

## BAB II

### TINJAUAN UMUM JARINGAN KOMUNIKASI DATA

#### II.1. Komunikasi Data

Secara singkat komunikasi data dapat didefinisikan sebagai pengiriman data secara elektronik dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan media komunikasi. Data yang dikirimkan tersebut merupakan hasil pemrosesan komputer dalam bentuk paket data. Komunikasi data yang dimaksud dalam penulisan ini adalah komunikasi antar komputer dalam suatu jaringan komputer. Teknologi ini merupakan penggabungan teknologi telekomunikasi dan komputer.

Penggabungan teknologi komputer dan komunikasi berpengaruh sekali terhadap bentuk organisasi sistem komputer. Dalam penulisan ini istilah "*jaringan komputer*" digunakan untuk mengartikan suatu himpunan interkoneksi sejumlah komputer *autonomous*. Dua buah komputer dikatakan *terinterkoneksi* bila keduanya dapat saling bertukar informasi. Bentuk koneksinya tidak perlu melewati kawat tembaga saja; serat optik, gelombang mikro, satelit komunikasi juga dapat digunakan. Dengan membatasi komputer sebagai *autonomous*, penulis bermaksud untuk membedakannya dengan sistem *master/slave*.

#### II.2. Media Transmisi

Media transmisi berada dalam lapisan *physical layer* model lapisan OSI (*Open Sistem Interconnection*). *Physical layer* berfungsi untuk membawa aliran

raw bit dari satu mesin ke mesin yang lainnya. Masalah desain yang perlu diperhatikan disini adalah memastikan bahwa bila satu mesin mengirimkan data 1 bit, maka data tersebut harus dapat diterima oleh mesin yang dituju sebagai 1 bit pula.

Bermacam-macam media fisik bisa digunakan untuk keperluan transmisi. Setiap media memiliki karakteristik tertentu, dalam *bandwidth*, *delay*, biaya, dan kemudahan instalasi serta pemeliharannya. Secara garis besarnya, media dapat digolongkan sebagai *guided media*, misalnya kawat tembaga dan serat optik, dan *unguided media*, seperti radio dan laser.

### II.2.1. Media Magnetik

Media transmisi menggunakan media magnetik adalah suatu cara yang paling banyak dan umum digunakan dalam memindahkan data dari satu komputer ke komputer lainnya. Cara ini adalah dengan menuliskan datanya ke dalam pita magnetik atau *floppy disk*. Kemudian secara fisik pita magnetik atau floppy disk itu dibawa ke mesin yang dituju, dan membacanya kembali di mesin tersebut. Metoda ini jauh lebih murah dan efisien, khususnya untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan data yang sangat besar dan bila biaya pengiriman per bit-nya merupakan faktor yang harus dipertimbangkan. Belum ada teknologi di dunia ini yang dapat mendekati kinerja pita magnetik ini dalam hal kapasitas transfer data.

### II.2.2. Twisted Pair

Walaupun karakteristik bandwidth twisted pair ini sangat baik tetapi karakteristik delay-nya buruk sekali. Waktu transmisinya dalam satuan jam atau menit, bukan milidetik. Untuk berbagai aplikasi diperlukan suatu koneksi yang online. Hubungan transmisi menggunakan media *twisted pair* ini merupakan hubungan yang paling umum digunakan.

Kabel twisted pair berupa dua pasang kabel yang tiap pasangannya diisolasi dan dipilin sehingga membentuk heliks seperti pada DNA. Tujuan dari lilitan ini dimaksudkan agar konduktivitasnya bertambah dan mengurangi adanya interferensi gelombang elektromagnetik yang berasal dari luar pada saat terjadinya transmisi. Kabel ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu *unshielded Twisted Pair (UTP)* seperti yang umumnya digunakan dalam telepon dan *Shielded Twisted Pair (STP)* seperti umumnya digunakan dalam IBM Token Ring.

### II.2.3. Kabel Koaksial

Kabel yang biasa disebut kabel *coax* ini adalah kabel yang memiliki perlindungan yang lebih baik dari twisted pair. Kabel ini biasanya digunakan untuk jarak yang lebih jauh dan kecepatan yang tinggi.

Kabel koaksial terdiri dari kawat tembaga keras sebagai intinya, dikelilingi oleh suatu bahan isolasi. Isolator ini dibungkus oleh konduktor silindris, yang biasanya berbentuk anyaman silindris. Konduktor luar ditutup di dalam sarung plastik protektif. Konstruksi dan lapisan pelindung kabel koaksial memberikan

kombinasi yang baik antara *bandwidth* yang besar dan imunitas *noise* yang istimewa.

#### II.2.4. Serat Optik

Kabel serat optik sama seperti kabel coax, hanya saja tanpa jalinan. Pada pusatnya terdapat inti kaca yang merupakan tempat dimana cahaya akan berpropagasi. Inti dibungkus oleh kaca yang mempunyai indeks refraksi yang lebih rendah. Hal ini untuk menjaga agar cahaya tetap menjalar pada inti. Kemudian terdapat plastik tipis yang berfungsi sebagai pelindung bungkus kaca. Umumnya serat digabungkan dalam suatu bundel dan dilindungi oleh sarung luar.

Sistem transmisi optik memiliki tiga komponen: sumber cahaya, media transmisi dan detektor. Secara konvensional, pulsa cahaya menyatakan 1 bit dan bila tidak ada pulsa cahaya berarti nol bit. Media transmisinya adalah serat optik yang sangat halus. Bila ada cahaya yang jatuh kepadanya, detektor mengubahnya menjadi pulsa listrik.

