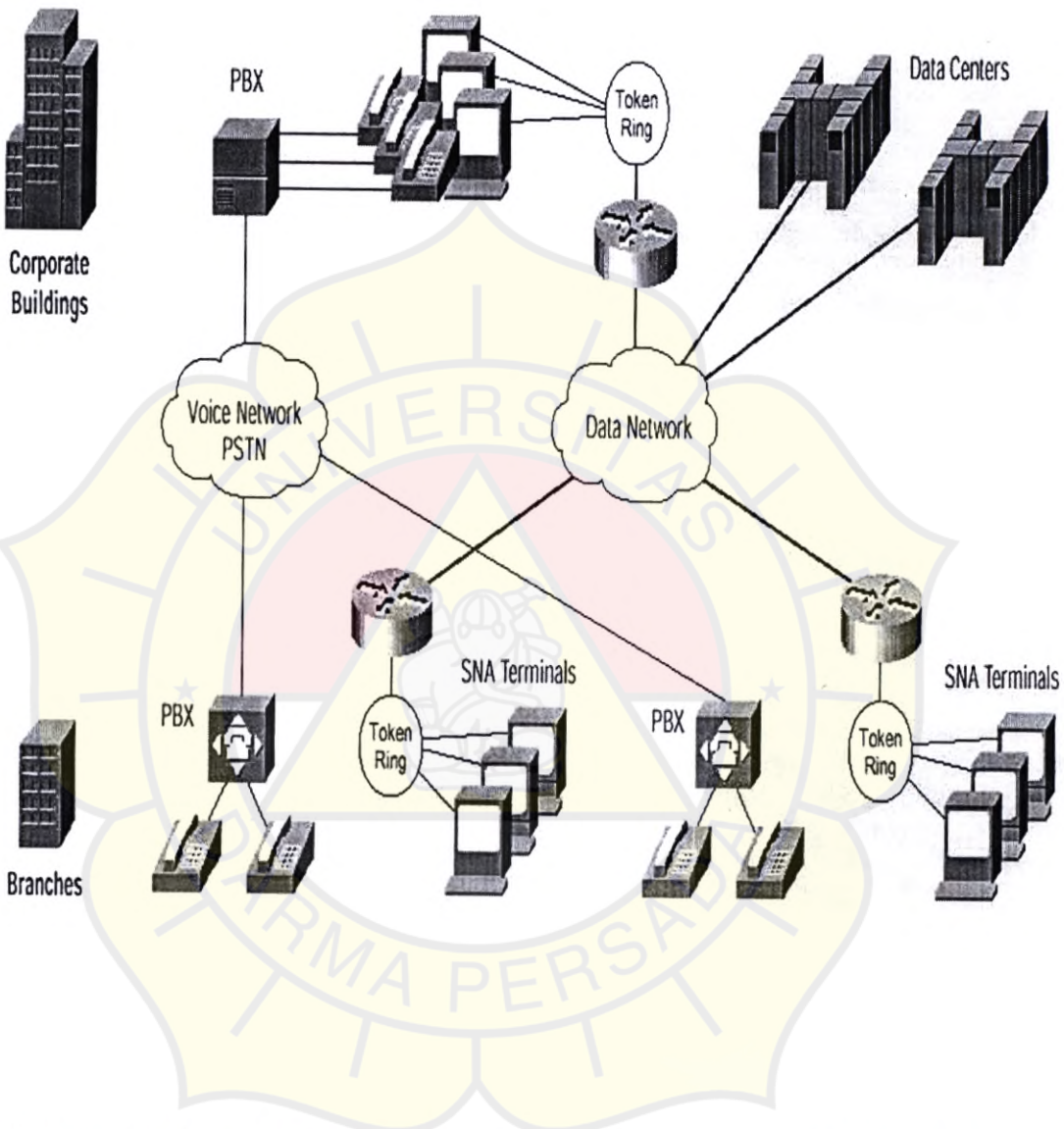
2.5 Penggabungan teknologi suara dan data

Dari sekian banyak jenis data, suara merupakan satu hal yang masih dianggap tidak dapat diintegrasikan secara efisien dan berkualitas tinggi dengan media

komunikasi data yang sudah ada, terutama Internet. Teknik pengiriman suara atau telepon lebih dikenal sebagai *circuit switching*.

