

**PERENCANAAN JARINGAN ATM B-ISDN
UNTUK LAYANAN *TELEMEDICINE***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

RENNY BUDI UTAMI

0110633063-63

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ELEKTRO
MALANG**

2007

**PERENCANAAN JARINGAN ATM B-ISDN
UNTUK LAYANAN *TELEMEDICINE***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
RENNY BUDI UTAMI
0110633063-63

Dosen Pembimbing

Wahyu Adi Purnomo, Ir.Msc
NIP. 131 759 602

Ali Mustofa, ST. MT
NIP. 132 258 187

**PERENCANAAN JARINGAN ATM B-ISDN
UNTUK LAYANAN *TELEMEDICINE***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

**RENNY BUDI UTAMI
0110633063-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 18 Januari 2007

DOSEN PENGUJI

Dwi Fadilla Kurniawan, ST, MT
NIP. 132 258 185

Ir.Endah Budi P, MT
NIP 131 839 362

Ir.Erfan Ahmad Dahlan
NIP 131 124 663

Rudy Yuwono,ST, M.Sc
NIP 132 206 465

Mengetahui/ Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Purwanto, Ir. MT
NIP 131 574 847

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT, atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perencanaan Jaringan ATM B-ISDN untuk Layanan *Telemedicine*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Brawijaya Malang.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Purwanto, MT dan Bapak Ir. Heri Purnomo selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro dan seluruh Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Ir. Wahyu Adi Purnomo, MSc, selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian (KKDK), atas nasehat dan pengarahannya.
3. Bapak Ir. Wahyu Adi Purnomo, MSc dan Bapak Ali Mustofa, ST. MT, selaku dosen pembimbing skripsi penulis, atas segala nasehat, pengarahan, dan bimbingannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmunya demi kelancaran skripsi ini.
5. Keluarga tercinta, Bapak, ibu dan adik-adikku semua yang selalu memberi perhatian, semangat dan motivasi yang tulus.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro semua angkatan, khususnya angkatan 2001 dan teman-teman paket C yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Dan semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua, Amin.

Malang, Januari 2007

Penyusun

RINGKASAN

Renny Budi Utami. Desember 2006. ” Perencanaan Jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine* ”. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen pembimbing : Wahyu Adi Purnomo. Ir, Msc dan Ali Mustofa, ST.MT.

Kebutuhan akan layanan kesehatan sangat besar, namun belum merata di seluruh daerah, apalagi di daerah yang terpencil. Tindakan untuk memperbaiki akses ke pelayanan pada daerah-daerah yang kurang fasilitas medisnya akan sangat membantu kualitas pelayanan tersebut. *Telemedicine* merupakan aplikasi teknologi informasi medis : data, teks, rekaman, sinyal-sinyal biologis/fisiologis, citra, video, suara, keahlian medis dan bahkan pelayanan medis dari daerah berlainan letak geografis. Hambatan utama yang dihadapi dalam penerapan *telemedicine* adalah sulit didapati jaringan telekomunikasi dengan *bandwidth* lebar di rural area. Sebagai alternatif pemecahan adalah dengan menggunakan teknologi jaringan ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) melalui layanan B-ISDN.

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) ATM merupakan bentuk *fast packet switching* yang konsepnya berdasarkan *packet switching*. *Packet switching* merupakan proses transfer data dengan cara memecah blok-blok data dalam ukuran 53 *byte* selanjutnya ditransmisikan ke tujuan. ATM dikenal sebagai *fast packet switching* karena blok-blok data dapat dikirimkan dengan laju yang sangat tinggi.

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk membahas mekanisme dari perencanaan jaringan yaitu prinsip dasar sistem jaringan dan layanan *telemedicine*, infrastruktur jaringan serta beberapa parameter perencanaan jaringan.

Dengan hasil perencanaan dapat ditarik kesimpulan, dengan menggunakan kecepatan *switching* ATM sebesar 155,52 Mbps dan jumlah bit untuk layanan data sebesar 2500 bit, *voice* sebesar 3400 bit dan video sebesar 2 Mbit didapatkan kapasitas kanal sebesar 165,75 Mbps dan *access speed* 150 Mbps. Dan infrastruktur yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah ATM *Switch*, ATM *Router* dan Terminal.

Kata kunci : Perencanaan, Jaringan ATM, *Telemedicine*.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.2 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang lingkup.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TELEMEDICINE	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Spesifikasi Layanan Telekomunikasi.....	7
2.3 Lebar Pita (<i>Bandwidth</i>) <i>Telemedicine</i>	8
2.4 Model Referensi OSI.....	9
2.4.1 <i>Physical Layer</i>	9
2.4.2 <i>Data Link layer</i>	10
2.4.3 <i>Network Layer</i>	11
2.4.4 <i>Transport Layer</i>	11
2.4.5 <i>Session Layer</i>	11
2.4.6 <i>Presentation Layer</i>	11
2.4.7 <i>Application layer</i>	12
2.5 <i>Transmission Control Protocol</i>	12
2.6 Perhitungan Probabilitas Kesalahan.....	14