#### II.2.5. Transmisi Tanpa Kabel (Wireless)

Walaupun banyak komunikasi data menggunakan kawat tembaga atau fiber, beberapa kasus membutuhkan pengiriman data menggunakan udara sebagai media transmisi. Termasuk dalam kategori ini adalah komunikasi menggunakan satelit, transmisi gelombang mikro dan transmisi gelombang radio. Khusus dalam penulisan maka akan lebih dikonsentrasikan dalam gelombang radio.

Gelombang radio mudah sekali dibuat, dapat menjalar pada jarak yang jauh. Karena itu gelombang radio digunakan baik untuk komunikasi di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Gelombang radio dapat menjalar *omnidirectional*, artinya gelombang tersebut dapat menyebar berbagai arah. Karena itu posisi fisik *transmitter* dan *receiver*-nya tidak perlu diatur dengan teliti.

Gelombang radio pada frekuensi rendah dapat melewati penghalang dengan baik, tetapi dayanya menjadi berkurang sekali sesuai jarak dari sumber. Sedangkan pada frekuensi tinggi, gelombang radio cenderung menjalar dengan arah garis lurus dan dipantulkan oleh penghalang juga diabsorbsi oleh hujan.

### II.3. Jaringan Komputer (*Computer Networks*)

Jaringan komputer adalah hubungan yang dibentuk antara dua atau lebih komputer dengan menggunakan media transmisi untuk melakukan komunikasi antar komputer. Dari definisi ini maka tidak termasuk hubungan antara komputer dengan peripheral pendukung komputer tersebut, seperti disk drive, hard disk, printer walaupun *peripheral* tersebut merupakan *remote peripheral*.

Secara garis besar ada dua jenis teknologi transmisi yang memungkinkan terbentuk suatu jaringan komputer, yaitu :

1. *Jaringan broadcast*, yang memiliki saluran komunikasi tunggal dan dipakai bersama-sama oleh semua mesin yang ada pada jaringan. Pesan-pesan kecil, yang disebut paket dikirimkan oleh sumber ke mesin-mesin lainnya. Saat

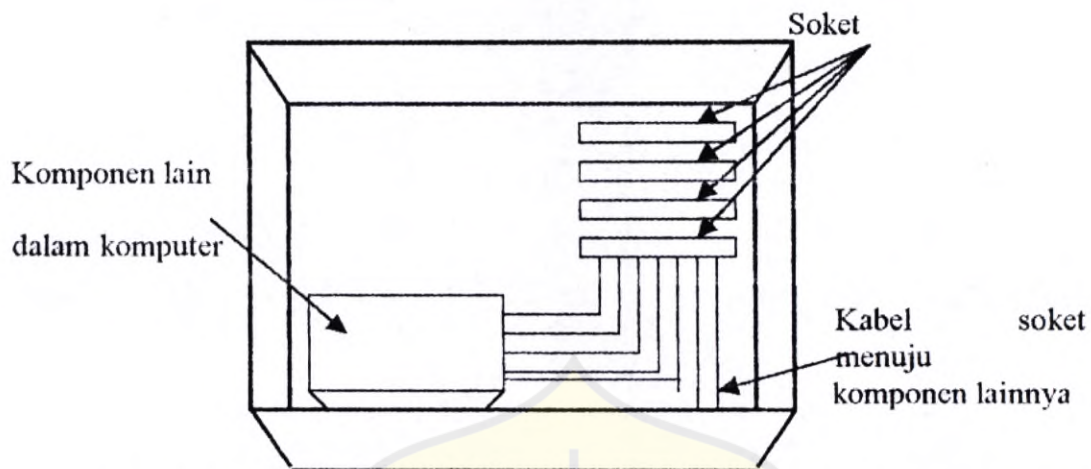
menerima paket, sebuah komputer akan memeriksa *field* alamat pada paket dan jika paket itu bukan ditujukan untuknya maka ia akan mengabaikannya.

2. *Jaringan point-to-point*, merupakan jaringan yang terdiri dari beberapa koneksi pasangan individu mesin-mesin. Pada jaringan ini algoritma routing sangat memegang peranan penting dalam menentukan route laju transmisi data.

Untuk mengerti bagaimana jaringan komputer dibentuk, harus dimengerti dasar dari bagaimana komputer dibuat. Di dalam komputer, komponen elektronik ditempatkan dalam papan tipis segiempat yang disebut *papan sirkuit*. Setiap *papan sirkuit* terdiri dari komponen elektronik dan kawat yang menghubungkan mereka. Papan sirkuit ini yang kemudian sebagai antarmuka komunikasi multimedia komputer.

Untuk memasang papan sirkuit, industri komputer membuat komputer yang memiliki satu set *soket*. Gambar 2.1. mengilustrasikan soket dalam komputer.

Pada awalnya komputer dihubungkan ke komputer lainnya untuk melakukan transfer data terdiri dari dua papan sirkuit terhubung oleh kabel. Kabel itu dihubungkan pada port serial dalam komputer. Pada komputer modern, perangkat komunikasinya menggunakan standar interface serial *RS-232* dengan kabel adapter 9 pin, dan *RS-449* dengan standar menggunakan 37 pin.