Pada dasarnya teknologi *circuit switching* akan mengalokasikan satu jalur tertentu pada jaringan telepon secara khusus untuk komunikasi antara pengirim dan tujuan. Komunikasi suara membutuhkan jaringan *circuit switching*, karena suara sangat rentan terhadap *delay*. *Delay* dapat dihilangkan apabila komunikasi suara dilakukan diatas jaringan *circuit switching* yang akan selalu mengalokasikan satu jalur khusus antara pengirim dan penerima.

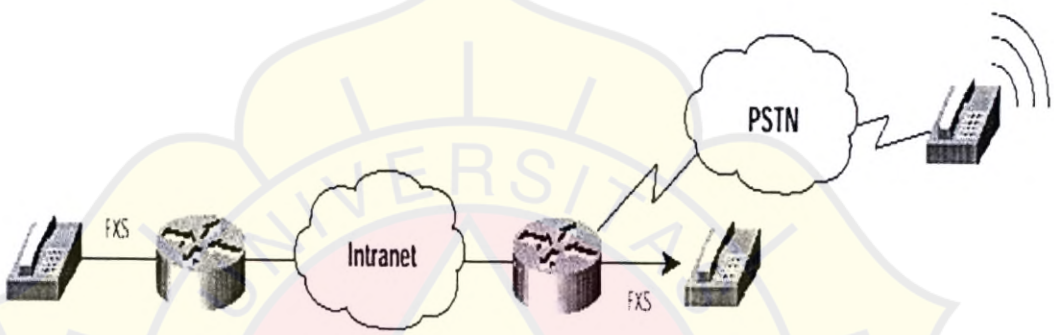
Sedangkan komunikasi data lebih disebut *packet switching*. *Packet switching* lebih efisien dibandingkan dengan *circuit switching* karena teknik ini lebih didasarkan pada penggunaan satu media untuk digunakan secara bersama-sama. Hal ini dilakukan karena secara statistik jarang sekali komunikasi antara pengirim dan penerima akan menggunakan jaringan secara terus-menerus dan komunikasi ini tidak terlalu sensitif akan adanya *delay* di jaringan. Akibatnya, para pengguna jasa komunikasi data tetap memerlukan satu saluran lain (atau digunakan bergantian) yang khusus digunakan untuk melakukan komunikasi suara.



Gambar 2.2 Arsitektur jaringan lama, jaringan data dan suara adalah terpisah

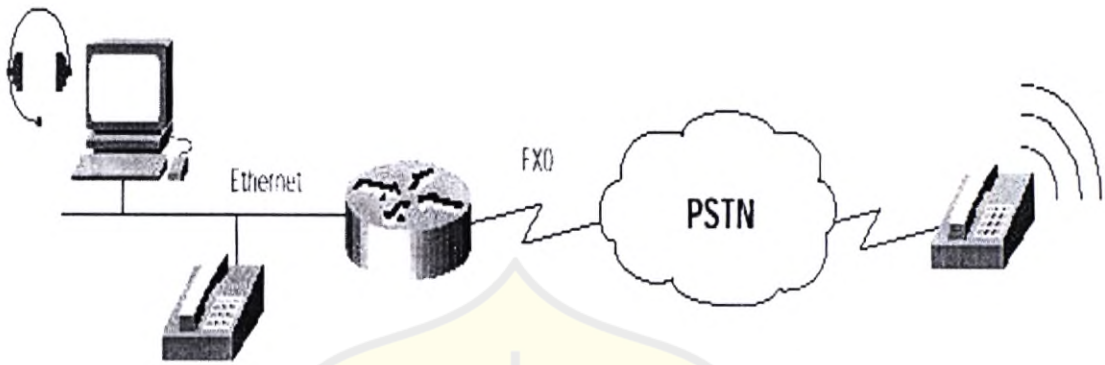
Dari model diatas, muncul pemikiran-pemikiran untuk melakukan integrasi antara komunikasi suara dengan komunikasi data.

