

3100001013209

RANCANG BANGUN MODEM SISTEM KOMUNIKASI
RADIO PAKET DENGAN MEMANFAATKAN
SOUNDCARD TYPE CREATIVE SB 16

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	4-8-2000
Terima Dari	IT
No. Agenda Prp.	21.8535

Oleh :

ADE ARIE SETIAWAN

2295.100.144

RSE

621-39814

Set

r-1

2000



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000



**RANCANG BANGUN MODEM SISTEM KOMUNIKASI
RADIO PAKET DENGAN MEMANFAATKAN
SOUNDCARD TYPE CREATIVE SB 16**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

Pada

Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



(Dr.Ir. MOCH. SALEHUDIN, M.Eng.Sc.)

SURABAYA

Pebruari, 2000

ABSTRAK

Komunikasi data antar komputer yang menggunakan radio sebagai mediana dikenal dengan nama Sistem Komunikasi Radio Paket. Komunikasi antar node disini menggunakan protokol AX.25 yang diimplementasikan dengan perangkat lunak tertentu dan didukung dengan perangkat keras berupa modem dan handy transceiver.

Jenis modem radio yang sudah ada seperti TCM3105 memiliki kecepatan transmisi data yaitu 1200 bit/s. Suatu peralatan lain yang dapat dimanfaatkan sebagai modem dalam komunikasi radio paket adalah SoundCard. Dengan memanfaatkan fungsi dari soundcard yang hampir sama dengan modem yaitu mengubah sinyal digital menjadi sinyal audio, maka soundcard ini dapat difungsikan untuk mengirim data dengan kecepatan transmisi tertentu.

Salah satu jenis soundcard yang dapat dimanfaatkan adalah SoundCard type Creative SB 16. Pemanfaatan soundcard sebagai modem dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas dari peralatan terutama ditinjau dari segi ekonomi.

Dalam Tugas Akhir ini ditemukan bahwa pemakaian SoundCard modem yang didukung perangkat lunak FlexNet pada sistem komunikasi radio paket dapat menghasilkan prosentase throughput yang lebih baik dari pada modem TCM3105 yang menggunakan NOS, sehingga soundcard bisa dijadikan sebagai alternatif yang handal.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat-Nya-lah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

RANCANG BANGUN MODEM SISTEM KOMUNIKASI RADIO PAKET DENGAN MEMANFAATKAN SOUNDCARD TYPE CREATIVE SB 16

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan akademis untuk memperoleh gelar sarjana TEKNIK ELEKTRO pada bidang studi Telekomunikasi Multimedia – Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknologi Industri – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Akhir kata, penulis berharap semoga hasil Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2000

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, telah selesai Tugas Akhir ini. Dengan segala keikhlasan dan ketulusan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Moch. Salehudin, M.Eng.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar, ikhlas dan penuh pengertian telah memberikan bimbingan, saran serta nasehat kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. M. Aries Purnomo, selaku Koordinator Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia yang telah memberikan persetujuan.
3. Bapak Dr. Ir. Achmad Yazidie, M. Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Ir. Ni Ketut Aryani selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Elektro.
5. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, motivasi moril, dan Do'a serta telah mendidik dan membesarkan penulis sampai saat ini.
6. Mas Erwin, kakak yang menjadi contoh adik-adiknya. Dian, adik yang perlu mencontoh kakak-kakaknya.
7. Bapak Ir. Joko Suprayitno, yang banyak memberikan masukan dalam hal penulisan dan penyampaian ide dalam transparant.
8. Bapak Tony Soeprijanto, yang banyak memberikan bantuan dan saran selama penyusunan Tugas Akhir dengan penuh sabar dan pengertian.
9. Bapak Onno, Mas Nasar yang telah mengajari dan selalu memberikan masukan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.

10. Haris Krisriyanto sebagai patner yang selalu bekerja sama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Karyawan Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Multimedia, Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS, Mas Henry dan Mas Taufik.
12. Teman-teman di Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia, Fauzan, Bandi, Rika, SiPoer, Lutfi K, Darmanto, Maurits, dan teman-teman di Bidang Studi Elektronika yang banyak membantu, Rista, Edo, Henry, Soleh, Setia, serta teman-teman E-35 semuanya, yang tak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
13. Teman-teman kos, Adi, Win, Andi yang telah banyak membantu, memberi semangat bahkan meminjamkan komputer, printer dan fasilitas penunjang penulisan tugas akhir ini.
14. Teman-teman Liqo', Mas Suyanto, Billy, Faisol, Sahil yang telah banyak mengingatkan dan memberi semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Semua Pihak yang telah membantu penulis, baik langsung maupun tidak langsung, dari awal hingga akhir penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT Yang Maha Pengasih memberikan ridlo-Nya serta melimpahkan rahmat-Nya serta membalas segala budi baik yang telah diberikan. Amin Ya Robbal 'Alamin.

Surabaya, Januari 2000

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan dan Pembatasan Masalah	2
1.3. Metodologi Penulisan	3
1.4. Sistematika Laporan	4
1.5. Tujuan dan Relevansi Penelitian	5
BAB II. DASAR PROTOKOL TCP/IP dan AX.25	6
2.1. Model Referensi OSI	6
2.2. Protokol Jaringan TCP/IP	8
2.2.1. Dasar Arsitektur TCP/IP	8
2.2.2. Cara Kerja Protokol TCP/IP	13
2.2.3. Protokol-Protokol dalam TCP/IP	16
2.2.3.1. Network Interface Layer	16
2.2.3.2. Internet Layer	19
2.2.3.3. Transport Layer	26
2.2.4. Routing Sederhana	31
2.2.5. DNS Domain dan Mapping	32
2.3. Protokol Radio AX.25	33

2.3.1. Jenis Frame	33
2.3.3.1. Frame I (Information)	34
2.3.3.2. Frame S (Supervisory)	34
2.3.3.3. Frame U (Unnumbered)	35
2.3.2. Struktur Frame	36
2.3.2.1. Field Flag	37
2.3.2.2. Field Control	37
2.3.2.3. Field Address	38
2.3.2.4. Field PID (Protocol Identifier)	39
2.3.2.5. Field Informasi	39
2.3.2.6. Field FCS (Frame Check Sequence)	39
2.3.3. Parameter-Parameter AX.25	40
2.3.3.1. Timer	40
2.3.3.2. Jumlah Maksimum Pengulangan (N2)	41
2.3.3.3. Jumlah Maksimum Isi Field Informasi (N1)	41
2.3.3.4. Jumlah Maksimum Frame I yang Tidak Tuntas (K)	42
2.3.3.5. Variabel Status dan Nomor Urut	42
2.3.4. Prosedur-Prosedur AX.25	42
2.3.4.1. Prosedur Pembentukan dan Pemutusan Hubungan	43
2.3.4.2. Prosedur Transfer Informasi	44
2.3.4.3. Kondisi Penolakan Frame	49
2.3.4.4. Prosedur Pemulihan Hubungan	50
2.4. Hubungan Protokol TCP/IP dan AX.25	50

BAB III. MODEM RADIO MENGGUNAKAN SOUND CARD TYPE

CREATIVE SB16	53
3.1. Teknik Modulasi	54
3.1.1. Analog To Digital / Digital To Analog Converter	54
3.1.1.1. Konsep Analog To Digital Converter	54
3.1.1.2. Konsep Digital To Analog Converter	60
3.1.2. Modulasi FSK (<i>Frequency Shift Keying</i>)	63

3.2. Modem Radio	66
3.2.1. Hubungan DTE – DCE	67
3.2.2. Modem Baycom TCM3105	69
3.3. Perangkat SoundCard Modem Radio Paket	72
3.3.1. Jenis SoundCard	72
3.3.2. SoundCard Type Creative SB16	73
3.3.3. Rangkaian PTT (Push To Talk)	78
3.4. SoundCard Sebagai Modem Radio Paket	83
BAB IV. PERANCANGAN DAN ANALISA UNJUK KERJA MODEM SOUNDCARD RADIO PAKET	87
4.1. Konfigurasi Perangkat Keras	87
4.2. Konfigurasi Perangkat lunak	89
4.2.1. Konfigurasi Windows95	90
4.2.2. Konfigurasi File PC/FlexNet	93
4.2.2.1. Konfigurasi File CONFIG.SYS	94
4.2.2.2. Konfigurasi File INIT.BCT	95
4.2.3. Konfigurasi Internet Protokol	97
4.3. Pengukuran Throughput System	99
4.4. Penerapan Aplikasi.....	106
BAB V. PENUTUP	113
5.1. Kesimpulan	113
5.2. Saran-Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN I.....	117
LAMPIRAN II dan III.....	118
LAMPIRAN IV	120
LAMPIRAN V	121
LAMPIRAN VI.....	122
LAMPIRAN VII	123
USULAN TUGAS AKHIR	125
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Lapisan-lapisan Model OSI	7
2.2. Perbandingan TCP/IP dan Model OSI	9
2.3. Layer TCP/IP	10
2.4. Pergerakan Data dalam Layer TCP/IP	12
2.5. Format Datagram IP	19
2.6. Timbulnya ICMP	22
2.7. ICMP Echo Request dan Reply	23
2.8. Cara kerja ARP	26
2.9. Pembentukan dan Pemutusan Koneksi TCP/IP	27
2.10. Format Segmen TCP	29
2.11. Format Datagram UDP	31
2.12. Konstruksi Frame U dan S	36
2.13. Konstruksi Frame Informasi	36
2.14. Format Control Field	37
2.15. Frame S Control Field	37
2.16. Frame U Control Field	38
2.17. Field Alamat Encoding Tanpa Repeater	39
2.18. Definisi PID	40
2.19. Hubungan Protokol TCP/IP dan AX.25	51
3.1. Counter Ramp A-D Converter	55
3.2. Op-Amp Comparator	55
3.3. Counter Ramp Timing Diagram	57
3.4. Succesive Approximation A-D Converter	58
3.5. Succesive Approximation Timing Diagram	60
3.6. a) Pararel Resistor Network	61
b) Series/Pararel Resistor Network	61
3.7. R-2R Ladder Network	61
3.8. R-2R Digital to Analog Converter	62

3.9.	Frekuensi Mark dan Space	64
3.10.	Proses Modulasi FSK	64
3.11.	Modulator FSK	65
3.12.	PLL FSK Demodulator	65
3.13.	Input dan Output Rangkaian PLL	66
3.14.	Diagram Blok TNC	68
3.15.	Blok Diagram TNC dengan KISS	69
3.16.	Blok Diagram TCM3105	70
3.17.	Blok Diagram Soundcard Creative SB16	74
3.18.	Rangkaian PTT Serial	80
3.19.	Rangkaian PTT Pararel	81
3.20.	Rangkaian PTT Midi	83
3.21.	Konfigurasi Modem SoundCard	85
3.22.	Jaringan Sistem Komunikasi Radio Paket	86
4.1.	Device Manager pada System Properties Windows95	91
4.2.	Pembuatan Hardware Profile pada Windows95	91
4.3.	Mematikan Semua Driver yang Dikontrol Flexnet	91
4.4.	Beberapa Driver yang telah Dimatikan	92
4.5.	Grafik Throughput Modem TCM3105 (NOS)	103
4.6.	Grafik Throughput Modem SoundCard (FlexNet)	104
4.7.	Grafik Throughput Modem TCM3105 (FlexNet)	104
4.8.	Jendela Flexnet Control Center	107
4.9.	Jendela Flexnet Parameters	107
4.10.	Jendela AX.25 Routes	108
4.11.	Jendela AX.25 Tree View	108
4.12.	Sinyal Data yang Masuk Ke Modem SoundDard	109
4.13.	Jendela IP Routes	110
4.14.	Hasil PING ke Gateway 202.155.4.241	111
4.15.	Hasil Trace untuk Koneksi TCP/IP	111
4.16.	Hasil TELNET ke Gateway 44.132.138.1	112

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Rekomendasi ITU-T Modulasi FSK.....	63
3.2. Pin RS-232 Rangkaian PTT	80
3.3. Pin Pararel Port Rangkaian PTT	82
4.1. Konfigurasi Perangkat Keras	88
4.2. Perbandingan Hasil Pengukuran	103



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Jaringan komputer pada umumnya menggunakan media transmisi kabel. Pada area luas media transmisi kabel memerlukan beberapa peralatan agar sinyal dapat menjangkau komputer yang letaknya terjauh dalam sistem tersebut. Semakin banyak komputer yang letaknya berjauhan maka semakin banyak pula peralatan yang dibutuhkan. Pada akhirnya jaringan komunikasi menjadi semakin tidak efisien dalam hal finansial.

Alternatif pemakaian media transmisi adalah menggunakan gelombang radio. Salah satu sistem komunikasi data antar komputer dengan media transmisi gelombang radio adalah *sistem komunikasi radio paket* dengan menggunakan protokol-protokol AX.25 serta dapat memanfaatkan protokol TCP/IP pada lapisan network dan transport dalam model OSI.

Radio paket merupakan istilah untuk sistem komunikasi data paket (dikenal dengan Packet Switching) melalui radio. Ini merupakan sistem komunikasi digital dengan informasi yang dikirim berupa data-data biner 1 atau 0. Istilah radio ditebak bahwa sistem ini menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya. Sedangkan istilah paket dapat dihubungkan dengan pengertian "paket" dalam pengertian sehari-hari, seperti pengiriman paket pos oleh pengantar yang akan mencari jalan agar kiriman paket sampai tujuan.

Dalam sistem komunikasi ini, masing-masing paket dari suatu data dikirimkan melalui transmisi radio dalam suatu jaringan komputer. Komputer akan mencari route jalan sendiri secara otomatis dengan aturan-aturan tertentu. Agar dapat berkomunikasi melalui radio paket, dibutuhkan sebuah alat yang dinamakan TNC (*Terminal Node Controller*), modem dan pemancar. Di depan terminal (komputer) kita bisa melakukan komunikasi dengan orang lain, melakukan copy file jarak jauh, serta masih banyak lagi kemungkinan aplikasinya. Perangkat yang digunakan antara lain komputer sebagai terminal, modem radio yang berfungsi sebagai modulator dan demodulator sinyal informasi, dan Transceiver sebagai alat transmisi yang membawa informasi ke terminal tujuan melalui media gelombang radio.

Dengan latar belakang tersebut, maka penulis mencoba mengadakan suatu penelitian dan akan merancang suatu TNC yang dapat digunakan untuk komunikasi radio paket antar terminal dengan memanfaatkan fasilitas SoundCard yang pada dasarnya mempunyai fungsi mirip dengan modem yaitu mengubah sinyal digital menjadi sinyal audio demikian sebaliknya.

1.2. PERMASALAHAN DAN PEMBATASAN MASALAH

Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan tentang modem sistem komunikasi radio paket dengan memanfaatkan Soundcard dengan menambah perangkat keras berupa rangkaian PTT dan perangkat lunak berupa software Flexnet yang diperlukan. Soundcard yang digunakan adalah type Creative SB 16 yang mempunyai input Line In dan Mic serta output Speaker dan Line Out.

Kecepatan untuk modem soundcard Creative Sb16, hanya bisa mencapai kecepatan transfer maksimal hingga 9600 bps menggunakan PTT Pararel Port.

1.3. METODOLOGI PENULISAN

Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan dengan pelaksanaan langkah-langkah sebagai berikut :

- Studi Literatur, yaitu mempelajari literatur tentang sistem komunikasi data radio paket serta protokol-protokol yang mendukung seperti AX.25 dan TCP/IP.
- Pengumpulan data tentang sistem operasi (perangkat keras) dan perangkat lunak yang dibutuhkan baik melalui buku-buku, majalah-majalah ataupun melau browsing di internet.
- Pemilihan sistem operasi perangkat keras dan perangkat lunak sesuai kebutuhan dan kondisi yang ada disesuaikan dengan bitrate, jenis modulasi, media transmisi dan lebar bandwidth.
- Perancangan sistem dengan perakitan konfigurasi perangkat keras (hardware) yang merupakan sub-sistem dan disertai peng-instalan perangkat lunak (software) yang akan diintegrasikan dengan hardware tersebut sehingga terbentuklah suatu sistem yang lengkap dan terintegrasi.
- Dari hasil perancangan, dilakukan evaluasi dengan menjalankan sistem untuk berkomunikasi dengan sistem lain. Kemudian akan dilakukan pengukuran throughput sistem peralatan tersebut yang akan dibandingkan dengan throughput peralatan lain yang sudah ada. Kemudian pada akhirnya akan dilakukan penarikan kesimpulan.

1.4. SISTEMATIKA LAPORAN

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang Latar Belakang dari tugas akhir, Permasalahan dan batas permasalahan pada laporan ini, Metodologi Penulisan serta Sistematika Laporan.

BAB II : DASAR PROTOKOL TCP/IP DAN AX.25

Pada bab ini akan dibahas tentang protokol-protokol sistem komunikasi radio paket, yaitu protokol Ax.25 dan protokol TCP/IP serta hubungan kedua protokol tersebut. Selain itu juga akan dibahas mengenai Struktur Lapisan Jaringan OSI (Open System Interconnection)

BAB III : MODEM RADIO MENGGUNAKAN SOUND CARD

TYPE CREATIVE SB16

Pada bab ini akan dibahas tentang konsep A/D dan D/A Converter dengan memberikan contoh rangkaian serta mengenai modulasi FSK. Akan dibahas juga mengenai fungsi dan cara kerja soundcard secara umum, juga bagaimana memanfaatkan soundcard tersebut berfungsi sebagai modem. Kemudian akan dibandingkan dengan modem yang sudah ada yaitu TCM3105. Selain itu juga akan dibahas mengenai rangkaian PTT yang dibutuhkan.

BAB IV : INSTALASI DAN UNJUK KERJA SOUNDCARD MODEM

RADIO PAKET

Pada bab ini berisi instalasi modem soundcard lengkap dengan pemilihan perangkat lunak dan keras. Selain itu juga akan diuraikan konfigurasi dari perangkat lunak dan perangkat keras yang dipakai. Kemudian akan dilakukan pengukuran untuk mendapatkan throughput modem soundcard yang dibandingkan dengan modem lain yang ada. Akhirnya akan ditunjukkan penerapan aplikasi peralatan pada sistem komunikasi radio paket.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini akan berisi kesimpulan dari hasil yang telah dilakukan semua di bab sebelumnya terutama pada bab analisa data. Selain itu juga berisi tentang saran-saran dari penulis mengenai apa yang telah dihasilkan guna untuk pengembangan selanjutnya.

1.5. TUJUAN DAN RELEVANSI PENELITIAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang suatu modem sistem komunikasi radio paket dengan memanfaatkan Soundcard type Creative SB 16 meliputi penggunaan perangkat lunak maupun perangkat keras. Kemudian hasil perancangan yang diperoleh diharapkan dapat dipakai sebagai alternatif sarana dan pusat komunikasi data yang dapat dimanfaatkan setiap orang pada umumnya dan civitas akademika ITS pada khususnya.

BAB II

DASAR PROTOKOL TCP/IP DAN AX.25

Dalam dunia komunikasi data komputer, protokol mengatur bagaimana sebuah komputer berkomunikasi dengan komputer lain. Dalam jaringan komputer kita dapat menggunakan banyak macam protokol tetapi agar dua buah komputer dapat berkomunikasi, keduanya perlu menggunakan protokol yang sama. Protokol berfungsi mirip dengan bahasa. Agar dapat berkomunikasi, orang-orang perlu berbicara dan mengerti bahasa yang sama.

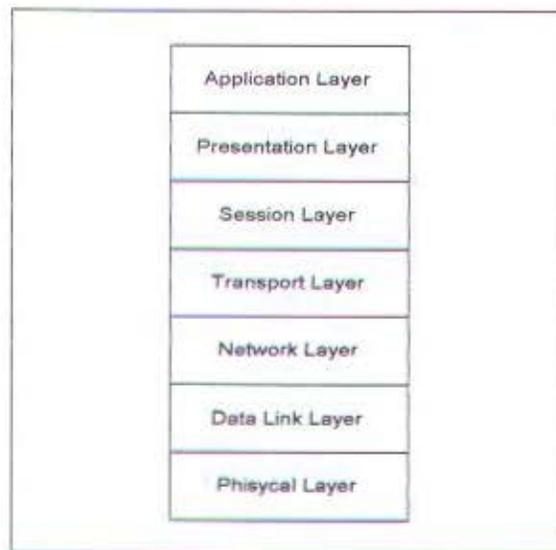
Dalam sistem komunikasi radio paket, digunakan dua macam protokol agar komunikasi antar terminal komputer bisa dilaksanakan. Protokol AX.25 yang menentukan aturan dalam jaringan komunikasi radio sedangkan protokol TCP/IP yang menentukan aturan dalam jaringan global internet.

2.1. MODEL REFERENSI OSI

Model referensi OSI (*Open System Interconnection*) dari ISO (*International Standard Organization*) disajikan pada gambar 2.1. Sejumlah fungsi komunikasi telah diganti dengan tujuh lapisan vertikal, setiap lapisan akan menyediakan pelayanan ke lapisan yang lebih tinggi. Persyaratan dasar dari setiap lapisan pada skema tersebut ditentukan agar bergantung pada cara pelaksanaan dari syarat tersebut. Model ini juga menentukan sifat-sifat eksternal

sistem, misalnya protokol komunikasi, karena hal inilah yang memungkinkan disambungannya peralatan-peralatan dari perusahaan yang berbeda.

Model OSI menentukan bahwa fungsi-fungsi pada setiap stasiun harus dijalankan sebelum suatu pesan dapat dikirim atau diterima. Jika suatu pesan dilewatkan dari satu terminal ke terminal lain, pesan ini pada sisi pengirim akan bergerak dari atas ke bawah, setiap lapisan akan menambahkan semacam *header* ke pesan tersebut. Pada lapisan sambungan data (*data link layer*) pesan ini akan ditempatkan pada sebuah lapisan yang mempunyai *header* sesuai dengan jenis protokol yang digunakan, misalnya HDLC.



GAMBAR 2.1¹. LAPISAN - LAPISAN MODEL OSI

Pesan tersebut selanjutnya akan dikirim melewati jaringan ke terminal penerima, disini pesan akan berjalan ke atas dari lapisan paling bawah ke lapisan paling atas. Pada setiap lapisan yang dilewati, header untuk lapisan tersebut akan dihapus sebelum dilewatkan ke lapisan di atasnya. Model OSI mendefinisikan suatu kerangka kerja, dan protokol dapat diterapkan tetapi tidak

¹ Drew Heywood, KONSEP DAN PENERAPAN MICROSOFT TCP/IP, (Penerbit ANDI Yoyakarta, 1997), p. 29.

mendefinisikan protokol-nya sendiri harus seperti apa. Model ini menjelaskan fungsi-fungsi setiap lapisan dan pelayanan dari lapisan tersebut ke lapisan yang lebih tinggi.

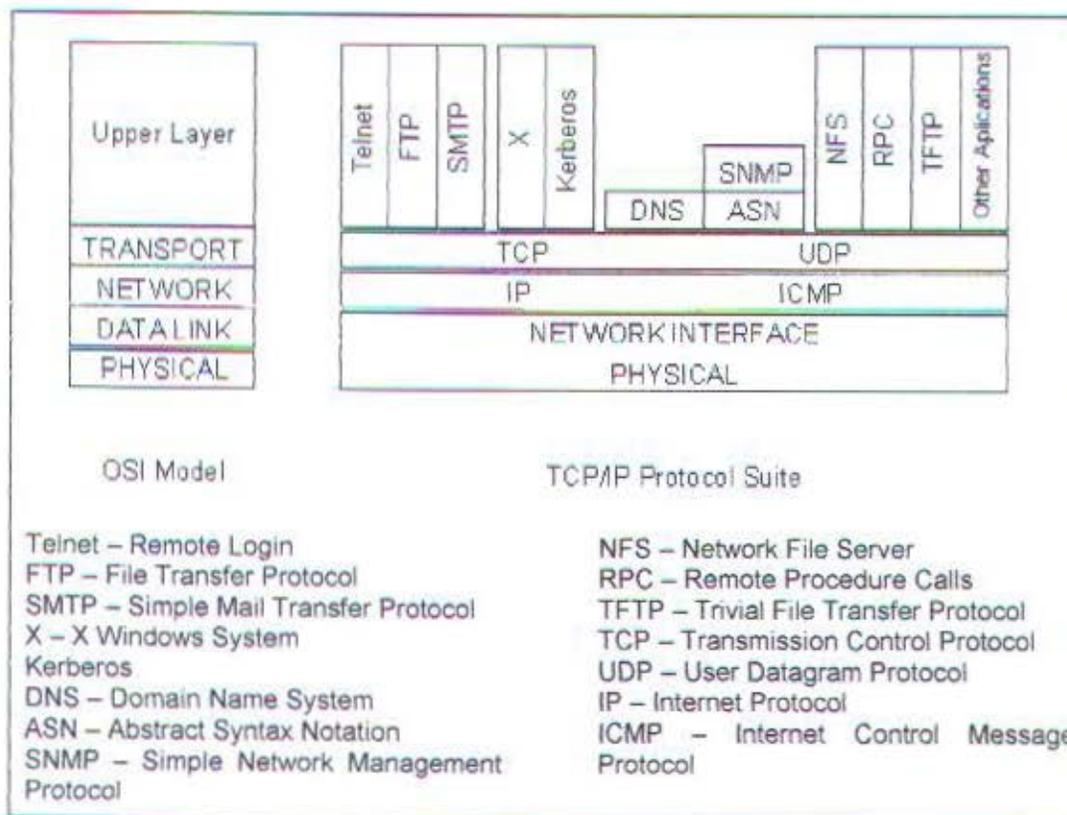
Bagaimanapun harus ada persetujuan tentang bagaimana melintaskan data antar lapisan pada komputer tunggal, karena setiap lapisan dilibatkan dalam pengiriman data dari aplikasi lokal ke aplikasi remote yang sejenis. Transfer data dilakukan dengan melewati data pada lapisan berikutnya (ke bawah stack) sampai ditransmisikan ke jaringan oleh protokol lapisan fisik. Pada sistem lawan, data dilewatkan dari lapisan terbawah ke lapisan berikut di atasnya. Masing-masing lapisan tidak perlu tahu bagaimana fungsi lapisan di atas dan di bawahnya, yang perlu diketahuinya adalah cara melewati data pada lapisan lainnya tersebut.

2.2. PROTOKOL JARINGAN TCP/IP

TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) adalah sekelompok protokol yang mengatur komunikasi data komputer di Internet. Komputer-komputer yang terhubung ke Internet berkomunikasi dengan protokol ini. Karena menggunakan bahasa yang sama, yaitu protokol TCP/IP, perbedaan jenis komputer dan sistem operasi tidak menjadi masalah. 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.

2.2.1. Dasar Arsitektur TCP/IP

Pada dasarnya, komunikasi data merupakan proses mengirimkan data dari satu komputer ke komputer yang lain. Untuk dapat mengirimkan data, komputer harus ditambahkan alat khusus, yang dikenal sebagai network interface (*Interface Jaringan*). Jenis interface jaringan ini bermacam-macam bergantung pada media fisik yang digunakan untuk men-transfer data tersebut.



GAMBAR 2.2². PERBANDINGAN TCP/IP DAN MODEL OSI

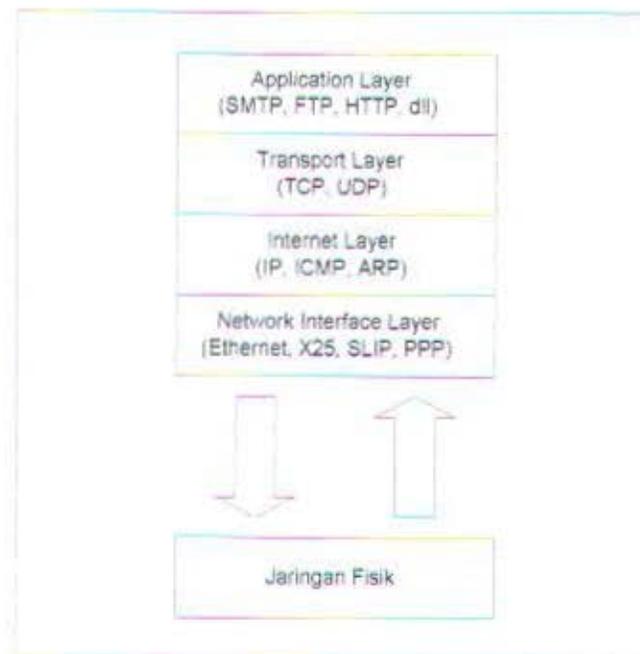
Dalam proses pengiriman data ini terdapat beberapa masalah yang harus dipecahkan. Pertama, data harus dapat dikirimkan ke komputer yang tepat, sesuai tujuannya. Hal ini akan menjadi rumit jika komputer tujuan transfer data ini tidak berada pada jaringan lokal, melainkan di tempat yang jauh. Jika lokasi komputer yang saling berkomunikasi "*jauh*" (secara jaringan), maka terdapat

² TCP/IP TRANSPORT SUPERVISOR'S GUIDE, (Novell, INC, 1993), p.B-2.

kemungkinan data rusak atau hilang. Karenanya perlu adanya mekanisme yang mencegah rusaknya data ini.

Hal lain yang perlu diperhatikan ialah, pada komputer tujuan transfer data mungkin terdapat lebih dari satu aplikasi yang menunggu datangnya data. Data yang dikirim harus sampai ke aplikasi yang tepat, pada komputer yang tepat, tanpa kesalahan. Cara alamiah untuk menghadapi setiap masalah yang rumit ialah memecahkan masalah tersebut menjadi bagian yang lebih kecil.

Dalam memecahkan masalah transfer data, dilakukan hal yang sama pula. Untuk setiap problem komunikasi data, diciptakan solusi khusus berupa aturan-aturan untuk menangani problem tersebut. Untuk menangani semua masalah komunikasi data, keseluruhan aturan ini harus bekerja sama satu dengan lainnya. Sekumpulan aturan untuk mengatur proses pengiriman data ini disebut sebagai *Protokol Komunikasi Data*.



GAMBAR 2.3³. LAYER TCP/IP

³ Onno W. Purbo, TCP/IP : STANDARD, DESAIN DAN IMPLEMENTASI, 1999, p-23.

Protokol ini diimplementasikan dalam bentuk program komputer (*software*) yang terdapat pada komputer atau peralatan komunikasi data komputer lainnya. TCP/IP adalah sekumpulan protokol yang didesain untuk melakukan fungsi-fungsi komunikasi data pada *Wide Area Network* (WAN). TCP/IP terdiri atas protokol yang masing-masing bertanggung jawab atas bagian-bagian tertentu dari komunikasi data. Berkat prinsip ini, tugas masing-masing protokol menjadi jelas dan sederhana. Suatu protokol tidak perlu mengetahui cara kerja protokol yang lain, sepanjang ia masih bisa saling mengirim dan menerima data.

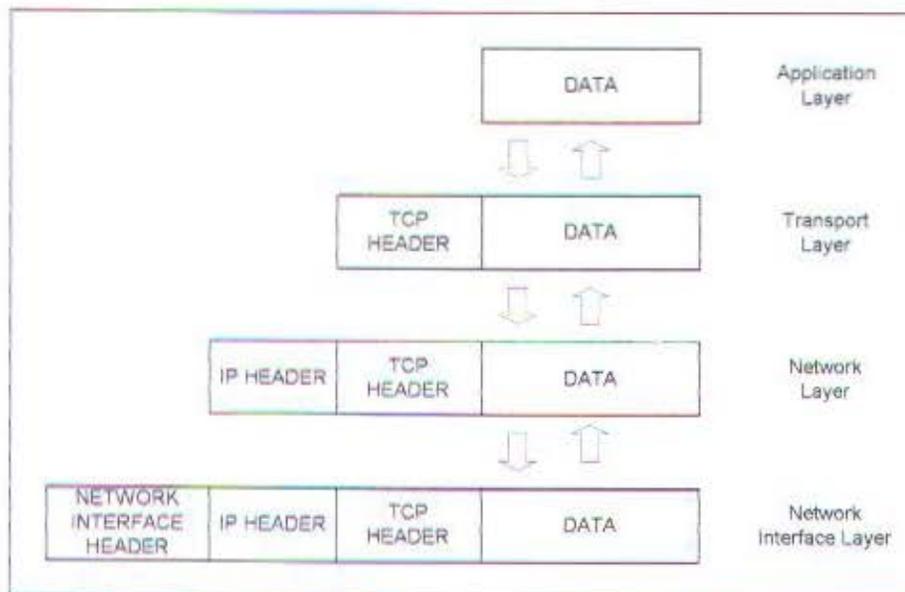
Berkat penggunaan prinsip ini, TCP/IP menjadi protokol komunikasi data yang fleksibel. Protokol TCP/IP dapat diterapkan dengan mudah di setiap jenis komputer dan interface jaringan, karena sebagian besar isi kumpulan protokol ini tidak spesifik terhadap satu komputer atau peralatan jaringan tertentu. Agar TCP/IP dapat berjalan di atas interface tertentu, hanya perlu dilakukan perubahan pada protokol yang berhubungan dengan interface jaringan saja.