2.7	<i>Throughput</i>	14
2.8	Kapasitas kanal dan <i>Bandwidth</i>	16
BAB III ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE (ATM)17		
3.1	Umum.....	17
3.2	Arsitektur protokol ATM.....	18
3.3	Sel ATM.....	20
3.4	Model referensi ATM.....	21
3.4.1	<i>Physical Layer</i> (lapisan fisik).....	21
3.4.2	<i>ATM Layer</i>	22
3.4.3	<i>ATM Adaptation Layer (AAL)</i>	23
3.3.3.1	AAL 5.....	26
3.5	Kategori Layanan ATM.....	27
3.6	Sistem Modulasi.....	29
3.7	Konfigurasi Jaringan ATM.....	30
3.7.1	<i>ATM switch</i>	31
3.7.2	<i>ATM Router</i>	31
3.7.3	<i>ATM Hub</i>	32
3.8	Kualitas Layanan (<i>Quality of Services</i>).....	33
3.8.1	Waktu Tunda (<i>Delay Time</i>).....	34
a.	<i>Delay paketisasi</i>	35
b.	<i>Delay depaketisasi</i>	36
c.	<i>Delay Propagasi</i>	36
d.	<i>Switching Delay</i>	37
e.	<i>Delay Jaringan</i>	39
3.9	B-ISDN (<i>Broadband Integrated services digital network</i>).....	39
3.9.1	Fungsi Lapisan-lapisan B-ISDN.....	40
3.9.2	Macam Layanan B-ISDN.....	41
3.9.2.1	Layanan Interaktif.....	41
3.9.2.2	Layanan distribusi.....	41
3.9.3	Teknik Jaringan B-ISDN.....	42
BAB IV METODOLOGI43		
4.1	Studi literatur	43

4.2 Pengumpulan dan Penyusunan data.....43

4.3 Perencanaan Jaringan dan infrastrukturnya.....43

4.4 Kesimpulan.....44

BAB V PERENCANAAN JARINGAN ATM B-ISDN UNTUK LAYANAN

***TELEMEDICINE*.....46**

5.1 Umum.....46

5.2 Perhitungan *Delay*.....47

 5.2.1 *Packetization Delay* (PD).....48

 5.2.2 *Delay* Propagasi.....48

 5.2.3 *Switching Delay* dan *Delay* total.....49

5.3 Perhitungan Probabilitas masing-masing infrastruktur.....50

5.4 Perhitungan Bandwidth yang Dibutuhkan.....51

5.5 Perencanaan Infrastruktur Jaringan.....53

 5.5.1 *ATM Switch*.....53

 5.5.2 *ATM Router*.....54

 5.5.3 Kapasitas Terminal.....55

5.6 Perhitungan Kapasitas kanal.....57

5.7 Perhitungan Parameter performansi Jaringan.....58

 5.7.1 Perhitungan *Throughput*58

BAB VI PENUTUP.....61

6.1 Kesimpulan.....61

6.2 Saran.....62

DAFTAR PUSTAKA.....63

LAMPIRAN.....64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Store and forward telemedicine</i>	5
Gambar 2.2 Alokasi <i>Bandwidth</i> untuk <i>Telemedicine</i>	8
Gambar 2.3 Model referensi OSI.....	10
Gambar 2.4 <i>TCP Header</i>	13
Gambar 3.1 Hubungan koneksi ATM	18
Gambar 3.2 Konfigurasi jaringan ATM.....	18
Gambar 3.3 Model referensi protokol ATM.....	19
Gambar 3.4 Sel ATM.....	21
Gambar 3.5 <i>Field header</i> ATM.....	22
Gambar 3.6 Format sel ATM.....	23
Gambar 3.7 Pemrosesan Data AAL Pengaturan data ATM.....	25
Gambar 3.8 Pengaturan data ATM.....	25
Gambar 3.9 Format CPCS-PDU AAL 5.....	26
Gambar 3.10 Modulasi Digital <i>carrier</i>	30
Gambar 3.11 <i>Delay</i> pada jaringan ATM.....	34
Gambar 3.12 Konfigurasi <i>delay</i> pada jaringan ATM B-ISDN.....	35
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Tugas Akhir.....	45
Gambar 5.1 Layanan <i>Telemedicine</i> pada jaringan ATM B-ISDN.....	46
Gambar 5.2 Konfigurasi <i>delay</i> pada jaringan ATM B-ISDN.....	47