Arsitektur jaringan yang menggabungkan komunikasi suara dan data dapat dilihat pada dua gambar berikut :



Gambar 2.3 Gabungan komunikasi suara dan data

Pada arsitektur jaringan di atas, selain kita dapat melakukan pengiriman data, kita juga dapat melakukan pembicaraan telepon dengan lawan bicara yang terletak pada lokasi yang sama, maupun dengan lawan bicara yang terletak pada lokasi yang berbeda, walaupun lawan bicara terhubung ke PSTN (*Public Switch Telephone Network*). Dengan teknologi ini, lawan bicara tidak harus menggunakan telepon tapi juga mampu menggunakan PC, sehingga pengguna tidak lagi dibatasi oleh ruang dan waktu untuk melakukan komunikasi data maupun suara.



Gambar 2.4 Interkoneksi komputer dengan PSTN

Arsitektur baru ini disebut sebagai *IP Telephony*. *IP Telephony* sendiri didefinisikan sebagai teknologi pengiriman suara melalui jaringan data menggunakan *Internet Protocol* (IP). Tentu saja salah satu jaringan data yang dapat digunakan adalah internet.

Perkembangan teknologi *IP Telephony* telah mampu meningkatkan kualitas yang sebelumnya diragukan oleh berbagai kalangan. Kualitas suara yang ditransmisikan melalui jaringan VoIP dapat dibandingkan dengan kualitas suara yang ditransmisikan melalui jaringan telepon biasa. Kualitas ini dapat ditingkatkan karena berkembangnya berbagai teknologi kompresi suara, murahnya harga *Digital Signal Processor* yang menjadi *platform* kompresi data, *bandwidth* yang semakin lebar, dan jaringan yang dirancang dengan baik. Selain itu, VoIP menawarkan berbagai level

kualitas pelayanan (*Quality of Service / QoS*), sehingga ITSP (*IP Telephony Service Provider*) dapat menawarkan berbagai tingkat harga sesuai dengan QoS yang diinginkan pelanggan. Dengan fasilitas ini, ITSP dapat menyesuaikan layanan sesuai dengan target pasar yang ada.

2.6 Tujuh Lapisan Sistem Interkoneksi Terbuka (OSI layer)

Konsep dasar jaringan komputer dalam pertukaran data telah diperkenalkan oleh *International Standard Organization* (ISO) yang dinamakan OSI (*Open System Interconnection*) atau sistem interkoneksi terbuka maksudnya supaya setiap komputer atau terminal yang dihubungkan ke jaringan akan mampu berkomunikasi dengan komputer atau terminal lain yang dihubungkan menggunakan jaringan yang sama maupun berbeda. Sistem interkoneksi terbuka ini mempunyai 7 lapisan yang setiap lapis mempunyai fungsi yang berbeda-beda untuk menyesuaikan hubungan antar komputer yang berbeda, baik dari segi sistem maupun perangkat keras. 7 Lapisan tersebut adalah :

Lapisan 1 : Lapisan Aplikasi

Lapisan ini menyediakan sistem aplikasi atau penyedia bahan sebagai tujuan dari jaringan yang dibentuk. Lapisan ini juga sebagai media komunikasi dengan pengguna (*user*).

Lapisan 2 : Lapisan Penunjukkan (Presentation)

Lapisan ini menerjemahkan kode-kode dari bahasa komputer yang digunakan untuk melakukan komunikasi pada komputer yang berbeda-beda, seperti kode karakter (ASCII), *File syntax*, dan lain sebagainya.