Sekumpulan protokol TCP/IP ini dimodelkan dengan empat layer TCP/IP. Sebagaimana terlihat pada gambar 2.3. TCP/IP terdiri atas empat lapis kumpulan protokol yang bertingkat. Keempat lapis/layer tersebut adalah :

- ⇒ Network Interface Layer
- ⇒ Internet Layer
- ⇒ Transport Layer
- ⇒ Application Layer

Dalam TCP/IP, terjadi penyampaian data dari protokol yang berada pada satu layer ke protokol yang berada di layer yang lain. Setiap protokol memperlakukan semua informasi yang diterimanya dari protokol lain sebagai

data. Jika suatu protokol menerima data dari protokol lain di layer atasnya, ia akan menambahkan informasi tambahan miliknya ke data tersebut. Informasi ini memiliki fungsi protokol tersebut. Setelah itu data ini di teruskan lagi ke protokol pada layer di bawahnya.



GAMBAR 2.4⁴. PERGERAKAN DATA DALAM LAYER TCP/IP

Lapisan/layer terbawah, yaitu *Network Interface Layer*, bertanggung jawab mengirim dan menerima data ke dan dari media fisik. Media fisiknya dapat berupa kabel, serat optik atau gelombang radio. Karena tugasnya ini, protokol pada layer ini harus mampu menerjemahkan sinyal listrik menjadi data digital yang dimengerti komputer, yang berasal dari peralatan lain yang sejenis.

Lapisan/Layer protokol berikutnya ialah *Internet Layer*. Protokol yang berada pada layer ini bertanggung jawab dalam proses pengiriman paket ke alamat yang tepat. Pada layer ini terdapat tiga macam protokol, yaitu IP, ARP dan ICMP.

⁴ Ibid. p-24.

IP (*Internet Protocol*) berfungsi untuk menyampaikan paket data ke alamat yang tepat. ARP (*Address Resolution Protocol*) ialah protokol yang digunakan untuk menemukan alamat hardware dari host /komputer yang terletak pada network yang sama.

Sedangkan ICMP (*Internet Control Message Protocol*) ialah protocol yang digunakan untuk mengirimkan pesan dan melaporkan kegagalan pengiriman data. Transport Layer berisi protokol yang bertanggung jawab untuk mengadakan komunikasi antara dua host/komputer. Kedua protokol tersebut ialah TCP (*Transmission Control Protocol*) dan UDP (*User Datagram Protocol*). Layer teratas ialah Application Layer. Pada layer inilah terletak semua aplikasi yang menggunakan protokol TCP/IP ini.

2.2.2. Cara Kerja Protokol TCP/IP

Cara kerja protokol TCP/IP dalam satu komputer analog/mirip dengan proses pengiriman surat.

Ketika seseorang mengirimkan e-mail melalui program aplikasi di PC (misal : Eudora, Netscape Mail, atau Internet Explorer), e-mail tersebut terlebih dahulu diolah oleh protokol TCP (*Transmission Control Protocol*). Saat ia diolah, protokol TCP ini memberikan **amplop** untuk melindungi data yang hendak dikirim, yang berupa data tambahan. Data tambahan ini antara lain berupa *Sequence Number* (nomor urut data), *Acknowledgement Number*, dan *16 bit checksum* untuk pemeriksaan kesalahan data.

Selain data di atas, pada "**amplop**" TCP juga ditambahkan data berupa *16 bit source port number* dan *16 bit destination port number*. Kedua hal ini bisa dianalogikan dengan nama pengirim surat dan nama surat. *Destination port*

number diperlukan karena pada komputer tujuan bisa jadi terdapat banyak aplikasi TCP/IP yang siap menerima data. Data yang kita kirim harus sampai ke proses aplikasi yang hendak menerimanya.

Jika seseorang hendak mengirimkan surat lamaran pekerjaan ke suatu pekerjaan, hampir dapat dipastikan dia akan mengirimnya ke bagian personalia perusahaan tersebut. Jika dia melihat ketidak-beresan di instansi tersebut, maka dia akan mengirimkan surat pengaduan ke kotak pos 5000.

Pada TCP pun terjadi hal yang sama. Jika komputer hendak melakukan transaksi TCP dengan komputer lain, terlebih dahulu harus mengetahui port number manakah yang hendak ia hubungi untuk keperluan tertentu. Untuk setiap aplikasi TCP di Internet telah distandar-kan dengan *port number* tertentu.

Misalkan, kita hendak mengirimkan e-mail ke komputer tertentu, dengan protokol SMTP, protokol TCP di komputer kita harus menghubungi protokol TCP port 25 di komputer lawan. Jika kita hendak melakukan transfer file dengan protokol FTP, yang harus dihubungi ialah port 21. Jika kita hendak mengambil data halaman web, biasanya yang di kontak ialah port 80. Angka–angka ini telah distandar-kan pada protokol TCP, dan dikenal sebagai *Well Known Port*. Standarisasi ini diatur oleh lembaga yang dinamakan Internet Assigned Number Authority.

Selain TCP, terdapat pula protokol komunikasi data yang setingkat dengannya, yaitu UDP (*User Datagram Protocol*). Paket UDP berbeda dengan TCP dalam hal reabilitas/keandalan. Analogi TCP dan UDP mirip dengan surat dengan amplop terbuka dan tertutup.

Dengan menggunakan TCP, keandalan pengiriman data terjamin karena pada TCP terdapat proses data acknowledgement, retransmisi dan sequencing

(pengurutan). Dengan menggunakan dua proses ini, TCP selalu meminta konfirmasi setiap kali selesai mengirimkan data, apakah data telah sampai dengan selamat di tempat tujuan. Jika data berhasil mencapai tujuan, TCP akan mengirimkan data urutan berikutnya. Jika tidak TCP akan melakukan retransmisi (pengiriman ulang data). Data yang dikirim dan diterima pun diatur berdasarkan nomor urut (*Sequence Number*).

Pada paket UDP, dengan tidak adanya *field sequence number* dan *acknowledge number*, hal ini tidak dilakukan. Akibatnya, protokol layer atas yang menggunakan UDP tidak pernah mengetahui sampai tidaknya paket yang dikirimnya sampai tempat tujuan.

Namun terkadang ada aplikasi yang tidak membutuhkan keamanan data seketat TCP. Untuk data-data tertentu yang dipancarkan secara periodik dan berukuran kecil, ke tempat yang tidak jauh, UDP tetap digunakan dan dapat berperan lebih efisien. Dalam analogi surat, kita bisa menggunakan perangko yang lebih murah dengan protokol *amplop terbuka* ini. Setelah data diproses oleh protokol TCP, agar terjamin keutuhannya, data ini diteruskan ke protokol di bawah TCP, yaitu IP (Internet Protocol). IP adalah protocol di Internet yang mengurus masalah pengalamatan dan mengatur pengiriman paket data sehingga ia sampai ke alamat yang benar.

Agar kita dapat mengirimkan surat ke rumah tertentu, rumah itu harus memiliki alamat. Hal yang sama terjadi pada dunia Internet. Setiap komputer yang terkoneksi ke Internet harus memiliki alamat. **Alamat ini harus unik. Satu alamat hanya boleh dimiliki oleh satu komputer.** Sebagaimana satu alamat rumah hanya boleh dimiliki oleh satu rumah. Bayangkan betapa bingungnya tukang pos jika dalam satu kota terdapat dua jalan dengan nama yang sama.

Karena alasan itulah kita menggunakan kode pos untuk membantu proses pengalamatan.

Alamat komputer dalam internet ini disebut sebagai *IP Address*. IP address biasanya ditulis sebagai 4 urutan bilangan desimal yang dipisahkan dengan titik. Setiap bilangan tersebut berupa salah satu bilangan yang berharga diantara 0-255 (nilai desimal yang mungkin untuk 1 byte). Contoh penulisan IP address ialah : 202.155.4.248.

Secara teoritis, dengan menggunakan format seperti diatas, jumlah IP address yang tersedia ialah $255 \times 255 \times 255 \times 255$ IP address. Pengalokasian IP address ini diatur oleh lembaga yang disebut Internic (*Internet Network Information Center*).

Paket IP terdiri atas paket yang diterimanya dari TCP, ditambah dengan beberapa data tambahan, diantaranya ialah 32 bit *source IP address* (IP address asal), 32 bit *destination IP address* (IP address tujuan). Setelah paket data diproses menjadi paket IP, sebagaimana seseorang memasukkan suratnya ke bis surat, paket data ini dikirimkan ke protokol yang berada di Network Interface Layer. Network Interface Layer ialah bagian/lapisan komunikasi data yang berfungsi untuk mengatur akses data ke medium fisik. Layer inilah yang mengatur pengiriman dan pengambilan data dari media fisik.

2.2.3. Protokol-Protokol Dalam TCP/IP

Pada sub bab ini akan dibahas cara kerja masing-masing protokol pada tiga layer terbawah TCP/IP.

2.2.3.1. Network Interface Layer

Layer ini bertanggung jawab mengirim data dan menerima data dari media fisik. Beberapa contohnya ialah Ethernet, SLIP dan PPP.

➤ Ethernet

Model Interface Ethernet ditemukan di Xerox Palo Alto Research Center (PARC) di tahun 70an oleh Dr. Robert M. Metcalfe. Interface ini merupakan sebuah card yang terhubung ke card yang lain melalui *Ethernet Hub* dan kabel UTP atau hanya menggunakan sebuah kabel BNC yang ditransmisasi di ujungnya.

Dasar pemikiran dirancangnya Ethernet ialah "*Berbagi Kabel / Cable Sharing*". Lebih dari dua komputer dapat menggunakan satu kabel untuk berkomunikasi. Karena hanya digunakan satu kabel saja, maka proses pemancaran data harus dilakukan bergantian. Mirip ketika terjadi pembicaraan di suatu forum atau rapat. Jika seseorang sedang berbicara, maka orang lain seharusnya diam dan mendengarkan. Jika pada saat yang sama terdapat dua orang yang berbicara, pendengar akan merasa terganggu.

Sebelum satu Card Ethernet memancarkan datanya pada kabel, dia harus mendeteksi terlebih dahulu ada tidaknya card lain yang sedang memancar. Jika ada, maka card ethernet yang bersangkutan akan menunggu sampai kabel dalam keadaan *kosong*. Jika pada saat yang bersamaan, ada dua card memancarkan data, maka terjadilah *collision*/tabrakan. Jika *collision* terjadi, maka masing-masing card ethernet berhenti memancar dan menunggu lagi dengan **selang waktu yang acak** untuk mencoba memancar kembali. Karena sewaktu pancar masing-masing card yang acak ini, maka kemungkinan *collision* lebih lanjut menjadi lebih kecil.

Seluruh proses diatas, dikenal dengan nama CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*). Karena dalam satu kabel terdapat banyak card ethernet, maka harus ada suatu metode untuk mengenali dan membedakan masing-masing card ethernet tersebut. Untuk itu, pada setiap card ethernet telah tertera kode khusus sepanjang 48 bit, yang dikenal sebagai *Ethernet Address*.

➤ SLIP dan PPP

Protokol yang banyak digunakan sebagai interface dari modem ke komputer via serial port yaitu SLIP (*Serial Line Interface Protocol*) dan PPP (*Point to Point Protocol*).

Serial Line Internet Protocol (SLIP)

SLIP ialah teknik enkapsulasi datagram yang paling sederhana di Internet. Datagram IP yang diterima dienkapsulasi dengan menambahkan karakter END (0xC0) pada awal dan akhir frame. Jika pada datagram terdapat karakter SLIP ESC, yaitu 0xDB. Jika pada datagram sudah terdapat karakter 0xDB, karakter ini diubah menjadi 0xDB0xDD.

Point To Point Protocol (PPP)

PPP terdiri atas beberapa protokol yaitu:

- ◆ LCP (*Link Control Protocol*) yang berfungsi membentuk dan memelihara link.
- ◆ *Authentication Protocol* digunakan untuk memeriksa boleh tidaknya user menggunakan link ini. Dua Autentikasi yang umum digunakan, yaitu *Password Authentication Protocol* (PAP) dan *Challenge Handshake Authentication Protocol* (CHAP).
- ◆ *Network Control Protocol* (NCP) berfungsi mengkoordinasi operasi bermacam-macam protokol jaringan yang melalui link PPP. Hal lain yang

dilakukan oleh protokol ini ialah menegosiasikan jenis protokol kompresi yang akan dipakai serta menanyakan IP address mitranya.

2.2.3.2. Internet Layer

IP (Internet Protocol)

Protokol IP merupakan inti dari protokol TCP/IP. Seluruh data yang berasal dari protokol pada layer di atas IP harus dilewatkan, diolah oleh protokol IP dan dipancarkan sebagai paket IP, agar sampai tujuan. Dalam melakukan pengiriman data, IP memiliki sifat yang dikenal sebagai *Unreliable, connectionless, datagram delivery service*.

Version	Header Length	Type of Service	Total Length of Datagram	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live		Protocol	Header Checksum	
Source IP Address				
Destination IP Address				
Option				
Strict Source Routing, Loose Source Routing				
DATA				

GAMBAR 2.5⁵. FORMAT DATAGRAM IP

Unreability atau ketidak-andalan berarti protokol IP tidak menjamin datagram yang dikirim pasti sampai ke tempat tujuan. Protokol IP hanya berjanji ia akan melakukan usaha sebaik-baiknya (*best effort delivery service*), agar paket yang dikirim tersebut sampai ke tujuan. Metode seperti ini dipakai dalam pengiriman paket IP untuk menjamin tetap sampainya paket IP ini ke tujuan,

⁵ Ibid, p-42.

walaupun salah satu jalur ke tujuan itu mengalami masalah. Format datagram IP ditunjukkan pada gambar 2.5.

Setiap paket IP membawa data yang terdiri atas :

- ◆ *Version* (4 bit), berisi versi dari protokol IP yang dipakai. Pada saat ini versi IP yang dipakai ialah IP versi 4, yang terbaru ialah IP versi 6.
- ◆ *Header Length*, berisi panjang dari *header* paket IP ini dalam hitungan 32 bit word.
- ◆ *Identification* (16 bit), *Flags* (3 bit) dan *Fragment Offset* (13 bit), berisi beberapa data yang berhubungan dengan fragmentasi paket. Paket yang dilewatkan melalui berbagai jenis jalur akan mengalami fragmentasi (dipecah-pecah menjadi paket-paket yang lebih kecil) sesuai dengan besar data maksimal bisa ditransmisikan melalui jalur tersebut.
- ◆ *Type of Service* (8 bit), berisi kualitas *service* yang dapat mempengaruhi cara penanganan paket IP ini.
- ◆ *Total Length of Datagram* (16 bit), panjang IP datagram total.
- ◆ *Time to Live* (8 bit), berisi jumlah router / hop maksimal yang boleh dilewati paket IP. Setiap kali paket IP melewati satu router, isi dari field ini dikurangi satu. Jika TTL telah habis dan paket tetap belum sampai ke tujuan, paket ini akan dibuang dan router terakhir akan mengirimkan paket *ICMP time exceeded*. Hal ini dilakukan untuk mencegah paket IP terus menerus berada didalam jaringan.
- ◆ *Protocol* (8 bit), mengandung angka yang mengidentifikasi protokol layer atas pengguna isi data dari paket IP ini.
- ◆ *Header Checksum* (16 bit), berisi nilai *checksum* yang dihitung dari seluruh *field* dari *header* paket IP. Sebelum dikirimkan, protokol terlebih dahulu

menghitung checksum dari header paket IP tersebut untuk nantinya dihitung kembali disisi penerima. Jika terjadi perbedaan, maka paket ini dianggap rusak dan dibuang.

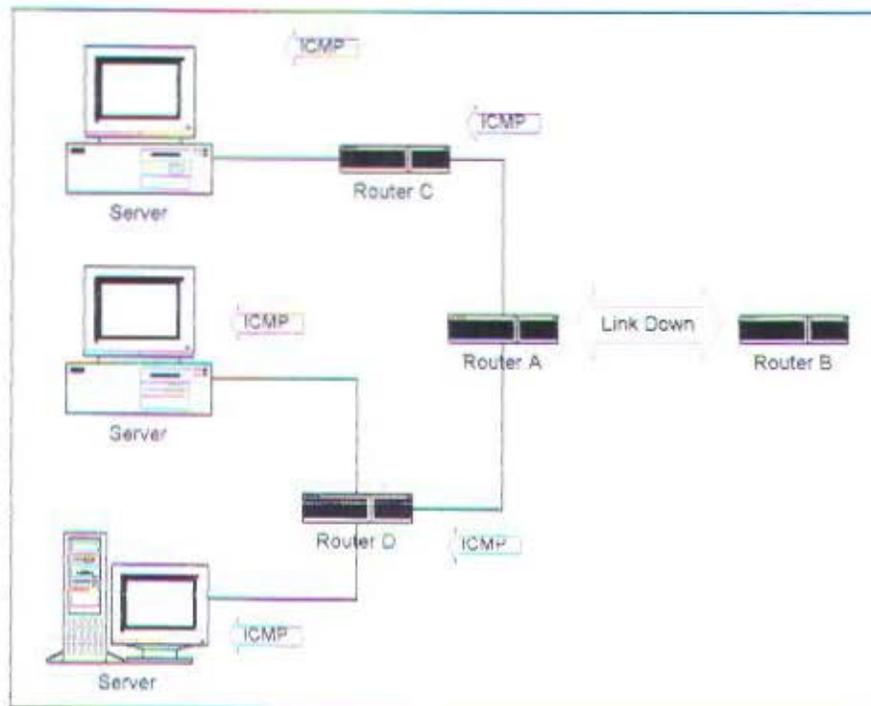
- ◆ *IP address* pengirim dan penerima data, berisi alamat pengirim paket dan penerima paket.
- ◆ Beberapa byte *option*, diantaranya :
 - *Strick Source Route*. Berisi daftar lengkap *IP address* dari router yang harus dilalui oleh paket ini dalam perjalanannya ke *host* tujuan. Selain itu paket balasan atas paket ini, yang mengalir dari *host* tujuan ke *host* pengirim, *diharuskan melalui router yang sama*.
 - *Loose Source Route*. Dengan mengeset *option* ini, paket yang dikirim diharuskan singgah dibeberapa *router* seperti yang disebutkan dalam *field option* ini. Jika diantara kedua *router* yang disebutkan terdapat *router* lain, paket masih diperbolehkan melalui *router* tersebut.

ICMP (*Internet Control Message Protocol*)

ICMP (*Internet Control Message Protocol*) adalah protokol yang bertugas mengirimkan pesan-pesan kesalahan dan kondisi lain yang memerlukan perhatian khusus. Pesan/paket ICMP dikirim jika terjadi masalah pada layer IP dan layer atasnya (TCP/UDP).

Pada kondisi normal, Protokol IP berjalan baik dan menghasilkan proses penggunaan memori serta sumber daya transmisi yang efisien. Namun ada beberapa kondisi dimana koneksi IP terganggu, misalnya karena *router* yang *crash*, putusnya kabel, atau matinya host tujuan. Pada saat ini ICMP berperan membantu menstabilkan kondisi jaringan. Hal ini dilakukan dengan cara

memberikan pesan-pesan tertentu, sebagai respons atas kondisi tertentu yang terjadi pada jaringan tersebut.

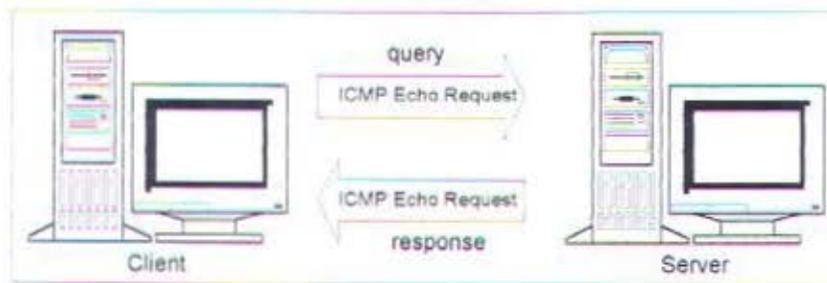


GAMBAR 2.6⁶. TIMBULNYA ICMP

Sebagai contoh, gambar 2.6, hubungan antar *router* A dan B mengalami masalah, maka *Router* A akan secara otomatis mengirimkan paket ICMP *Destination Unreachable* ke *host* pengirim paket yang berusaha melewati *host* B menuju tujuannya. Dengan adanya pemberitahuan ini maka *host* tujuan tidak akan terus menerus berusaha mengirimkan pakatnya melewati *router* B.

Ada dua tipe pesan yang dapat dihasilkan oleh ICMP yaitu *ICMP Error Message* dan *ICMP Query Message*. *ICMP Error Message*, sesuai namanya, dihasilkan jika terjadi kesalahan pada jaringan. Sedangkan *ICMP Query Message* ialah jenis pesan yang dihasilkan oleh protokol ICMP jika pengirim paket menginginkan informasi tertentu yang berkaitan dengan kondisi jaringan.

⁶ Ibid, p-45.



GAMBAR 2.7⁷. ICMP ECHO REQUEST & REPLY

ICMP *Error Messages* dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya :

- ◆ *Destination Unreachable*. Pesan ini dihasilkan oleh *router* jika pengiriman paket mengalami kegagalan akibat masalah putusnya jalur, baik secara fisik maupun secara logic. *Destination Unreachable* ini dibagi menjadi beberapa tipe, diantaranya :
 - *Network Unreachable*, jika jaringan tujuan tak dapat dihubungi.
 - *Host Unreachable*, jika *host* tujuan tak dapat dihubungi.
- ◆ *Protocol At Destination is Unreachable*, jika ditujuan tak tersedia protokol tersebut.
- ◆ *Port is Unreachable*, jika tidak ada port yang dimaksud pada tujuan.
- ◆ *Destination Network is Unknown*, jika *network* tujuan tak diketahui.
- ◆ *Destination Host is Unknown*, jika *Host* tujuan tidak diketahui.
- ◆ *Time Exceeded*. Paket ICMP jenis ini dikirimkan jika isi field TTL dalam paket IP sudah habis dan paket belum juga sampai ke tujuannya. Field TTL ini pula yang digunakan oleh program *traceroute* untuk melacak jalannya paket dari satu host ke host lain. Program *traceroute* dapat melakukan pelacakan rute berjalannya IP dengan cara mengirimkan paket kecil UDP ke IP tujuan, dengan TTL yang diset membesar. Saat paket pertama dikirim, TTL diset

⁷ Ibid, p-46.

satu, sehingga router pertama akan membuang paket ini dan mengirimkan paket *ICMP time exceeded*. Kemudian paket kedua dikirim dengan TTL dinaikkan. Dengan naiknya TTL, paket ini sukses melewati router pertama namun dibuang oleh router kedua. Router ini pun mengirimkan paket *ICMP time exceeded*.

- ◆ *Parameter Problem*. Paket ini dikirimkan jika terdapat kesalahan parameter pada *header* Paket IP
- ◆ *Source Quench*. Paket ICMP ini dikirimkan jika *Router* atau tujuan mengalami kongesti. Sebagai respons atas paket ini, pihak pengirim paket harus memperlambat pengiriman pakatnya.
- ◆ *Redirect*. Paket ini dikirimkan jika router merasa *Host* mengirimkan paket IP melalui *Router* yang salah, seharusnya *Router* lain..

Sedangkan *ICMP Query Messages* terdiri atas :

- ◆ *Echo* dan *Echo Reply*. bertujuan untuk memeriksa apakah sistem tujuan dalam keadaan aktif. Program ping merupakan program pengirim paket ini. Responder harus mengembalikan data yang sama dengan data yang dikirimkan.
- ◆ *Timestamp* dan *Timestamp Reply*. Menghasilkan informasi waktu yang diperlukan sistem tujuan untuk memproses suatu paket.
- ◆ *Address Mask*. Untuk mengetahui berapa netmask yang harus digunakan oleh suatu *host* dalam suatu jaringan.
- ◆ Sebagai pengatur kelancaran jaringan, paket ICMP tidak diperbolehkan membebani jaringan. Karenanya paket ICMP tidak boleh dikirim saat terjadi problem yang disebabkan :
 - Kegagalan pengiriman paket.

- Kegagalan pengiriman paket broadcast atau multicast.

ARP (*Address Resolution Protocol*)

Dalam jaringan lokal, Paket IP biasanya dikirim melalui *card* ethernet. Untuk berkomunikasi mengenali dan berkomunikasi dengan ethernet lainnya digunakan ethernet *Address*. Ethernet *address* ini besarnya 48 bit. Setiap *card* ethernet memiliki ethernet *address* yang berbeda-beda.

Pada saat hendak mengirimkan data ke komputer dengan IP tertentu, suatu host pada jaringan ethernet perlu mengetahui di atas ethernet *address* yang manakah tempat IP tersebut terletak. Untuk keperluan pemetaan IP *address* dengan ethernet *Address* ini digunakan protokol ARP (*Address Resolution Protocol*).

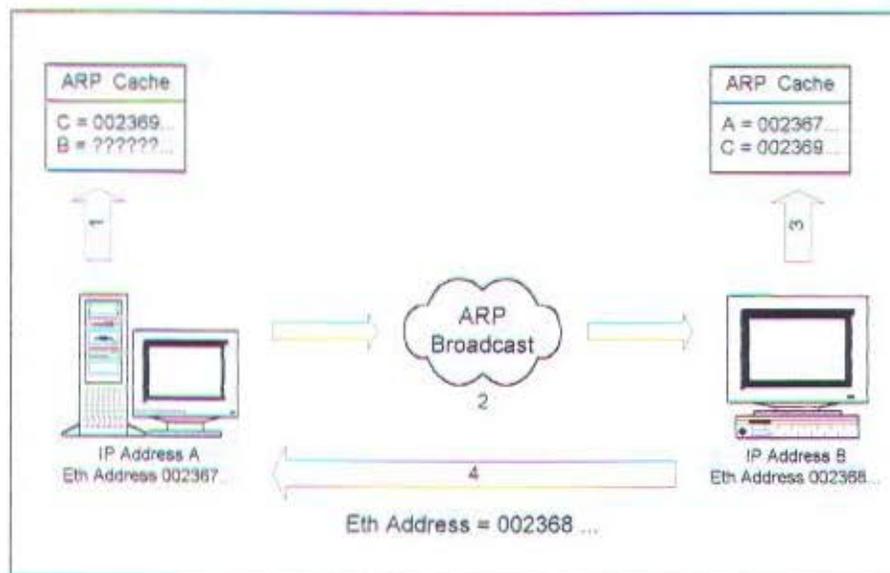
ARP bekerja dengan mengirimkan paket berisi IP *address* yang ingin diketahui alamat ethernetnya ke alamat *broadcast* ethernet. Karena dikirim ke alamat *broadcast*, semua *card* ethernet akan mendengar paket ini. Host yang merasa memiliki IP *address* ini akan membalas paket tersebut, dengan mengirimkan paket yang berisi pasangan IP *address* dan ethernet *Address*. Untuk menghindari seringnya permintaan jawaban seperti ini, jawaban disimpan di memori (ARP *cache*) untuk sementara waktu.

Cara kerja ARP dapat dituliskan sesuai algoritma berikut :

- Suatu Host dengan IP *address* A ingin mengirim ke host dengan IP B pada jaringan lokal. Host pengirim memeriksa dulu ARP *cache*-nya adakah hardware *address* untuk host dengan IP B.
- Jika tidak ada, ARP akan mengirimkan paket ke alamat *broadcast* (sehingga seluruh jaringan mendengarnya). Paket ini berisi pertanyaan : "*Siapa pemilik*

IP address B dan berapakah ethernet addressnya?". Dalam paket ini juga disertakan IP address A dan ethernet addressnya.

Setiap host di jaringan lokal menerima request tersebut dan memeriksa IP address masing-masing. Jika ia merasa paket tersebut bukan untuknya, dia tidak akan berusaha menjawab pertanyaan tersebut.



GAMBAR 2.8⁸. CARA KERJA ARP

Host dengan IP address B yang mendengar request tersebut akan mengirimkan IP address dan ethernet addressnya langsung ke host penanya.

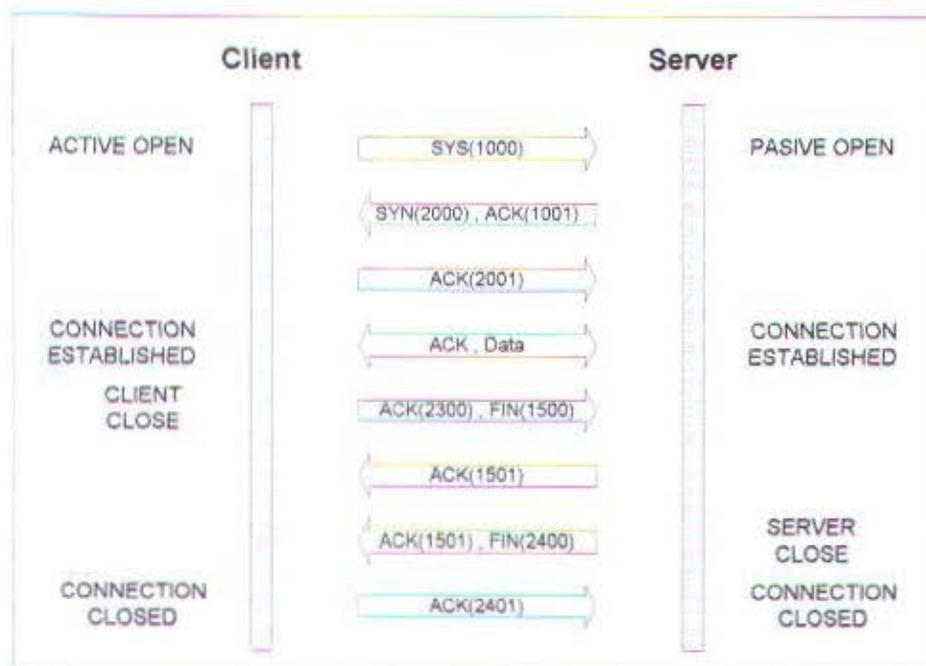
2.2.3.3. Transport Layer

Transport layer merupakan layer komunikasi data yang mengatur aliran data antara dua host, untuk keperluan aplikasi di atasnya. Ada dua buah protokol pada layer ini, yaitu TCP dan UDP.

TCP (*Transmission Control Protocol*)

⁸ Ibid, p-51.

TCP (*Transmission Control Protocol*) merupakan protokol yang terletak di layer transport. Protokol ini menyediakan service yang dikenal dengan *connection oriented, reliable, byte stream service*. Connection oriented berarti sebelum melakukan pertukaran data, dua aplikasi pengguna TCP harus melakukan pembentukan hubungan (*handshake*) terlebih dahulu. Reliable berarti TCP menerapkan deteksi kesalahan paket dan retransmisi. Byte Stream Service berarti paket dikirimkan sampai ke tujuan secara berurutan.



GAMBAR 2.9⁹. PEMBENTUKAN DAN PEMUTUSAN KONEKSI TCP

Contoh yang sangat disederhanakan dari pembukaan hubungan TCP antara sebuah client dan server disajikan pada gambar 2.9. Terlihat bahwa untuk memulai pembukaan suatu hubungan, client harus terlebih dahulu mengirimkan paket SYN (*synchronize*). Setelah menerima paket tersebut, server mengirimkan paket SYN miliknya serta acknowledgement (ACK) terhadap paket SYN

⁹ Ibid, p-52.

sebelumnya. Saat client menerima paket ini, ia akan meng-ACKnowledge serta mengirim data miliknya.

Pada saat ini terbentuklah koneksi TCP antara dua komputer, yaitu client dan server. Angka dalam kurung yang mengikuti SYN pada gambar 2.9. adalah representasi dari sequence number. Sequence number ini pada awalnya dihasilkan secara acak. Setiap acknowledgement terhadap satu paket harus diikuti dengan sequence number yang lebih tinggi dibanding sequence number sebelumnya. Untuk pemutusan hubungan TCP, kedua sisi harus mengirimkan paket yang berisi FIN (finish). Paket ini harus di-ACKnowledge oleh lawannya sebelum koneksi berakhir (gambar 2.9.).

Untuk menjamin ke-andalan, TCP melakukan hal-hal berikut :

- ◆ Data yang diterima oleh aplikasi dipecah menjadi segmen-segmen yang besarnya menurut TCP paling sesuai untuk mengirimkan data.
- ◆ Ketika TCP menerima data dari mitranya, TCP mengirimkan acknowledgement (pemberitahuan bahwa ia telah menerima data).
- ◆ Ketika TCP mengirimkan sebuah data, TCP mengaktifkan pewaktu (software timer) yang akan menunggu acknowledgement dari penerima segmen data tersebut. Jika sampai waktu yang ditentukan tidak terima acknowledgement, data tersebut dikirimkan kembali oleh TCP.
- ◆ Sebelum segmen data dikirim, TCP melakukan perhitungan checksum pada header dan data-nya. Hal ini berbeda dengan protokol IP yang hanya melakukan perhitungan checksum pada headernya saja. Jika segmen yang diterima memiliki checksum yang tidak valid, TCP akan membuang segmen ini dan berharap sisi pengirim akan melakukan retransmisi.