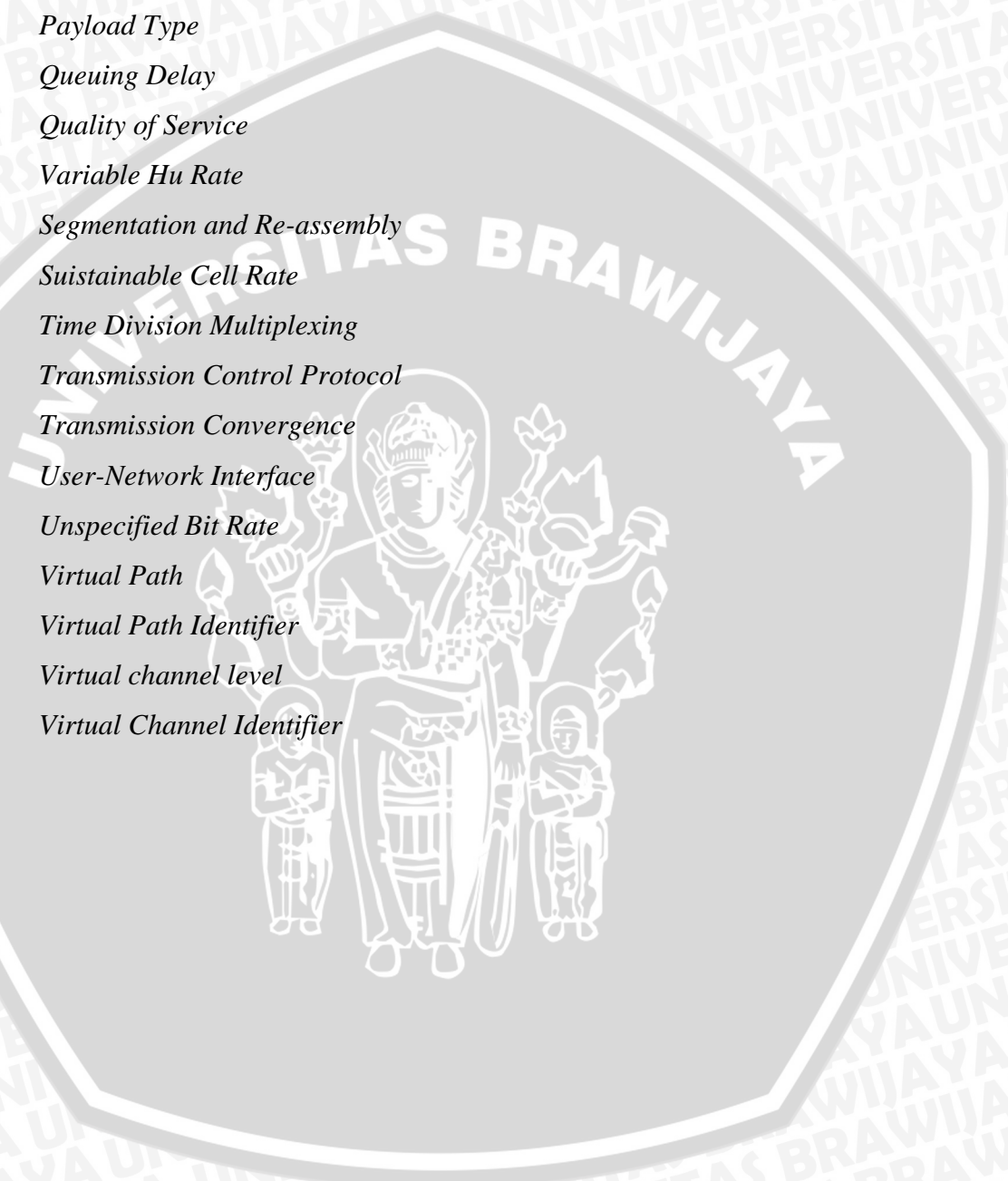
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan fitur pada <i>Asynchronous (store & forward)</i> dan <i>Synchronous (real time)</i> pada sistem <i>Telemedicine</i>	5
Tabel 2.2 Data citra medik dan besar tipikal setiap pengambilan.....	6
Tabel 2.3 Karakteristik jenis layanan komunikasi.....	7
Tabel 2.4 Kebutuhan <i>bandwidth</i> untuk beberapa aplikasi.....	9
Tabel 3.1 Pembagian kelas pada AAL.....	24
Tabel 3.2 Perbandingan AAL $\frac{3}{4}$ dengan AAL 5.....	26
Tabel 3.3 Rekomendasi <i>delay</i> transmisi pada beberapa media transmisi.....	37
Tabel 3.4 Fungsi lapisan-lapisan B-ISDN.....	40
Tabel 5.1 Karakteristik jenis layanan komunikasi untuk <i>Telemedicine</i>	47
Tabel 5.2 Probabilitas masing-masing infrastruktur.....	51
Tabel 5.3 <i>Bandwidth</i> tiap panggilan.....	52
Tabel 5.4 Total paket tiap detik yang dikirim dari port <i>switch</i> ke <i>Telemedicine</i>	54
Tabel 5.5 Kapasitas <i>router</i> pada Jaringan ATM B-ISDN <i>Telemedicine</i>	55
Tabel 5.6 Kapasitas Terminal pada sistem layanan <i>Telemedicine</i>	57
Tabel 5.7 Performansi Jaringan dengan menggunakan probabilitas.....	60

DAFTAR SINGKATAN

AAL	<i>ATM Adaptation Layer</i>
ABR	<i>Available Bit Rate</i>
ASK	<i>Amplitudo Shift keying</i>
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
BER	<i>Bit Error Rate</i>
B-ISDN	<i>Broadband – ISDN</i>
CBR	<i>Constant Bit Rate</i>
CDVT	<i>Cell delay Variation Tolerance</i>
CDV	<i>Cell Delay Variation</i>
CLP	<i>Cell Loss Priority</i>
CLR	<i>Cell loss Ratio</i>
CPI	<i>Common Part Indicator</i>
CPCS	<i>Common-part convergence sublayer</i>
CRC	<i>Cyclic redundancy check</i>
CS	<i>Convergence Sublayer</i>
CTD	<i>Cell transfer Delay</i>
FD	<i>Fixed Switchng Delay</i>
FIFO	<i>First input first output</i>
FSK	<i>Frequency Shift Keying</i>
GFC	<i>Generic Flow Control</i>
HEC	<i>Header error control</i>
ISDN	<i>Integrated Switch Digital Network</i>
ITU-T	<i>International Telecommunication Union T</i>
MCR	<i>Maximum Cell Rate</i>
MSS	<i>Maximum Segment Size</i>
nrt-VBR	<i>Non real time Variable bit rate</i>
NNI	<i>Network-Network Interface</i>
OAM	<i>Operation and Maintenance</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
PCR	<i>Peak Cell rate</i>

PDU	<i>Protocol data unit</i>
PRM	<i>Protocol Reference Model</i>
PSK	<i>Phase Shift keying</i>
PMD	<i>Physical Mediun Dependent</i>
PT	<i>Payload Type</i>
QD	<i>Queuing Delay</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
rt-VBR	<i>Variable Hu Rate</i>
SAR	<i>Segmentation and Re-assembly</i>
SCR	<i>Suistainable Cell Rate</i>
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TC	<i>Transmission Convergence</i>
UNI	<i>User-Network Interface</i>
UBR	<i>Unspecified Bit Rate</i>
VP	<i>Virtual Path</i>
VPI	<i>Virtual Path Identifier</i>
VC	<i>Virtual channel level</i>
VCI	<i>Virtual Channel Identifier</i>





BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Salah satu layanan yang sangat dibutuhkan saat ini adalah pelayanan kesehatan yang belum merata di seluruh daerah, apalagi di daerah yang terpencil. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya dokter dan peralatan medis yang dimiliki. Suatu tindakan untuk memperbaiki akses ke pelayanan pada daerah-daerah yang kurang fasilitas medisnya akan sangat membantu kualitas pelayanan tersebut. *Telemedicine* mengubah cara pemberian pengobatan dan pendidikan kesehatan dengan mengeliminasi masalah waktu dan jarak serta memungkinkan para dokter melaksanakan riset klinis yang terhubung satu sama lainnya walaupun terpisah secara geografis serta menggunakan bersama *record* pasien dan citra *diagnostic*.