Gambar 2.1. Ilustrasi komponen yang terlihat dalam komputer ketika penutup case dibuka. Sebuah papan sirkuit dapat dipasang pada setiap soket dan dihubungkan ke komponen yang lain. (Douglas, E. *The Internet Book*, 1995)

#### II.4. Jaringan Radio Paket

Radio paket adalah teknologi komunikasi data menggunakan media radio, kasarnya teknologi ini setara dengan telepon - bedanya menggunakan gelombang radio bukan kabel. Radio Paket adalah mode digital dari sistem komunikasi di dunia radio amatir. Sistem ini mirip dengan komunikasi komputer menggunakan modem telepon. Pada sistem ini, modem telepon diganti oleh sebuah TNC (*Terminal Node Controller*), telepon diganti dengan radio *transceiver*, dan jaringan PSTN diganti dengan gelombang radio amatir yang gratis. Dalam komunikasi ini, data komputer dikirimkan dalam bentuk *burst* kecil-kecil yang disebut paket ke saluran lain yang menggunakan sistem yang sama.

Paket memiliki tiga kelebihan besar dibanding mode-mode digital yang lain: transparansi, koreksi kesalahan, dan kontrol otomatis. Pengoperasian stasiun paket transparan bagi pemakai, yaitu cukup dengan *connect* ke stasiun lain, tulis

pesan, dan otomatis akan dikirim. TNC secara otomatis membagi pesan ke dalam paket-paket, lalu mengirimnya ke transmitter. Ketika menerima paket, TNC otomatis mendecode, mengecek kesalahan, lalu menampilkan pesan yang diterima. TNC hanya akan menampilkan pesan yang bebas kesalahan saja, karena TNC menyediakan mekanisme *free error communications*.

Setiap TNC paket dapat digunakan sebagai stasiun relay, atau biasa disebut *digipeater*. Ini memungkinkan dijangkauanya daerah yang jauh dengan menghubungkan stasiun-stasiun paket bersama-sama melalui relay ini.

Pemakai dapat *connect* ke TNC kawannya setiap saat, untuk melihat apakah dia *stand by*. Beberapa TNC memiliki Personal BBS (*mailbox*) sehingga Radio Amatir yang lain dapat meninggalkan pesan ketika mereka tidak *stand by*. Kelebihan lain dari paket adalah, dimungkinkannya beberapa pemakai menggunakan kanal frekuensi yang sama secara bersama-sama.

#### II.4.1. Sekilas Sejarah

Teknologi paket data pertama kali dikembangkan pada pertengahan tahun 1960-an dan diterapkan pada jaringan ARPANET yang didirikan pada tahun 1969. Pada awal tahun 1970, jaringan ALOHANET yang pusatnya berada di University of Hawaii, merupakan proyek radio paket dalam skala besar. Sedangkan Radio Paket Amatir (*AMPR=Amateur Packet Radio*) dimulai di Montreal, Canada pada tahun 1978. Transmisi data pertama kali terjadi pada tanggal 31 May tahun yang sama. Langkah ini diikuti oleh Vancouver Amateur



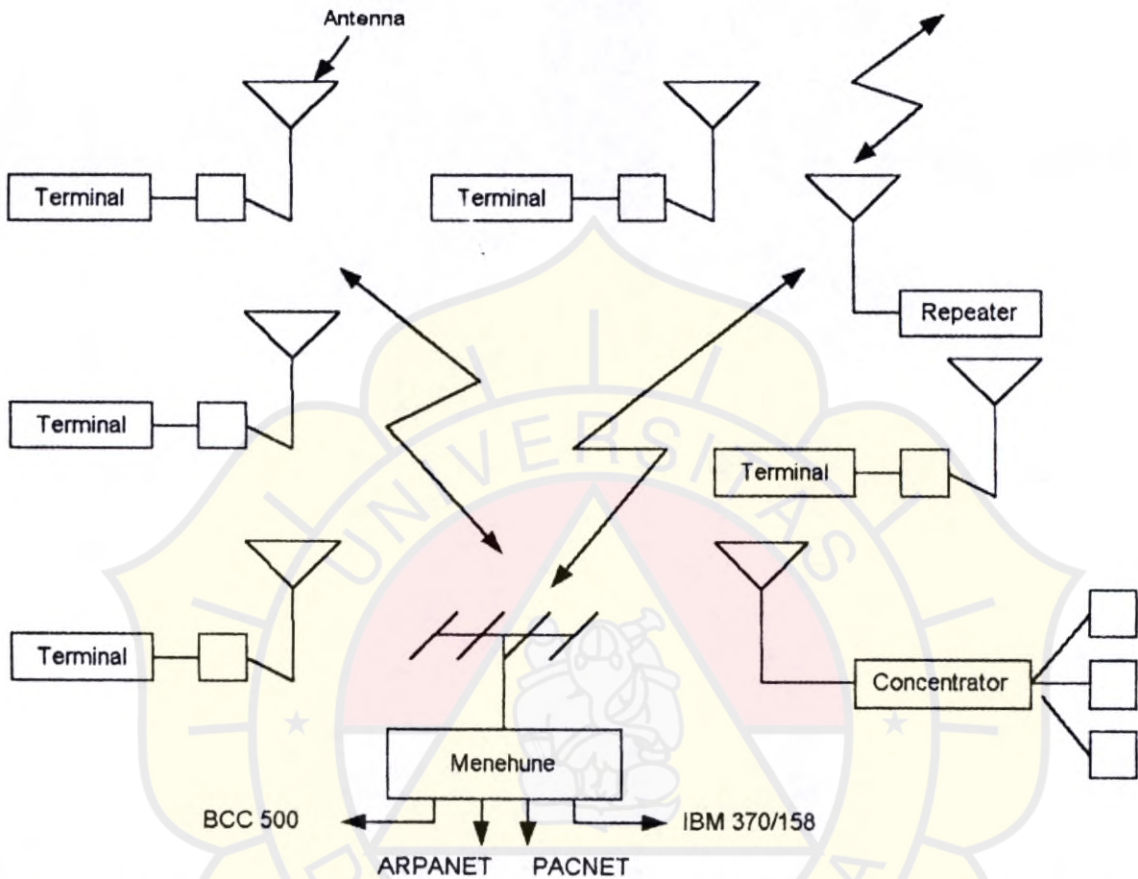
Digital Communication Group (VADCG) dengan mengembangkan *Terminal Node Controller* (TNC) pada tahun 1980.