- ◆ Karena TCP dikirim menggunakan IP, dan datagram IP dapat sampai ke tujuan dalam keadaan tidak berurutan, segmen TCP yang dikirimnya pun dapat mengalami hal yang sama. Karenanya sisi penerima paket TCP harus mampu melakukan pengurutan kembali segmen TCP yang ia terima (*resequencing*) dan memberikan data dengan urutan yang benar ke aplikasi penggunanya.
- ◆ Untuk mencegah agar server yang cepat tidak membanjiri server yang lambat, TCP melakukan proses flow control. Setiap koneksi TCP memiliki buffer dengan ukuran yang terbatas. Sisi penerima TCP hanya memperbolehkan sisi pengirim mengirimkan data sebesar buffer yang ia miliki.
- ◆ Karena paket IP dapat terduplikasi diperjalanan, penerima TCP harus membuang data tersebut.

Source Port		Destination Port	
Sequence Number			
Acknowledgement Number			
Hdr	Reserved	Control	Window
Checksum		Urgent Pointer	
TCP Option			
Application Data			

GAMBAR 2.10¹⁰. FORMAT SEGMENT TCP

Segmen TCP terdiri atas beberapa field. *Source* dan *Destination* port adalah field yang berisi angka yang mengidentifikasi aplikasi pengirim dan penerima segmen TCP ini. *Sequence number* berisi nomor urutan *byte stream* dalam data aplikasi yang dikirim. Setiap kali data ini sukses dikirim, pihak

¹⁰ Ibid, p-54.

penerima data mengisi field acknowledgement number dengan sequence number berikutnya yang diharapkan penerima. Bentuk segmen TCP terdapat pada gambar 2.10.

Header length berisi panjang header TCP. Dengan lebar 4 bit, field ini harus merepresentasikan panjang header TCP dalam satuan 4 byte. Jika 4 bit ini berisi 1 (1111 biner = 15 desimal), maka panjang header maksimal ialah $15 \times 4 = 60$ byte. *Field windows* pada gambar di atas diisi dengan panjang window (semacam buffer) penerimaan segmen TCP, merupakan banyak byte maksimal yang bisa diterima tiap saat. Lebar field ini ialah 16 bit (2 byte). Sehingga nilai maksimalnya ialah 65535.

UDP (*User Datagram Protocol*)

UDP merupakan protokol transport yang sederhana. Berbeda dengan TCP yang connection oriented, UDP bersifat *connectionless*. Dalam UDP tidak ada *sequencing* (pengurutan kembali) paket yang datang, *acknowledgement* terhadap paket yang datang atau *retransmisi* jika paket mengalami masalah ditengah jalan. Kemiripan UDP dengan TCP ada pada penggunaan *port number*. Sebagaimana digunakan pada TCP, UDP menggunakan port number ini membedakan pengiriman datagram ke beberapa aplikasi berbeda yang terletak pada komputer yang sama.

Karena sifatnya yang *connectionless* dan *unrealible* UDP digunakan oleh aplikasi-aplikasi yang secara periodik melakukan aktivitas tertentu (misalnya query routing table pada jaringan lokal), serta hilangnya satu data akan dapat diatasi pada query periode berikutnya dan melakukan pengiriman data ke jaringan lokal. Pendeknya jarak tempuh datagram akan mengurangi resiko kerusakan data. Bersifat broadcasting atau multicasting. Pengiriman datagram ke

banyak client sekaligus akan efisien jika prosesnya menggunakan metode *connectionless*.

Source Port	Destination Port
Datagram Lenth	Checksum
Application Data	

GAMBAR 2.11¹¹. FORMAT DATAGRAM UDP

Pada gambar 2.11, ditunjukkan format dari datagram UDP. *Source* dan *Destination* port memiliki fungsi yang sama seperti pada TCP. *Datagram length* berisi panjang datagram, sedangkan *checksum* berisi angka hasil perhitungan matematis yang digunakan untuk memeriksa kesalahan data.

2.2.4. Routing Sederhana

Routing berarti melewatkan paket IP menuju sasaran. Alat yang berfungsi melakukan routing paket ini disebut *router*. Agar mampu melewatkan paket data antar jaringan, maka router minimal harus memiliki dua buah network interface. Proses routing dilakukan secara *hop-by-hop*. IP tidak mengetahui jalur keseluruhan menuju tujuan setiap paket. IP routing hanya menyediakan IP address dari router berikutnya (*next hop router*) yang menurutnya "*lebih dekat*" ke host tujuan. Proses routing yang dilakukan oleh host cukup sederhana. Jika host tujuan terletak di jaringan yang sama atau terhubung langsung ke tujuan, IP datagram dikirim langsung ke tujuan. Jika tidak, IP datagram dikirim ke default router. Router ini yang akan mengatur pengiriman IP selanjutnya hingga ke tujuannya.

¹¹ Ibid, p-56.

2.2.5. DNS Domain dan Mapping

Setiap network interface yang terhubung ke jaringan TCP/IP memiliki IP address yang unik. IP address yang 32 bit ini bukan merupakan hal yang mudah diingat. Nama host (*hostname*) biasanya digunakan untuk mengingat suatu komputer. Program komputer sendiri sebenarnya tidak memerlukan hostname. Setiap host di internet tetap menggunakan IP address untuk berhubungan dengan host lain. Hostname diperlukan untuk memudahkan dalam mengoperasikan jaringan komputer.

Sebagai contoh : <http://www.yahoo.com> = <http://204.71.200.72>

➤ Metode memetakan Hostname ke IP address

Ada dua metode yang digunakan untuk mendapatkan IP address dari suatu hostname. Metode pertama ialah menggunakan host-table, merupakan file yang berisi kombinasi antara nama host dengan IP address host tersebut. Untuk jaringan kecil, penggunaan host table masih dimungkinkan. Namun ketika jaringan menjadi sangat besar, penggunaan host table menjadi tidak efisien.

Untuk mengatasi kelemahan sistem host table dibuatlah DNS (*Domain Name Service*). DNS merupakan sistem database terdistribusi yang tidak banyak dipengaruhi oleh bertambahnya database. DNS menjamin informasi host terbaru akan disebarkan ke jaringan bila diperlukan. Jika server DNS menerima permintaan informasi tentang host yang tidak dia ketahui, ia akan bertanya pada *authoritative DNS server* (sembarang server yang bertanggung jawab untuk memberikan informasi akurat tentang domain yang diminta). Jika authoritative server memberikan jawaban, server lokal menyimpan jawabannya untuk

penggunaan mendatang. Jadi apabila setelah itu ada permintaan informasi yang sama, ia langsung menjawabnya.

2.3. PROTOKOL RADIO AX.25

Salah satu protokol komunikasi data paket adalah AX.25. Protokol ini dibuat oleh ARRL (*American Radio Relay League*) untuk komunikasi data paket melalui gelombang radio dan merupakan modifikasi protokol X.25 level 2 dari *International Telegraph and Telephone Consultive Commite* (CCITT). Walaupun ditujukan pertama kali untuk komunikasi radio amatir, protokol ini sangat potensial untuk dikembangkan dalam bidang lain dengan menggunakan berbagai media dan jaringan komunikasi yang ada karena memiliki keunggulan dalam bidang pengalamatan serta kemampuan untuk melayani komunikasi antara lebih dari dua terminal.

Protokol AX.25 mengikuti prinsip-prinsip X.25 yang dibuat oleh CCITT, kecuali dalam field alamat yang diperluas dan tersedianya fasilitas frame informasi bit tidak bernomor atau *Unnumbered Information* (UI). Istilah DXE digunakan pada protokol AX.25 karena kedua ujung link yaitu ujung primer DCE (*Data Circuit Terminal Equipment*) dan perangkat DTE (*Data Terminal Equipment*) berkedudukan sama dan ini berbeda dengan X.25.

2.3.1. Jenis Frame

Lapisan link transmisi radio paket dikirim dalam blok data yang dinamakan frame. Ada 3 jenis frame dalam protokol AX.25, yaitu :

- Frame Informasi (Frame I)

- Frame Pengawas atau Supervisory (Frame S)
- Frame tidak bernomor atau Unnumbered (Frame U)

2.3.1.1. FRAME I (*Information*)

Fungsi dari frame ini adalah membawa data yang dikirim oleh DXE pengirim ke DXE tujuan. Agar data dapat diterima dengan lengkap dan berurutan pada DXE penerima serta untuk memudahkan mengendalikan link, maka frame-frame ini diberi nomor urut dari frame yang dikirimkan oleh pengirim. $N(R)$ adalah nomor urut dari frame yang dikirimkan oleh pengirim. $N(S)$ adalah nomor urut dari frame yang dikirimkan pengirim yang telah diterima oleh penerima dan menunjukkan nomor urut frame selanjutnya yang perlu dikirimkan. Adanya frame ini ditandai dengan adanya '0' pada bit ke 0 di field.

2.3.1.2. FRAME S (*Supervisory*)

Frame ini berfungsi untuk mengendalikan link dan fungsi acknowledge.

Ada 3 jenis frame S, yaitu:

- Frame Receive Ready (RR)

Receive Ready berfungsi, yaitu:

- a. Menandakan dapat menerima frame I lagi.
- b. Acknowledge yang diterima frame I sebelumnya dan termasuk $N(R)-1$.
- c. Menghilangkan kondisi sibuk (busy) sebelumnya.

- Frame Receive Not Ready (RNR)

Receive Not Ready menunjukkan pengiriman frame I ke TNC penerima dalam keadaan sibuk dan tidak dapat menerima frame I lagi. Frame sebelumnya sampai $N(R)-1$ mendapatkan acknowledge. Frame $N(R)$ dan

selanjutnya yang sudah dikirimkan akan ditolak dan dikirim ulang saat kondisi tidak sibuk.

Kondisi RNR dapat dihilangkan dengan mengirim frame UA, RR, REJ atau SABM.

- **Frame Reject (REJ)**

Frame Reject meminta transmisi ulang frame I mulai dari N(R). Penambahan frame I yang ada mungkin dilampirkan pada frame N(R) yang dikirim ulang. Kondisi reject dihilangkan dengan menerima frame I sebelumnya.

2.3.1.3. FRAME U (*Unnumbered*)

Frame ini berfungsi melaksanakan fungsi pengendalian link yang belum dikerjakan oleh frame S, antara lain fungsi pembentukan dan pemutusan hubungan.

Ada 6 jenis frame ini, antara lain :

- a. SABM (*Set Asynchronous Balanced Mode*)

Berfungsi untuk meminta hubungan antara DXE.

- b. FRMR (*Frame Reject*)

Berfungsi untuk menolak frame yang salah karena penyusunan frame.

- c. DISC (*Disconnect*)

Berfungsi untuk memutuskan hubungan antara DXE.

- d. UA (*Frame Unnumbered Acknowledgment*)

Berfungsi untuk memberikan acknowledgement atas permintaan frame SABM atau DISC. Perintah yang diterima tidak diproses sampai respon UA dikirim.

- e. DM (*Disconnect Mode*)



Respon DM dikirim saat TNC menerima frame selain frame SABM atau UI selama tidak ada hubungan. Berfungsi untuk menunjukkan DXE terputus, dan sementara tidak membangun hubungan. Pada saat TNC dalam keadaan disconnect, maka respons DM selain untuk frame SABM dan UI adalah bit P/F yang di-set "1"

f. UI (*Frame Unnumbered Information*)

Digunakan untuk melakukan komunikasi DXE tanpa kendali link.

Flag	Address	Control	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	16 bits	01111110

GAMBAR 2.12¹². KONSTRUKSI FRAME U DAN S

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bit	8 bits	N*8 bits	16 bits	01111110

GAMBAR 2.13¹³. KONSTRUKSI FRAME INFORMASI

Keterangan :

- Field Info hanya ada pada frame tertentu
- FCS = Frame Check Sequence
- PID = Protocol Identifier Field

Adanya frame ini ditandai dengan adanya '1' pada bit 0 dan 1 di field control.

2.3.2. Struktur Frame

Pada sistem komunikasi radio paket, data atau informasi yang dikirimkan dibagi-bagi menjadi blok-blok informasi yang disebut frame pada protokol AX.25 level 2. Bagian-bagian frame disebut field. Setiap field mempunyai fungsi khusus dan terdiri dari sejumlah byte.

¹² AX.25 LINK ACCESS PROTOCOL FOR AMATEUR PACKET RADIO, Version 2.2, Revision : 11 November 1997, p-6.

¹³ Ibid, p-6

2.3.2.1. FIELD FLAG

Field ini berfungsi untuk menandai awal dan akhir setiap frame, sehingga penerima dapat mengetahui kapan frame dimulai atau berakhir. Field flag ini memiliki pola data byte yang khusus yaitu 01111110 atau 7E Hex.

2.3.2.2. FIELD CONTROL

Field ini berfungsi untuk mengidentifikasi jenis frame yang dikirimkan, membawa perintah serta respon dari pengirim dan penerima untuk fungsi pengendalian link. Field control juga membawa nomor urut pengiriman dan penerimaan.

Central Field Type	Control-Field Bits							
	7	6	5	4	3	2	1	0
I Frame	N(R)			P	N(S)			0
S Frame	N(R)			P/F	S	S	0	1
U Frame	M	M	M	P/F	M	M	1	1

GAMBAR 2.14¹⁴. FORMAT CONTROL FIELD

Central Field Type		Control-Field Bits							
		7	6	5	4	3	2	1	0
Receive Ready	RR	N(R)			P/F	0	0	0	1
Receive Not Ready	RNR	N(R)			P/F	0	1	0	1
Reject	REJ	N(R)			P/F	1	0	0	1

GAMBAR 2.15¹⁵. FRAME S CONTROL FIELD

Dari gambar 2.14 yang diberikan dapat dijelaskan :

1. Bit 0 = bit pertama yang dikirim dan bit 7 = bit terakhir yang dikirim.

¹⁴ Ibid, p-16.

¹⁵ Ibid, p-20.

2. N(S) = nomor urut frame yang dikirimkan (bit 1 = *Least Significant Bit* (LSB)).
3. N(R) = nomor urut frame yang diterima (bit 5 = *Least Significant Bit* (LSB)).
4. Bit-bit S adalah berfungsi supervisory.
5. Bit-bit M adalah modifikasi frame Unnumber (U).
6. Bit-bit P/F = bit Poll/Final. Bit Poll berfungsi untuk permintaan pengiriman sebuah frame. Bit Final adalah bit yang menyatakan pengiriman dari frame yang dimaksud. Bit ini digunakan untuk semua jenis frame.

Central Field Type		Type	Control-Field Bits							
			7	6	5	4	3	2	1	1
Set Async Balance Mode	SABM	Cmd	0	0	1	P	1	1	1	1
Disconnect	DISC	Cmd	0	1	0	P	0	0	1	1
Disconnect Mode	DM	Res	0	0	0	F	1	1	1	1
Unnumbered Acknowledge	UA	Res	0	1	1	F	0	0	1	1
Frame Reject	FRMR	Res	1	0	0	F	0	1	1	1
Unnumbered Information	UI	Either	0	0	0	P/F	0	0	1	1

GAMBAR 2.16¹⁶. FRAME U CONTROL FIELD

2.3.2.3. FIELD ADDRESS

Fungsi dari field address adalah mengidentifikasi asal (sumber) dan tujuan suatu frame. Selain itu juga berfungsi untuk mengidentifikasi repeater yang harus dilalui suatu frame jika penyampaiannya harus melalui satu atau beberapa repeater.

Dengan adanya SSID memungkinkan seorang pemilik ijin operasi radio amatir (*Call-Sign*) untuk memiliki lebih dari satu stasiun. Sebagai contoh gambar 2.17. adalah susunan field alamat tanpa repeater.

¹⁶ Ibid, p-22.

Address Field Frame													
Destination Address Subfield							Source Address Subfield						
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14

GAMBAR 2.17¹⁷. FIELD ALAMAT ENCODING TANPA REPEATER

Susunan field alamat adalah sebagai berikut :

- Byte ke 1 s/d 7 : Enam karakter ASCII alfanumeris kapital yang berisi alamat penerima / tujuan.
- Byte ke 7 : Berisi nomor pengenal stasiun sekunder atau SSID (*Secondary Station Identifier*) dari penerima.
- Byte ke 8 s/d 14 : Enam karakter ASCII alfanumeris kapital yang berisi Alamat pengirim / asal.
- Byte ke 14 : Berisi nomor pengenal stasiun sekunder atau SSID (*Secondary Station Identifier*) dari pengirim .

2.3.2.4. FIELD PID (*Protocol Identifier*)

Field PID (*Protocol Identifier*) digunakan pada frame informasi (I dan UI) untuk mengidentifikasi jika ada protokol level 2 yang digunakan, y bisa 0 atau 1.

2.3.2.5. FIELD INFORMASI

Field ini berfungsi membawa data dari pengirim ke penerima. Field Informasi terdapat pada 3 jenis frame : I, UI dan FRMR. Panjang maksimum field informasi adalah 256 byte dan harus merupakan kelipatan bulat dari byte.

2.3.2.6. FIELD FCS (Frame Check Sequence)

¹⁷ Ibid, p-9.

FCS (*Frame Check Sequence*) berupa bilangan 16 bit yang dihitung oleh pengirim maupun penerima. Field ini berfungsi untuk mengetahui apakah suatu frame mengalami kerusakan pada saat proses pengiriman melalui media transmisi. DXE pengirim menempatkan FCS diakhir frame sebelum flag penutup.

HEX	M S B	L S B	Keterangan
**	yy01yyyy		AX.25 layer 3 implemented
**	yy10yyyy		AX.25 layer 3 implemented
0x06	00000110		Compressed TCP/IP packet.
0x07	00000111		Uncompressed TCP/IP packet.
0x08	00001000		Segmentation Fragment
0xC3	11000011		TEXNET datagram protocol
0xCC	11001100		ARPA Internet Protocol
0xCE	11001110		FlexNet
0xF0	11110000		No layer 3 Protocol implemented
0xFF	11111111		Escape character. Next octet contains more Level 3 protocol information.

GAMBAR 2.18¹⁸. DEFINISI PID

2.3.3. Parameter-Parameter AX.25

Pada protokol AX.25 ada beberapa konfigurasi yang bisa digunakan untuk inialisasi sistem.

2.3.3.1. TIMER

Untuk menjaga keberadaan hubungan dengan menggunakan AX.25, maka terdapat sebuah parameter yang disebut *timer*.

Jenis Timer antara lain :

¹⁸ Ibid, p-7.

a. Acknowledge Timer (T1).

Timer T1 digunakan untuk mencegah DXE terus menerus menunggu respons dari frame yang dikirimkan. T1 paling sedikit sama dengan 2x jangka waktu yang diperlukan untuk mengirim frame dengan panjang maksimum ke DXE penerima sampai mendapat respon frame dari DXE penerima itu. Jika digunakan repeater, nilai T1 diatur sesuai dengan jumlah repeater yang dilalui frame saat dikirim.

b. Respons Delay Timer (T2).

Timer T2 digunakan untuk menentukan jangka waktu maksimum delay antara penerimaan frame I dan pengiriman frame respons-nya. T2 digunakan agar DXE penerima dapat menunggu sebentar untuk menentukan apakah jumlah frame I yang dikirimkan lebih dari 1. Jika lebih dari 1, DXE akan memberikan acknowledge semuanya sekaligus (hingga maksimum frame). Penggunaan timer ini bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi kanal.

c. Inactive Ring Timer (T3).

Timer T3 digunakan untuk menjaga keberadaan hubungan pada saat T1 tidak bekerja. Jika tidak ada frame I atau frame bit-P, RR atau RNR dengan bit-P di-set 1 dikirimkan setiap T3 sistem waktu untuk menanyakan kondisi DXE lawan.

2.3.3.2. Jumlah Maksimum Pengulangan (N2)

Jumlah maksimum pengulangan adalah dihubungkan dengan waktu T1.

2.3.3.3. Jumlah Maksimum Isi Field Informasi (N1)

Panjang maksimum field informasi yang dikirimkan adalah 256. Field I merupakan jumlah integral dari 8 byte.

2.3.3.4. Jumlah Maksimum Frame I yang tidak Tuntas (K)

Jumlah maksimum frame I yang belum mendapatkan acknowledge pada satu waktu adalah 7.

2.3.3.5. Variabel Status dan Nomor Urut

- a. Variabel Status Kirim $V(S)$, merupakan variabel internal di dalam DXE dan tidak pernah dikirimkan. Berisi nomor urut pengiriman frame berikutnya yang harus diberikan pada frame I yang akan dikirimkan. Variabel ini diperbaharui tiap pengiriman frame I.
- b. Nomor Urut Kirim $N(S)$, nomor urut pengiriman frame I yang terdapat pada field control setiap frame I. Tepat sebelum pengiriman frame I, $N(s)$ diperbaharui sesuai dengan $V(S)$.
- c. Variabel Status $V(R)$, merupakan variabel internal didalam DXE yang berisi nomor urut kirim frame I berikutnya yang diharapkan diterima. Variabel ini diperbaharui pada saat penerimaan frame I yang benar dengan $N(s)$ yang sama dengan $V(R)$ saat itu.
- d. Nomor urut terima $N(R)$, dimiliki oleh frame I dan S sebelum pengiriman frame I atau S, sehingga merupakan acknowledge atau permintaan frame I dengan nomor urut kirim sampai dengan $N(R)-1$.

2.3.4. Prosedur-Prosedur AX.25

Merupakan prosedur-prosedur yang perlu diperhatikan pada protokol AX.25 dalam proses pembentukan, pengendalian dan pemutusan hubungan.

2.3.4.1. Prosedur Pembentukan dan Pemutusan Hubungan.

Ada tiga macam proses, yaitu :

a. Pembentukan Hubungan LAPB.

LAPB (Link Access Procedure Version B) adalah istilah yang digunakan dalam protokol X.25 dan AX.25 yang maknanya sama dengan Asynchronous Balanced Mode (ABM) pada HDLC. Jika suatu DXE ingin menghubungi DXE lain, DXE tersebut harus mengirimkan frame perintah SABM kepada DXE tujuan dan mengaktifkan timer T1. Jika DXE lawan ada dan menerima permintaan hubungan, maka akan mendapat respon frame UA dan me-reset semua variabel internal status (V(S) dan V(R)). Penerimaan respon frame UA menyebabkan timer T1 berhenti dan menge-set variabel internal status menjadi "0". Setelah hubungan terbentuk, DXE memasuki tahap pengiriman informasi. Pada tahap ini DXE akan mengirimkan dan menerima frame-frame I dan S.

Jika DXE lawan tidak menjawab sampai T1 habis, maka DXE yang meminta hubungan akan mengirim kembali frame SABM dan memulai lagi timer T1. Usaha pembangunan hubungan ini terus berlanjut sampai memperoleh respons UA dari DXE lawan. Bila sampai N2 kali dan T1 habis masih belum ada respons dari DXE lawan, maka DXE pengirim SABM akan tetap berada dalam kondisi tak terhubung (*disconnected*).

Jika DXE yang menerima SABM tidak memasuki kondisi terhubung, DXE tersebut akan mengirim respons DM. DXE yang menerima respon frame DM dan sebagai pengirim respons frame SABM akan menghentikan timer T1 dan tetap pada kondisi tak terhubung. DXE pengirim perintah SABM akan

mengabaikan dan membatalkan setiap frame kecuali frame SABM, DISC, UA dan DM dari DXE lawan.

b. Pemutusan Hubungan.

Pada tahap pengiriman informasi, salah satu DXE dapat melakukan permintaan untuk memutuskan hubungan dengan mengirimkan frame perintah DISC dan memulai timer T1. DXE lawan penerima frame DISC tersebut harus mengirimkan frame respons UA. Setelah menerima respons UA dan DM dari perintah DISC yang dikirimkan, DXE akan memasuki kondisi tak terhubung. Jika respons UA dan DM tidak diterima sampai T1 habis, frame DISC harus dikirimkan lagi dan T1 diaktifkan ulang. Bila kejadian tersebut berlangsung N2 kali, maka DXE memasuki kondisi tidak terhubung.

c. Kondisi Tak Terhubung.

Suatu DXE yang dalam kondisi tak terhubung, harus memantau frame-frame perintah yang diterima, bereaksi menerima SABM dan mengirim respon DM untuk perintah DISC. Ada DXE yang menerima frame selain SABM atau frame UI dengan respon bit-P diset "1" dan frame DM dengan bit-F di set "1". Frame lain yang diterima akan diabaikan.

Ketika DXE dalam keadaan tidak terhubung setelah kondisi error atau error internal timbul ketika DXE dalam keadaan tidak terhubung, DXE akan menunjukkannya dengan mengirim respon DM.

2.3.4.2. Prosedur Transfer Informasi.

Setelah terbentuk hubungan melalui prosedur pembentukan hubungan, kedua DXE yang telah terhubung dapat mengirimkan atau menerima frame-frame I dan S.

a. Pengiriman Frame I.

Jika suatu DXE hendak mengirimkan frame I, frame tersebut akan dikirimkan dengan nomor urut $N(S)$ yang sama dengan variabel status kirim $V(S)$ saat itu. Pada saat frame I dikirimkan, nilai $V(S)$ ditambah dengan satu (1). Jika timer T1 berhenti maka akan mulai berjalan. Jika timer T1 berjalan maka akan dijalankan mulai dari awal.

DXE tidak boleh mengirimkan frame I lagi jika $V(S)$ sama dengan nomor urut $N(R)$ yang terakhir diterima dari DXE lawan ditambah k (7). Jika frame I itu tetap dikirim maka pengendali aliran data akan berlebihan sehingga terjadi kesalahan.

b. Penerimaan Frame I.

➤ Kondisi Tidak Sibuk

Jika suatu DXE menerima frame I yang benar (yaitu frame I dengan FCS yang benar dan frame dengan $N(S) = V(R)$ penerima) dan tidak berada dalam kondisi yang sibuk, maka frame I tersebut diterima, $V(R)$ ditambah satu (1) dan melakukan salah satu langkah berikut ini :

1. Jika DXE tersebut mempunyai frame I yang hendak dikirimkan, frame I dapat dikirimkan dengan $N(R)$ yang sama dengan $V(R)$ sebagai Acknowledge untuk frame I yang baru diterima. Cara lain yang dapat ditempuh adalah mengirim frame RR dengan $N(R)$ yang sama dengan $V(R)$ dan baru kemudian mengirimkan frame I.
2. Jika tidak ada frame I yang akan dikirimkan, DXE penerima mengirimkan frame RR yang mempunyai $N(R)$ yang sama dengan $V(R)$. DXE penerima dapat menunggu sebentar sebelum mengirimkan frame RR dengan jalan menghidupkan timer T2 dan menunggu sampai habis untuk memastikan

tidak ada lagi frame I yang hendak dikirim, bila frame I habis sebelum timer T2 selesai, maka menerima frame I kembali dan harus mengeset timer T2. Hal ini berlaku untuk tujuh frame berturut-turut setelah timer T2 habis atau setelah menerima frame I sebanyak tujuh kali.

➤ **Kondisi Sibuk**

Dalam keadaan sibuk DXE akan menolak setiap frame I yang diterima dan membalas dengan mengirimkan frame RNR untuk menyatakan kondisi sibuk. DXE yang menerima RNR harus terus memeriksa DXE lawan dengan mengirimkan frame RR dengan bit-P diset 1 secara periodik (berdasarkan timer T3) sampai kondisi sibuk tersebut berakhir.

c. Penerimaan Frame Dengan Nomor Urut Yang Salah.

Jika suatu frame I diterima dengan FCS yang benar tetapi membawa N(S) yang tidak sesuai dengan V(S) saat itu, maka frame tersebut akan ditolak. Frame REJ dikirimkan sebagai respon dengan N(R) lebih tinggi satu dari frame I yang terakhir diterima dengan benar.

d. Penerimaan Frame Yang Salah

Jika suatu DXE menerima sebuah frame dengan FCS yang salah atau frame dengan alamat yang tidak sesuai maka frame tersebut akan dibatalkan.

e. Penerimaan Acknowledge.

Apabila frame I atau S diterima dengan benar, walaupun dalam kondisi sibuk, N(R) dari frame yang diterima harus diperiksa apakah frame tersebut merupakan acknowledge dari suatu frame I yang dikirimkan sebelumnya.

Timer T1 harus dihentikan jika frame yang diterima adalah acknowledge untuk frame-frame sebelumnya yang belum mendapatkan acknowledge. Apabila



masih ada beberapa frame yang sudah dikirim tetapi belum mendapatkan acknowledge dan timer T1 sudah habis maka timer T1 akan dimulai dari awal lagi. Bila timer T1 habis sebelum diterimanya suatu acknowledge DXE, maka akan dilakukan pengiriman ulang sampai N2 kali atau sampai diterimanya acknowledge yang diinginkan.

f. Penerimaan Frame REJ.

Setelah menerima frame REJ, V(S) pada DXE pengirim akan diset dengan nilai yang sama dengan nomor urut frame REJ yang diterima. DXE akan mengirim ulang frame I yang gagal sebelumnya berdasarkan :

- Jika DXE pada saat itu tidak sedang mengirim dan kanal terbuka, maka DXE tersebut segera mengulang frame-frame I.
- Jika DXE beroperasi dengan kanal full duplex sedang mengirim frame UI atau S ketika menerima frame REJ, maka setelah selesai mengirim UI dan S, DXE akan segera mengirim frame I.

g. Penerimaan frame RNR.

Dengan diterimanya frame RNR, DXE harus menghentikan pengiriman frame-frame I sampai kondisi DXE lawan tidak sibuk. Jika timer T3 berakhir setelah diterimanya frame RNR, perintah RR atau RNR dengan bit-P di-set 1 dikirim ke Poll DXE lawan, timer T1 dimulai. Jika frame RNR diterima sebagai respon Poll, T1 berakhir dan T3 dimulai lagi. Jika tidak ada respon diterima sebelum T1 berakhir, DXE akan melakukan prosedur penantian acknowledge. Jika frame RR diterima sebagai respon Poll, T1 berhenti dan kondisi kembali normal (tidak sibuk).

h. Pengiriman saat Kondisi Sibuk.

Pada saat kondisi sibuk, DXE akan menunjukkan kepada DXE lawan dengan mengirimkan respons RNR untuk membalas frame yang diterimanya, DXE tersebut masih dapat menerima dan memproses frame-frame S. Jika frame S tersebut membawa bit-P di-set 1 maka DXE harus membalas dengan respons RNR dengan bit-F di-set 1. Untuk menghapus kondisi sibuk, DXE mengirimkan frame RR dan REJ dengan $N(R)$ yang sama dengan $V(R)$ saat itu.

i. Penungguan Acknowledge.

Bila timer T1 berakhir pada saat menunggu acknowledge dari DXE lawan untuk suatu pengiriman frame I, maka DXE akan memulai lagi untuk timer T1 dan mengirimkan frame perintah S yang sesuai (RR atau RNR) dengan bit-P yang di-set. Jika DXE menerima respons frame S dengan bit-F yang di-set dan dengan $N(R)$ dalam range mulai dari $N(R)$ terakhir diterima sampai dengan $N(S)$ terakhir dikirimkan ditambah 1, maka DXE tersebut akan memulai timer T1 lagi dan mengeset $V(S)$ sama dengan $N(R)$ yang diterima, kemudian dimulai lagi pengiriman frame-frame I.

Dipihak lain bila DXE menerima suatu frame respons frame S dengan bit F yang tidak di-set atau suatu frame I atau frame perintah S dengan $N(R)$ dalam range dari $N(R)$ terakhir diterima sampai dengan $N(S)$ terakhir dikirimkan ditambah 1, maka DXE tersebut tidak akan memulai timer T1, tetapi tetap menggunakan $N(R)$ yang diterima sebagai indikasi acknowledge untuk frame-frame I yang sebelumnya telah dikirim dengan nomor urut kirim sampai dengan $N(R) - 1$.

Jika timer T1 telah habis sebelum frame respons dengan bit-F yang di-set diterima, maka DXE tersebut akan mengirim ulang frame perintah S yang sesuai

(RR atau RNR) dengan bit-P yang di-set. Setelah N2 kali gagal dalam usaha memperoleh frame respons S dengan bit-F yang di-set dari DXE lawan, DXE tersebut melakukan prosedur pe-reset-an hubungan.

2.3.4.3. Kondisi Penolakan Frame.

DXE harus melaksanakan prosedur pe-rese-tan hubungan jika DXE tersebut menerima suatu frame dengan FCS dan alamat tujuan yang benar tetapi memiliki salah satu kondisi berikut :

1. Merupakan frame perintah atau respons yang tidak sah.
2. Merupakan frame I dengan field informasi melebihi panjang maksimum yang telah ditentukan.
3. Membawa N(R) yang tidak tepat.
4. Merupakan frame yang sebenarnya tidak boleh memiliki field informasi, tetapi ternyata frame tersebut memiliki field informasi.
5. Merupakan frame S dengan bit F yang diset '1' dan tidak diharapkan diterima.
6. Membawa N(S) yang tidak sah.

Dalam kondisi tersebut DXE harus meminta DXE lawan untuk mereset hubungan dengan mengirimkan frame respons FRMR dengan field informasi pada gambar 2.13. Setelah mengirimkan frame FRMR, DXE akan memasuki kondisi penolakan frame. Kondisi ini dihapus jika DXE pengirim lainnya yang diterima pada kondisi penolakan frame akan menyebabkan DXE tersebut mengirimkan lagi frame FRMR seperti frame FRMR yang pertama. Dalam kondisi penolakan frame, frame I yang hendak dikirim tidak akan dikirimkan, sedangkan frame I dan S yang diterima akan diabaikan oleh DXE tersebut. DXE harus memulai timer T1 setelah mengirimkan frame FRMR.