Telemedicine merupakan aplikasi teknologi informasi medis : data, teks, rekaman, sinyal-sinyal biologis/fisiologis, citra, video, suara, keahlian medis dan bahkan pelayanan medis dari daerah berlainan letak geografis. Hambatan utama yang dihadapi dalam penerapan *telemedicine* adalah sulit didapati jaringan telekomunikasi dengan *bandwidth* lebar di rural area. Sebagai alternatif pemecahan adalah dengan menggunakan teknologi jaringan ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) melalui layanan B-ISDN.

Dengan banyaknya jenis layanan di bidang telekomunikasi memunculkan masalah yang fundamental, yaitu terdapat banyak jaringan. Jalan keluarnya adalah menggunakan jaringan tunggal yang dapat menggantikan sistem telepon secara keseluruhan dan semua jaringan khusus yang mempunyai jaringan tunggal terintegrasi untuk semua jenis informasi. Layanan yang berjangkauan besar tersebut disebut B-ISDN (*Broadband Integrated Service Digital Network*) yang mampu menyediakan segala jenis layanan dalam satu jaringan tunggal. Salah satu teknologi yang memungkinkan B-ISDN dapat bekerja adalah mode transfer data *Asynchronous Transfer Mode* (ATM). ATM dipilih karena memiliki kompatibilitas dan skalabilitas yang tinggi. Pada ATM terdapat pemeliharaan dan implementasi QoS yang cukup

baik dari ujung ke ujung. ATM juga memiliki banyak harapan untuk peningkatan performansi jaringan paket.

Sistem *telemedicine* memerlukan dua sampai tiga video *bitstream*, dua *low rate bitstream* untuk *teleconferencing* dan satu *high rate bitstream*, untuk *diagnostic video* H.261 (64 kbps sampai 1,92 Mbps), H.263 (15-34 kbps), atau MPEG-1 (1,2-2 Mbps) cocok digunakan untuk *teleconferencing*. Permasalahan yang timbul dalam aplikasi *teleconferencing* adalah *latency* dan *jitter* pada *real-time video bitsream* sangat kritis dan harus diminimalisasi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada latar belakang yang diuraikan diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konfigurasi jaringan *telemedicine*?
2. Bagaimana perencanaan aplikasi layanan *telemedicine* pada jaringan ATM meliputi protokol yang digunakan, serta *bandwidth* yang dibutuhkan?
3. Bagaimana merencanakan suatu jaringan ATM melalui B-ISDN untuk layanan *telemedicine* yang memenuhi syarat parameter, QoS (kebutuhan waktu transmisi data, *throughput*, probabilitas *frame error*, *delay end to end*)?
4. Bagaimana infrastruktur yang dibutuhkan untuk terimplementasikannya *telemedicine* pada jaringan ATM B-ISDN?

1.3 TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merencanakan jaringan ATM untuk sistem layanan *telemedicine*.

1.4 RUANG LINGKUP

Adapun ruang lingkup dari tugas akhir ini, berdasarkan rumusan masalah diatas, adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas secara rinci tentang *hardware* atau media fisik jaringan.

2. Tidak membahas proses teknik pengkodean sinyal data audio dan video ke sinyal digital dan sebaliknya teknik kompresi dan sinkronisasi.
3. Tidak membahas *software* untuk simulasi jaringan.
4. Batasan untuk analisa informasi multi media *telemedicine* yaitu pada aplikasi *teleconsultation* (dimana informasi tersebut bersifat *synchronous store and forward*).
5. Tidak membahas secara khusus teknik *routing* dan *switching* yang mendukung protokol pada ATM.
6. *Bit error rate* sama dengan 10^{-7} .
7. *Delay* berdasarkan standar CISCO untuk:
Voice < 150 ms (baik), < 400 ms (*acceptable*) ; video, 150 ms.
8. *Bandwidth* maksimum untuk semua aplikasi sebesar 128 kbps.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang terdapat dalam setiap BAB dapat diuraikan sebagai berikut :

- BAB I Pendahuluan, memuat latar belakang, tujuan, rumusan dan sistematika penulisan
- BAB II Teknologi *Telemedicine*, mengenai konsep tentang *telemedicine*, protokol TCP/IP sebagai protocol akses.
- BAB III Teknologi Jaringan ATM, membahas infrastruktur yang dibutuhkan untuk perencanaan *telemedicine* serta komponen-komponen jaringan LAN.
- BAB IV Metodologi, merupakan penjelasan tentang metode yang digunakan dalam kajian ini, pengambilan data, penggunaan referensi, serta analisis data yang digunakan dalam perencanaan *Telemedicine* Via jaringan ATM.
- BAB V Perencanaan *Telemedicine* Via Jaringan ATM, merupakan perencanaan system komunikasi data untuk pengiriman data dari rumah sakit kecil ke rumah sakit pusat.

BAB VI Penutup, berisi kesimpulan dan saran yang dapat diambil dan diberikan sebagai hasil perencanaan *Telemedicine* Via jaringan ATM.