Standard TNC yang dipakai saat ini merupakan hasil dari diskusi pada bulan Oktober 1981 pada pertemuan Tucson Chapter IEEE Computer Society. Sebulan kemudian, enam orang peserta berkumpul dan mendiskusikan kemungkinan pembuatan sebuah TNC yang dapat digunakan oleh para Radio Amatir dengan harga yang murah. Dari proyek ini dibentuklah TAPR, Tucson Amateur Packet Radio. Prototype pertama didemonstrasikan pada 26 Juni 1982, dan disebut sebagai TNC-1, dan selanjutnya dikembangkan menjadi TNC-2 yang sekarang menjadi basis bagi kebanyakan pengoperasian paket di dunia.

#### **II.4.2. ALOHA System**

Sistem komputer pertama yang menerapkan radio sebagai pengganti media *point-to-point* kabel transmisi sebagai fasilitas komunikasi adalah sistem ALOHA pada Universitas Hawaii. Sistem ini pertama kali ditransmisikan pada tahun 1971. Sejak saat itu sistem ini menjadi sesepuh dari semua paket broadcast.

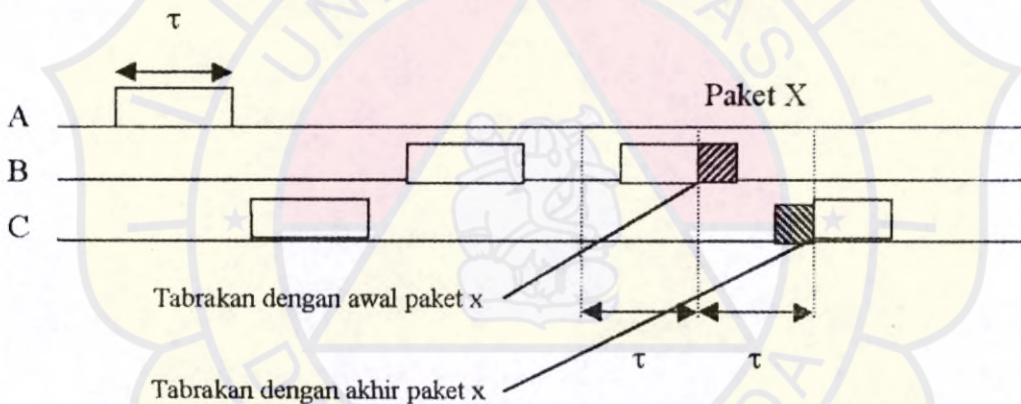
Sistem ALOHA digunakan oleh Universitas Hawaii untuk melakukan komunikasi komputer pada tujuh kampusnya yang tersebar pada empat pulau di kepulauan Hawaii, untuk mengakses komputer utama di Oahu tanpa menggunakan line telepon, yang merupakan suatu pilihan yang mahal. Komunikasi terjadi dengan memberikan setiap terminal dengan radio FM *transceiver* dengan jangkauan yang cukup (30km) untuk “berbicara” dengan terminal *transceiver* komputer senral.



Gambar 2.2. Sistem ALOHA di Universitas Hawaii (Black, Data Comm. And Distributed Networks)

Ide dasar ALOHA sangat sederhana, yaitu membiarkan pengguna untuk melakukan transmisi kapan saja bila memiliki data yang akan dikirimkan. Jika paket-paket data itu dikirimkan bersamaan pada saat pengguna lain melakukan transmisi data, maka terjadi tabrakan dan frame-frame yang bertabrakan akan hancur. Akan tetapi sehubungan dengan sifat umpan balik *broadcasting*, pengirim selalu mengetahui apakah paket yang dikirimkannya sudah rusak atau tidak dengan cara mendengarkan saluran.

Data-data yang dikirimkan oleh *transceiver* radio dibungkus dalam *frame-frame*. Frame ini terdiri dari empat bagian. Bagian pertama terdiri dari 32-bit *header*, dan termasuk didalamnya adalah *user identification* dan *packet length*. Kemudian pada bagian berikutnya digunakan 16-bit *checksum* untuk ketepatan pengiriman lalu diikuti oleh data yang akan dikirimkan hingga 80 byte dan ditambahkan oleh checksum berikutnya. Jadi maksimum paket data adalah  $32 + 16 + 640 + 16 = 704$  bit. Pada kecepatan transfer 9600 bps, waktu transmisi untuk paket terpanjang adalah 73 msec.