Jika frame SABM atau DISC belum diterima sampai T1 habis, frame FRMR harus dikirimkan lagi dan timer T1 harus dimulai dari awal kembali. Apabila frame FRMR telah dikirimkan N2 kali tanpa memperoleh respons, maka hubungan terputus.

2.3.4.4. Prosedur Pemulihan Hubungan.

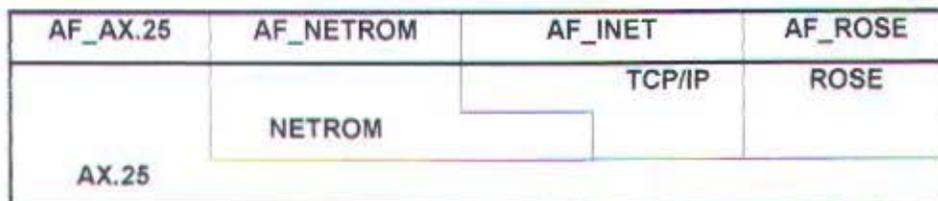
Prosedur pemulihan hubungan untuk mengawali inisialisasi aliran data pada keadaan awal setelah terjadi kesalahan yang tidak dapat dipulihkan. Suatu DXE harus melakukan pemulihan hubungan jika menerima frame respons UA yang tidak diharapkan atau frame respons dengan bit F yang diset 1. DXE juga dapat memulai pemulihan jika menerima suatu frame FRMR. Prosedur pemulihan dilakukan oleh DXE yang mengirimkan frame SABM dan memulai timer T1. Penerima frame SABM tersebut harus membalas dengan frame UA serta mengeset V(S) dan V(R) menjadi nol dan menghentikan timer T1.

Apabila respons yang diterima adalah DM, maka DXE akan memasuki status tidak terhubung dan menghentikan timer T1. Bila sampai timer T1 habis, frame UA atau DM belum diterima, DXE akan mengirim ulang frame SABM dan memulai kembali timer T1. Bila pengiriman SABM tidak mendapatkan balasan sampai N2 kali, maka DXE akan memasuki status tidak terhubung. Frame respons dan perintah lainnya yang diterima selama pelaksanaan prosedur pemulihan hubungan akan diabaikan oleh DXE. Salah satu DXE akan meminta DXE lawan untuk mereset hubungan dengan mengirimkan frame respons DM. Setelah itu, DXE memasuki status tak terhubung.

2.4. HUBUNGAN PROTOKOL TCP/IP dan AX.25

Dari sub-bab sebelumnya, terlihat bahwa Protokol TCP/IP dan AX.25 memiliki perbedaan fungsi. Agar kedua protokol tersebut dapat bekerja sama dalam komunikasi data, maka dibutuhkan adanya kesepakatan antara kedua protokol itu. Kesepakatan itu dapat dilihat di "AX.25 HOW-TO" pada linux, seperti yang disajikan pada gambar 2.19. Dengan adanya kesepakatan tersebut, maka segala aplikasi yang dapat dijalankan dibawah kendali protokol TCP/IP juga dapat dijalankan dibawah kendali protokol AX.25.

Sebagai contoh, aplikasi E-mail pada protokol TCP/IP tidak akan dapat dijalankan secara langsung pada protokol AX.25 jika tidak ada interface. Dari gambar 2.19 dapat dilihat bahwa protokol TCP/IP dapat berjalan diatas protokol AX.25. Hal ini tentunya membutuhkan suatu interface untuk menjalankan protokol TCP/IP diatas protokol AX.25.



GAMBAR 2.19¹⁹. HUBUNGAN PROTOKOL TCP/IP DAN AX.25

Salah satu aplikasi yang memanfaatkan hubungan antara protokol TCP/IP dengan AX.25 adalah *Sistem Komunikasi Radio Paket*.

Sistem Komunikasi Radio Paket merupakan sistem komunikasi data paket yang menggunakan media gelombang radio untuk jalur pengiriman datanya. Jika ada dua terminal komputer yang akan melakukan aplikasi komunikasi data TCP/IP melalui gelombang radio, maka dibutuhkan sebuah protokol yaitu AX.25. Setelah terjadi hubungan antara kedua terminal, dengan

¹⁹Terry Dawson, LINUX AX.25 HOW-TO, Amateur Radio, 1997.

AX.25, maka komunikasi data TCP/IP dapat dijalankan diatas protokol AX.25 tersebut. Pengiriman data dilakukan dalam bentuk frame-frame atau sering disebut sebagai paket-paket. Karena data yang dikirim berupa paket-paket data, maka sistem komunikasi ini dinamakan *Sistem Komunikasi Radio Paket*.

BAB III

MODEM RADIO MENGGUNAKAN SOUND CARD

TYPE CREATIVE SB16

Suatu peralatan yang dapat dimanfaatkan sebagai modem dalam sistem komunikasi radio paket adalah SoundCard. Dengan memanfaatkan fungsi dari soundcard yang mirip dengan modem yaitu mampu mengubah sinyal digital pada terminal komputer menjadi sinyal audio (analog) atau sebaliknya, maka soundcard akan difungsikan untuk mengirim dan menerima data dengan kecepatan transmisi tertentu.

3.1. TEKNIK MODULASI

Lebar pita rangkaian suara untuk keperluan komersial adalah 300-3400 Hz. Ini memungkinkan sambungan data berkecepatan rendah, yang beroperasi sampai 1200 bps, dengan bit-bit yang dinyatakan sebagai perubahan tunggal dalam bentuk gelombang termodulasi yang dapat dikirimkan.

Bit-bit yang berdekatan dapat dipasangkan satu sama lain untuk membentuk dibit 00, 01, 11, dan 10. Setiap dibit dapat disajikan dengan sebuah perubahan pada bentuk gelombang termodulasi sehingga perubahan tersebut hanya terjadi untuk separuh cacah perubahan sebelumnya, sehingga laju baud dari jalur hanya separuh laju bit. Untuk pengurangan yang lebih besar dari ratio laju baud dengan laju bit, bit-bit yang menyusun aliran data dapat dikelompokkan

membentuk tribit 000, 001, 010, dan seterusnya, atau membentuk kuartbit 0000, 0001, 0010, dan seterusnya atau membentuk kuinbit 00000, 00001, 00010, dan seterusnya.

3.1.1. Analog to Digital / Digital to Analog Converter

Suatu cara bagaimana mengubah sinyal digital dari terminal komputer ke bentuk analog dan sebaliknya sangat dibutuhkan. Semua ini tidak terlepas dari suatu rangkaian konverter yang mendukung proses tersebut. Rangkaian yang dimaksud biasa disebut dengan *Analog to Digital Converter* (ADC) dan *Digital to Analog Converter* (DAC).

3.1.1.1. KONSEP ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

Rangkaian A/D Converter yang biasa digunakan ada dua macam, yaitu :

A. Simple Counter Ramp A-D Converter.

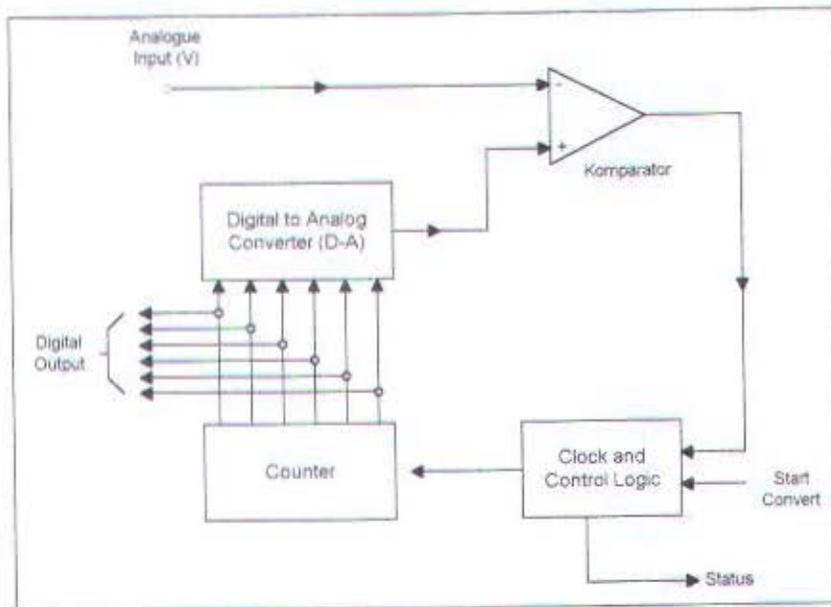
Blok diagram Counter Ramp A/D Converter dapat dilihat pada gambar

3.1. Rangkaian tersebut terdiri dari beberapa komponen, yaitu :

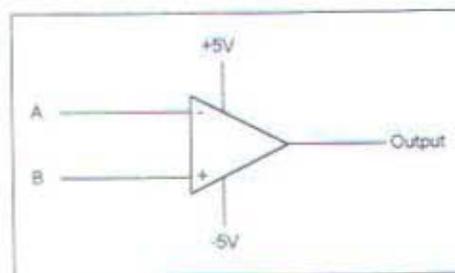
➤ Komparator

Rangkaian dengan dua input dan satu output. Merupakan rangkaian Op-Amp dengan gain high open loop dapat dilihat pada gambar 3.2. Jika input A = B maka output adalah nol. Jika input A adalah tegangan positif dan lebih besar daripada input B maka output komparator adalah tegangan negatif. Jika input B tegangan positif lebih besar daripada A, output komparator adalah tegangan positif.

Sebagai catatan bahwa output komparator berubah positif-negatif dan negatif-positif dengan tegangan yang telah ditetapkan. Jika A lebih positif dari B, maka output adalah -5.0 Volt. Jika B menjadi lebih besar dari A maka output berubah menjadi $+5.0$ Volt. Dengan cara ini komparator dapat digunakan sebagai device kontrol pensinyalan.



GAMBAR 3.1²⁰. COUNTER RAMP A-D CONVERTER



GAMBAR 3.2²¹. OP-AMP COMPARATOR

➤ Clock

Merupakan switching pulsa rectangular (segi-empat) dengan frekuensi tetap.

²⁰ Jhon C. Morris, DIGITAL ELECTRONICS, 1992, p-82.

²¹ Ibid, p-82.

➤ **Kontrol Logic**

Suatu unit instruksi logika yang mengatur rangkaian, seperti perintah 'Start', 'Stop' dan 'Konverter busy'.

➤ **Counter**

Counter biner yang akan bertambah saat menerima pulsa clock.

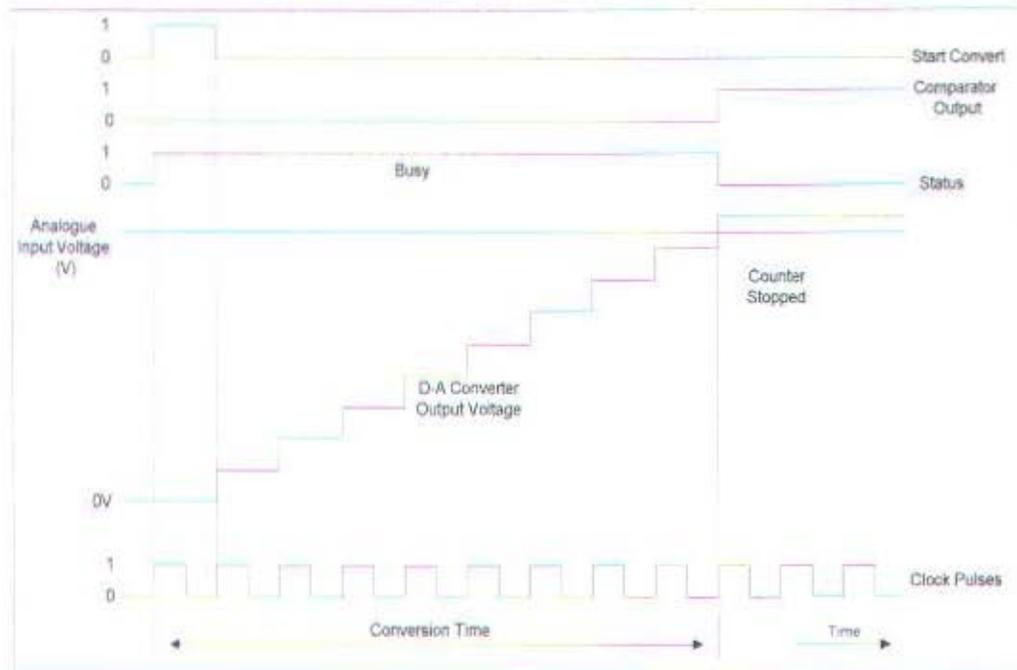
➤ **D-A Converter**

Input analog yang dikonversi ke dalam bentuk digital dijadikan sebagai input komparator. Output dari counter harus dibandingkan dengan input analog. Jika komparator merupakan device analog maka output counter digital harus dikonversi terlebih dahulu menjadi sinyal analog.

Cara kerja rangkaian A-D Converter dapat dilihat pada diagram gambar 3.3. Diasumsikan input analog adalah tegangan DC positif.

- Start Convert dijalankan untuk mengaktifkan clock.
- Rangkaian kontrol me-reset counter menjadi nol sehingga output D-A adalah nol.
- Sinyal D-A yang masuk komparator = 0 Volt dan selanjutnya jika input analog masih lebih besar, maka output = -5 Volt (Logic 0).
- Sekarang Clock menaikkan hitungan counter sesuai dengan kecepatan clock yang telah ditentukan.
- Bertambahnya hitungan counter, menyebabkan output D-A meningkat.
- Jika output D-A menjadi lebih besar daripada input analog, maka output komparator berbalik menjadi +5 Volt = (Logic 1) dan clock berhenti. Sekarang counter berhenti menghitung. Output biner digital yang dihasilkan merupakan input analog yang telah diubah dalam bentuk sinyal digital.

Kelemahan utama dari jenis konverter ini adalah kecepatan proses operasi. Waktu yang diperlukan untuk konversi tergantung ukuran input analog. Waktu terpanjang akan terjadi jika input sinyal analog adalah maksimum (sangat besar).



GAMBAR 3.3²². COUNTER RAMP TIMING DIAGRAM

Contoh : 4 bit A-D converter dengan frekuensi clock 50 KHz.

- Waktu yang diperlukan untuk mengubah input sinyal analog dengan skala penuh adalah :

Counter akan menghitung naik hingga mencapai 2^4 sebelum reset kembali.

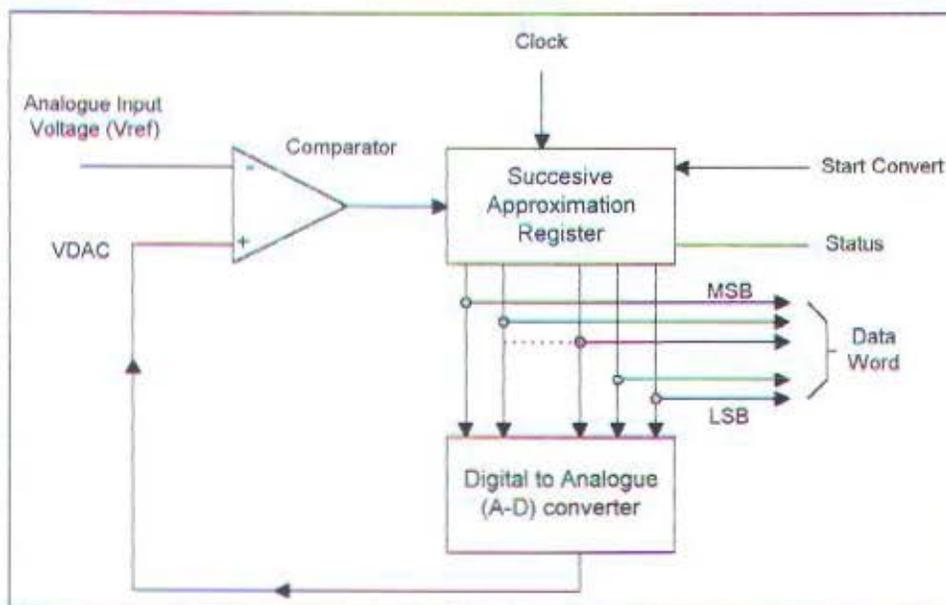
Hitungan maksimum = $2^4 = 16$. Kenaikan hitungan Counter pada setiap pulsa clock, sehingga akan ada 16 pulsa clock yaitu dari 0 sampai 15. Tiap pulsa clock adalah $1/(50 \times 10^3)$ detik = $20 \mu\text{s}$.

Jadi waktu konversi maksimum : $16 \times 20 \times 10^{-6} = 320 \mu\text{s}$

²² Ibid, p-83.

B. Successive Approximation A-D Converter

Konverter lain yang mampu mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital lebih cepat adalah Successive Approximation A-D Converter yang dapat dilihat pada gambar 3.4. Konverter ini mirip dengan Ramp-Converter yaitu terdiri dari *D-A Converter*, *Comparator*, *Clock* dan *Logic Control*. Perbedaannya ialah *Binary Counter* biner diganti dengan *Binary Register*. Tiap-tiap bit didalam register dapat di-set dan reset oleh rangkaian kontrol.



GAMBAR 3.4²³. SUCCESSIVE APPROXIMATION A-D CONVERTER

Cara kerja rangkaian sesuai diagram (gambar 3.5).

Diasumsikan tegangan input analog adalah tegangan DC = 13.5 Volt :

- Start Convert Command dijalankan untuk mengaktifkan clock
- Status di-set 'busy' dan pulsa clock pertama menge-set register menjadi 0000.
- Output D-A adalah nol, maka output komparator adalah -5 Volt (Logic 0).

²³ Ibid, p-85.

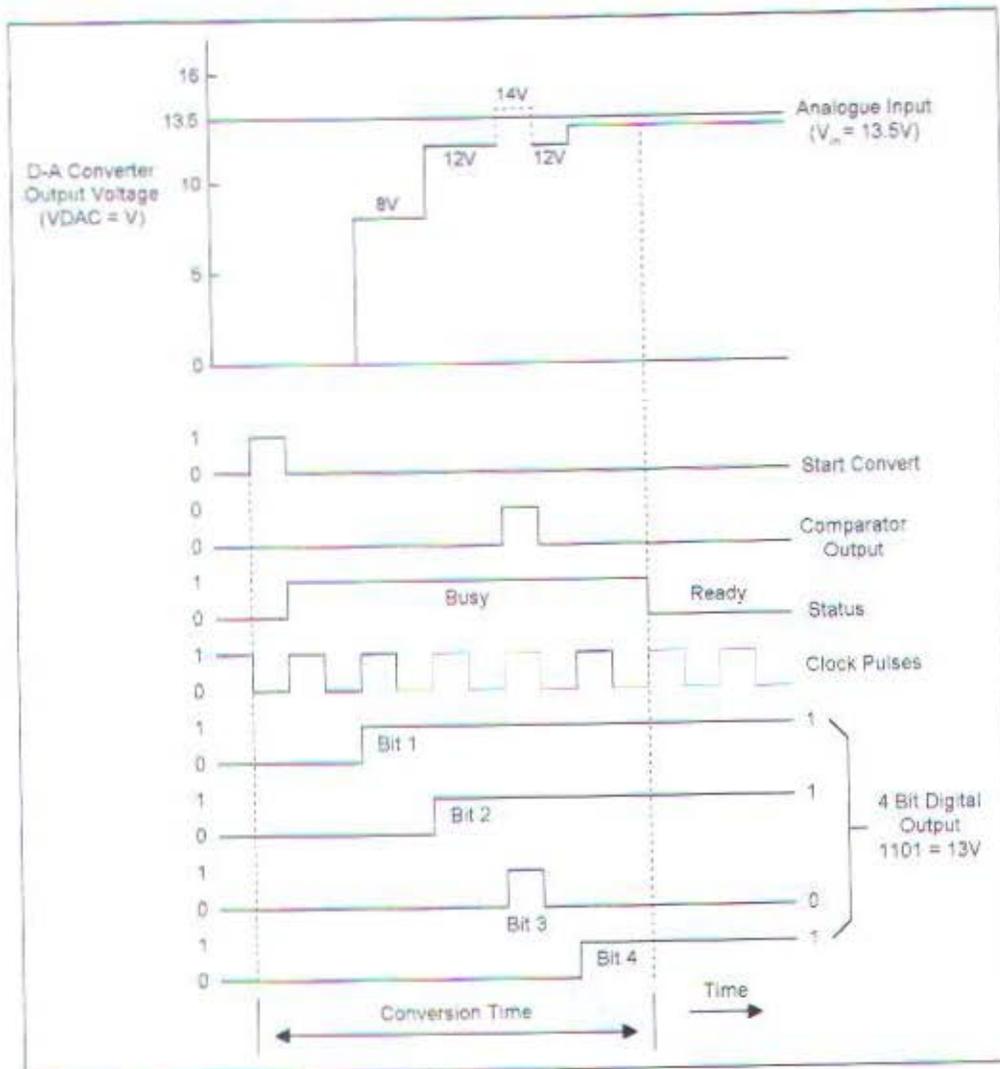
- Pulsa clock selanjutnya mengeset *Most Significant Bit* (MSB) (B4) ke logic 1.
- B4 menunjukkan 8 Volt, kemudian D-A membandingkannya dengan input analog, jika 8 Volt masih lebih kecil dari 13.5 volt maka output tidak berubah, jadi B4 tetap pada '1'.
- Bit selanjutnya adalah B3 yang menunjukkan 4 Volt. Maka output total D-A menjadi 12 Volt. 12 Volt masih lebih kecil dari 13.5, maka B3 tetap '1'.
- Bit selanjutnya adalah B2 yang menunjukkan 2 Volt. Maka output total D-A menjadi 14 volt. Karena output D-A lebih besar dari 13.5 Volt, maka output komparator berbalik ke +5 Volt (Logic 1) dan mengeset B2 menjadi '0'.
- *Least Significant Bit* (LSB) / bit yang terkecil adalah B1 yang menunjukkan 1 Volt, maka output total menjadi 13 Volt dan kurang dari 13.5 volt, sehingga B1 tetap '1'.
- Semua bit dalam register telah dicoba, maka konversi selesai, sekarang status menjadi 'ready'.
- Input analog yang telah diubah menjadi bentuk biner yaitu 1101 = 13 Volt.

Terlihat pada proses terjadi error, tetapi hal ini dapat dikurangi dengan menambahkan jumlah bit dalam register. Waktu konversi total adalah $n+1$ pulsa clock. Ket : n = jumlah bit dalam register.

Contoh : 4 bit A-D successive approximation Converter dengan frekuensi clock = 50 KHz.

- Waktu yang diperlukan untuk mengubah input sinyal analog dalam skala penuh yaitu :

Waktu konversi = $n+1$ pulsa clock, $n=4$, sehingga waktu konversi = 5 pulsa clock. Frekuensi pulsa clock = 50 KHz, periode pulsa clock = $1/(50 \times 10^3) = 20 \mu\text{s}$. Maka waktu konversi = $5 \times 20 \mu\text{s} = 100 \mu\text{s}$

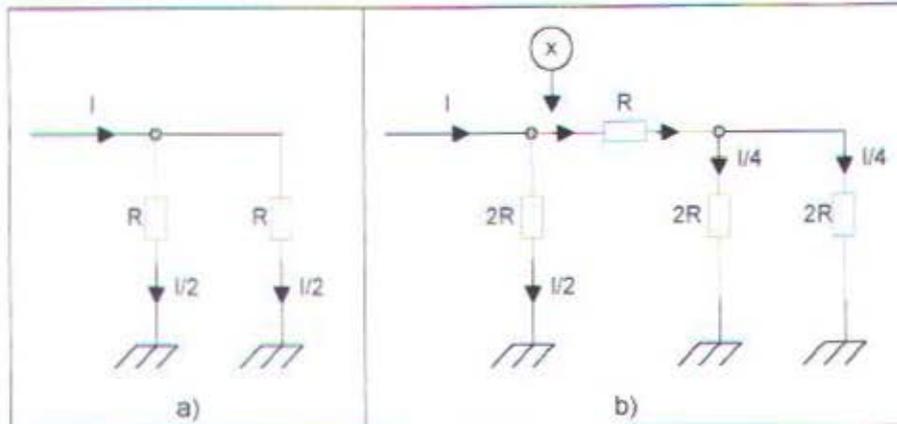


GAMBAR 3.5²⁴. SUCCESSIVE APPROXIMATION TIMING DIAGRAM

3.1.1.2. KONSEP DIGITAL TO ANALOG CONVERTER

Rangkaian D/A Converter yang biasa digunakan ialah R-2R Ladder Network. Gambar 3.6a. merupakan dasar dari rangkaian R-2R Ladder Network yang menunjukkan dua resistor yang dihubungkan secara paralel. Jika kedua resistor mempunyai nilai yang sama, pada saat mencapai node maka arus (I) akan dibagi menjadi dua yang sama besar ($I/2$) yang mengalir ke setiap resistor.

²⁴ Ibid, p-85.



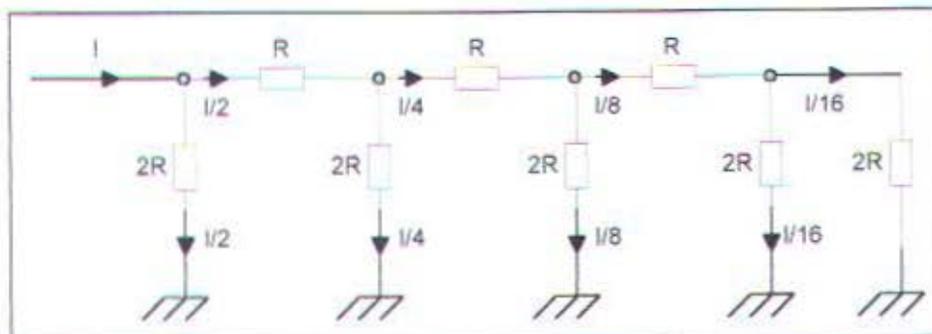
GAMBAR 3.6²⁶. a) PARAREL RESISTOR NETWORK
b) SERIES / PARAREL RESISTOR NETWORK

Rangkaian dapat dikembangkan seperti gambar 3.6b. Resistansi yang diletakkan disebelah kiri 'x' adalah $2R$. Resistansi disebelah kiri 'x' adalah:

R yang seri dengan $2R$ dan paralel dengan $2R$

Maka $R_{eq} = R + 2R // 2R$, $R_{eq} = R$ equivalent, $//$ = paralel

Sehingga $R_{eq} = 2R$.



GAMBAR 3.7²⁶. R-2R LADDER NETWORK

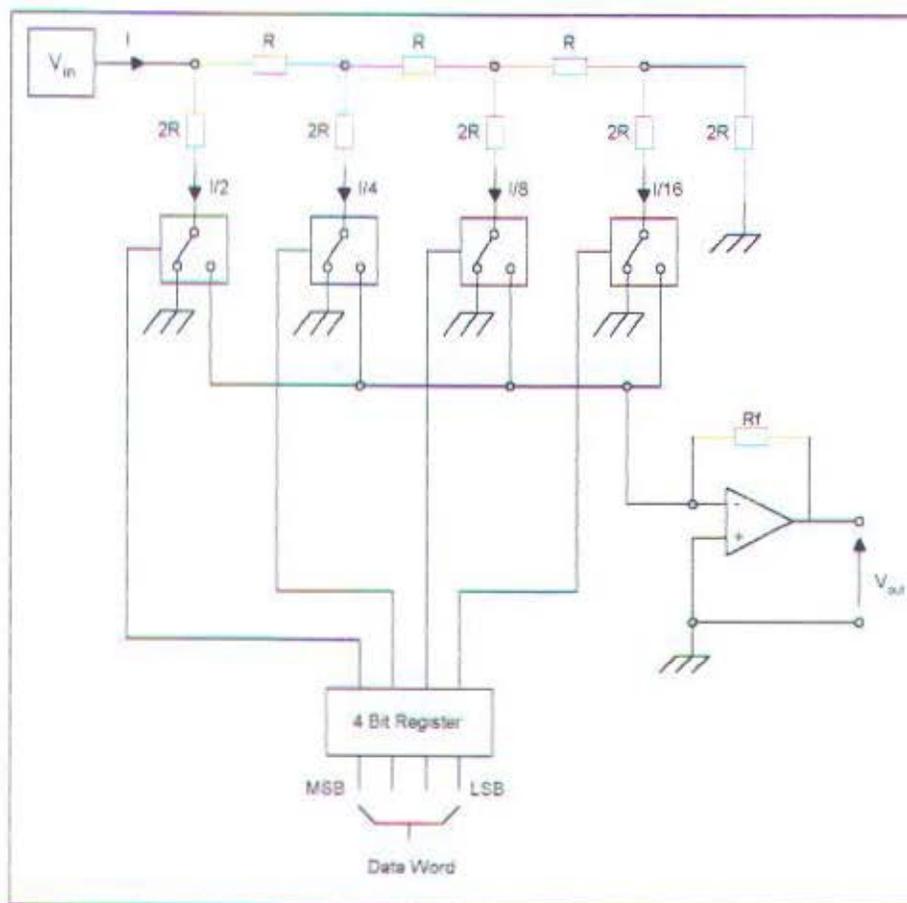
Jadi resistansi sebelah kanan dan kiri $x = 2R$. Arus akan terpisah, $I/2$ akan mengalir ke R dan $I/4$ mengalir melalui resistor paralel $2R$. Sehingga aliran arus berturut-turut I , $I/2$, $I/4$, $I/8$ dan $I/16$. Dari gambar 3.7. dapat dilihat

²⁶ *ibid*, p-86.

²⁶ *ibid*, p-87.

bagaimana pembagian arus untuk proses biner dalam tiap resistor $2R$. Ini berarti resistor sebelah kanan dan kiri pada node adalah $2R$.

Keuntungan dari rangkaian ini adalah berapapun banyak bit yang akan dikerjakan, hanya membutuhkan dua nilai resistor yaitu R dan $2R$. Rangkaian ini dapat dibuat dalam bentuk rangkaian terintegrasi dan semua ladder dibentuk dari resistor yang stabilitas dan toleransinya sama.



GAMBAR 3.8²⁷. R-2R DIGITAL TO ANALOG CONVERTER

Jenis R-2R ladder converter 4 bit dapat dilihat pada gambar 3.8. Sumber tegangan untuk ladder ialah V_{ref} . Tegangan output dari Op-Amp adalah

$$V_{out} = I_{in} \times R_f \quad I_{in} = \text{ arus input ladder, } R_f = \text{ Resistansi feedback}$$

²⁷ *ibid*, p-87.

Misalkan input digital adalah 1011. Maka node akan mengalirkan arus $1/2$, $1/8$, dan $1/16$ karena switch menghasilkan Logic 1 dan posisi $1/4$ adalah Logic 0. Maka input Op-Amp : $I_n = 1/2 + 1/8 + 1/16$

3.1.2. Modulasi FSK (Frequency Shift Keying)

Salah satu modulasi digital yang sering digunakan pada sistem komunikasi data adalah modulasi pergeseran frekuensi yaitu *Frekuensi Shift Modulation* (FSK) yang direkomendasikan oleh ITU-T seperti pada tabel 3.1. Prinsip dari modulasi ini adalah perubahan data biner sejalan dengan perubahan fase frekuensi informasi. Karena hanya ada dua macam data biner yaitu 1 dan 0, maka hanya ada dua fase frekuensi yaitu frekuensi mark dan frekuensi space

TABEL 3.1²⁰. REKOMENDASI ITU-T MODULASI FSK

Modulasi	Rekomendasi ITU-T	Laju Bit (bps)	Keterangan
FSK	V. 21	300	Modem V.21 bekerja pada kecepatan 300, 600 atau 1200 bps menggunakan FSK. Pada kecepatan 300 bps bekerja secara <i>full-duplex</i> , untuk kecepatan 600 atau 1200 bps hanya secara <i>half-duplex</i> . V.21 satu-satunya modem yang memenuhi standard yang kecepatan bit-nya sama dengan laju baud.
FSK	V. 23	1200 / 600	Dengan menggunakan FSK pada kecepatan bit 600 bps atau 1200 bps, modem V.23 dapat bekerja secara <i>half-duplex</i> ataupun <i>full-duplex</i> tergantung dari medianya.