BAB II

TELEMEDICINE

2.1 Umum

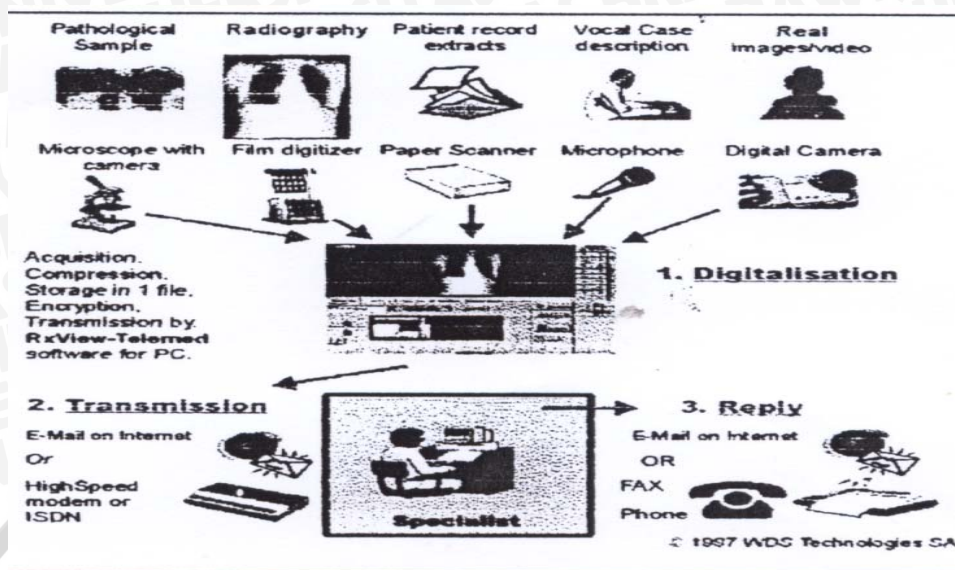
Telemedicine dapat diidentifikasi sebagai penyediaan pelayanan kesehatan melalui kombinasi teknologi telekomunikasi dan multimedia serta ahli medis. Tujuan *telemedicine* adalah untuk memperbaiki akses pelayanan dan pendidikan medis serta meningkatkan kualitas pelayanan secara keseluruhan dengan biaya yang terjangkau. Akses pelayanan yang lebih baik dan penghematan biaya dapat dicapai dengan cara membuat dokter dapat memeriksa pasien dari jarak jauh (*remote*). Pada dasarnya layanan *telemedicine* termasuk salah satu bagian dari konsep layanan multimedia. Konsep *telemedicine* dapat dibedakan menjadi dua tipe transmisi :

- Transmisi *packet switched (Store and Forward)*.
- Transmisi *circuit switching (Real Time)*.

Transmisi ***store and forward*** adalah pertukaran data secara *asynchronous*, informasi medis yang diperoleh pada satu lokasi disimpan dalam bentuk digital pada komputer kemudian ditransmisikan ke lokasi lain dimana disimpan terlebih dahulu sebelum di *review*.

Konsep “ *Store and Forward*” *Telemedicine* prosedurnya terdiri dari tiga langkah seperti diuraikan pada Gambar 2.1. Semua dokumen pasien di-*digitized* dengan menggunakan *digitisers* yang diolah oleh *WDS Technologies’s PC Telemed software*.

1. Informasi dikompres dalam sebuah *file* dan ditransmisikan melalui ATM.
2. *Telemed’S* adalah *user interface* yang mengoptimalkan hubungan *telemedicine* antar *user*.
3. *Telemed’S* menyimpan informasi dalam format yang paling sesuai (DICOM untuk *medical images*).



Gambar 2.1 Store and forward telemedicine.
(Sumber : www.wds.cb).

Tabel 2.1

Perbandingan fitur pada *Asynchronous (store& forward)* dan *Synchronous (real time)* pada sistem *Telemedicine* .

	<i>Store&forward</i>	<i>Real Time</i>
<i>Virtual”hands-on”examination possible</i>	Tidak	Ya
Interaktifitas pasien	Tidak	Ya
Waktu respon	<i>Delayed</i>	<i>Immediate</i>
Kualitas gambar	Tinggi	Rendah
Bandwidth yang dibutuhkan	Rendah	Tinggi
Schedulling	Rendah	Tinggi
Waktu yang dibutuhkan	Rendah	Tinggi
Convenience	Tinggi	Rendah
Training	Rendah	Tinggi

(Sumber : Hellen, K.Li, 1999).

Transmisi *real-time* bekerja secara *synchronous*, *speaker*, *microphones* dan *television cameras* dibutuhkan untuk *live audio conference*, *video conferences* untuk melewati informasi secara *simultaneous*.

Tabel 2.1 adalah perbandingan sistem transmisi *store and forward* dan *real time* pada layanan *telemedicine*. Dengan mempertimbangkan biaya dan *bandwidth* yang dibutuhkan, *store and forward* lebih cocok untuk diaplikasikan di Indonesia.

Layanan *telemedicine* dibagi menjadi beberapa macam layanan, diantaranya:

1. *Teleconsultation*

Teleconsultation adalah konsultasi antara satu atau lebih pasien dengan dokternya serta konsultasi dua atau lebih antar dokter, mempergunakan alat-alat komunikasi seperti telepon, internet, satelit, dan lain-lain.

2. *Teleradiology*

Teleradiology adalah pentransmisi informasi dari satu lokasi ke lokasi lain mempergunakan citra medik yang diperoleh melalui peralatan radiologi (*X-ray*, *magnetic resonance*, *computed tomography*, *nuclear medicine*, dan lain-lain). Resolusi citra medik berbeda untuk setiap peralatan, untuk citra radiologi (*X-ray*) memiliki resolusi tinggi (2048x2048) dengan 8-18 bit/pixel dan membentuk *file* yang besar jika disimpan dalam format digital. Tabel 2.2 menunjukkan beberapa data citra medik dan besar masing-masing tipikal setiap pengambilan.