Gambar 2.3. Transmisi paket pada ALOHA (Abramson, N. (1973))

Jika terdapat  $N$  terminal yang ber-*contention* pada saluran dan masing-masing mentransmisikan data pada rata-rata  $\lambda$  paket, yang semua paketnya berdurasi  $\tau$ . Asumsikan  $S$  sebagai traffic pada saluran dan semua paket ditransmisikan secara sempurna, maka:

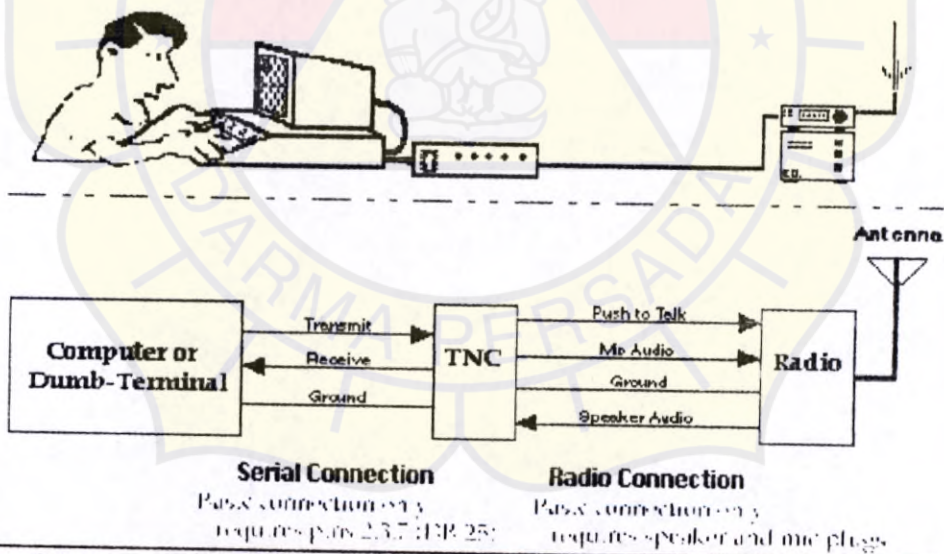
$$S = N\lambda\tau \dots(2.1)$$

Jika terjadi tabrakan maka akan mengakibatkan pengguna melakukan transmisi ulang, yaitu  $\lambda'$  yang merupakan rata-rata jumlah paket yang ditransmisi ulang dalam satu detik, dimana  $\lambda' > \lambda$ , maka jumlah total usaha transmisi (per waktu paket) adalah :

$$G = N\lambda'\tau \dots (2.2)$$

### II.4.3. Elemen sebuah Stasiun Paket

Gambar berikut menunjukkan tipikal sebuah stasiun dengan diagram skematik pengkabelannya.



Gambar 2.4. Skema elemen-elemen penyusun radio paket.

TNC (*terminal Node Controller*): TNC terdiri dari sebuah modem, komputer (CPU), dan sirkuit-sirkuit yang diperlukan untuk pengkonversian komunikasi sinyal antara komputer (RS-232) dan protokol radio paket yang

digunakan. TNC mengolah paket data yang diterima dari komputer, menghitung ketepatan (CRC) paket, memodulusikannya dalam frekuensi suara, dan memberikan sinyal yang tepat untuk transmisi paket lewat radio yang terhubung dan juga sebaliknya.

Para radio amatir kebanyakan menggunakan 1200 bps (*bits per second*) untuk sinyal VHF dan UHF paket, dan 300 bps untuk jarak yang lebih jauh, pada komunikasi *bandwidth* HF yang lebih rendah. Kecepatan yang lebih tinggi juga tersedia untuk digunakan dalam VHF, UHF, dan terutama pada daerah *microwave*, tetapi diperlukan suatu perlengkapan hardware dan driver yang spesial (tidak *plug-and-play*).

Komputer atau Terminal: Ini merupakan sebuah *user interface*. Sebuah komputer menjalankan suatu program *emulator* terminal, sebuah program paket-spesifik, atau hanya sebuah *dumb terminal* dapat digunakan dalam elemen ini. Dalam aplikasi komputer hampir semua program komunikasi modem telepon (seperti *Procomm+*, *Bitcom*, *X-Talk*) dapat diadaptasikan dalam paket radio, tetapi terdapat pula program paket radio yang dibuat khusus. Sebuah *dumb terminal* dapat menjadi pilihan termurah tetapi memiliki beberapa keterbatasan. kebanyakan *dumb terminal* tidak mengizinkan untuk men-scroll ke belakang, menyimpan informasi, *upload*, atau *download file*.

Radio: Untuk paket UHF dan VHF pada 1200/2400 bps, dapat digunakan radio FM band yang sempit. Untuk paket HF, 300 BPS data digunakan melalui modulasi *single side band* (SSB). Dan untuk paket berkecepatan tinggi (dimulai pada 9600 bps), digunakan radio spesial atau radio FM yang telah dimodifikasi.

Sebuah TNC AFSK 1200 bps biasanya digunakan pada tinggi antena 2-meter (144-148Mhz) untuk transmisi radio paket.

## II.5. Keterbatasan Jarak pada Radio Paket

Pada umumnya, jarak transmisi dibatasi oleh jarak pandang lurus tanpa hambatan atau lebih dikenal dengan *line-of-sight* (LOS). Jarak transmisi dipengaruhi oleh power transmitter serta tipe dan lokasi antena. Faktor lain yang mempengaruhi jarak transmisi adalah adanya hambatan fisik berupa gunung, gedung-gedung, dan sebagainya. Untuk band frekuensi 2 meter (144-148 Mhz), jarak transmisi bisa 10 sampai 100 mile tergantung dari kombinasi variabel-variabel di atas.