➤ Modulator FSK

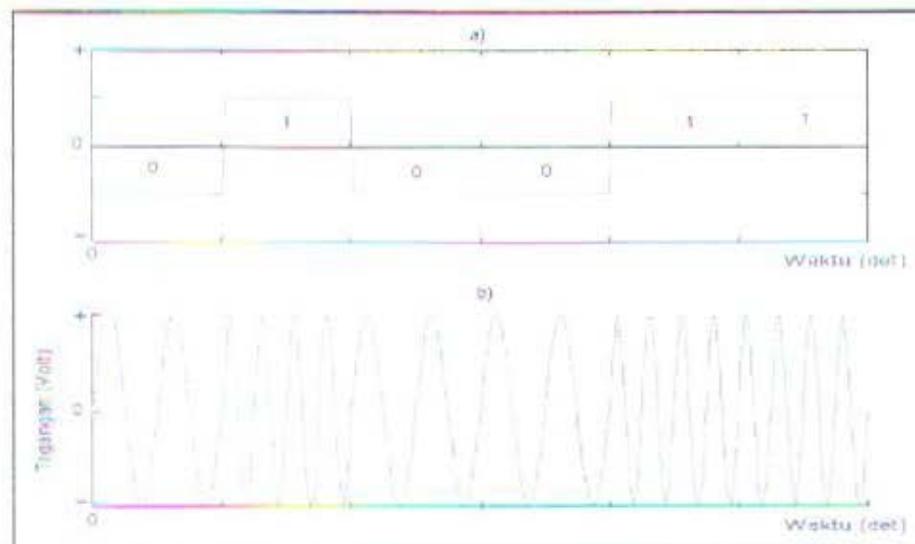
Pada saat gelombang data digunakan untuk memodulasi pergeseran frekuensi gelombang pembawa sinus, frekuensi dari gelombang pembawa akan

²⁰ DC Green, KOMUNIKASI DATA, (Penerbit ANDI Yogyakarta, 1998), p-73, p-75.

berpindah-pindah antara dua nilai. Frekuensi yang lebih tinggi digunakan untuk menyajikan biner 1 dan frekuensi yang rendah digunakan untuk menyajikan biner 0. Pensaklaran dilaksanakan pada laju bit dari isyarat data. Hal ini disajikan pada gambar 3.9 dan 3.10.



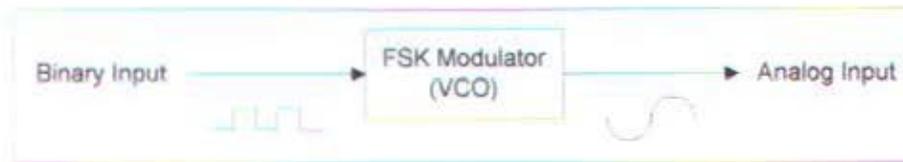
GAMBAR 3.9²⁹. FREKUENSI MARK DAN SPACE



GAMBAR 3.10. PROSES MODULASI FSK

Modulator FSK dapat dilihat pada gambar 3.11. Modulator FSK sering menggunakan *Voltage Controlled Oscillators (VCO)*. Perubahan input biner secara seri antara 1 dan 0 dalam bentuk pulsa. Frekuensi VCO dipilih antara frekuensi *Mark* dan frekuensi *Space*. Logic 1 dari input VCO diwakili oleh

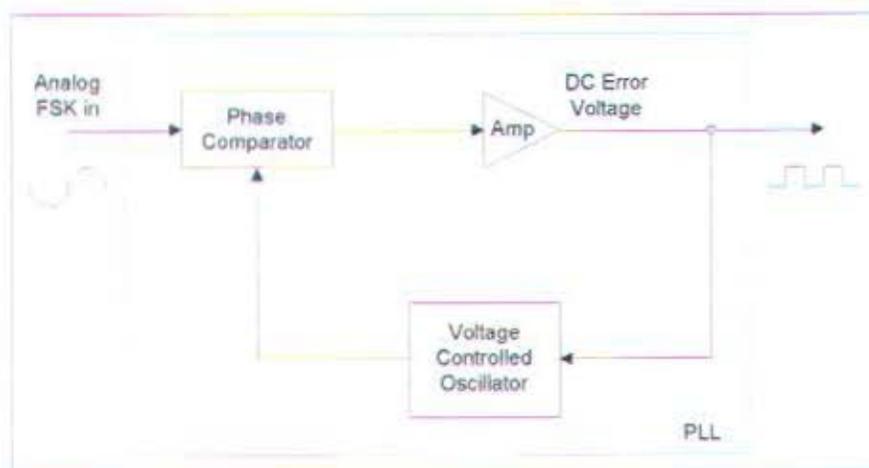
frekuensi Mark, sedangkan logic 0 pada input VCO diwakili dengan frekuensi Space.



GAMBAR 3.11³⁰. MODULATOR FSK

➤ Demodulator FSK

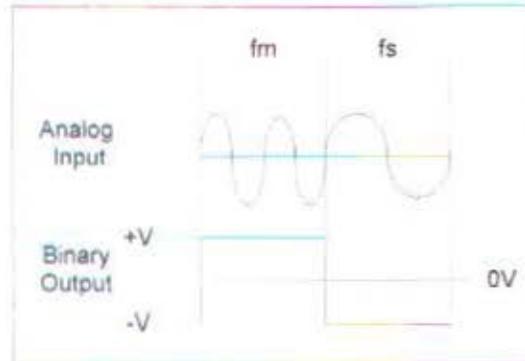
Pada saat pencacahan, penerima harus mampu mendeteksi frekuensi yang muncul. Semakin tinggi laju bitnya, semakin lebar dua frekuensi tersebut harus terpisah sehingga penerima dapat membedakannya secara akurat dan handal. Karena faktor ini dan juga karena batasan lebar pita maksimum yang tersedia, maka laju bit maksimum untuk sistem FSK hanya 1200 bps. Rangkaian yang biasa digunakan sebagai demodulator FSK adalah PLL (*Phase Locked Loop*) yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



GAMBAR 3.12³¹. PLL FSK DEMODULATOR

³⁰ Ibid, p-7

³¹ Ibid, p-10



GAMBAR 3.13³². INPUT DAN OUTPUT RANGKAIAN PLL

Sinyal input yang masuk ke PLL antara frekuensi mark dan space, *DC error voltage* pada output komparator mengikuti perubahan frekuensi input. Karena hanya ada dua frekuensi input (mark dan space), maka hanya ada dua output error voltage. Satu menunjukkan logic 1 dan lainnya logic 0. Output berupa biner merupakan input modulator FSK. Secara umum frekuensi pada PLL dibuat sama dengan frekuensi center pada modulator FSK. Sehingga perubahan *dc error voltage* mengikuti perubahan frekuensi input analog dan hanya sekitar 0 Vdc.

3.2. MODEM RADIO

Peralatan yang lazim digunakan dalam komunikasi radio paket adalah modem yang dikenal dengan sebutan *Terminal Node Controller (TNC)*. TNC amat mirip dengan modem telepon karena berfungsi untuk mengirim data digital dari/ke komputer (terminal) dengan cara mengubah data tersebut ke bentuk nada-nada yang cocok dengan untuk berkomunikasi dengan tempat yang jauh. TNC, seperti halnya dengan modem telepon juga menerima nada-nada dari pesawat

³² Ibid, p-10.

radio yang digunakan, mengubah nada tersebut menjadi sinyal digital, lalu dikirimkan ke terminal. Selain dipergunakan untuk modulasi dan demodulasi, lazimnya pada TNC juga dilengkapi dengan perangkat lunak terminal. Perangkat lunak ini dipergunakan sebagai antarmuka/interface untuk masing-masing pemakai.

Satu hal yang amat membedakan TNC dan modem telepon yaitu adanya pin *Push To Talk* (PTT). Buat kalangan komunikasi radio, pin PTT ini dipergunakan untuk membuat transceiver memancarkan sinyal. Sebelum data dapat dikirimkan, pesawat transceiver harus terlebih dahulu dalam keadaan memancar.

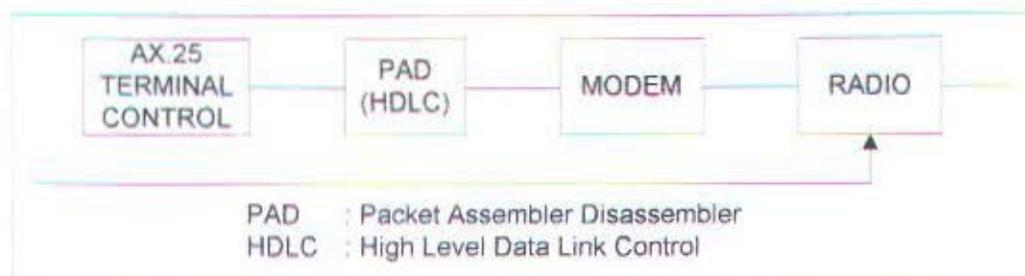
TNC berfungsi sebagai *Data Communication Equipment* (DCE), sedangkan komputer yang dipergunakan untuk berhubungan dengan TNC disebut *Data Terminal Equipment* (DTE). TNC yang lazim dipergunakan oleh kalangan amatir radio menggunakan protokol AX.25 (*Amateur X.25*) yang merupakan modifikasi dari protokol X.25. Dengan makin berkembangnya *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP), AX.25 ditumpangi oleh TCP/IP.

3.2.1. Hubungan DTE-DCE

Data dikirim secara serial dari DTE ke DCE begitupun sebaliknya. Secara umum, blok diagram TNC dapat dilihat pada gambar 3.14.

Jika dibandingkan dengan model 7 lapis OSI (*Open System Interconnection*), PAD (*Packet Assembler / Disassembler*) termasuk pada lapisan Data Link Layer yang berhubungan dengan Physical Layer. PAD sendiri tak lain adalah frame *High Level Datalink Control* (HDLC). Sebagian TNC menggunakan

perangkat keras khusus yang ditujukan sebagai PAD. Dengan cara ini, beban komputer, dalam hal ini CPU time, dapat dikurangi. Perangkat lunak standar TNC dibuat dengan pemikiran penggunaanya adalah manusia. Celakanya, perintah dan respons TNC hanya cocok untuk manusia. Sehingga waktu diimplementasikan ke perangkat lunak komputer banyak kesulitan yang timbul, begitupun sebaliknya.



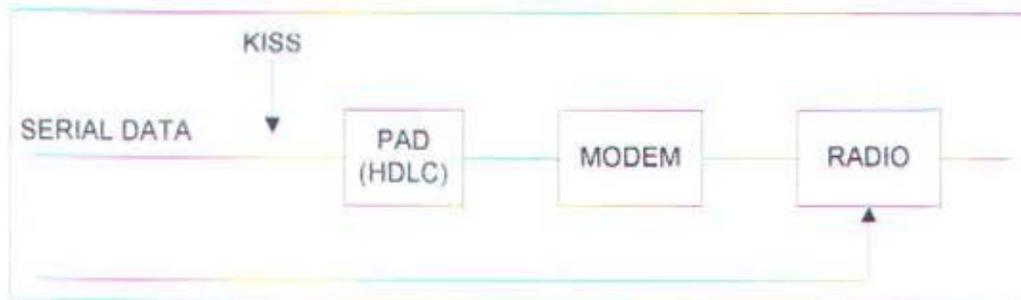
GAMBAR 3.14³³. BLOK DIAGRAM TNC

TNC dengan KISS (*Keep It Simple Stupid*), sebuah protokol yang dipergunakan untuk komunikasi antara terminal dan TNC, memecahkan masalah ini. KISS mengeliminir sebanyak mungkin fasilitas perangkat lunak TNC, serta menyerahkan kontrol dan akses terhadap isi frame HDLC yang dikirim dan diterima pada program terminal

Semua protokol AX.25 dihilangkan dari TNC, termasuk command interpreter. TNC hanya berfungsi untuk mengubah frame TNC sinkron ke kanal radio full duplex atau half duplex, serta antara kanal asinkron khusus ke full-duplex frame berbentuk "*Keep It Simple Stupid*" pada TNC. Setiap frame yang diterima pada hubungan HDLC dilewatkan ke terminal setelah diterjemahkan ke format asinkron, sebaliknya, frame asinkron dari terminal dikirimkan ke kanal radio setelah format diubah ke format HDLC.

³³ Arman Hazairin, RADIO MODEM, Majalah Elektron, 1997, p-1.

Kesimpulannya, masalah enkapsulasi datagram, apapun protokol yang digunakan, harus dilakukan pada sistem komputer. Hal ini meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi kompleksitas yang muncul saat implementasi protokol pada TNC. Sebagai hasil akhir, blok TNC disajikan pada gambar 3.15.



GAMBAR 3.15³⁴. BLOK DIAGRAM TNC DENGAN KISS

3.2.2. Modem BAYCOM TCM3105

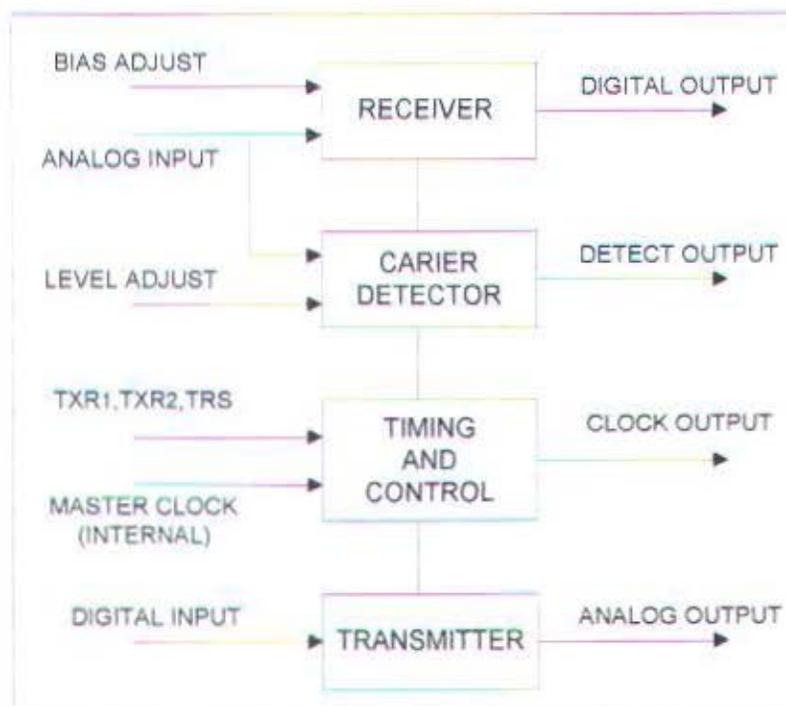
Dengan makin cepatnya komputer saat ini, sangat mungkin untuk meletakkan PAD pada sisi komputer. Proses PAD dapat dilakukan secara perangkat lunak oleh komputer yang digunakan. Akibatnya perangkat keras yang dibutuhkan hanyalah modulator / demodulator (*modem*) saja.

Salah satu jenis yang dikenal secara luas adalah Baycom Modem. Pada modem jenis ini perangkat keras yang direalisasikan hanya bagian modulator dan demodulator. Komunikasi antara terminal dan modem menggunakan format data serial asinkron. Masalah PAD dikerjakan oleh komputer, komunikasi perangkat lunak dan modem dijumpai oleh perangkat lunak packet driver yang berfungsi sebagai PAD.

Komponen utama dari modem ini adalah satu chip modem dari Texas Instrument, TCM 3105. Chip ini memiliki kemampuan sebagai berikut :

³⁴ Ibid, p-1.

- ✓ Single Chip Frequency Shift Keying (FSK).
- ✓ Mengikuti spesifikasi CCITT V.23.
- ✓ Transmit dan Receive Modulation 600 dan 1200 bps.
- ✓ Operasi Half-Duplex hingga 1200 bps, Receive dan Transmit.
- ✓ Operasi Full-Duplex hingga 1200 bps Transmit, 150 bps Receive.
- ✓ On Chip Group Delay Equalization dan Filter Transmit/Receive.
- ✓ Carrier Detect Level Adjustment dan Carrier fail Output
- ✓ Catu daya +5V tunggal.
- ✓ Konsumsi daya rendah.
- ✓ Menggunakan teknologi CMOS.



GAMBAR 3.16³⁵. BLOK DIAGRAM TCM3105

Bagian modulator terdiri dari FSK modulator, filter dan sebuah penguat. Modulator merupakan pensintesa frekuensi yang dapat diprogram dengan cara

³⁵ Ibid, p-2.

membagi frekuensi osilator. Perbandingan pembagi diatur pada pin TRS, TXR dan TXD. Level output dari modulator bergantung pada tegangan catu. Demodulator terdiri dari low pass filter yang dipergunakan sebagai filter, diikuti dengan sebuah tingkatan penguat yang dilengkapi dengan *Automatic Gain Control* (AGC). Bagian ini juga dilengkapi *bandwidth limiter* guna menghindari interferensi *out-of-band*.

Demodulator merupakan edge-triggered multivibrator, positif dan negatif. Hasilnya merupakan data yang diperoleh dari transmisi sinyal analog yang diterima. Komponen DC dari sinyal yang diperoleh yang diterima lalu diumpankan ke filter switched-capacitor, low pass dan post-demodulator. Variasi DC terhadap frekuensi yang diterima diatur melalui pin RXB. Bias pada pin ini bergantung pada bit-rate data yang diterima serta offset internal. Sebagian besar pekerjaan dilakukan adalah mengatur level bias pada pin RXB. Komponen lainnya adalah sebuah inverter yang dipergunakan sebagai level translator dari RS-232 ke TTL. Inverter ini menggunakan teknologi CMOS, yang memiliki dioda pada bagian inputnya sebagai proteksi input.

Bagian *Carrier Detect* (CD) terdiri dari sebuah detektor energi dan *digital delay*. Detektor energi membandingkan level sinyal pada keluaran filter penerima terhadap level yang telah diatur pada pin CDL. Keluaran CD dilewatkan pada pin CDT. CD yang dihasilkan oleh TCM3105 hanya berupa perbandingan level input terhadap nilai ambang yang diatur melalui CDL. Input sinyal yang cukup besar dapat menyebabkan timbulnya kesalahan membedakan data dan derau. Karenanya perlu dilakukan tindakan antara lain, mengatur level input analog yang diumpankan ke modem (pada HT dapat dilakukan dengan mengurangi SQUELCH), melakukan deteksi data secara perangkat lunak sehingga aplikasi

hanya menerima data yang benar saja. Catu daya yang dipergunakan ialah +5V dc tunggal yang dapat diperoleh dengan menambahkan dioda dan regulator untuk menjumlahkan arus pada pin RS-232 dan meregulasi tegangan menjadi +5V. Modem ini dapat mengkonsumsi daya yang rendah.

3.3. PERANGKAT SOUND CARD MODEM RADIO PAKET

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, peralatan yang lazim dipergunakan dalam komunikasi radio paket adalah modem, dikenal dengan sebutan TNC. Apabila kita ingin memanfaatkan sebuah soundcard menjadi sebuah modem, maka TNC yang diperlukan berupa soundcard. Bila transceiver yang digunakan adalah HT (*Handy Talky*), maka perlu diperlukan rangkaian tambahan yaitu rangkaian PTT (*Push To Talk*).

3.3.1. Jenis Soundcard

Soundcard merupakan suatu card multimedia pada komputer yang digunakan untuk menghasilkan suara/musik (analog) dari suatu file berupa data digital. Selain itu soundcard juga dapat digunakan untuk merekam suara analog menjadi file data digital. Dengan alasan inilah soundcard dapat dimanfaatkan menjadi modem radio paket untuk mengirim dan menerima data digital dari suatu terminal komputer, misal: E-mail.

Dalam soundcard, terdapat chip ADC dan DAC yang dapat difungsikan sebagai modulator-demodulator dengan bantuan perangkat lunak tertentu. Perlu diketahui bahwa tatacara pengaksesan ADC/DAC ini berbeda-beda untuk tiap generic chip. Yang amat dikenal oleh para "core" programmer adalah Windows

Sound System dan Creative (*Sound Blaster*). Perbedaan **tatacara** ini menyebabkan tidak semua card dapat diakses dengan cara sama. Pendek kata, selama tataranya sama dengan kedua card tersebut, maka card itu dapat digunakan untuk fungsi yang sama. Itulah kenapa setiap soundcard, pasti memiliki driver khusus.

Software untuk modem soundcard menggunakan Flexnet yang memiliki beberapa driver khusus untuk sound modem. Sesuai dengan penjelasan sebelumnya maka tidak semua soundcard dapat dijadikan modem. Dari berbagai jenis soundcard, hanya yang memiliki chip-set Sound Blaster dan Windows Sound System saja yang bisa dijadikan sound modem dengan Flexnet. Contohnya adalah Creative SB16 dan ESS 1868. Sedangkan untuk soundcard seperti OPTI dan YAMAHA tidak bisa dijadikan sound modem.

3.3.2. SoundCard Type Creative SB16

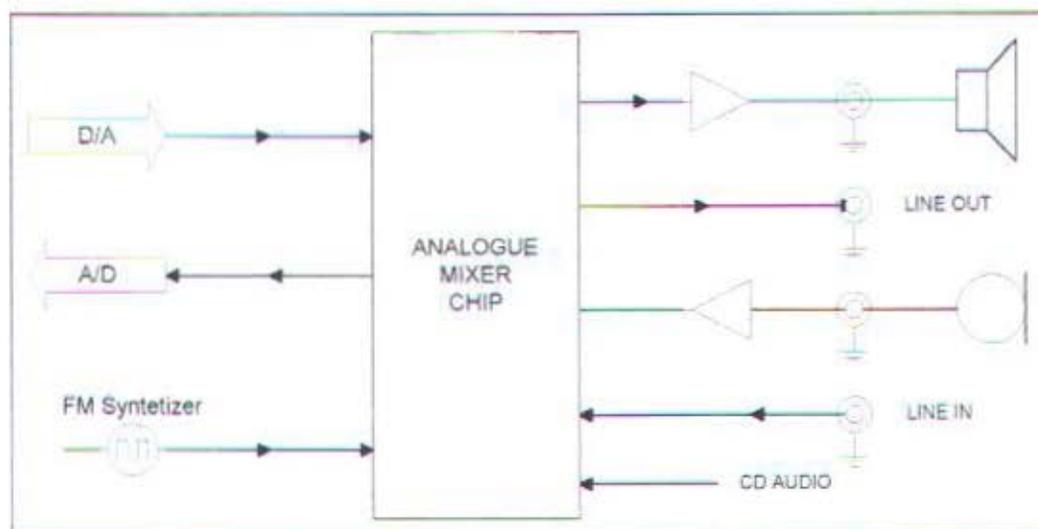
Soundcard yang akan dijadikan modem radio adalah Creative SB16. Dasar dipilihnya Soundcard Creative SB16 yang akan dimanfaatkan sebagai modem radio paket ini, disebabkan beberapa alasan berikut, yaitu :

- SoundCard Creative SB16 mudah didapatkan.
- Instalasi SoundCard Creative SB16 yang relatif mudah, untuk komputer yang memiliki fasilitas *plug-and-play*, driver tidak diperlukan.
- Software radio paket yang ada (Flexnet) mendukung/support untuk Soundcard Creative SB16.
- Dari literatur yang ada, hasil uji coba soundcard modem yang berhasil adalah ESS 1868 dan Creative SB16.

Blok diagram soundcard Creative SB16 dapat dilihat pada gambar 3.17.

Komponen utama dari soundcard Creative SB16 sebagai berikut :

- ✓ Single Chip A/D dan D/A Converter.
- ✓ Modulasi PCM dengan *Sampling Rate* 8 KHz, 11 KHz, 16 KHz, 22 KHz dan 44 KHz, stereo dan mono.
- ✓ *Bit per sample* ialah 8 bit dan 16 bit, stereo dan mono.
- ✓ Bandwidth 20 – 20.000 Hz
- ✓ Single Chip *Digital Signal Processing* (DSP).
- ✓ Single Chip Analog Mixer.
- ✓ Terjadi proses *Interrupt Request* (IRQ), *Direct Memory Access* (DMA) dan *Input / Output base Address* (I/O Address) untuk masing-masing output yaitu *Sound Blaster*, *Midi Output* (internal) dan *Joystick*.
- ✓ Dua output dan input eksternal yaitu *Speaker & Line-Out*, *Mic & Line-In*.
- ✓ Catu daya +5 V dari motherboard



GAMBAR 3.17³⁶. BLOK DIAGRAM SOUND CARD CREATIVE SB16

³⁶ Tomi Engdahl, PC SOUND CARD, Internet, 1998.

Soundcard secara umum memiliki komponen *Analog to Digital* dan *Digital to Analog* (A/D dan D/A) Converter yang berfungsi mengubah sinyal digital dari komputer menjadi sinyal audio (analog) yang berupa suara, mengubah sinyal analog (audio) dari luar menjadi sinyal digital di komputer.

Modulasi yang terjadi pada soundcard adalah PCM (*Pulse Code Modulation*). Pada bagian pengirim (DAC) terjadi proses *Sampling*, *Quantising* dan *Coding*. Pada bagian penerima (ADC) terjadi proses *Regenerative*, *Decoding* dan *Re-Construction*. ADC dan DAC hanya berupa rangkaian konverter biasa, sedangkan modulasi PCM dilakukan oleh perangkat lunak yang mengatur perangkat keras soundcard tersebut. *Sampling Rate* yang umum digunakan antara lain 8 KHz, 11 KHz, 16 KHz, 22 KHz dan 44 KHz. Makin tinggi *sampling rate*, kualitas audio semakin baik. Teori Nyquist menyatakan bahwa *sampling rate* yang diperlukan minimal 2 kali *bandwidth* sinyal. Jika *sampling rate* lebih kecil dari 2 kali *bandwidth* maka akan terjadi *aliasing* ketika sinyal digital akan direkonstruksi.

Bandwidth adalah selisih antara frekuensi tertinggi dengan frekuensi terendah. Misalkan sinyal audio telepon digunakan untuk menyampaikan sinyal 300 – 3400 Hz (ucapan manusia), berarti *bandwidth*-nya adalah 3100 Hz. Maka *sampling* minimum yang diperlukan adalah 6,2 KHz. Demikian pula dengan suara yang dapat didengar manusia adalah antara 20 – 20.000 Hz, dengan *bandwidth* 19980. Berarti *sampling rate* minimum yang digunakan adalah 39.96 KHz.

Bit per sample menyatakan seberapa bit yang diperlukan untuk menyatakan hasil sample tersebut, hal ini berkaitan dengan proses kuantisasi. *Bit rate* yang banyak digunakan adalah 8 bit per sample dan 16 bit per sample. Proses kuantisasi akan mengubah amplitudo sinyal audio menjadi suatu level

tertentu. Dengan 8 bit per sample akan ada 256 level pilihan sedangkan dengan 16 bit per sample akan ada 65536 level pilihan. Makin tinggi bit per sample, makin teliti proses kuantisasi. Istilah *bit rate* merupakan gabungan dari istilah *sampling rate* dan *bit per sample*. *Bit rate* menyatakan banyaknya bit yang diperlukan untuk menyimpan audio selama satu detik, satuannya *bit per detik*.

Digital Signal Processing (DSP) adalah penggunaan persamaan matematik dengan rumus-rumus tertentu (atau software) sehingga memiliki fungsi yang sama dengan suatu rangkaian elektrik tertentu. Dengan demikian akan mempermudah pemrosesan sinyal, karena pengolahan sinyal dapat dilakukan dengan hanya menggunakan operasi matematik atau software tanpa harus menggunakan perangkat keras. Operasi-operasi tersebut antara lain meliputi *mixing*, *filtering*, *volume control*, *equalising*, dan sebagainya.

Satu hal yang penting dari soundcard agar dapat dikenali komputer dan dapat berfungsi sebagaimana mestinya, maka diperlukan suatu proses tertentu yaitu IRQ, DMA, dan I/O base Address

➤ **Interupt Request (IRQ)**

Bila dipasang suatu card pada komputer, misal soundcard, sepintas chip memori menempel di card tersebut. Soundcard dapat dipasang di slot yang masih kosong, ISA atau PCI. Perlu disadari, pada chip tersebut berlangsung transaksi tingkat tinggi. Chip tersebut berfungsi sebagai semacam ruang tunggu untuk paket informasi yang datang/keluar dari/ke komputer. CPU sebagai jantung motherboard tentunya harus memindahkan data yang masuk ke soundcard ke memori utama yang bersarang di motherboard. Hal ini dapat dilakukan dengan dua cara.

Cara pertama, CPU bolak-balik bertanya ke Soundcard : "*Halo, apakah ada data yang harus saya proses ?*". Pertanyaan ini diajukan oleh CPU secara periodik dalam hitungan detik. CPU yang tugasnya melakukan pemrosesan jadi terganggu karena setiap kali harus menanyakan hal yang sama ke soundcard. Metode yang dinamakan polling ini jelas tidak efisien.

Cara kedua, ketika data masuk ke "*ruang tunggu*" alias memori, soundcard melakukan pendekatan ke CPU dan berkata : "*Mas, Maaf menginterupsi pekerjaan Anda... maukah Mas memeriksa data yang ada di memori saya ?*". Nah, interupsi dari soundcard ke CPU inilah yang disebut *Interrupt Request*. CPU sudah menyiapkan jalur-jalur khusus yang berbentuk jejak logam atau kabel yang ada di papan motherboard yang menghubungkan CPU dengan slot bus CPU. Ada 16 jalur untuk IRQ yaitu dari IRQ 0, sampai IRQ 15.

➤ **Direct Memory Access (DMA)**

Pada komputer lama, tugas pemindahan data dari memori soundcard ke memori utama diemban oleh CPU sendiri. Semakin berat tugas CPU, maka semakin sedikit waktu yang dimilikinya untuk memproses sehingga komputer akan semakin lambat. Metode memindahkan data oleh CPU disebut *Programable Input/Output (PIO)*. Untuk keperluan transfer data ini CPU menyewa jasa pengiriman data yang disediakan oleh chip DMA pada motherboard. Ada beberapa soundcard yang memiliki DMA sendiri, sehingga proses pemindahan data tidak melibatkan CPU dan motherboard.

Dengan demikian ketika soundcard melakukan interrupt ke CPU agar memindahkan data dari memorinya, CPU hanya perlu berhenti sebentar untuk mengangkat telepon dan menghubungi DMA agar data pada soundcard

segera dipindahkan ke memori utama. Sehingga ketika DMA sedang memindahkan data ke memori utama, CPU dapat melakukan pemrosesan. Pada motherboard terdapat dua chip DMA yang masing-masing memiliki 4 saluran DMA, yaitu dari DMA 0 sampai DMA 7.

➤ Base I/O Address

Soundcard memberitahu CPU bahwa dia memiliki data untuk dipindahkan dengan metode interruptnya dan juga memberitahu DMA bagaimana data dipindahkan. Data disimpan dalam bit (Binary Digit) dan harus diketahui dimana bit ini berada untuk kemudian dapat diangkut dan dipindahkan. Alamat base I/O memberitahukan sistem untuk pergi ke alamat yang tercantum guna menemukan bit data. Alamat ini menggunakan bilangan heksadesimal.

Semua proses IRQ, DMA dan I/O address dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (driver) dari soundcard. Jika terminal komputer memiliki kemampuan *plug-and-play*, maka secara otomatis soundcard akan dideteksi tanpa harus meng-install drivernya. Untuk soundcard Creative SB16, memiliki I/O Address = 0x220h, IRQ = 5, DMA = 1.

Creative SB16 memiliki dua eksternal output yaitu *Speaker* dan *Line-Out* serta dua eksternal input yaitu *Mic* dan *Line-In*. Perbedaan diantaranya adalah pada *Speaker* dan *Mic* sudah terdapat penguat (*amplifier*), sedangkan pada *Line-Out* dan *Line-In* tidak (gambar 3.17). Kedua output dan input ini sebagai jalur keluar masuknya data yang akan dikirimkan dan diterima lewat radio.

3.3.3. Rangkaian PTT (PUSH TO TALK)

Modem Soundcard tidak mempunyai kemampuan untuk memerintahkan radio transceiver untuk transmit sewaktu ada data yang akan dikirim. Oleh

karena itu diperlukan suatu rangkaian tambahan yang berfungsi mengaktifkan PTT radio transceiver apabila ada data yang akan dikirim. Rangkaian ini memerlukan output dari *port serial, paralel* atau *MIDI*. Rangkaian tambahan ini pada dasarnya sangat sederhana. Fungsi dari rangkaian ini adalah sebagai switch otomatis dengan memberikan level tegangan tertentu ke radio transceiver sehingga pada saat pengiriman data, transmitter pada radio transceiver akan aktif (ditandai dengan lampu LED menyala pada Transceiver). Dan apabila tidak ada data yang dikirim, radio transceiver tidak akan transmit (ditandai dengan lampu LED mati pada Transceiver).

Rangkaian PTT ini digunakan apabila transceiver yang digunakan adalah HT (*Handy Talky*). Bila transceiver yang digunakan berbeda, maka rangkaian PTT-nya berbeda. Untuk transceiver HT, fungsi rangkaian PTT adalah untuk memberikan sedikit arus ke arah ground. Pada transceiver terdapat dua buah switch, pertama terdapat pada fisik HT tersebut, kedua pada lubang konektor mic, yang ground keduanya tersambung ke speaker HT.