Tabel 2.2 Data citra medik dan besar tipikal setiap pengambilan.

<i>Image Modalities</i>	<i>Matrix</i>	<i>Bytes/ Pixel</i>	<i>Image/ Exam</i>	<i>Mbytes/ Exam</i>
<i>Digital X-ray</i>	2K x 2K	2	5	40
<i>Digital Angiography</i>	2K x 2K	2	40	320
<i>Computed Tomography</i>	512 x 512	2	25	13,1
<i>Magnetic Resonance</i>	512 x 512	2	30	15,7
<i>Nuclear Medicine</i>	256 x 256	2	6	0,8
<i>Ultrasound</i>	512 x 512	1	40	10,5

(Sumber : www.elektroindonesia.com/elektro/telkom11.html).

2.2 Spesifikasi Layanan Telekomunikasi

Spesifikasi layanan telekomunikasi dengan *bit rate*, toleransi *bit rate* (BER) dan toleransi waktu tunda ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik jenis layanan komunikasi.

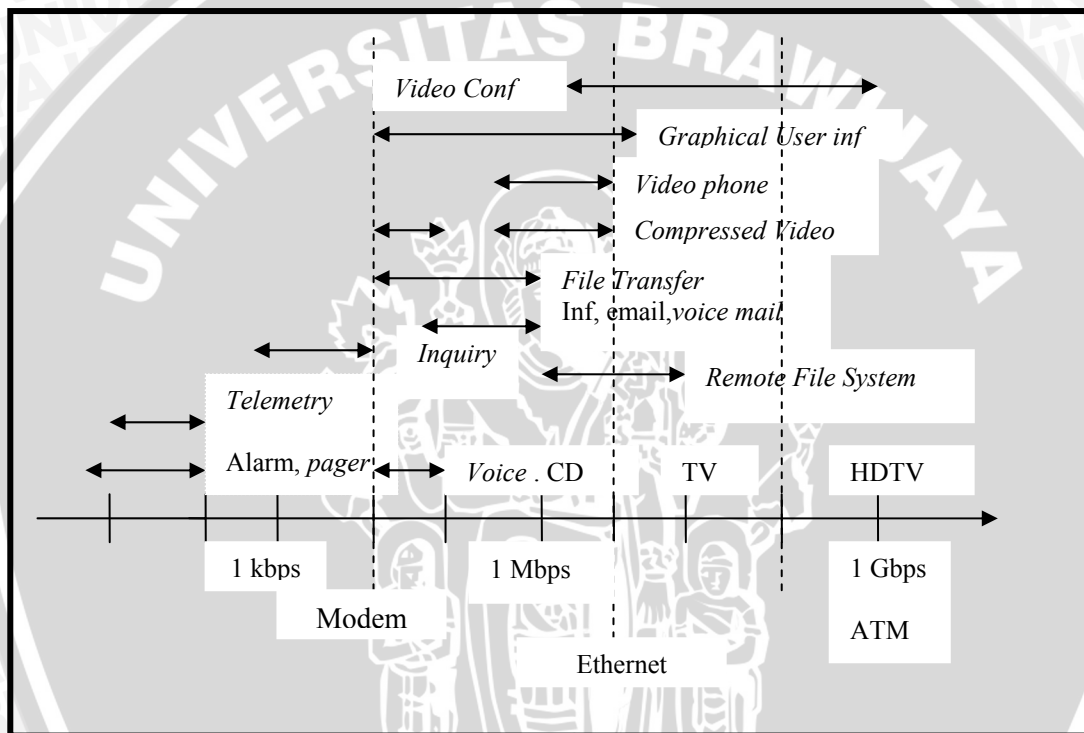
Kategori	Layanan	Bit Rate	Toleransi BER	Toleransi Delay
Voice	Voice Mail	16-64 Kbps	10^{-6}	500 ms-5 s
	ADPCM Voice	32 Kbps	$10^{-4} - 10^{-7}$	10 – 150 ms
	PCM Voice	64 Kbps	$10^{-4} - 10^{-7}$	10 – 150 ms
	High-quality Voice	192-384 Kbps	$10^{-5} - 10^{-6}$	10 – 150 ms
	CD-quality Voice	1.4 Mbps	10^{-6}	500 ms- 25 ms
Data	PC file transfer	9.6-64 Kbps	10^{-9}	1 – 10 s
	Electronic Mail	9.6Kbps- 1.5Mbps	10^{-9}	1 – 10 s
	Host-host Transfer	64 Kbps- 1.5Mbps	10^{-12}	1 – 500 s
	Transaction Process	64 Kbps-5Mbps	10^{-9}	1 – 3 s
	Remote Database Access	1-10 Mbps	10^{-9}	1 – 10 s
	LAN Interconnection	1.5-100 Mbps	10^{-12}	10 – 100 ms
	Client/server System	10-100 Mbps	10^{-9}	10 – 150 ms
Video	Video Telephony	64 Kbps-2 Mbps	10^{-9}	150 – 350 ms
	Broadband videotext	64 Kbps-10 Mbps	$10^{-7} - 10^{-10}$	0.1 – 2 s
	Video Conferencing	128 Kbps-14 Mbps	10^{-9}	150 – 350 ms
	Video/Image mail	1-4 Mbps	10^{-10}	1 – 5 s
	Video Browsing	2-40 Mbps	10^{-9}	0.1 – 2 s
	High resolution graphics	100 Mbps- 10Gbps	10^{-12}	10 – 150 ms
	HDTV-quality TV	150 Mbps	10^{-12}	40 ms

(Sumber : Balaji Kumar, 1995).