## II.6. Skema Jaringan Radio Paket

Sejak pertama kali radio paket amatir, ada beberapa skema jaringan paket yang berhasil diterapkan, yaitu:

### 1. Digipeater

Digipeater merupakan skema jaringan radio paket yang pertama kali dibuat. Digipeater ini melihat paket yang masuk, dan jika *callsign* digipeater ini berada dalam *field digipeater* dari frame yang diterimanya, maka dia kan meneruskan paket tersebut. Dengan cara ini, digipeater memungkinkan diperluasnya jangkauan *transmitter* dengan cara mengirimkan setiap paket ke *digipeater* ini. Namun ketika paket semakin populer, *digipeater* segera memenuhi udara dengan

trafik yang dikirim ulang melewati jarak yang semakin jauh. Dan jika sebuah paket hilang pada salah satu *digipeater*, maka stasiun pengirim harus mengulang keseluruhan paket tersebut sehingga menyebabkan *kongesti* yang lebih besar.

## 2. *KA-Nodes*

Kantronic memperbaiki *digipeater* dan membuat *KA-Nodes*. Kalau pada *digipeater acknowledgment* dilakukan dari *end-to-end*, maka pada *KA-Nodes* ini *acknowledgment* dilakukan secara *point-to-point* yaitu pada setiap link (bandingkan dengan pada keseluruhan route). Dengan demikian *KA-Nodes* memberi reliabilitas yang lebih tinggi dari pada *digipeater*. Meski demikian, *KA-Nodes* ini bukanlah jaringan yang sebenarnya, hanya mirip sebuah kabel telepon yang panjang saja.

## 3. *NET/ROM*

*NET/ROM* merupakan skema jaringan yang pertama kali memecahkan permasalahan pada *digipeater*. Seorang pemakai (*user*) menghubungi (*connect*) sebuah stasiun *NET/ROM* seperti halnya menghubungi stasiun paket yang lain. Dari sini, dia dapat memberi perintah kepada stasiun *NET/ROM* tersebut misal untuk menghubungi pemakai lokal atau menghubungi stasiun *NET/ROM* yang lain. *Connect* dan *connect* lagi. Ini berarti bahwa pemakai hanya terhubung ke stasiun lokal saja dan transmisinya tidak boleh *didigipeated* ke seluruh jaringan. Cara ini terbukti lebih reliable.

Stasiun NET/ROM dengan interval tertentu memancarkan ke stasiun-stasiun lain daftar stasiun NET/ROM lain yang bisa didengarnya. Hal ini memungkinkan sebuah stasiun yang baru mengudara akan langsung dapat tergabung ke jaringan. Namun kelemahannya, ada kemungkinan beberapa stasiun dalam daftar yang diterima tidak dapat dijangkau (*unreachable*). Untuk menghindari kesalahan routing, pemakai harus menuliskan sendiri route ke stasiun lain dari pada menggunakan fasilitas routing otomatis.

#### 4. ROSE

ROSE merupakan protokol lain yang diturunkan dari X.25. Setiap stasiun ROSE memiliki daftar statik stasiun-stasiun yang bisa didengarnya. Jika seorang pemakai ingin menggunakan *switch* ROSE ini, dia dapat mengirim perintah *connect* ke stasiun tujuan, sementara itu pada field *digipeater* dia harus menuliskan *callsign* dari *switch* ROSE lokal dan *switch* ROSE non-lokal yang dapat mendengar stasiun tujuan. Dengan cara ini, jaringan sepenuhnya transparan bagi pemakai.

Dengan dipakainya tabel routing statik pada ROSE, upaya untuk mengirimkan paket ke link yang tak terjangkau dapat dihindari seperti yang sering dilakukan oleh stasiun NET/ROM. Namun, ROSE menderita ketidakmampuan melakukan update tabel routing secara otomatis. Operator harus memperbaharui tabel routing secara manual, sehingga jaringan ROSE memerlukan penanganan yang lebih banyak.



### 5. TCP/IP dan Radio Amatir

TCP/IP dibangun untuk menghubungkan berbagai system komputer yang berbeda. *Software KA9Q* yang biasa disebut *NOS (Network Operating System)* merupakan implementasi dari TCP/IP pada radio paket amatir. Berbagai fasilitas di atas dapat dijalankan secara bersamaan dalam software ini. *User* bisa melakukan obrolan lewat *keyboard-to-keyboard*, sementara PC tetap mengambil file dari stasiun lain serta yang ketiga sambil mengirim email.

Salah satu kelebihan NOS dibanding software-software radio paket yang lain yaitu dia bisa berlaku sebagai program terminal yang membuat hubungan ke stasiun BBS lokal atau melakukan *chatting* dengan kawan yang tidak menjalankan NOS (non TCP/IP). NOS memiliki beberapa kemampuan tambahan yang memperbaiki kekurangan radio paket biasa (lama). Dibandingkan dengan system PBBS Radio Amatir lama, dia memiliki kemampuan yang lebih baik dalam hal transfer file dan email, bahkan pesan-pesan dalam format PBBS dapat dikirim melalui NOS dengan lebih mudah. NOS mendukung *multiple simultaneous connection* dan memiliki metode transport yang baru dan lebih baik yang memperbaiki reliabilitas dan throughput kanal yang lambat dan sering mengalami *kongesti* (tabrakan).