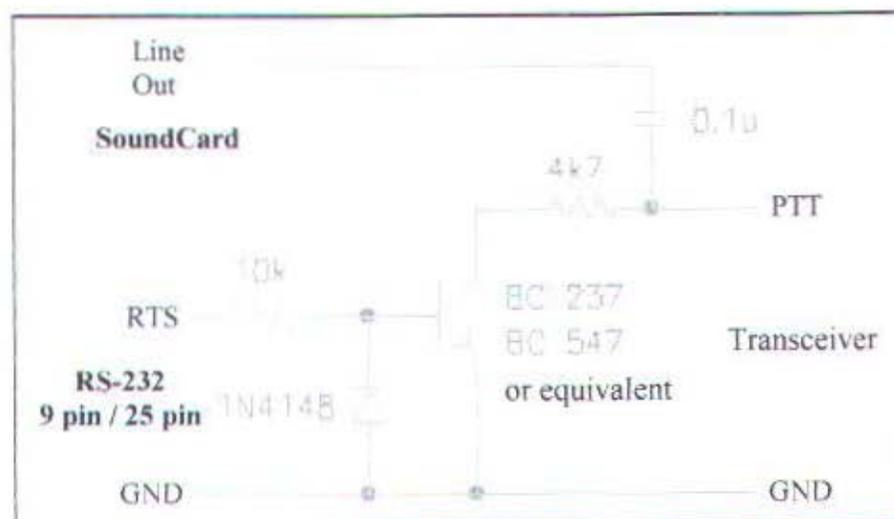
Untuk switch pertama berupa tombol fisik yang langsung menghubungkan kabel ground yang terpisah, sehingga pada saat tombol ditekan maka transmitter dari HT akan aktif. Sedangkan switch kedua berupa rangkaian dengan relay, apabila ground diberi sedikit arus, maka pada relay akan timbul medan magnet sehingga switch menjadi on, berarti transmitter dalam keadaan aktif.

Ada 3 jenis rangkaian PTT untuk soundcard modem, yaitu :

a. Serial Port (1200 bps)

Interface RS-232 (Serial Port) merupakan salah satu interface standar yang digunakan untuk menghubungkan DTE (*Data Terminal Equipment*) ke

rangkaian PTT (*Push To Talk*) dari modem yang berkedudukan sebagai DCE (*Data Communication Equipment*).



GAMBAR 3.18³⁷. RANGKAIAN PTT SERIAL

TABEL 3.2³⁸. PIN RS-232 RANGKAIAN PTT

Nama Sinyal	RS-232		Keterangan
	9 pin	25 pin	
TxD (<i>Transmit Data</i>)	3	2	PTT (Sound Modem)
RTS (<i>Request To Send</i>)	7	4	PTT
DTR (<i>Data Terminal Ready</i>)	4	20	DCD dari modem (Sound Modem)
GND (<i>Ground</i>)	5	7	Ground

RTS (*Request To Send*) berfungsi memberi informasi bahwa terminal mempunyai data yang mau dikirim. Informasi yang diberikan RTS berupa sumber tegangan dengan level +5 Volt yang bertugas memberikan arus maju (*forward*) dari base ke emitor pada transistor NPN. Sehingga mengalir arus pada ground yang menuju mic transceiver. Hal ini mengakibatkan transceiver (HT) menjadi dalam keadaan transmit. Kemudian data FSK mengalir dari output

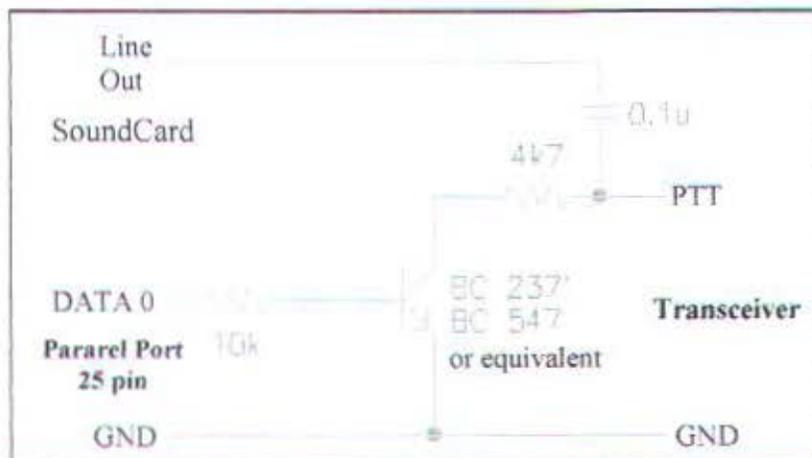
³⁷ Mathias Welwarsky, FLEXNET HOMPAGE : PTT Circuit – PTT Serial, Internet, 1998.

³⁸ Ibid.

soundcard (Line Out) menuju input Transceiver (mic) yang kemudian dipancarkan.

b. Pararel Port (9600 bps)

Untuk kecepatan transfer data (bitrate) yang lebih tinggi, maka diperlukan rangkaian PTT yang dapat memberikan kemampuan switch yang lebih cepat. Untuk itu juga diperlukan sumber yang mengaktifkan rangkaian PTT tersebut. Serial Port yang mengirimkan data secara berurutan hanya mampu mencapai kecepatan transfer bit 1200 bps. Oleh karena itu digunakan Pararel port yang mampu mengirimkan data secara bersamaan dalam sekali kirim, sehingga transfer data bit-nya lebih cepat bisa mencapai kecepatan 9600 bps.



GAMBAR 3.19³⁹. RANGKAIAN PTT PARAREL

DATA0 berfungsi sebagai DCD (*Data Channel Detector*) yang berfungsi mendeteksi kapan data akan dikirim. Informasi yang diberikan DATA0 berupa sumber tegangan dengan level +5 Volt yang bertugas memberikan arus maju (*forward*) dari base ke emitor pada transistor NPN. Sehingga mengalir arus pada ground yang menuju mic transceiver. Hal ini mengakibatkan transceiver

³⁹ Mathias Welwarsky, FLEXNET HOMPAGE : PTT Circuit – PTT Pararel, Internet, 1998,

(HT) menjadi dalam keadaan transmit. Kemudian data FSK mengalir dari output soundcard (Line Out) menuju input Transceiver (mic) yang kemudian dipancarkan.

TABEL 3.3⁴⁰. PIN PARAREL PORT RANGKAIAN PTT

Nama Sinyal	Pin	Keterangan
DATA0	2	PTT
DATA1	3	DCD dari modem
DATA2	4	CON dari Flexnet Kernel
DATA3	5	STA dari Flexnet Kernel
GND	20	Ground

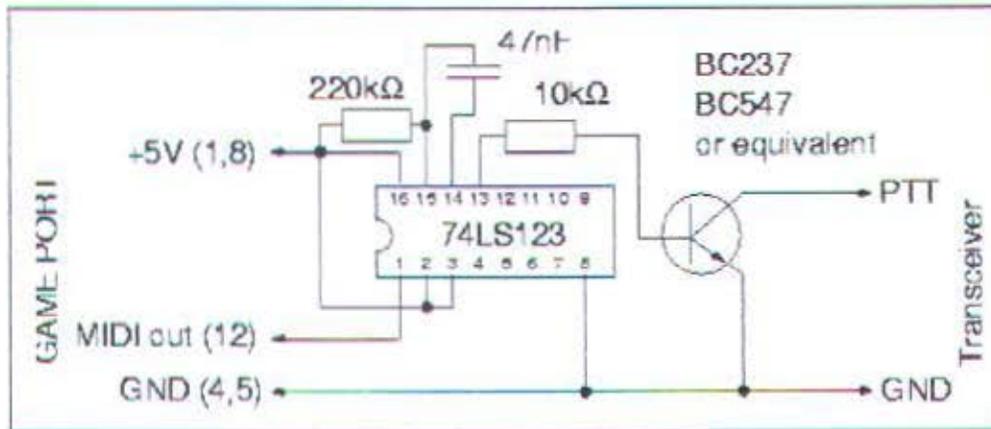
c. Midi Port (31800 bps)

Output MIDI merupakan output dari interface serial midi dengan bit rate 31800 bps. DSP (*Digital Signal Processing*) tidak akan mengeluarkan output jika PTT dalam keadaan off (level inactive high) dan tetap akan mengirim byte nol selama PTT on (Susunan : 8 bit data, 1 bit start dan 1 bit stop). Output midi biasanya terdapat pada konektor game port (pin 12), ground pada pin 4 dan 5, dan level tegangan +5 pada pin 1 dan 8. Jika output MIDI tidak menyampaikan level konstan pada PTT, salah satu harus men-triger ulang monoflop dengan impulse berdurasi 5 ms. Dengan rangkaian PTT MIDI, maka soundcard modem bisa mencapai kecepatan transfer data (bitrate) 31800 bps.

Level tegan +5 Volt dan Midi out diproses secara logika dalam 74LS123 sehingga berfungsi memberikan tegangan maju (*forward*) dari base ke emitor pada transistor NPN. Sehingga mengalirlah arus pada ground yang menuju mic transceiver. Hal ini mengakibatkan transceiver (HT) menjadi dalam keadaan

⁴⁰ Ibid.

transmit. Kemudian data FSK mengalir dari output soundcard (Line Out) menuju input Transceiver (mic) yang kemudian dipancarkan.



GAMBAR 3.20⁴¹. RANGKAIAN PTT MIDI

3.4. SOUND CARD SEBAGAI MODEM RADIO PAKET

Dari penjelasan pada sub bab sebelumnya, pada modem TCM3105, perangkat keras yang direalisasikan hanya bagian modulator dan demodulator. Komunikasi antara terminal dan modem menggunakan format data serial asinkron. Masalah PAD dikerjakan oleh komputer, komunikasi perangkat lunak dan modem dijumpai oleh perangkat lunak packet driver yang berfungsi sebagai PAD. Proses modulasi dan pengaturan kecepatan dilakukan oleh chip TCM3105. Modem ini memiliki satu output Tx dan satu input Rx yang merupakan jalur tempat keluar masuknya sinyal analog termodulasi dan terhubung ke suatu transceiver tertentu. Transceiver berfungsi mengirimkan dan menerima sinyal ke/dari tempat yang jauh.

Untuk soundcard, diketahui bahwa perangkat keras yang utama dari

⁴¹ Mathias Welwarsky, FLEXNET HOMPAGE : PTT Circuit – PTT Midi, Internet, 1998.

rangkaian ini adalah ADC dan DAC. Komponen inilah yang berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dan sebaliknya. Fungsi seperti ini dapat dikatakan juga sebagai modulator-demodulator. Bedanya dengan modem TCM3105 bahwa proses modulasi pada soundcard dilakukan oleh perangkat lunak (software). Software inilah yang menentukan jenis modulasi yang akan dilakukan dalam konversi data. Perbedaan lain adalah sumber data yang langsung dari memori utama pada motherboard yang melibatkan proses IRQ, DMA dan I/O base.

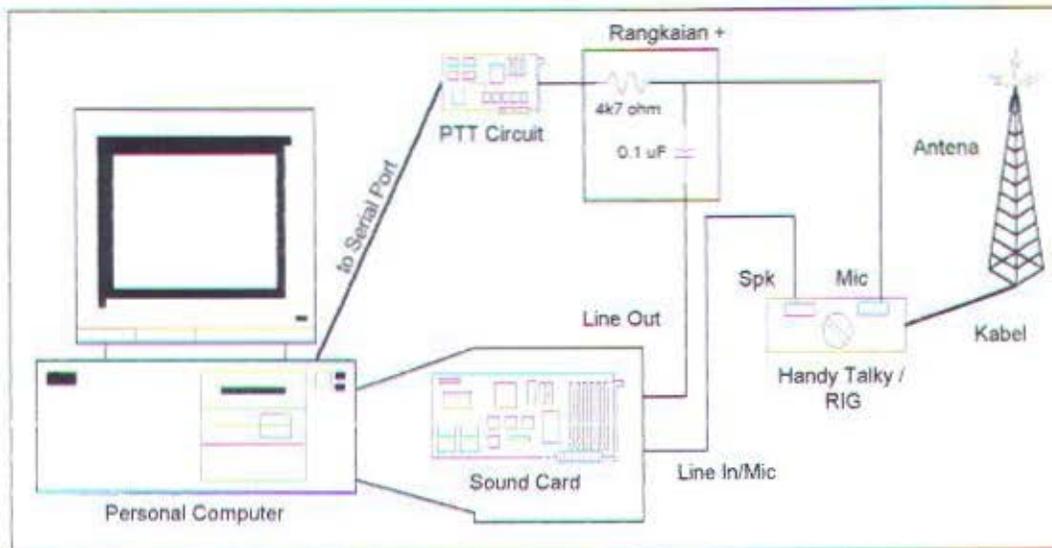
Komunikasi data serial pada TCM3105 sudah melibatkan rangkaian PTT, sedangkan soundcard tidak memiliki komponen PTT khusus. Oleh karena itu sumber PTT tetap diambil dari sumber yang sama dengan TCM3105 (serial port). Pada soundcard terdapat dua output (speaker dan line-out) dan dua input (mic dan line-in). Fungsinya sama dengan input dan output pada modem TCM3105, yaitu sebagai tempat keluar masuknya sinyal termodulasi FSK yang tersambung ke transceiver tertentu. Perbedaannya pada soundcard, output terhubung dengan rangkaian PTT terlebih dahulu sebelum tersambung ke transceiver.

Dari penjelasan diatas dapat dikatakan bahwa soundcard memiliki fungsi yang mirip dengan modem radio TCM3105. Maka soundcard ini akan dimanfaatkan sebagai modem atau disebut sound modem. Tentunya perangkat keras dan perangkat lunak tambahan masih tetap diperlukan.

Dalam merancang suatu modem radio, perlu ditentukan beberapa parameter penting sebagai berikut :

- ✓ Jenis Modulasi.
- ✓ Bit Rate Transmisi.
- ✓ Frekuensi Kerja = Frekuensi Transmit (f_{Tx}) dan Frekuensi Receive (f_{Rx}).

- ✓ Transceiver yang digunakan.
- ✓ Type Transmisi (Full Duplex / Half Duplex).

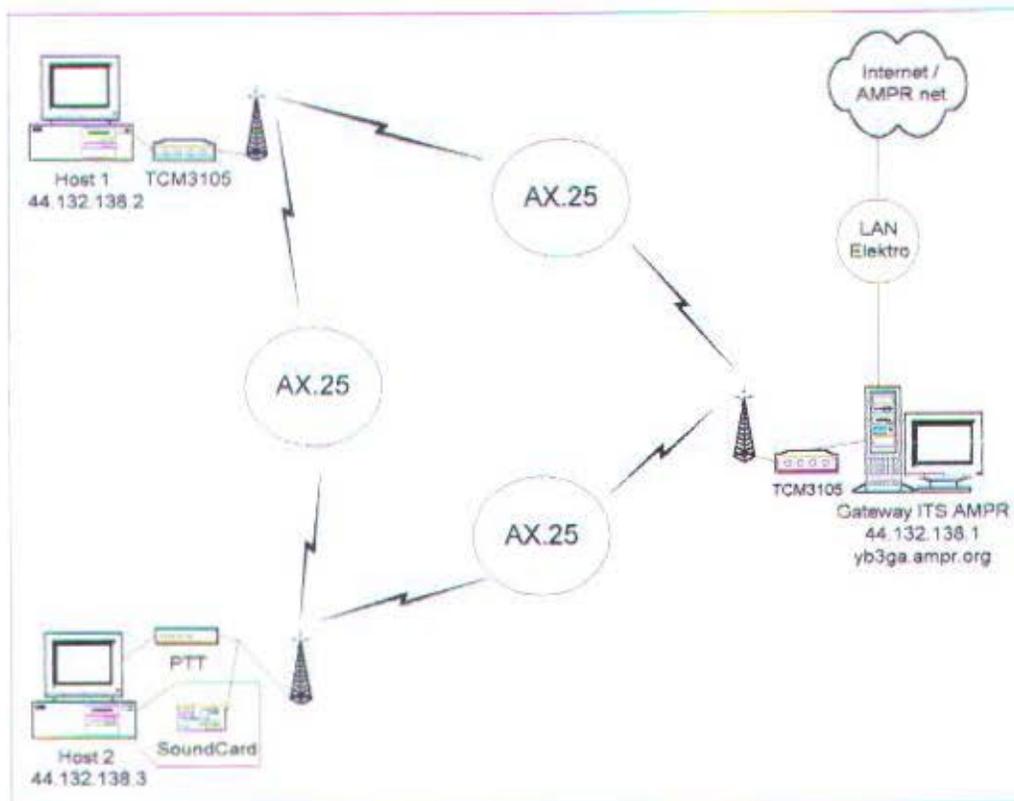


GAMBAR 3.21. KONFIGURASI MODEM SOUNDCARD

Komunikasi radio paket yang umum digunakan adalah komunikasi data dengan kecepatan 1200 bps. Jenis modulasi pada bagian TNC adalah FSK (*Frequency Shift Keying*). Karena transceivernya menggunakan HT, dan frekuensi kerja ditetapkan oleh orari pada satu frekuensi saja, maka frekuensi Tx sama dengan frekuensi Rx. Komunikasi radio menggunakan protokol AX.25, dan karena tergabung ke AMPR net yang berada pada jaringan global Internet, maka perlu menggunakan protokol TCP/IP.

Untuk menjadikan soundcard sebagai modem radio, diperlukan tambahan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Chip ADC/DAC pada soundcard bisa diakses dengan "tatacara" tertentu sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya dengan jenis modulasi tertentu. Dengan menggunakan perangkat lunak tertentu (Flexnet), jenis modulasi yaitu FSK dan bitrate sebesar 1200 bps, pada chip ADC/DAC soundcard dapat ditentukan.

Perangkat lunak ini juga digunakan untuk mengaktifkan protokol AX.25 dan TCP/IP. Karena menggunakan transceiver HT, maka perlu suatu rangkaian PTT tambahan yang diambil dari serial port untuk kecepatan 1200 bps. Konfigurasi terminal komputer dengan soundcard sebagai modem radio disajikan pada gambar 3.21.



GAMBAR 3.22. JARINGAN SISTEM KOMUNIKASI RADIO PAKET

Dengan jenis modulasi FSK, kecepatan bit 1200 bps, transceiver dengan frekuensi kerja tertentu, maka soundcard sudah berfungsi sebagai modem radio. Jaringan Sistem Komunikasi Data dengan Radio Paket dapat dilihat pada gambar 3.22. Terlihat pada gambar ada terminal komputer yang menggunakan soundcard sebagai modem radio selain modem TCM3105.

BAB IV

PERANCANGAN DAN ANALISA UNJUK KERJA

MODEM SOUND CARD RADIO PAKET

Konfigurasi suatu sistem adalah suatu hal yang sangat penting karena berhubungan erat dengan kesuksesan suatu sistem. Dalam merancang suatu peralatan misalkan modem dengan soundcard, maka diperlukan konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak yang tepat agar hasilnya sesuai dengan yang dicita-citakan / diinginkan. Sedangkan untuk mengetahui kemampuan suatu peralatan yang sesuai dengan fungsinya, maka perlu diadakan pengukuran unjuk kerja, salah satunya dengan pengukuran throughput yang nantinya dibandingkan dengan peralatan lain yang sudah ada.

4.1. KONFIGURASI PERANGKAT KERAS

Konfigurasi dari *Personal Computer* (PC) yang digunakan sebagai Host/Client pada jaringan radio paket dengan memanfaatkan soundcard sebagai modem dapat dilihat pada tabel 4.1. Untuk berkomunikasi pada jaringan radio paket digunakan soundcard modem yang bertugas sebagai DCE (*Data Communication Equipment*) dengan kecepatan 1200 bps. Selain itu digunakan suatu rangkaian PTT (*Push To Talk*) sebagai switch otomatis yang diambil dari RS-232 (Port Serial).

TABEL 4.1. KONFIGURASI PERANGKAT KERAS

Jenis	Fungsi	Konfigurasi
Komputer Host	Sebagai Data Terminal Equipment (DTE) client (44.132.138.3) untuk berkomunikasi pada jaringan radio paket (Gateway = 44.132.138.1)	- CPU P-233 MMX - RAM 32 - HardDisk 1.2 Gb
Modem Radio / Soundcard	Mengubah sinyal digital menjadi AFSK dan sebaliknya	- Creative SB 16 - Bit rate 1200 bps - Mode Full Duplex
Rangkaian PTT	Memanfaatkan tegangan output RS-232 sebagai switch otomatis pada transceiver.	- Rangkaian Push To Talk (PTT) Serial
Transceiver Radio	Memancarkan dan menerima sinyal AFSK melalui gelombang radio	- Tx/Rx Host FRx = 144.15 MHz FRx = 144.15 MHz - Daya pancar = 1 W

Data-data yang berasal dari DTE (*Data Terminal Equipment*) dalam bentuk sinyal digital dimodulasi menjadi sinyal AFSK (*Audio Frequency Shift Keying*) oleh soundcard sebagai output dari modulator. Pada demodulator terjadi hal sebaliknya, yaitu sinyal AFSK yang datang diubah menjadi sinyal digital oleh soundcard untuk kemudian pada DTE sinyal tersebut diolah menjadi data.

Suatu sistem full duplex untuk modem ini terletak pada soundcard yang mampu mengolah data masuk (*line-in/mic*) dan keluar (*speaker/Line-out*) secara bersamaan. Untuk transmisi data melalui radio tetap half duplex karena digunakan transceiver dengan frekuensi pancar (*fTX*) dan frekuensi terima (*fRX*) yang sama yaitu VHF 144.15 MHz.

Pada saat terminal sedang melakukan pengiriman data, lampu LED pada transceiver akan menyala yang menandakan bahwa transmitter aktif, sedangkan pada saat penerimaan data, lampu LED pada transceiver mati, ini menandakan transmitter tidak aktif (*receiver* aktif). Proses tersebut berlangsung secara otomatis dan cepat (dilakukan oleh rangkaian PTT) sehingga terlihat seperti sistem full duplex.

Tempat keluar masuknya sinyal informasi pada soundcard dipilih Line Out dan Line In dengan Gain 0 dB. Hal ini disebabkan alasan berikut, yaitu :

- **Line Out.** Pada pengukuran level output dengan osiloskop ternyata untuk penguatan 0 dB adalah yang terbaik, karena bentuk sinyal termodulasi FSK terlihat jelas dan levelnya hampir maksimal. Untuk penguatan dibawahnya (negatif), level sinyal terlalu kecil, sedangkan untuk penguatan lebih besar dari 0 dB, ternyata mendekati 5 dB level sinyal mengalami saturasi, sehingga bentuk sinyal FSK terpotong. Ini dapat menyebabkan sinyal tidak dapat dikenali sebagai informasi.
- **Output Speaker.** Output speaker sudah memiliki amplifier pada rangkaian soundcard. Ternyata setelah diukur, level sinyal termodulasi FSK yang keluar adalah hampir 5x lipat daripada Line Out. Karena level sinyal terlalu besar, maka speaker tidak bisa digunakan sebagai output sinyal informasi yang akan dikirim oleh transceiver.
- **Line In/Mic.** Pada dasarnya Line in dan Mic keduanya bisa digunakan sebagai jalur masuknya sinyal informasi dari terminal lain. Perbedaan level tegangan sinyal yang diterima antara Mic dengan Line In tidak begitu mempengaruhi proses demodulasi sinyal FSK.

4.2. KONFIGURASI PERANGKAT LUNAK

Pengaturan konfigurasi protokol AX.25 merupakan hal utama yang harus dilakukan agar sistem benar-benar bekerja. Selain itu juga harus diperhatikan masalah konfigurasi perangkat lunak (sistem operasi) di setiap terminal komputer yang digunakan sehingga kinerja total jaringan menjadi lebih baik.

PC/Flexnet adalah AX.25 stack untuk PC yang berbasis DOS dan Windows95. AX.25 stack disini maksudnya adalah PC/Flexnet menyediakan fasilitas jaringan komputer dengan protokol AX.25. Protokol jaringan lainnya, seperti TCP/IP dapat ditumpangkan diatas stack AX.25 ini. Flexnet dapat diimplementasikan pada platform hardware yaitu Intel x86 dengan sistem operasi DOS dan yang ditujukan bagi pengguna PC.

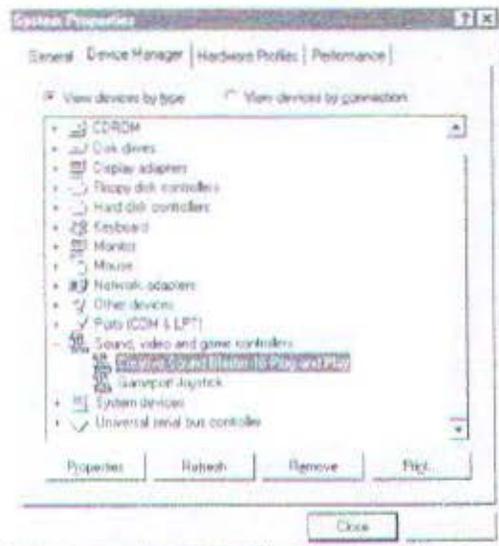
Protokol TCP/IP sebagai penghubung sistem operasi yang berbeda-beda, merupakan hal pokok yang pertama kali harus terpasang. Jika pada semua host yang terhubung dengan sistem telah terpasang protokol TCP/IP dengan benar, maka pertukaran data dan semua aplikasi jaringan yang berada pada lapisan atas dapat berjalan dengan semestinya, serta sistem dapat dengan mudah diintegrasikan dengan jaringan global Internet.

4.2.1. Konfigurasi Windows95

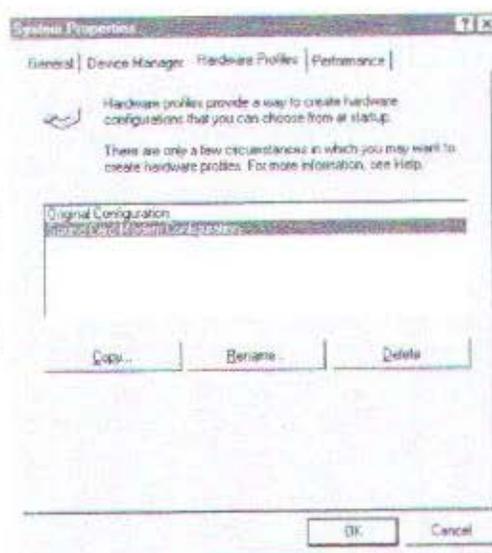
Dalam memanfaatkan soundcard sebagai modem, terlebih dahulu dipastikan bahwa soundcard sedang tidak aktif/difungsikan sebagai card untuk menjalankan file-file lagu/musik. Apabila kita tidak ingin mengubah konfigurasi windows yang ada, maka bisa dibuat satu konfigurasi lain yang khusus untuk modem soundcard. Langkah yang harus diambil sebagai berikut :

- Start Windows 95 seperti biasa. Buka *Control Panel* (Start → Setting → Control Panel), Double click pada "System"
- Membuat hardware profile baru dengan cara memilih "*Hardware Profile*". Memilih *Hardware Profiles* yang ada pada list dan klik tombol "copy ...". Misalkan Profile tersebut dinamakan "*SoundCard Modem Configuration*". Untuk lebih jelasnya lihat gambar 4.2.

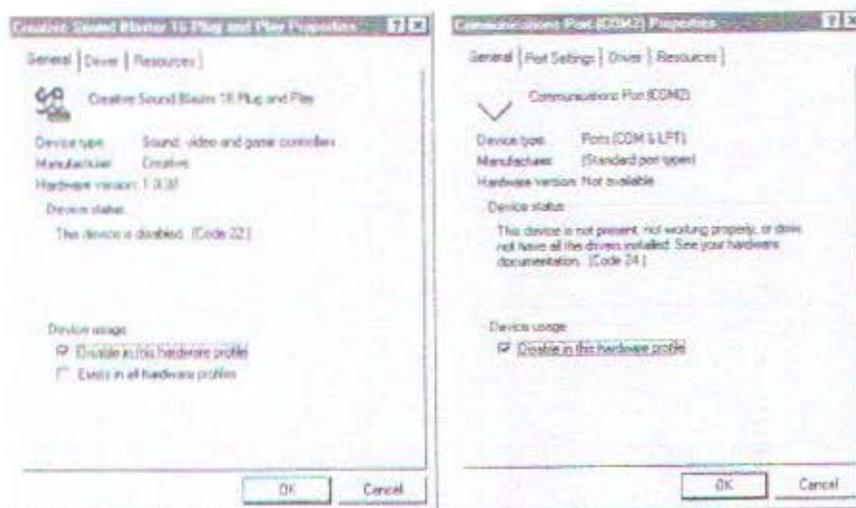
- Mematikan semua driver pada Windows 95 yang akan dikontrol oleh Flexnet, seperti driver Soundcard dan serial/paralel port yang akan digunakan untuk menjadi keluaran PTT. Dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4.



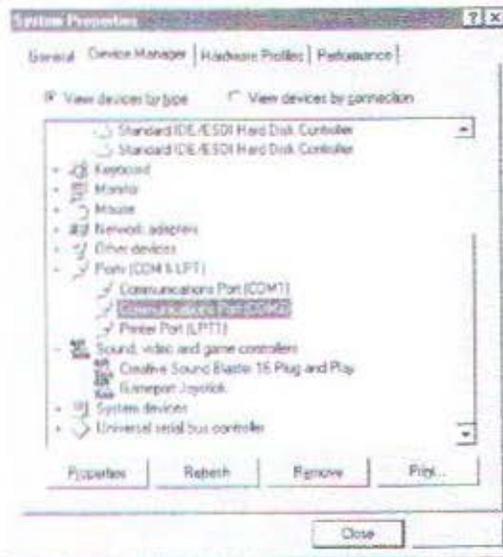
GAMBAR 4.1.
DEVICE MANAGER PADA SISTEM
PROPERTIES WINDOWS 95



GAMBAR 4.2.
PEMBUATAN HARDWARE
PROFILE PADA WINDOWS 95



GAMBAR 4.3. MEMATIKAN SEMUA DRIVER YANG DIKONTROL FLEXNET



GAMBAR 4.4. BEBERAPA DRIVER YANG TELAH DIMATIKAN

Setelah Windows95 di-reboot, akan muncul menu seperti ini :

Windows 95 is starting...

Windows cannot determine what configuration your computer is in.
Select one of the following:

1. Original Configuration
2. SoundCard Modem Configuration
3. None of the above

Enter your choice:2

Pilihan 1 (*Original Configuration*) merupakan konfigurasi Windows 95 yang awal, pilihan 2 (*SoundCard Modem Configuration*) merupakan konfigurasi Windows 95 yang baru. Setelah itu dibuat konfigurasi hardware profilnya. Konfigurasi tersebut diletakkan pada CONFIG.SYS, tujuannya untuk mengotomatisasi proses boot, menjalankan konfigurasi yang diinginkan tanpa perlu mengetikkan perintah yang cukup panjang dengan kemungkinan salah yang tinggi.

File CONFIG.SYS tersebut dibuat sebagai berikut :

```
[MENU]
MENUITEM = Origin, Original Configuration.
MENUITEM = Smodem_s, SoundCard Modem Conf. (Serial = 1,2 kbps).
MENUDEFAULT = Origin,20
```

```
[COMMON]
```

```
[Origin]
DEVICE=C:\WINDOWS\HIMEM.SYS
DEVICE=C:\WINDOWS\EMM386.EXE RAM
BUFFERS=40,0
FILES=30
DOS=HIGH,UMB
LASTDRIVE=Z
```

```
[Smodem_s]
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\FLEXNET.EXE 20
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\SMSBCFDX.EXE -b:0x220 -i:5 -d:1 -tc:2
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\FLEX.EXE
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\SMAFSK12.EXE
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\FSET.EXE MODE 0 1200c
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\FSET.EXE TXDELAY 0 25
INSTALLHIGH=C:\SBMODEM\SMMIXER.EXE -o:5 -i:5 -s:line
```

[MENU], untuk membuat suatu menu pilihan sebelum masuk ke Windows 95. Pada konfigurasi diatas terdapat dua pilihan. Apabila memilih 1 (origin), maka secara otomatis menjalankan konfigurasi [ORIGIN], apabila memilih 2 (Smodem_s) maka secara otomatis akan menjalankan konfigurasi [Smodem_s]. [COMMON], merupakan konfigurasi yang dijalankan oleh semua pilihan menu. Konfigurasi file CONFIG.SYS untuk modem Soundcard akan dijelaskan kemudian.

4.2.2. Konfigurasi File PC/FlexNet

Program PC/Flexnet dapat berjalan di atas lingkungan DOS ataupun Windows. Dalam hal ini digunakan PC/Flexnet yang dijalankan dengan Windows 95. Karena PC/Flexnet mempunyai dasar di lingkungan DOS maka sebagian konfigurasi yang diperlukan, di-install pada sistem DOS (pcflex.bat / config.sys) sedangkan konfigurasi IP (*Internet Protocol*) dilakukan pada Windows 95.

4.2.2.1. Konfigurasi File CONFIG.SYS

Untuk menjalankan sistem operasi PC/Flexnet for Windows 95, diperlukan file CONFIG.SYS yang dibuat untuk menjalankan beberapa file sekaligus ketika file system tersebut dijalankan. Pada terminal radio paket ada beberapa file yang harus dijalankan untuk mengaktifkan sistem operasi PC/Flexnet.

File-file tersebut antara lain :

- PCF.LZH, archive ini berisi kernel Flexnet, utility konfigurasi dan diagnostik lainnya.
- FLEX95.LZH, archive ini berisi Add-On Flexnet untuk Windows95.
- FLEX95IP.LZH, archive ini berisi Add-On protokol TCP/IP untuk Flexnet.
- SM.LZH, archive ini berisi driver SoundCard Modem.
- BCT.LZH, archive ini berisi program Baycom Terminal Program.

Semua file diatas masih merupakan file archive yang masih harus dibuka dengan LHA.EXE. Setelah dibuka, file-file tersebut diletakkan pada satu direktori di hardisk, misalnya C:\SBMODEM. Program PC/Flexnet yang dijalankan melalui file CONFIG.SYS mempunyai beberapa instruksi sebagai berikut :

- **Installhigh = C:\Sbmodem\Flexnet.exe 20**

Flexnet kernel dengan memori data sebesar 20 kB.