Lapisan 3 : Lapisan Sidang (*Session*)

Lapisan ini membangun dan memelihara komunikasi serta melakukan sinkronisasi antar komputer. Salah satu contoh pada lapisan ini adalah sistem transimisi baik secara *full duplex* dan *half duplex*.

Lapisan 4 : Lapisan Transpor (Transport)

Dalam melakukan hubungan komunikasi dibutuhkan data yang akurat dan mempunyai koreksi dari data yang telah dikirim. Lapisan ini bertanggung jawab untuk mengirim data secara tepat tanpa kesalahan yang berarti dalam melakukan pengiriman data jika terdapat kesalahan maka akan dilakukan pengiriman ulang sampai dipastikan bahwa data sudah sampai di tempat. Contohnya yaitu TCP (*Transport Control Protokol*) dan UDP.

Lapisan 5 : Lapisan Jaringan (Network)

Lapisan ini menentukan alamat dari suatu tempat (*host/client*) dan menentukan arah dan tujuan suatu paket yang dikirim. Contohnya adalah protokol, IP (Internet *Protocol*), dan ICMP.

Lapisan 6 : Lapisan Hubungan Data (*Data Link*)

Lapisan hubungan data berfungsi melakukan organisasi data, mendeteksi kesalahan dan memperkenalkan suatu komputer atau alat yang terkoneksi dengan jaringan melalui alamat MAC (*Media Access Control*). MAC merupakan penamaan suatu alat (*ethernet*) yang diberi identitas oleh perusahaan pembuatnya.

Lapisan 7 : Lapisan fisik (Phyisical)

Lapisan fisik berfungsi untuk menentukan media yang akan digunakan untuk melakukan hubungan komunikasi, antara lain : kabel UTP, koaksial, serat optik, radio, dan lain-lain.

2.7 Bandwitdh

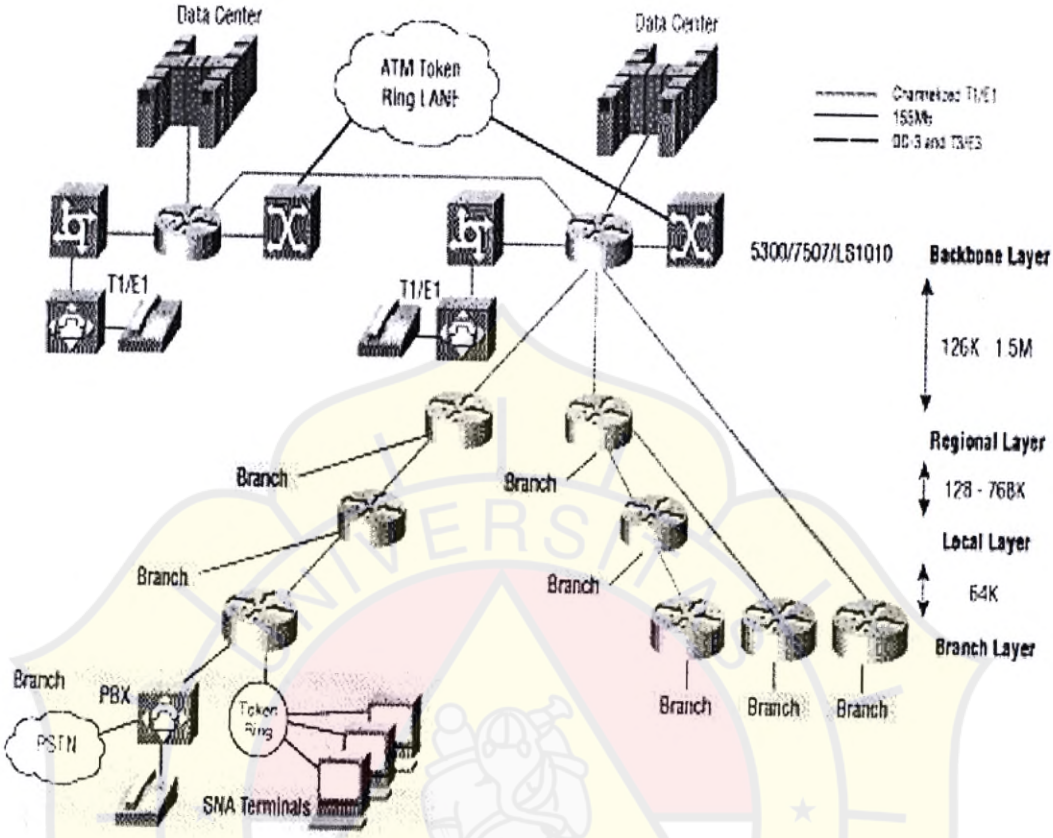
Bandwidth atau lebar pita dari suatu jaringan komunikasi yang tersedia untuk dilewati oleh data maupun suara, semakin besar bandwitdh maka semakin besar kapasitas yang dapat terkirim dan semakin cepat diterima. Hal ini juga berlaku pada VoIP, dengan mengalokasikan bandwitdh ini, maka setiap aliran paket data yang