*Routing* adalah masalah penting dalam dunia networking, dan NOS ternyata juga telah memiliki kemampuan ini. NOS mampu melakukan *routing* atas transmisi data ke stasiun yang jauh tanpa meminta pengguna untuk mengetahui setiap hop sepanjang perjalanan data. Yang perlu dilakukan adalah mengirim data ke stasiun gerbang (*gateway*) yang mengetahui cara mengirim data tersebut ke

satu hop ke arah tujuan. *Automatic routing* juga telah dimasukkan ke dalam NOS yang secara otomatis akan mengubah tabel routing ketika network berubah.

Software radio paket biasa (lama) seperti BBS, NET/ROM, atau ROSE tidak mampu menyediakan service yang luar biasa seperti melakukan log in ke sistem komputer UNIX multiuser dan menjalankan aplikasi seolah langsung terhubung ke mesin tersebut, tetapi NOS sanggup melakukannya.

## II.7. Protokol AX.25

Khusus untuk komunikasi radio paket, protokol yang digunakan adalah AX.25. Satu keuntungan AX.25 adalah setiap paket yang dikirim mengandung informasi *callsign* pengirim dan penerima, sehingga menyediakan identifikasi stasiun pada setiap transmisinya.

Tabel 2.1. Format protokol link AX.25 yang digunakan dalam paket radio.

FLAG	ADDRESS	CONTROL	PID	INFO	FCS	FLAG
01111110	112/560bits	8 bits	8 bit	Nx8bit	16 bit	01111110

Maksimum informasi (data) yang dapat dikirim dalam satu frame dibatasi hingga 255 byte. Pada saat ini telah dilakukan beberapa perubahan, khususnya untuk pengiriman data berkecepatan tinggi dan aplikasi TCP/IP, dimungkinkan untuk mengirimkan lebih dari 255 byte data dalam satu frame. Transmisi pada paket radio *link layer* dikirimkan dalam blok-blok data yang kecil, yaitu frame. Setiap frame dibentuk atas beberapa grup yang lebih kecil yang disebut *field*. Frame AX.25 dibuka dan ditutup oleh *flag field* sepanjang satu oktet. Dua frame

dapat menggunakan bersama-sama satu flag, yang terdapat pada akhir frame pertama dan awal dari frame kedua.

Field yang kedua berisi informasi mengenai alamat tujuan. Address field digunakan untuk mengidentifikasi baik sumber paket dan tujuannya. Sebagai tambahan, field ini berisi *command/response* yang memungkinkan stasiun-stasiun lain menjadi relay. Konsep ini lebih dikenal sebagai *digipeater* (digital reapeater). Control field digunakan untuk mengidentifikasi bentuk frame AX.25 yang dikirim. Packet ID (PID) digunakan untuk memberitahukan jenis data yang akan dikirimkan apakah dalam bentuk teks, binary atau protokol pada lapisan network. Format encoding dari PID adalah sebagai berikut :

M L  
S S  
B B

xx01xxxx AX.25 layer 3 implemented.

xx10xxxx AX.25 layer 3 implemented.

11001100 Internet Protocol datagram layer 3 implemented.

11001101 Address resolution protocol layer 3 implemented.

11110000 No layer 3 implemented.

11111111 Escape character. Next octet contains more Level 3 protocol information.

Dimana x merupakan kondisi *don't care*. Kemudian field yang berikutnya yaitu *frame-check sequence* (FCS) yang merupakan field 16-bit yang dikalkulasikan baik oleh pengirim maupun penerima paket. Hal ini digunakan untuk memastikan bahwa frame yang diterima tidak rusak oleh media yang ditumpanginya.

Meskipun AX.25 merupakan standard protokol *defacto* untuk keperluan radio amatir, ada standard lain yaitu TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) yang juga digunakan di beberapa wilayah radio amatir. Selain itu, sering juga protokol radio paket tertentu dibungkus dengan frame paket AX.25 agar tetap memenuhi persyaratan transmisi radio paket dalam bentuk AX.25

## II.8. TCP/IP

TCP/IP adalah kependekan dari *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*. Protokol ini telah digunakan secara umum di seluruh jaringan komputer Internet. TCP/IP ini mengandung berbagai fasilitas transmisi seperti FTP (*File Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), Telnet (protokol terminal jarak jauh), dan NNTP (*Net News Transfer Protocol*). Program NOS (*Network Operating System*) yang dibuat oleh Phil Karn (dengan *callsign* KA9Q) merupakan versi TCP/IP dalam radio paket yang paling banyak digunakan. Awalnya NOS dibuat untuk komputer-komputer PC compatible. Namun sekarang telah *ported* ke berbagai platform komputer yang berbeda seperti: Amiga, Macintosh, Unix, dan Linux.

Internet Protocol (IP) dibuat berdasarkan teknologi "*connectionless*". Informasi ditransfer sebagai *sequence* dari *datagram*. Datagram adalah sebuah kumpulan data yang dikirimkan sebagai satu pesan (*message*). Setiap dari datagram ini dikirimkan melalui network secara individual. Sebagai contoh, misalkan PC ingin mengirim sebuah file sebesar 15000 oktet. Kebanyakan network tidak dapat menangani sebuah datagram sebesar 15000-oktet. Jadi

protokol memisahkannya menjadi 30 bagian datagram 500-oktet. Setiap datagram ini akan diterima oleh tujuan satu-persatu dan disatukan kembali menjadi data yang utuh.