2.3 Lebar Pita (*Bandwidth*) *Telemedicine*

Alokasi *bandwidth* untuk berbagai aplikasi (*videoconferencing*, *videophone*, *transfer file*) ditunjukkan pada Gambar 2.2. Untuk *frame* yang tinggi memerlukan *upper bandwidth* dan tidak tersedia di daerah yang infrastruktur telekomunikasinya minim, seperti daerah rural.

Berikut ini adalah gambar alokasi *bandwidth* yang digunakan pada layanan *telemedicine* :



Gambar 2.2 Alokasi *Bandwidth* untuk *Telemedicine*.
(Sumber : Irini Rellin, 2001).

Teknik kompresi dan *bandwidth control methods* memperbolehkan aplikasi *telemedicine* diaplikasikan melalui *narrower bandwidth* (biaya rendah, mudah diakses). Untuk *frame* yang tinggi memerlukan *upper bandwidth* dan tidak tersedia di daerah yang infrastruktur telekomunikasinya minim, seperti daerah rural. Oleh karena itu, terus meningkatnya jumlah dan mutu dari data mengurangi waktu transfer dan memerlukan *bandwidth* yang besar.

Tabel 2.4 Kebutuhan *bandwidth* untuk beberapa aplikasi.

APLIKASI	<i>BANDWIDTH</i> MINIMUM	<i>BANDWIDTH</i> MAKSIMUM
Teks	1,2 kbps	9,6 kbps
Suara	32 kbps	64 kbps
Gambar	9,6 kbps	128 kbps
Hi-Fi Audio	64 kbps	1,5 Mbps
Video Kualitas Rendah	100 kbps	1,5 Mbps
Video Kualitas Tinggi	6 Mbps	24 Mbps

(Sumber : www.droft.cis.drexel.edu/networking/bandwidth.html).

2.4 Model Referensi OSI

International Standard Organization (ISO) adalah sebuah badan multinasional yang didirikan tahun 1947. Tugasnya, antara lain mengeluarkan standar jaringan telekomunikasi yang mencakup segala aspek seperti model OSI. Pembagiannya harus dengan mengelompokkan fungsi- fungsi secara logis dan harus memiliki cukup lapisan untuk membuat setiap lapisan menjadi manajemen kecil, tetapi tidak seharusnya mempunyai begitu banyak lapisan yang memproses memaksa kumpulan lapisan adalah memperberat sistem.

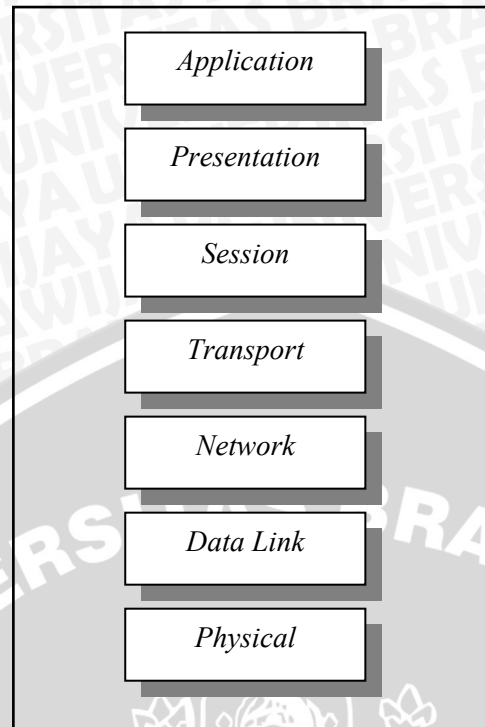
OSI merupakan himpunan protokol sistem terbuka yang memungkinkan terhubungnya 2 sistem berbeda yang berasal dari *underlying architecture* yang berbeda pula. Model lapisan OSI dapat dilihat pada Gambar 2.3.

2.4.1 *Physical Layer*

Merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan karakteristik fisik saluran, antar terminal pelanggan (*Terminal Equipment*) dan sentral (*Network Termination*) yang dipergunakan untuk pengiriman informasi, prosedur pembangunan, pemeliharaan serta pembubaran hubungan dalam menyalurkan bit informasi.

Tugas lapisan fisik :

- ✓ Penyaluran aliran data / bit melalui media transmisi.
- ✓ Mendeteksi adanya kesalahan pengiriman data.



Gambar 2.3 Model referensi OSI.
(Sumber :William Stallings, 2001).

2.4.2 *Data Link layer*

Menentukan protokol untuk pertukaran *frame* data yang lewat melalui kabel *layer* ini berurusan dengan pengambilan dan pelepasan paket data dari dan ke kabel, deteksi, dan koreksi kesalahan, serta pengiriman ulang data.

Data Link Layer terdiri atas dua *sublayer* :

✓ LLC (*Logical Link Control*)

Berfungsi melakukan pemeriksaan kesalahan and menangani transmisi *frame*. Setiap *frame* merupakan sebuah paket data and nomor urut yang digunakan untuk memastikan pengiriman dan sebuah *checksum* untuk melacak data yang korup.

✓ MAC (*Medium Access Control*)

Fungsinya berurusan dengan mengambil dan melepaskan data dari dan ke kabel, menentukan protokol untuk akses ke kabel yang dibagi di dalam sebuah LAN.

2.4.3 *Network Layer*

Merupakan lapisan yang menjamin terselenggaranya hubungan agar data yang dikirim, sampai pada alamat tujuan dalam jaringan

Tugas lapisan ini adalah :

- ✓ Memilih rute untuk menentukan hubungan yang benar dan efisiensi penggunaan jaringan.
- ✓ Membentuk blok-blok data dan membubarkannya pada sisi penerima.
- ✓ Menjamin berlangsungnya transfer data.