berisi suara mendapatkan jatah bandwitdh yang tetap dan tidak perlu berkompetisi dengan paket lain.

Pada umumnya, uplink dari tiap router yang spesifik menyediakan 65%-90% dari jumlah total yang ditawarkan oleh downlink bandwidth untuk desain jaringan didasarkan pada data 40 KHz dan suara 24 KHz (2 panggilan per 12 Kbps) per cabangnya atau 64 KHz untuk total bandwidth pada jaringan digital.

Jumlah maksimal untuk panggilan suara yang bersamaan waktunya sudah diukur untuk router tingkat tinggi 3640 (regional atau lapisan 3) dan bervariasi antara 6 sampai 68 (gambar 2.5).

Panggilan per jam pada jam sibuk. Parameter traffik ini merupakan pengukuran yang lebih tradisional dari trafik panggilan suara dan lebih berarti untuk desainer dan administrator jaringan suara. Kasus terburuk untuk beban trafik di jam sibuk bervariasi antara 10 dan 112 kanal.



Gambar 2.5 Regional, Local dan cabang

2.8 Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan suatu sinyal untuk melintasi jaringan. Dalam konteks telepon, end to end delay adalah waktu yang dibutuhkan suatu sinyal yang bergenerasi di ujung pembicara untuk mencapai telinga pendengar. End to end delay adalah kumpulan dari banyak delay pada jaringan yang berbeda-beda dan melintasi jaringan melalui arah dimana trafik suara lewat. Banyak faktor yang memberi kontribusi untuk delay tersebut. Router dan jaringan IP memiliki

karakteristik khusus yang menyulitkan pengontrolan delay. Proses penanganan paket IP selama ini selalu dilakukan secara *best effort*. Paket IP yang datang diperlakukan sama dan di layani sesuai dengan urutan kedatangan. Ukuran paket IP sendiri bervariasi, sehingga delay di jaringan menjadi besar dan tidak menentu.

Delay ini dapat berakibat buruk bagi kualitas suara. Hal ini terjadi karena informasi suara memiliki karakteristik "timing". Suku kata tertentu dari suatu kata harus diucapkan dalam selang waktu tertentu antara ia dan suku kata berikutnya. Bahkan pause pun mempunyai arti sebagaimana bagian yang verbal. Karekteristik waktu ini harus dipertahankan agar pembicaraannya tetap memiliki arti. Agar jaringan IP ini dapat digunakan untuk menangani paket suara, maka delay harus dapat dikontrol dan ditekan serendah mungkin.

Delay pada sistem dapat dihitung berdasarkan frekuensi yang digunakan pada transmisi tersebut.

$$T\ (\text{sec}) = \frac{\theta(rad)}{\omega(rad/\text{sec})}$$

$$= \frac{\theta(rad)}{2\pi f(rad/\text{sec})}$$

Dimana; T = waktu tunda / delay yang terjadi antara Φ/ω untuk melakukan hal tersebut.