- **Installhigh =C:\Sbmodem\Smbcfdx.exe -b:0x220 -i:5 -d:1 -tc:2**

Mengaktifkan driver dan utility yang digunakan pada Soundcard Creative SB 16 sebagai modem radio paket dengan konfigurasi :

- Alamat I/O base Soundcard = 0x220h
- IRQ Soundcard = 5
- DMA ke-1 Soundcard = 1

- Alamat rangkaian PTT = 2 (Com 2 = 0x2F8 , IRQ 3)

- **Installhigh =C:\Sbmodem\Flex.exe**

Mengaktifkan kernel dan driver kanal Flexnet.

- **Installhigh=C:\Sbmodem\Smafsk12.exe**

Mengaktifkan modem module 1200 baud AFSK, kompatibel dengan modem standard TCM3105.

- **Installhigh =C:\Sbmodem\Fset.exe mode 0 1200c**

Mengaktifkan kernel dengan menge-set mode kanal 0, 1200 bps half duplex, soft DCD.

- **Installhigh =C:\Sbmodem\Fset.exe txdelay 0 25**

Mengaktifkan kernel dengan menge-set selang waktu antar transmit (mengirim data) pada kanal 0 sebesar 2,5 detik.

- **Installhigh =C:\Sbmodem\Smmixer.exe -o:0 -i:0 -s:line**

Mengaktifkan driver soundcard yaitu menge-set gain input/output dari soundcard dengan konfigurasi sebagai berikut :

- Gain output kedua channel (Left/Right Line Out) = 0 dB
- Gain input kedua Channel (Left/Right Line In) = 0 dB
- Yang diaktifkan sebagai input modem (Mic/Line) = Line In

Konfigurasi file CONFIG.SYS diperlukan terutama untuk setting awal parameter protokol AX.25 (mode half/full duplex, txdelay, bitrate, gain input/output), seperti yang telah dijelaskan diatas sebelumnya.

4.2.2.2. Konfigurasi File INIT.BCT

Setelah file CONFIG.SYS dijalankan bersamaan dengan starting Windows, berarti soundcard modem radio paket sudah siap digunakan. Salah

satu tujuan yang ingin dicapai adalah dapat berkomunikasi dengan terminal lain pada jaringan radio paket. Untuk berkomunikasi peer-to-peer digunakan program BCT.EXE yang dijalankan di lingkungan DOS.

Program tersebut melihat konfigurasi file INIT.BCT yang mempunyai konfigurasi dasar sebagai berikut :

- **; ---Packet Interface ---**
- **Mycall YD3ADE**
Nama panggilan host (Callsign).
- **Monitor ON**
Tampilan kanal trafik di layar.
- **;--- screen outline ---**
- **Crtsave 1**
Waktu untuk mematikan layar, jika dalam 1 menit terminal tidak digunakan.
- **;--- remote ---**
- **Remote ON**
Perintah REMOTE digunakan mengendalikan terminal lawan.
- **rcmd CSTATUS DIR QUIT READ RPRG WRITE WPRG MHEARD INFO
USERS VIEW CD CLEAR**
Perintah remote yang diaktifkan.
- **;--- signal ---**
- **ctext Z**
Text yang keluar (dikirim) pada saat terjadi koneksi dengan terminal lain.
- **qtext Q**
Text yang akan dikirim pada saat mengakhiri koneksi dengan terminal lain.
- **;--- default save files ---**

- write 0 C:\SBMODEM\MONITOR.BCT
write 1 C:\SBMODEM\PORT1.BCT
write 2 C:\SBMODEM\PORT2.BCT
... (dst)

File-file ini digunakan untuk merekam data yang keluar masuk, dari port ke HardDisk saat program BCT.EXE dijalankan. Port1.bct akan merekam data yang diterima di Port 1, Port2.bct akan merekam data yang diterima di Port 2, dan seterusnya sampai Port 6.

- st B Baycom-Terminal

st C \x:c li
st D \x:d
... (dst)

Modifikasi Definisi untuk Perintah Teks Standar, default-nya : Alt - (huruf).
Misal : st b artinya alt-b.

4.2.3. Konfigurasi Internet Protokol

Untuk mengaktifkan Internet Protokol (IP) diatas protokol AX.25 pada PC/Flexnet digunakan file yang terdapat pada FLEX95IP.LZH. File tersebut antara lain IPAX.VXD dan IPAX.INF yang berfungsi mengaktifkan IP secara virtual melalui adapter AX.25.

Urutan langkah-langkah yang harus diambil sebagai berikut :

- Start Windows95 seperti biasa. Buka *Control Panel* (Start → Setting → Control Panel)
- Kemudian Double click pada "Network → Add → Adapter → Have Disk"

- Memilih direktori yang terdapat file IPAX.VXD, misalkan C:\SBMODEM. Dan pilih file IPAX.INF yang kemudian akan terlihat "FlexNet IP → AX.25"
- Klik "OK". Ini berarti virtual "adapter" telah ter-install. Setelah itu bisa dilanjutkan dengan instalasi protokol TCP/IP.
- Buka "Control Panel → Network → Add → Protocol → Microsoft → TCP/IP", klik "OK"

Setelah didapatkan protokol TCP/IP maka dilakukan penge-set-an dengan memilih "properties".

Hasil set TCP/IP :

IP Address : 44.132.138.3
 Subnet Mask : 44.132.138.128
 Gateway : 44.132.138.1 dan 202.155.4.248

DNS Configuration

Host : ADE
 DNS Server : 44.132.138.1 dan 202.155.4.248
 Domain : YB3BB.AMPR.ORG
 Domain Suffix : YB3BB.AMPR.ORG

Setelah terminal komputer di-Reboot ulang, maka protokol TCP/IP sudah siap digunakan. Untuk konfigurasi pada FlexNet Control Center yaitu pada "Tool → IP Routers", ditentukan :

Mycall (Call Sign for IP) : YD3ADE
 Default Routers : YB3GA-1 (gateway)

Semua mode paket yang dikirim di-set menjadi "DATAGRAM", data di-pack dalam paket-paket data yang telah ditentukan dan dikerjakan oleh protokol AX.25.

4.3. PENGUKURAN THROUGHPUT SISTEM

Throughput merupakan suatu ukuran besaran yang menunjukkan unjuk kerja suatu sistem peralatan tertentu sehingga dapat diketahui seberapa besar/baik kualitas kinerja peralatan tersebut. Dalam menentukan kualitas kinerja tersebut, tentunya perlu dibandingkan dengan peralatan lain yang memiliki fungsi yang sama. Sehingga bisa dilihat apakah peralatan yang dibuat memiliki kinerja yang lebih baik, sama atau lebih buruk dari peralatan yang sudah ada..

Dalam menentukan throughput tentunya perlu ditetapkan beberapa parameter tertentu. Parameter yang ditentukan adalah sebagai berikut :

- ◆ Jenis Modem. Pengukuran throughput dilakukan untuk membandingkan dua modem yang berbeda yaitu antara modem Soundcard dengan modem TCM3105.
- ◆ Software yang digunakan (FLEXNET/NOS), akan dibandingkan hasil throughput antara modem yang menggunakan software FLEXNET dengan NOS.
- ◆ Jumlah paket yang dikirim. Pengukuran throughput dilakukan dengan mengirimkan sejumlah paket.
- ◆ Paket Lost dan Receive. Pengukuran throughput dilakukan untuk melihat berapa paket yang hilang dan berapa paket yang diterima saat transfer ke gateway.
- ◆ Throughput sistem. Pengukuran throughput ini berupa persentase dari sejumlah paket yang dikirim, ada berapa paket yang diterima yang kemudian dipersentase-kan.

Metode pengukuran throughput dilakukan dengan cara pengiriman sejumlah data dengan ukuran tertentu (byte). Selang waktu antara dua paket yang dikirim diatur secara random berdasarkan distribusi poisson. Sehingga terlihat setiap pengiriman 1 paket tidak berlangsung secara periodik.

Secara teori satu kanal diperebutkan oleh beberapa terminal yang mengirimkan paket, apabila dilakukan secara periodik untuk masing-masing terminal, maka peluang terjadinya kegagalan dalam pengiriman paket akibat tabrakan (collision) antar paket menjadi semakin besar. Karena apabila suatu saat dua paket bertabrakan, maka dapat dipastikan, akan ada saat yang lain, tabrakan terjadi lagi. Sedangkan apabila dilakukan dengan acak (random) maka peluang terjadinya tabrakan antar paket akan semakin kecil sehingga peluang diterimanya paket menjadi semakin besar. Karena bila suatu saat terjadi tabrakan antar paket, hampir tidak bisa dipastikan bahwa setelah itu dan selanjutnya akan terjadi hal yang serupa (tabrakan).

Metode yang dipakai adalah menggunakan fasilitas "PING". Ping dilakukan sebagai berikut :

PING -n x -l y -w z 44.132.138.1

Dengan : x = jumlah paket yang dikirim (tertentu).

y = jumlah data (byte) (tertentu).

z = selang waktu antara 2 kali transmit (random / acak)

Dari parameter yang telah ditentukan diatas, maka pada proses pengukuran throughput akan dibutuhkan tiga buah terminal HOST dengan satu terminal GATEWAY. Kombinasi untuk ketiga HOST tersebut yaitu :

❖ Terminal 1 = Modem Soundcard dengan FLEXNET, IP : 44.132.138.3.

❖ Terminal 2 = Modem TCM3105 dengan FLEXNET, IP : 44.132.138.2.

❖ Terminal 3 = Modem TCM3105 dengan NOS, IP : 44.132.138.4.

GATEWAY menggunakan perangkat lunak Linux Slackware 2.035.

Throughput yang diperoleh berupa persentase jumlah paket yang sukses diterima oleh gateway terhadap jumlah seluruh paket yang dikirim.

$$\text{Dengan } P(\%) = \frac{\text{Data Receive}}{\text{Jumlah Paket}} \times 100\%$$

Keterangan : P(%) = Throughput.

Recv = Data yang sukses diterima Gateway.

Lost = Data yang ditolak Gateway.

Hasil Pengukuran pada **Lampiran**.

Dari hasil yang diperoleh pada tabel, maka akan dibuat grafik throughput yaitu Persentase Penerimaan (Throughput) (%) terhadap jumlah paket yang dikirim seperti pada gambar 4.5, 4.6, 4.7 dan 4.8. untuk masing-masing konfigurasi yang telah ditentukan. Dari grafik akan terlihat mana yang memiliki throughput terbaik. Dari sana maka dapat diambil kesimpulan tertentu.

➤ **ANALISA Hasil Pengukuran dan GRAFIK**

Dari tabel Hasil Pengukuran Throughput pada Lampiran dapat terlihat bahwa data berhasil dikirim (ditandai dengan diterimanya ACKnowledge dari gateway) oleh masing-masing konfigurasi terminal yaitu TCM3105 (NOS), TCM3105 (FlexNet) dan SoundCard (FlexNet) terjadi perbedaan. Jika dilihat sekilas tampak secara berurutan bahwa yang paling banyak berhasil mengirimkan data ialah TCM3105 (FlexNet), SoundCard(FlexNet) dan terakhir TCM3105 (NOS). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat dari uraian berikut :

a. Modem TCM3105 dengan Software NOS

Dari tabel hasil pengukuran terlihat bahwa kenaikan jumlah paket yang dikirim cenderung meningkatkan keberhasilan jumlah paket yang diterima gateway. Namun kenaikan tersebut sangat kecil. Dari lima kali uji coba, tampak kondisinya hampir sama.

Dari grafik pada gambar 4.5, terlihat bahwa throughput untuk sistem ini cenderung stabil terhadap jumlah paket. Terutama pada jumlah paket antara 20 sampai 100.

b. Modem TCM3105 dengan Software Flexnet

Dari tabel pengukuran terlihat bahwa kenaikan jumlah paket yang dikirim juga cenderung menambah keberhasilan paket yang diterima gateway. Namun hal ini tidak berlangsung terus menerus untuk lima kali uji coba. Adakalanya jumlah paket yang berhasil menurun untuk pengiriman paket yang lebih banyak. Dibandingkan dengan TCM3105, hasilnya lebih baik.

Dari grafik pada gambar 4.7, terlihat bahwa throughput untuk sistem ini acak terhadap jumlah paket. Terlihat untuk keberhasilan paling tinggi adalah sekitar jumlah 20 paket. Sedangkan untuk jumlah paket yang lebih banyak, throughput cenderung menurun.

c. Modem SoundCard dengan Software Flexnet

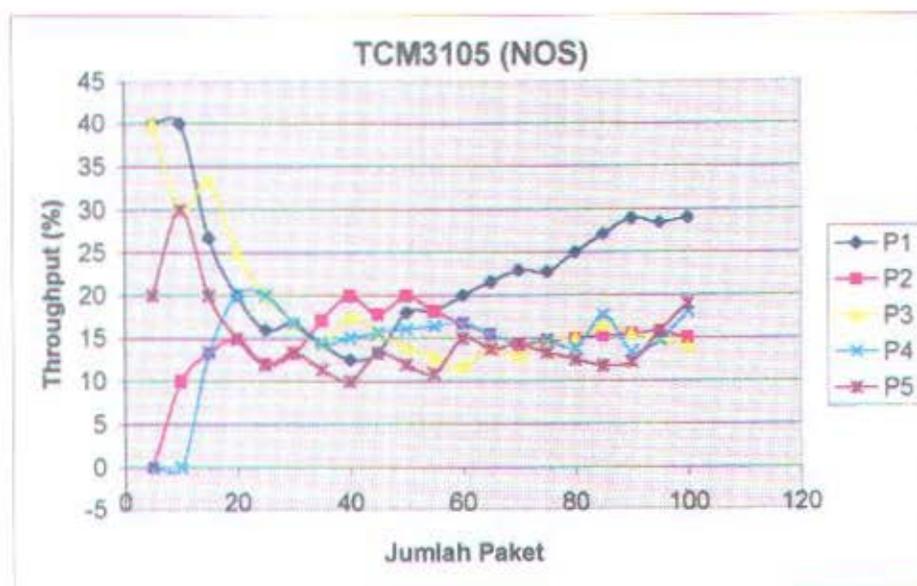
Dari tabel pengukuran terlihat bahwa kenaikan jumlah paket yang dikirim juga cenderung menambah keberhasilan paket yang diterima gateway. Namun hal ini tidak berlangsung terus menerus untuk lima kali uji coba. Adakalanya jumlah paket yang berhasil menurun untuk pengiriman paket yang lebih banyak. Yang membedakan dengan kedua konfigurasi terminal

lainnya adalah untuk setiap pengiriman sejumlah paket, pasti ada paket yang berhasil, hal ini bisa dilihat dari tabel dengan tidak ada angka nol pada Data Receive. Dibandingkan dengan kedua konfigurasi lainnya, SoundCard modem ini berada ditengah-tengah, lebih baik dari TCM3105 (NOS), kurang baik dari TCM3105(FlexNet).

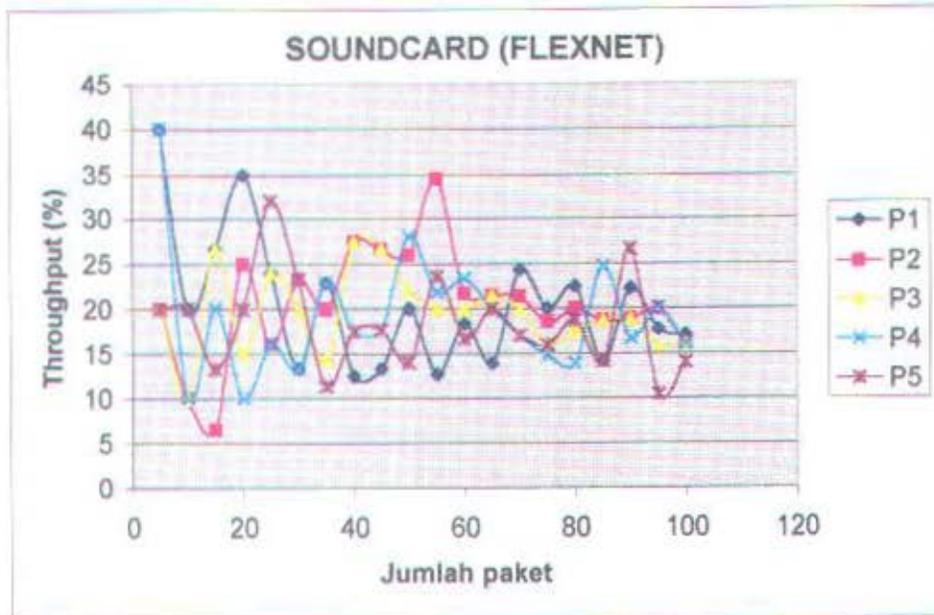
Dari grafik pada gambar 4.6, terlihat bahwa throughput untuk sistem ini acak terhadap jumlah paket. Untuk konfigurasi ini, tidak begitu nampak letak keberhasilan paling tinggi. Dapat diperkirakan bahwa throughput tertinggi untuk jumlah sekitar 20 paket. Sedangkan untuk jumlah paket yang lebih banyak, throughput cenderung stabil.

TABEL 4.2. PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN

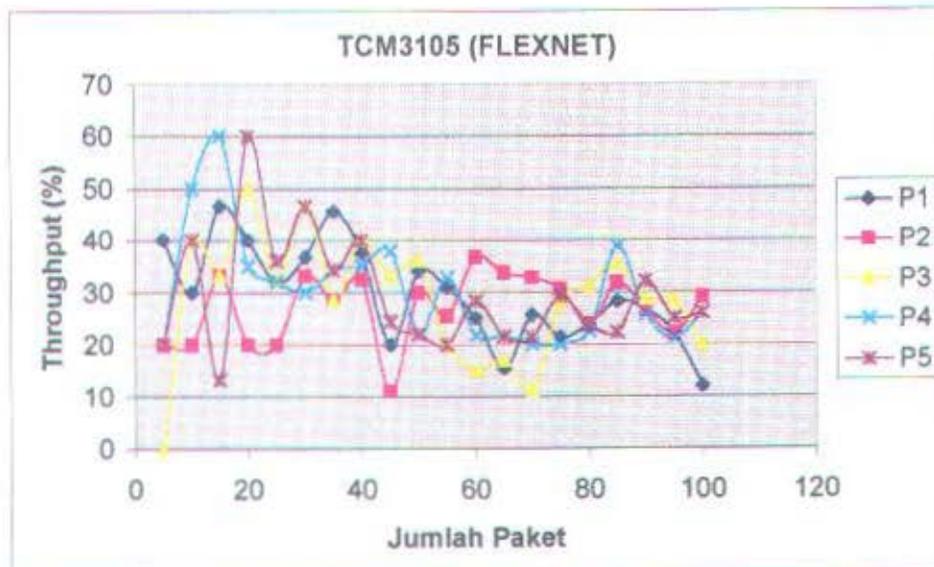
Pembandingan	TCM3105 (NOS)	TCM3105 (FlexNet)	SoundCard (FlexNet)
Data Receive	Maks. 36%	Maks. 69%	Maks. 46%
Thoughtput Sistem	Rendah	Tinggi	Rata-Rata



GAMBAR 4.5. GRAFIK THROUGHPUT MODEM TCM3105 (NOS)



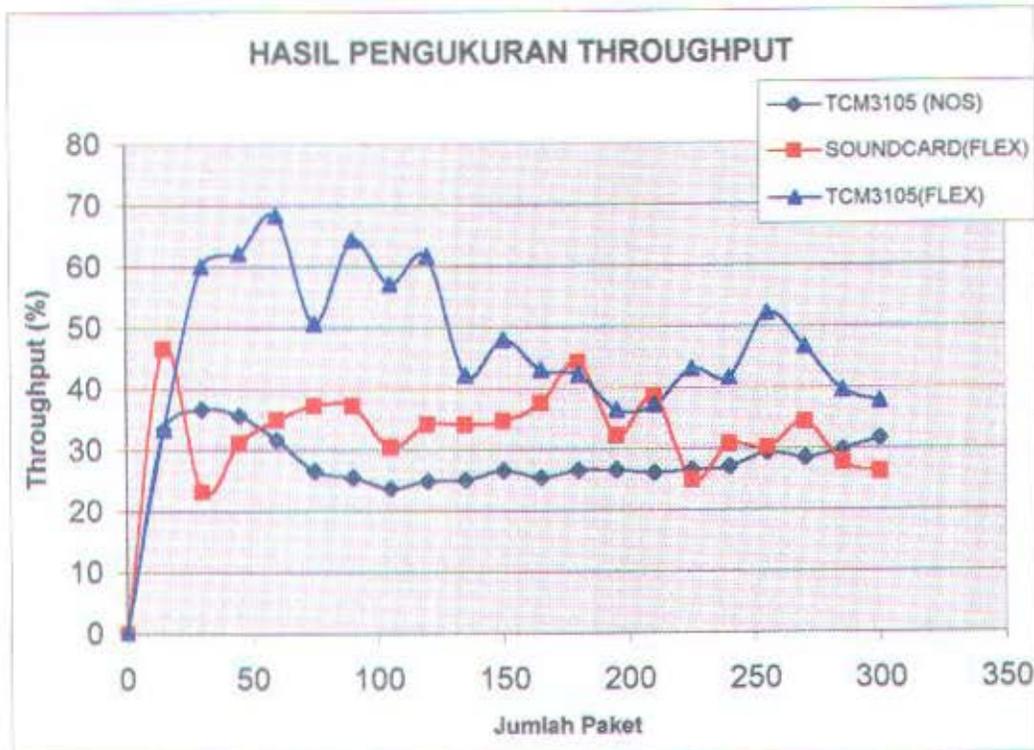
GAMBAR 4.6. GRAFIK THROUGHPUT MODEM SOUNDCARD (FLEXNET)



GAMBAR 4.7. GRAFIK THROUGHPUT MODEM TCM3105 (FLEXNET)

Maka dari analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan ternyata software Flexnet dapat meningkatkan Throughput modem dalam pengiriman data dibandingkan dengan modem yang menggunakan software NOS. Untuk modem soundcard terlihat bahwa soundcard ternyata dapat berfungsi sebagai modem radio dan mampu menyaingi modem TCM3105 dengan NOS. Sedangkan

dibandingkan dengan modem TCM3105 yang menggunakan FlexNet, throughput soundcard modem masih lebih kecil. Ini disebabkan karena modem TCM3105 merupakan modulator dan demodulator yang lebih stabil dibandingkan soundcard.



GAMBAR 4.8. GRAFIK THROUGHPUT GABUNGAN

Dari hasil yang terlihat pada grafik tentunya tidak bisa langsung dikatakan bahwa sistem/konfigurasi ini baik atau buruk. Dalam pengukuran pasti tidak dapat lepas dari pengaruh eksternal yang dapat sangat mempengaruhi kualitas kinerja sistem. Untuk pengukuran yang dilakukan ini, pengaruh eksternal yang ada antara lain :

- Transceiver. Pada pengukuran, tiap host menggunakan jenis transceiver dengan merk dan daya pancar yang berbeda. Hal inilah yang menyebabkan

terjadinya perbedaan hasil pengukuran, walaupun sudah diusahakan pada saat pengukuran, kondisi setiap transceiver dibuat mendekati sama.

- Antena. Transceiver menggunakan jenis antena yang berbeda-beda.
- Kondisi Propagasi. Bisa terjadinya splatter-an dari channel frekuensi lain yang dekat dengan frekuensi yang sedang digunakan.
- Faktor manusia. Ketelitian dalam pengukuran pasti tidak akan sempurna apabila dilakukan oleh manusia.

4.4. PENERAPAN APLIKASI

Semua aplikasi, berjalan di atas sistem operasi Windows yang menerapkan protokol TCP/IP. Dengan demikian pertukaran data antar host pada jaringan radio paket dengan terminal remote tidak menjadi masalah.

Hampir semua aplikasi yang berbasis protokol TCP/IP dapat dijalankan pada jaringan radio paket ini, seperti E-mail, Browsing Internet, Telnet, Remote Access, dan sebagainya. Tetapi karena hanya menggunakan modem dengan kecepatan rendah, maka proses tersebut berjalan relatif lambat pada aplikasi yang membutuhkan pengiriman data dengan ukuran besar.

Karena kecepatan modem sangat mempengaruhi unjuk kerja software aplikasi, maka dalam perancangan yang menggunakan modem SoundCard dengan kecepatan 1200 bps ini, aplikasi yang paling cocok untuk diterapkan adalah aplikasi yang tidak membutuhkan pertukaran data dalam jumlah yang sangat besar, misalnya : telnet, E-mail maupun transfer file (FTP). Peningkatan unjuk kerja dapat dilakukan jika menggunakan modem soundcard dengan kecepatan yang lebih tinggi misalnya 9,6 kbps atau 31,8 kbps.

Penjelasan mengenai aplikasi modem soundcard akan dijelaskan dibawah ini berikut beberapa konfigurasi penting pada saat soundcard akan mengadakan komunikasi dengan terminal lain (gateway atau host). Selain itu akan ditunjukkan beberapa hasil komunikasi antar terminal.

Setelah startup Windows95 berhasil, maka akan muncul jendela Flexnet Control Center seperti pada gambar 4.9.

Flexnet Control Center mempunyai beberapa tools, yaitu :

- Trace
- Parameter
- AX.25 routes
- AX.25 tree view
- IP routes



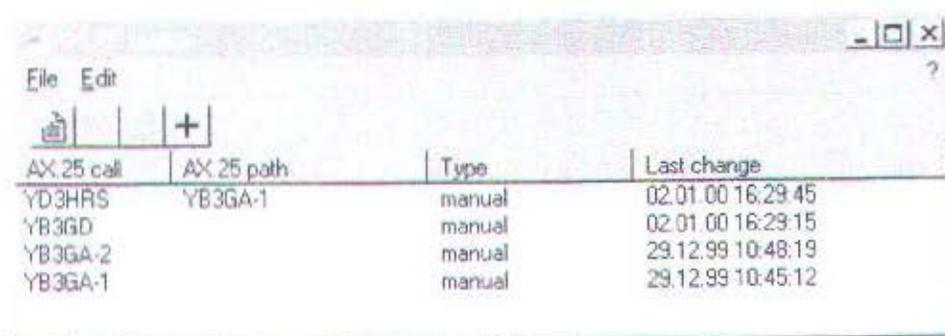
GAMBAR 4.9. JENDELA FLEXNET CONTROL CENTER

Channel	Driver	TxDelay	Baudrate	Mode
0	S9FDX	20	1200	c

GAMBAR 4.10. JENDELA FLEXNET PARAMETERS

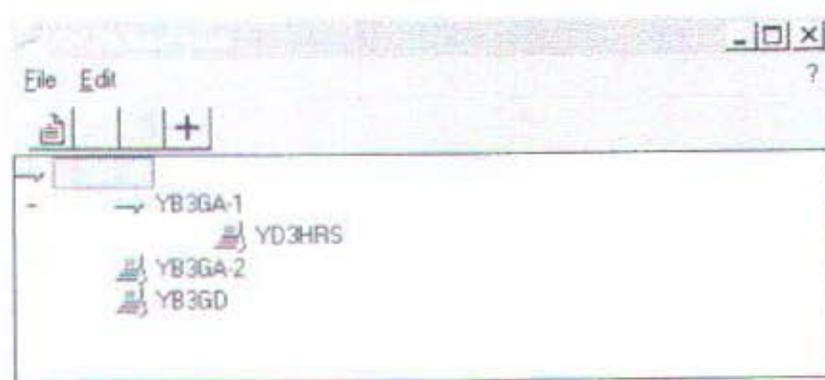
Jendela Trace dipergunakan untuk melihat data-data yang diterima dan dipancarkan soundcard. Jendela Parameter (gambar 4.10) digunakan mengatur beberapa parameter driver soundcard yaitu TXDelay dan Baudrate.

Jendela Route yang digunakan untuk mengatur konfigurasi routing jaringan AX.25 pada gambar 4.11 dan 4.12. Jendela AX.25 Route ini ada dua macam, yaitu jendela yang menampilkan konfigurasi routing dalam bentuk tabel, dan jendela yang menampilkan konfigurasi routing dalam bentuk diagram pohon.



AX.25 call	AX.25 path	Type	Last change
YD3HRS	YB3GA-1	manual	02.01.00 16:29:45
YB3GD		manual	02.01.00 16:29:15
YB3GA-2		manual	29.12.99 10:48:19
YB3GA-1		manual	29.12.99 10:45:12

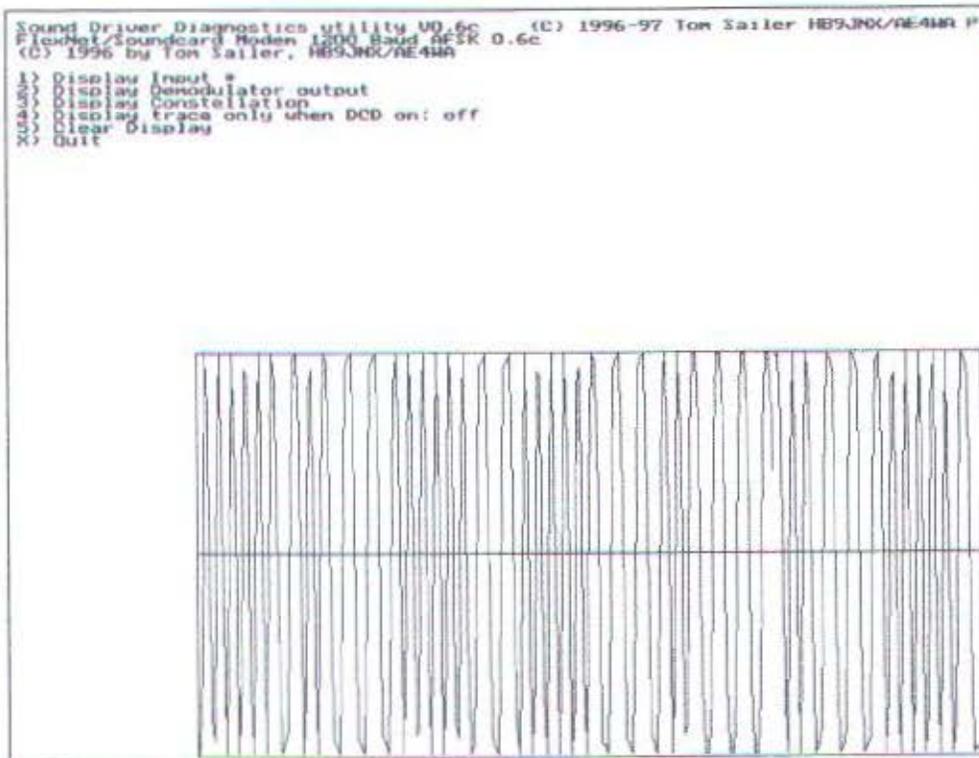
GAMBAR 4.11. JENDELA AX.25 ROUTES



GAMBAR 4.12. JENDELA AX.25 TREE VIEW

Untuk mengetahui apakah soundcard anda bekerja dengan baik bisa menggunakan utility SMDIAG.EXE. Untuk melihat sinyal yang masuk ke dalam soundcard. Gambar 4.13. menunjukkan adanya sinyal data yang masuk ke dalam soundcard.

Setelah soundcard dapat mendecode sinyal yang datang, maka sekarang dapat di-cek apakah soundcard tersebut mampu mengadakan koneksi AX25. Dapat digunakan software *Baycom Terminal* (BCT) untuk mengecek koneksi AX.25.



GAMBAR 4.13. SINYAL DATA YANG MASUK KE MODEM SOUNDCARD

Hal yang pertama dilakukan adalah menjalankan software ini dengan perintah :

BCT.EXE

yang sebelumnya INIT.BCT telah dikonfigurasi sesuai dengan yang diterangkan sebelumnya. Setelah itu, bisa dilakukan koneksi AX.25 ke gateway terdekat. Koneksi ini hanya dimaksudkan untuk meneliti apakah koneksi AX.25 dapat terjadi. Apabila koneksi AX.25 dapat dilakukan, maka koneksi TCP/IP mungkin dapat dilaksanakan. Dan Apabila koneksi AX.25 tidak dapat dilakukan, maka koneksi TCP/IP pasti tidak dapat dilaksanakan.

Koneksi ke gateway terdekat dengan perintah :

[Esc] (C)onnect <callsign>

Apabila karena sesuatu hal, misalnya gateway tidak mampu menerima koneksi lagi, maka BCT akan memberikan pesan sibuk. Apabila koneksi AX.25 berhasil dilakukan, maka akan terlihat pesan "Info Transfer".

Setelah itu koneksi TCP/IP secara otomatis dapat dilakukan. Maka diatur routing TCP/IP yang dilakukan dari jendela IP Routes dari "Flexnet Control Center". Dapat dilihat pada gambar 4.14. Jendela ini merupakan tabel penerjemah antara IP Address dengan Hardware Address, dalam hal ini callsign. Setelah itu dilakukan koneksi TCP/IP. Pengetesan koneksi TCP/IP dilakukan dengan perintah PING oleh Windows. Perintah PING dapat dijalankan dari MS-DOS Prompt dari Windows.