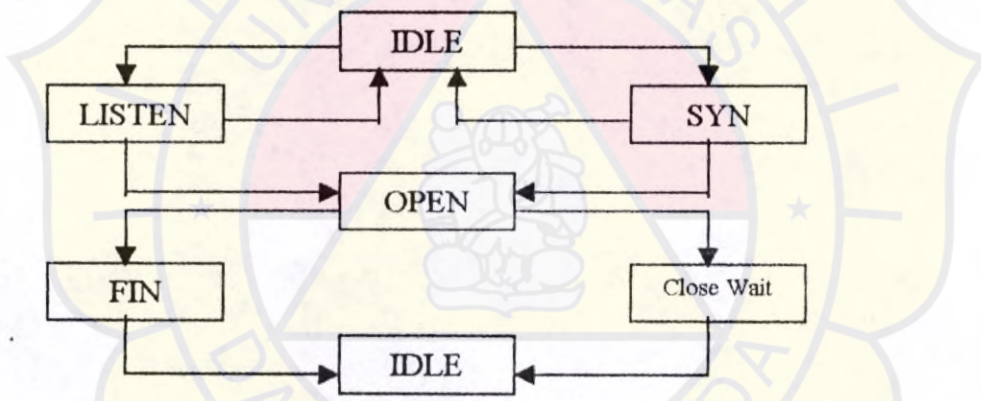
TCP (Transmission Control Protocol) secara spesifik dirancang untuk menyediakan aliran paket byte end-to-end yang reliable melalui jaringan internetwork yang tidak reliable. Internetwork dikatakan tidak reliable karena dibandingkan dengan jaringan tunggal, internetwork memiliki topologi, bandwidth, delay, ukuran paket, dan parameter-parameter lainnya yang sangat jauh berbeda. TCP telah dirancang untuk dapat beradaptasi dalam parameter-parameter jaringan internetwork dan mempunyai daya tahan dalam menghadapi berbagai macam kegagalan.

Walaupun software IP menyediakan dasar dari komunikasi Internet, IP tidak memecahkan semua masalah yang timbul dalam jaringan. Seperti dalam setiap sistem paket switching, Internet dapat mengalami kesalahan jika banyak komputer yang mengirimkan data bersamaan. Ketika komputer mengirimkan banyak datagram daripada yang dapat dilaksanakan oleh Internet, router harus mengabaikan beberapa datagram yang masuk.

Software IP tidak mendeteksi datagram yang hilang. Untuk menangani kesalahan komunikasi seperti itu, sebuah komputer harus juga memiliki software TCP. TCP menghilangkan duplikat data, memastikan bahwa data dapat dibentuk kembali secara tepat urutannya dengan ketika dikirimkan, dan mengirimkan data kembali ketika kehilangan datagram.

Masalah kehilangan data pada khususnya adalah sulit karena kehilangan (loss) dapat terjadi di tengah Internet, bahkan ketika jaringan dan router yang terhubung pada kedua komputer sumber dan tujuan tidak mengalami masalah.

Prinsip kerja dari TCP berdasarkan prinsip *client-server* seperti tampak pada gambar. Server adalah mode komputer yang secara pasif akan mendengarkan (listen) nomor port yang telah ditentukan oleh TCP. Sedangkan *client* adalah program yang secara aktif akan membuka hubungan TCP ke komputer server untuk meminta servis yang dibutuhkan.



Gambar 2.5. TCP State Machine

Secara sederhana, state diagram kerja TCP dapat diterangkan sebagai berikut. Client akan secara aktif membuka hubungan (active open) dengan mengirimkan sinyal SYN (state SYN SENT) ke komputer server tujuan. Jika server menerima sinyal tersebut maka server yang pada saat itu dalam keadaan LISTEN akan mengirimkan sinyal ACK SYN dan kedua komputer (server dan client) akan ke state ESTAB. Jika servis yang dilakukan selesai maka client akan mengirimkan sinyal FIN dan komputer client akan berada pada state CLOSE

WAIT hingga hubungan diputus. Akhirnya kedua komputer akan kembali pada state CLOSE.

## II.9. CSMA/CD

*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection* adalah sebuah teknik metoda akses dalam media transmisi. Pada radio paket ini, beberapa percakapan dapat dilakukan dalam kanal frekuensi yang sama pada waktu yang sama. Hal ini berbeda dengan komunikasi suara. Bukan berarti tidak terjadi *collision* atau tabrakan ketika dua stasiun memancarkan sinyal pada saat yang sama. Tetapi yang dimaksud dengan *waktu yang sama* ini adalah dapat diaturnya beberapa percakapan dengan cara pembagian waktu (*time division*). Percakapan hanya terjadi jika tidak ada stasiun yang lain yang menggunakan kanal tersebut. Bagaimana hal ini bisa dilakukan? Radio paket menggunakan protokol AX.25 untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

Akses ke kanal ditangani oleh CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*). Jika sebuah stasiun akan memancarkan sinyal, TNC memonitor apakah kanal ada yang memakai atau tidak. Jika tidak, TNC memberitahu radio untuk bersiap-siap dan selanjutnya sinyal dipancarkan. Selama kanal dipakai, selama sinyal masih dipancarkan, stasiun-stasiun yang lain mendengarkan dan tidak memancarkan sinyal sampai sinyal yang sedang dipancarkan selesai dikirim.

Ada kemungkinan dua stasiun memancarkan sinyal pada waktu yang sama sehingga terjadilah *collision*. Jika ini terjadi, tak satu pun dari kedua TNC yang akan langsung mengulangi pengiriman paket terakhirnya yang gagal. Tetapi

mereka menunggu untuk jangka waktu yang *random*, lalu mengirim ulang paket tersebut. Sebenarnya sistem CSMA ini lebih kompleks. Bisa dilihat “AX.25 Protocol Specification” (ARRL, 1998).