Host	Mode	Type	AX.25 call	AX.25...	TX bytes	RX bytes	TX packets	RX pack...
202.155.4.248	DG	manual	YB3GA-1		18567	16097	318	241
44.132.138.2	DG	manual	YB3GA-2		426036	15178	5537	257
44.132.138.1	DG	permanent	YB3GA-1		217250	61135	2758	742

GAMBAR 4.14. JENDELA IP ROUTES

Ping dilakukan sebagai berikut :

```
C:\>PING -t -l 20 -w 3000 202.155.4.241
```

-t = ping dilakukan secara terus menerus sampai sampai di stop

-l = Ukuran buffer data yang dikirim sebesar 10 byte

-w = Timeout selama 3000 ms (3 detik), menunggu reply sebelum mengirim buffer data lagi

Alamat gateway yang dituju = 202.155.4.241

```

C:\ping
Auto
Pinging 202.155.4.241 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=2705ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=1962ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=2197ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=2321ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=3080ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=2181ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=3182ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=2762ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=1718ms TTL=254
Request timed out.
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=2202ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=1549ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=1811ms TTL=254
Reply from 202.155.4.241: bytes=32 time=1753ms TTL=254
Reply from 202.155.6.241: bytes=32 time=2029ms TTL=254

```

GAMBAR 4.15. HASIL PING KE GATEWAY 202.155.4.241

```

Filter:
Scroll:
[T0:20 ADEE>YB3GA-1 UI* $CC>
...

```

GAMBAR 4.16. HASIL TRACE UNTUK KONEKSI TCP/IP

Apabila terjadi koneksi TCP/IP dengan host lawan, maka akan tampak adanya paket balasan dari host lawan. Untuk jelasnya, dapat dilihat pada gambar

4.15. Terlihat cukup banyak paket yang dikembalikan oleh host lawan, hal ini terjadi jika traffic dalam keadaan kosong. Pertukaran data dapat dilihat lebih jelas pada jendela Trace FlexNet gambar 4.16.

```

Connect Edit Terminal Help

Welcome to Linux 2.0.35.

yb3ga login: ade
Password:
Linux 2.0.35.
Last login: Fri Jan 14 09:48:59 on tty0 from telekom.ee.its-s.
You have mail.
yb3ga:~$ mc
Unknown terminal: ansi
Check the TERM environment variable.
Also make sure that the terminal is defined in the terminfo database.
Alternatively, set the TERMCAP environment variable to the desired
tercap entry.
yb3ga:~$ su
Password:
yb3ga:/home/ade# ls
DAT1      DAT20     DAT4      DAT7      dead.letter
DAT10     DAT3      DAT5      DAT8      mail
DAT2      DAT30     DAT6      DAT9
yb3ga:/home/ade# mount /fd0 /mnt/floppy
mount: mount point /mnt/floppy does not exist
yb3ga:/home/ade# █

```

GAMBAR 4.17. HASIL TELNET KE GATEWAY 44.132.138.1

Aplikasi lainnya yang dapat dilakukan adalah melakukan remote akses ke komputer gateway yaitu dengan TELNET. Hal ini bisa dilakukan dengan mengetikkan :

TELNET 44.132.138.1

pada MS-DOS prompt sebagaimana halnya melakukan ping. Secara teori telnet memang dapat dilakukan pada suatu jaringan dengan media apapun asalkan suatu host memiliki login dan password pada komputer gateway. Pada prakteknya khususnya untuk jaringan yang menggunakan media radio (Sistem Komunikasi Radio Paket), aplikasi flexnet ini sulit dilakukan karena bitrate yang sangat lambat (1,2 kbps) serta kemungkinan terjadinya kesalahan yang besar pada saat transfer file. Hasil Telnet ke gateway dapat dilihat pada gambar 4.17

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengukuran sistem, dan dengan memperhatikan tujuan serta batasan permasalahan dari Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Telah berhasil dilakukan pemanfaatan SoundCard sebagai modem radio paket, yaitu dengan bantuan perangkat lunak tertentu, sehingga perangkat keras soundcard dapat melakukan proses modulator demodulator dengan jenis modulasi dan kecepatan transfer bit yang sama dengan modem radio.
2. Pemanfaatan soundcard sebagai modem radio yang ditunjang dengan software FlexNet ternyata mampu menghasilkan throughput yang lebih tinggi dibanding modem TCM3105 yang menggunakan NOS. Sedangkan dibandingkan dengan TCM3105 yang menggunakan Flexnet, throughput sound modem masih dibawahnya. Hal ini disebabkan karena TCM3105 merupakan modulator dan demodulator yang lebih stabil dibanding soundcard.
3. Peningkatan efisiensi dan efektifitas peralatan dapat dilakukan karena tidak diperlukannya hardware tambahan dalam ukuran yang besar, tetapi hanya diperlukan suatu rangkaian Switch (PTT <Push To Talk>) yang sederhana.
4. Perangkat lunak FLEXNET yang mensupport Internet Protokol diatas Protokol AX.25 dapat meningkatkan kinerja jaringan radio paket ke jaringan

AMPR (*Amateur Packet Radio*) yang secara langsung tergabung dengan internet dibandingkan dengan NOS.

5. Kualitas kecepatan transmisi data dapat dicapai mulai 1200 bit/s hingga 9600 bit/s asal didukung dengan transceiver yang memadai (mampu) untuk kecepatan tersebut.

5.2. SARAN - SARAN

Dari hasil perancangan dan penerapan sistem komunikasi data radio paket TCP/IP dengan mode full duplex yang memanfaatkan soundcard, diharapkan dapat dikembangkan terutama dalam peningkatan kecepatan yang lebih tinggi sehingga dapat diterapkan sebagai host dari gateway radio paket ITS yang ada ataupun sebagai pusat sistem informasi di lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Boedi Santosa, **PENERAPAN SISTEM KOMUNIKASI DATA RADIO PAKET PADA JARINGAN KOMUNIKASI RADIO MEDIK GERBANG KERTOSUSILO**, Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 1998.
2. Nono Setiawan, **PERANCANGAN DAN PENERAPAN GATEWAY RADIO PAKET TCP/IP PADA JARINGAN INTRANET DI FTI-ITS**, Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 1999
3. Leksmana Wardhana, **PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI SISTEM KOMUNIKASI DATA RADIO PAKET TCP/IP DI SURABAYA**, Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 1995.
4. Fred Halsall, **Third Edition : DATA COMMUNICATIONS, COMPUTER NETWORKS AND OPENS SYSTEMS**, 1992
5. Robert G. Winch, **TELECOMMUNICATION TRANSMISSION SYSTEMS : Microwave, Fiber Optic, Mobile Cellular Radio, Data and Digital Multiplexing**, McGraw-Hill, Inc, 1993.
6. Dogan A. Tugal, Osman Tugal, **DATA TRANSMISSION : Analysis Design Application**, McGraw-Hill Book Company, 1982.
7. Jhon C. Morris, **DIGITAL ELECTRONICS**, 1992.
8. DC Green, **KOMUNIKASI DATA (Data Communication)**, Penerbit ANDI Yogyakarta, 1998.
9. Onno W. Purbo, Adnan Basamalah, Ismail Fahmi, Adnan Husni Thamrin, **TCP/IP : Standard, Desain dan Implementasi**, 1999.

10. K. Sam Shanmugam, **DIGITAL & ANALOG COMMUNICATION SYSTEMS**,
Jhon Wiley & Sons, Inc, 1992.
11. Majalah InfoKomputer, **Teknologi MP3**, Vol No.7 edisi November –
Desember 1999.
12. Komputek, **IRQ, DMA dan Base I/O Address**, edisi 107, Minggu 1 April 1999
13. Artikel Internet : **Flexnet Documentation**.
14. Thomas Sailer, **PACKET RADIO MIT SOUNDKARTE**, Artikel Internet
15. Artikel Internet : **AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio
Version 2.2**, Revision : 11 November 1997.
16. Majalah Elektron : **Aplikasi Protokol AX.25**, Bandung, 1997.
17. Majalah Elektron : **Radio Paket Amatir**, Bandung, 1997.
18. Onno W. Purbo, **SISTEM KOMUNIKASI DATA PAKET RADIO AMATIR**,
Majalah Elektron, 1997.
19. Arman Hazairin, **RADIO MODEM**, Majalah Elektron, 1997.

TABEL HASIL PENGUKURAN THROUGHPUT

No	Jumlah Paket	TCM3105 (NOS)					SOUNDCARD (FlexNet)					TCM3105 (FlexNet)				
		Data Receive					Data Receive					Data Receive				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
1	5	2	0	2	0	1	2	1	1	2	1	2	1	0	1	1
2	10	4	1	3	0	3	2	1	1	1	2	3	2	4	5	4
3	15	4	2	5	2	3	4	1	4	3	2	7	5	5	9	2
4	20	4	3	5	4	3	7	5	3	2	4	8	4	10	7	12
5	25	4	3	5	5	3	6	4	6	4	8	8	5	8	8	9
6	30	5	4	5	5	4	4	7	6	4	7	11	10	14	9	14
7	35	5	6	5	5	4	8	7	5	8	4	16	10	10	12	12
8	40	5	8	7	6	4	5	11	11	7	7	15	13	16	14	16
9	45	6	8	7	7	6	6	12	12	8	8	9	5	15	17	11
10	50	9	10	7	8	6	10	13	11	12	7	17	15	18	11	11
11	55	10	10	7	9	6	7	19	11	12	13	17	14	11	18	11
12	60	12	10	7	10	9	11	13	12	14	10	15	22	9	13	17
13	65	14	10	9	10	9	9	14	14	13	13	10	22	11	14	14
14	70	16	10	9	10	10	17	15	14	12	12	18	23	8	14	15
15	75	17	11	11	11	10	15	14	12	11	12	16	23	21	15	22
16	80	20	12	12	11	10	18	16	14	11	15	19	19	25	18	19
17	85	23	13	14	15	10	12	16	16	21	12	24	27	30	33	19
18	90	26	14	14	12	11	20	17	17	15	24	24	24	26	23	29
19	95	27	15	14	14	15	16	19	15	19	10	21	21	27	20	24
20	100	29	15	14	18	19	17	16	16	16	14	12	29	20	26	26

LAMPIRAN I

TABEL THROUGHPUT TCM3105 (NOS)

No	Jumlah Paket	TCM3105 (NOS)									
		P1		P2		P3		P4		P5	
		Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)
1	5	2	40	0	0	2	40	0	0	1	20
2	10	4	40	1	10	3	30	0	0	3	30
3	15	4	26.7	2	13.3	5	33.3	2	13.3	3	20
4	20	4	20	3	15	5	25	4	20	3	15
5	25	4	16	3	12	5	20	5	20	3	12
6	30	5	16.7	4	13.3	5	16.7	5	16.7	4	13.3
7	35	5	14.3	6	17.1	5	14.3	5	14.3	4	11.4
8	40	5	12.5	8	20	7	17.5	6	15	4	10
9	45	6	13.3	8	17.8	7	15.6	7	15.6	6	13.3
10	50	9	18	10	20	7	14	8	16	6	12
11	55	10	18.2	10	18.2	7	12.7	9	16.4	6	10.9
12	60	12	20	10	16.7	7	11.7	10	16.7	9	15
13	65	14	21.5	10	15.4	9	13.8	10	15.4	9	13.8
14	70	16	22.9	10	14.3	9	12.9	10	14.3	10	14.3
15	75	17	22.7	11	14.7	11	14.7	11	14.7	10	13.3
16	80	20	25	12	15	12	15	11	13.8	10	12.5
17	85	23	27.1	13	15.3	14	16.5	15	17.6	10	11.8
18	90	26	28.9	14	15.5	14	15.5	12	13.3	11	12.2
19	95	27	28.4	15	15.8	14	14.7	14	14.7	15	15.8
20	100	29	29	15	15	14	14	18	18	19	19

TABEL THROUGHPUT SOUND CARD (FLEXNET)

No	Jumlah Paket	SOUND CARD (FLEXNET)									
		P1		P2		P3		P4		P5	
		Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)
1	5	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20
2	10	2	20	1	10	1	10	1	10	2	20
3	15	4	26.7	1	6.6	4	26.7	3	20	2	13.3
4	20	7	35	5	25	3	15	2	10	4	20
5	25	6	24	4	16	6	24	4	16	8	32
6	30	4	13.3	7	23.3	6	20	4	13.3	7	23.3
7	35	8	22.9	7	20	5	14.3	8	22.9	4	11.4
8	40	5	12.5	11	27.5	11	27.5	7	17.5	7	17.5
9	45	6	13.3	12	26.7	12	26.7	8	17.7	8	17.7
10	50	10	20	13	26	11	22	12	28	7	14
11	55	7	12.7	19	34.5	11	20	12	21.8	13	23.6
12	60	11	18.3	13	21.7	12	20	14	23.3	10	16.7
13	65	9	13.9	14	21.5	14	21.5	13	20	13	20
14	70	17	24.3	15	21.4	14	20	12	17.1	12	17.1
15	75	15	20	14	18.6	12	16	11	14.7	12	16
16	80	18	22.5	16	20	14	17.5	11	13.8	15	18.8
17	85	12	14.1	16	18.8	16	18.8	21	24.7	12	14.1
18	90	20	22.2	17	18.9	17	18.9	15	16.7	24	26.7
19	95	16	17.7	19	20	15	15.8	19	20	10	10.5
20	100	17	17	16	16	16	16	16	16	14	14

TABEL THROUGHPUT TCM3105 (FLEXNET)

No	Jumlah Paket	TCM3105 (FLEXNET)									
		P1		P2		P3		P4		P5	
		Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)	Recv	Thr (%)
1	5	2	40	1	20	0	0	1	20	1	20
2	10	3	30	2	20	4	40	5	50	4	40
3	15	7	46.7	5	33.3	5	33.3	9	60	2	13.3
4	20	8	40	4	20	10	50	7	35	12	60
5	25	8	32	5	20	8	32	8	32	9	36
6	30	11	36.7	10	33.3	14	46.7	9	30	14	46.7
7	35	16	45.7	10	28.6	10	28.6	12	34.3	12	34.3
8	40	15	37.5	13	32.5	16	40	14	35	16	40
9	45	9	20	5	11.1	15	33.3	17	37.8	11	24.4
10	50	17	34	15	30	18	36	11	22	11	22
11	55	17	30.9	14	25.5	11	20	18	32.7	11	20
12	60	15	25	22	36.7	9	15	13	21.7	17	28.3
13	65	10	15.4	22	33.8	11	16.9	14	21.5	14	21.5
14	70	18	25.7	23	32.8	8	11.4	14	20	15	21.4
15	75	16	21.3	23	30.7	21	28	15	20	22	29.3
16	80	19	23.8	19	23.8	25	31.3	18	22.5	19	23.8
17	85	24	28.2	27	31.8	30	35.3	33	38.8	19	22.4
18	90	24	26.7	24	26.7	26	28.9	23	25.6	29	32.2
19	95	21	22.1	21	22.1	27	28.4	20	21.1	24	25
20	100	12	12	29	29	20	20	26	26	26	26

TABEL JUMLAHAN PENGUKURAN THROUGHPUT

No	Jumlah Paket	THROUGHPUT MODEM RADIO					
		TCM3105 (NOS)		SOUNCARD (FlexNet)		TCM3105 (FlexNet)	
		Recv	Thrg (%)	Recv	Thrg (%)	Recv	Thrg (%)
1	15	5	33.3	7	46.7	5	33.3
2	30	11	36.7	7	23.3	18	60
3	45	16	35.6	14	31.1	28	62.2
4	60	19	31.7	21	35	41	68.3
5	75	20	26.7	28	37.3	38	50.7
6	90	23	25.6	28	37.3	58	64.4
7	105	25	23.8	32	30.5	60	57.1
8	120	30	25	41	34.2	74	61.7
9	135	34	25.2	46	34.1	57	42.2
10	150	40	26.7	52	34.7	72	48
11	165	42	25.5	62	37.6	71	43
12	180	48	26.7	80	44.4	76	42.2
13	195	52	26.7	63	32.3	71	36.4
14	210	55	26.2	81	38.6	78	37.1
15	225	60	26.7	64	25.1	97	43.1
16	240	65	27.1	74	30.8	100	41.7
17	255	75	29.4	77	30.2	133	52.2
18	270	77	28.5	93	34.4	126	46.7
19	285	85	29.8	79	37.7	113	39.6
20	300	95	31.7	79	37.7	113	39.6

Lampiran VI**SPESIFIKASI MODEM SOUND CARD**

SoundCard Type	: Creative SB-16
Chip Set	: Sound Blaster
Modulator-Demodulator	: Chip A/D dan D/A Converter
Chip Signal Processing	: Chip DSP (<i>Digital Signal Processing</i>)
Eksternal Output	: Line-Out dan Speaker
Eksternal Input	: Line-In dan Mic
Software	: PC/Flexnet
Bitrate-Modulasi	: 1200 bps AFSK
Rangkaian PTT	: PTT Circuit via Serial Port
Catu Daya	: +5 Volt (fed by Computer)

Lampiran VII

SPESIFIKASI TERMINAL KOMPUTER SAAT PENGUKURAN THROUGHPUT

Terminal 1

Personal Computer	: Pentium-200 MHz
RAM	: 32 MB
Hard Disk	: 1000 MB (Caviar)
Monitor	: SVGA Samatron 14"
Operating System	: NOS (<i>Network Operating System</i>)
Jenis Transciever + Antena	: HT Icom IC-2N + Antena Telex VHF
Jenis Modem	: TCM3105
Lokasi	: Laboratorium Teknik Jaringan Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS (Lab. 301)

Terminal 2

Personal Computer	: Pentium-233 MHz
RAM	: 32 MB
Hard Disk	: 1200 MB (Quantum)
Monitor	: SVGA GTC 14"
Operating System	: FLEXNET Versi 3.3g
Jenis Transciever + Antena	: HT Icom V-68 + Antena Telex VHF
Jenis Modem	: Modem SoundCard Creative SB16
Lokasi	: Laboratorium Teknik Jaringan Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS (Lab. 301)

Terminal 3

Personal Computer	: Pentium-200 MHz
RAM	: 32 MB
Hard Disk	: 1000 MB (Caviar)
Monitor	: SVGA Samatron 14"
Operating System	: FLEXNET Versi 3.3g
Jenis Transciever	: HT Icom IC-2N + Antena Telex VHF
Jenis Modem	: TCM3105
Lokasi	: Laboratorium Teknik Jaringan Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS (Lab. 301)

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO ITS

EL 1799 TUGAS AKHIR – 6 SKS

Nama Mahasiswa : Ade Arie Setiawan
Nomor Pokok : 2295.100.144
Bidang Studi : Teknik Telekomunikasi
Tugas Diberikan : Maret 1999
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Moch. Salehudin, M. Eng. Sc.
Judul Tugas Akhir :

**RANCANG BANGUN MODEM SISTEM KOMUNIKASI RADIO PAKET
DENGAN MEMANFAATKAN SOUND CARD TYPE CREATIVE SB 16**

Uraian Tugas Akhir :

Komunikasi data antar komputer yang menggunakan radio sebagai mediana dikenal dengan nama Sistem Komunikasi Radio Paket. Komunikasi antar node disini menggunakan protokol AX 25 yang diimplementasikan dengan perangkat lunak tertentu dan didukung dengan perangkat keras berupa modem dan handy transeelver.

Jenis modem radio yang sudah ada ialah seperti TCM 3105 yang memiliki kecepatan transmisi data yaitu 1200 bit/s. Suatu peralatan lain yang dapat dimanfaatkan sebagai modem dalam komunikasi radio paket adalah Sound Card. Dengan memanfaatkan fungsi dari sound card yang hampir sama dengan modem yaitu mengubah sinyal digital menjadi sinyal audio, maka sound card ini akan dapat difungsikan untuk mengirim data dengan kecepatan transmisi tertentu.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas bagaimana merancang suatu modem dengan memanfaatkan Sound Card Type Creative SB 16, yang akan digunakan dalam sistem komunikasi radio paket dengan didukung perangkat lunak tertentu.

Surabaya, Maret 1999

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

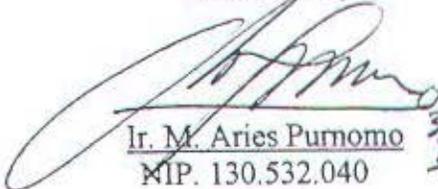

Dr. Ir. Moch. Salehudin, M. Eng. Sc.
NIP. 130.532.026

Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS
Ketua,




Teguh Yuwono
NIP. 130.604.244

Mengetahui,
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Koordinator,


Ir. M. Aries Purnomo
NIP. 130.532.040

USULAN TUGAS AKHIR

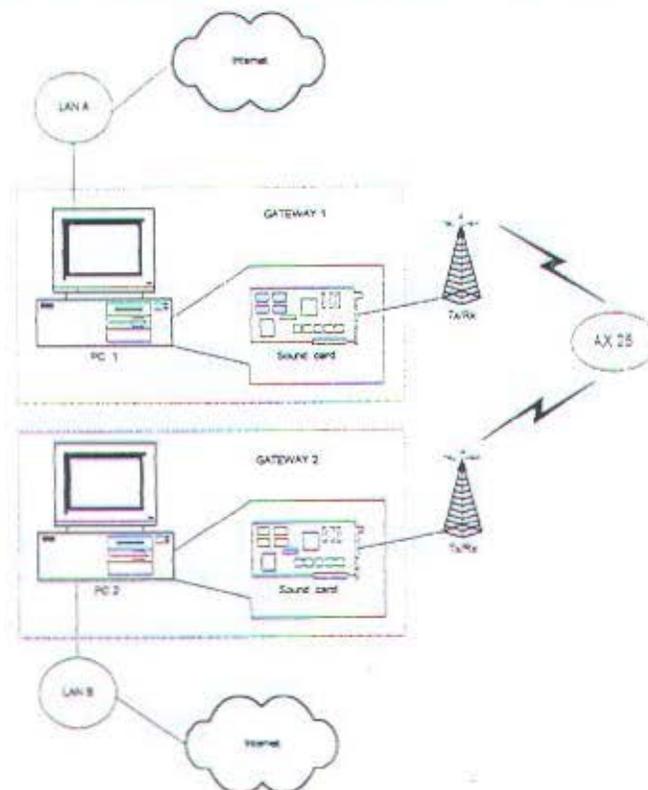
1. JUDUL TUGAS AKHIR : RANCANG BANGUN MODEM SISTEM KOMUNIKASI RADIO PAKET DENGAN MEMANFAATKAN SOUND CARD TYPE CREATIVE SB 16
2. RUANG LINGKUP : - Sistem Komunikasi Data
- Sistem Komunikasi
- Teknik Jaringan Komunikasi
3. LATAR BELAKANG : Radio paket merupakan istilah untuk sistem komunikasi data paket (dikenal dengan Packet Switching) melalui radio. Ini merupakan sistem komunikasi digital dengan informasi yang dikirim berupa data-data biner 1 atau 0. Istilah radio dapat ditebak bahwa sistem ini menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya. Sedangkan istilah paket dapat dihubungkan dengan pengertian "paket" dalam pengertian sehari-hari, seperti pengiriman paket pos oleh pengantar yang akan mencari jalan agar kiriman paket sampai tujuan.
- Dalam sistem komunikasi ini, masing-masing paket dari suatu data dikirimkan melalui transmisi radio dalam suatu jaringan komputer. Komputer akan mencari route jalan sendiri secara otomatis dengan aturan-aturan tertentu.
- Agar dapat berkomunikasi melalui radio paket, dibutuhkan sebuah alat yang dinamakan TNC (Terminal Node Controller), modem dan pemancar. Di depan terminal (komputer) kita bisa melakukan komunikasi dengan orang lain, melakukan copy file jarak jauh, serta masih banyak lagi kemungkinan aplikasinya.
- Dengan latar belakang tersebut, maka penulis mencoba mengadakan suatu penelitian dan akan merancang suatu TNC yang dapat digunakan untuk komunikasi radio paket antar terminal dengan memanfaatkan fasilitas sound card, yang sebenarnya mempunyai kemiripan fungsi dengan modem yaitu mengubah sinyal digital menjadi sinyal audio.

4. TUJUAN

- : Merancang suatu modem sistem komunikasi radio paket dengan memanfaatkan Sound Card type Creative SB 16 meliputi penggunaan perangkat lunak maupun perangkat keras.

5. PENELAAHAN STUDI

- : Salah satu sistem komunikasi data antar komputer dengan media transmisi gelombang radio adalah sistem komunikasi data radio paket dengan menggunakan protokol AX.25 (Amateur X.25). Dalam jaringan yang menggunakan protokol AX.25, peranan gateway sebagai pintu gerbang komunikasi antar jaringan yang berbeda mempunyai peranan yang sangat penting.



Gambar 1. Link antara 2 komputer dengan modem Sound Card

Jaringan seperti pada gambar 1 dikenal sebagai jaringan Radio Paket. Peralatan yang lazim dipergunakan dalam sistem komunikasi radio paket adalah modem yang dikenal dengan sebutan Terminal Node Controller (TNC).

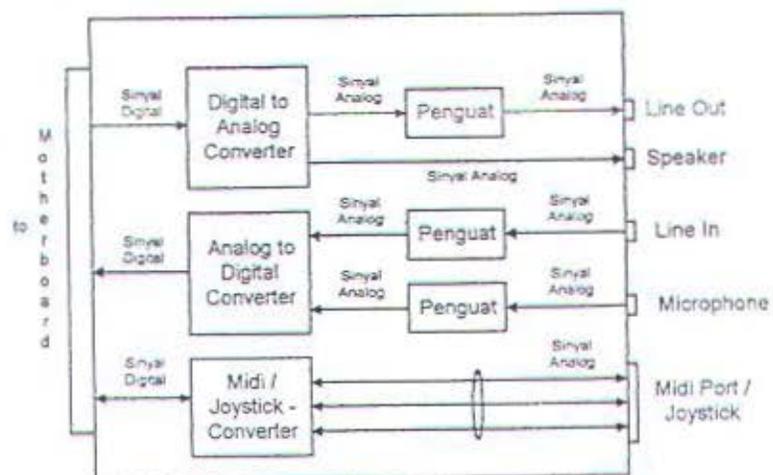
TNC berfungsi sebagai Data Communication Equipment (DCE), sedangkan komputer yang dipergunakan untuk berhubungan dengan TNC disebut Data Terminal Equipment (DTE). TNC yang lazim dipergunakan oleh kalangan amatir radio menggunakan

protokol komunikasi AX.25 (Amateur X.25). Protokol ini merupakan hasil modifikasi dari protokol X.25.

TNC adalah amat mirip dengan modem telepon karena berfungsi untuk mengirim data digital dari/ke komputer (terminal) dengan cara mengubah data tersebut ke bentuk nada-nada yang cocok untuk berkomunikasi dengan tempat yang jauh. TNC, seperti halnya modem telepon, juga dapat menerima nada-nada dari pesawat radio yang digunakan, mengubah nada tersebut menjadi sinyal digital, lalu dikirim ke terminal. Lazimnya TNC juga dilengkapi dengan perangkat lunak terminal.

TNC yang sudah ada sekarang adalah seperti modem TCM 3105 yang memiliki kecepatan transmisi data yaitu 1200 bit/s dan sudah diaplikasi untuk komunikasi data paket radio. Suatu peralatan yang memiliki fungsi yang mirip dengan modem yang dapat mengubah sinyal digital ke analog yaitu sound card, merupakan alternatif lain yang kemungkinan besar dapat dimanfaatkan sebagai TNC. Dengan dukungan hardware dan software sebagai interface antara output sound card dengan transceiver dengan melalui paralel port, serial port, midi port atau output dari sound card, maka soundcard ini akan dapat difungsikan untuk mengirim data melalui media gelombang radio dengan kecepatan transmisi tertentu.

Sound card yang akan dimanfaatkan sebagai TNC adalah Sound Card type Creative SB 16 (gambar 2).



Gambar 2. Blok Diagram Sound Card Creative SB 16

Sound card pada umumnya menghasilkan sinyal audio sesuai dengan frekuensi yang dapat didengar oleh

manusia yaitu 22 Hz - 22.000 Hz. Tetapi ada sebagian sound card yang dapat menghasilkan sinyal audio dengan frekuensi hingga 44.000 Hz dan masih dapat didengar oleh manusia. Sound card creative SB 16 dapat menghasilkan frekuensi tersebut.

Tabel 1. Karakteristik Modem Berdasarkan CCITT

CCITT Rec.	V.23	V.29
Speed (b/s)	Max 1200	9600
Mod. Rate (Bd)	Max 1200	2400
Ctr. Freq (Hz)	1700	1700
Mode (PSK)	FSK	8
Bandwidth (Hz)	800	2400
Freq. Spect. (Hz)	1300 - 2100	500 - 2900

Dari tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa frekuensi yang digunakan modem termasuk dalam frekuensi dari output sound card yaitu antara 22 Hz - 44.000 Hz. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Sound Card dapat dimanfaatkan sebagai modem.

Infrastruktur yang diperlukan untuk menyusun modem radio paket ini terdiri atas :

1. PC, merupakan komputer mikro yang berfungsi sebagai terminal.
2. Sound Card type Creative SB 16, yang akan dimanfaatkan sebagai modem, berfungsi untuk mengubah sinyal digital ke sinyal audio atau sebaliknya dengan didukung perangkat keras sebagai interface baik melalui Pararel port, Serial port, Midi port atau output dari sound card itu sendiri yaitu line out. Selain itu juga memanfaatkan perangkat lunak dari FLEXNET berupa Soundcard modem drivers yaitu SMSBC.EXE, SMWSS.EXE, SMWSSFDX.EXE dan lainnya. Sinyal audio yang dihasilkan kemudian dipancarkan melalui media gelombang radio.
3. Radio Transceiver (Tx/Rx), digunakan untuk memancarkan sinyal audio yang dikeluarkan oleh modem melalui media gelombang radio menuju Tx/Rx pada terminal yang lain. Transceiver dapat memancarkan gelombang dengan sistem half duplex ataupun full duplex.

6. PERUMUSAN MASALAH : Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian tentang modem sistem komunikasi radio paket dengan memanfaatkan Sound Card dengan merancang perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk komunikasi dua atau lebih komputer.

7. PEMBATASAN MASALAH : Pembahasan Tugas Akhir ini dibatasi pada ruang lingkup perancangan modem sistem komunikasi radio paket dengan memanfaatkan Sound Card type Creative SB 16 dengan didukung perangkat keras dan lunak.

8. METODOLOGI : - Mengidentifikasi peralatan berupa modem yang akan dirancang sesuai spesifikasi yang dibutuhkan.
- Melakukan studi literatur mengenai sistem komunikasi radio paket AX.25 baik secara hardware maupun software.
- Merancang peralatan berupa modem dengan memanfaatkan Sound Card type Creative SB 16 yang didukung software yang tepat.
- Melakukan test peralatan yang meliputi hardware dan software yang sudah ada berikut implementasi hubungan komunikasi antara dua terminal.
- Melakukan analisa data pada peralatan yang meliputi hardware dan software.
- Melakukan penulisan naskah tugas akhir berdasarkan kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan.

9. RELEVANSI : Hasil perancangan yang diperoleh diharapkan dapat dipakai sebagai alternatif sarana dan pusat komunikasi data yang dapat dimanfaatkan setiap orang pada umumnya dan civitas akademika ITS pada khususnya.

10. JADWAL KEGIATAN :

Kegiatan	Bulan					
	1	2	3	4	5	6
Identifikasi Alat						
Studi Literatur						
Perancangan Alat						
Aplikasi dan Pengetesan Alat						
Analisa Data						
Penulisan Naskah Tugas Akhir						

REFERENSI

- : - Artikel Internet : **Flexnet Documentation**
- Majalah Elektron, "Aplikasi Protokol AX.25", Bandung, 1997.
- Majalah Elektron, "Radio Modem", Bandung, 1997.
- Majalah Elektron, "Radio Paket Amatir", Bandung, 1997.
- Tugal, Dogan A. , "Data Transmission", McGraw-Hill, 1982.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 1 Januari 1977 dengan nama lengkap Ade Arie Setiawan dari pasangan Bapak Drs. Effendi Husin dan Ibu Dra. Sudjjjah. Penulis beragama Islam dan beralamat di Jl. Chairil Anwar Rt 02/05 No.17, Kreo-Cileduk Tangerang. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara.

Riwayat Pendidikan Penulis :

1. SD Negeri 01 Pagi Bendungan Hilir Jakarta Pusat.
2. SD Hang Tuah IV Jakarta Selatan, lulus pada tahun 1989.
3. SMP Negeri 161 Jakarta Selatan, lulus pada tahun 1992.
4. SMA Negeri 47 Jakarta Selatan, lulus pada tahun 1995, dan Sejak tahun 1995 penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro ITS melalui jalur UMPTN, dengan nomor pokok 2295 100 144.

Pengalaman Kemahasiswaan :

1. Asisten Praktikum Dasar Sistem Komunikasi, 1998.
2. Asisten Praktikum Sistem Telekomunikasi I dan II Reguler, 1999.
3. Asisten Praktikum Sistem Telekomunikasi I dan II Extension, 1999.
4. Koordinator Praktikum Praktikum Sistem Telekomunikasi II Extension, 1999.
5. Sekretaris Umum UK Perisai Diri ITS Periode 97/98 dan 98/99.