2.4.4 *Transport Layer*

Merupakan lapisan yang mengatur perpindahan data melalui beberapa *node* sampai ke tujuan, serta mencari cara yang paling baik agar perpindahan data berjalan secara efektif.

Tugas lapisan ini adalah :

- ✓ Melaksanakan komunikasi data dari satu *node* ke *node* berikutnya.
- ✓ Membangun dan membubarkan hubungan komunikasi.

2.4.5 *Session Layer*

Merupakan lapisan yang mengorganisir dan mensinkronisasi data yang dikirim dalam komunikasi.

Tugas lapisan ini adalah :

- ✓ Mengatur aliran data yang dikirim dalam komunikasi.
- ✓ Memberitahukan bila terdapat cacat yang lolos.

2.4.6 *Presentation Layer*

Merupakan lapisan yang berfungsi melakukan terjemahan struktur data diantara berbagai arsitektur, perbedaan dalam representasi data dikelola pada tingkat ini. Selain ini bertugas pula untuk melakukan kompresi data, enkripsi data dan deskripsi data serta konversi format data.

2.4.7 Application layer

Merupakan lapisan yang melakukan pengolahan data yang diterima, agar dapat dimengerti oleh si pemakai. Adapun pengelolaan dapat berupa fungsi inisialisasi, pemeliharaan, terminasi, dan merekam data yang berhasil diperoleh selama proses aplikasi berlangsung. Pada dasarnya keberadaan aplikasi-aplikasi lain adalah untuk mendukung lapisan aplikasi. Tugas lapisan ini adalah meminta pengiriman data.

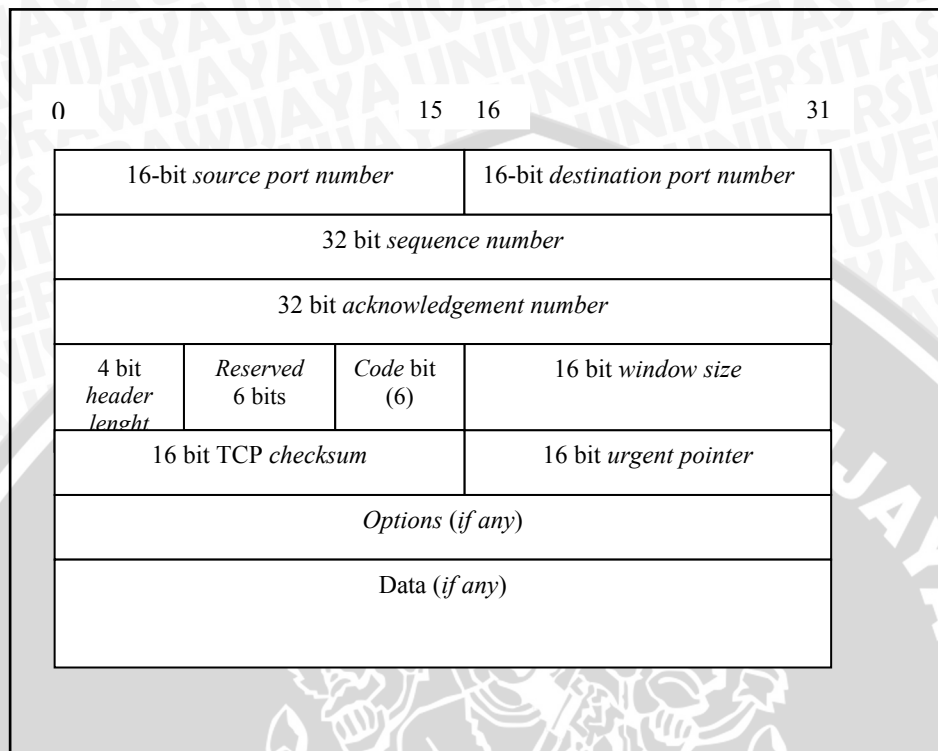
2.5 Transmission Control Protocol

TCP menyediakan layanan pentransferan aliran *byte (byte-stream)* antara dua *end point* pada internet. Untuk memindahkan paket-paket data sepanjang jaringan, TCP bergantung pada IP. Protokol TCP mempunyai model layanan *connection oriented*, dan handal. Beberapa contoh aplikasi data pada internet yang menggunakan protokol TCP antara lain HTTP, Telnet dan FTP.

Tugas TCP adalah memberikan nomor urut untuk setiap aliran *byte* data yang akan ditransmisikan, kemudian membaginya dalam bentuk potongan data yang disebut segmen TCP. Struktur segmen TCP terdiri atas *header* TCP dan *payload* data. Informasi- informasi control yang diperlukan pada koneksi TCP diidentifikasi pada *header* TCP. Ukuran maksimum segmen TCP disebut *Maximum Segmen Size (MSS)* yang disesuaikan dengan ukuran maksimum *frame* transmisi dari antar muka jaringan yang digunakan. TCP mencegah hilangnya data, terjadinya duplikasi data, korupsi data dan perulangan permintaan paket dengan menambah *checksum* dan urutan nomor-nomor untuk pentransmisi data, dan pada sisi penerimanya akan mengirimkan pemberitahuan (*acknowledge*) yang menandakan bahwa data sudah diterima.

Mekanisme koneksi TCP akan diawali proses pembentukan koneksi yang disebut *tree way handshake* dan diakhiri dengan pelepasan koneksi untuk mengakhiri proses transmisi. Setiap segmen dibagi dalam dua bagian, yaitu *header* dan *payload* data. *Header* TCP sebanyak 20 *byte* dan *payload* data dapat berisi hingga 65.515 *byte*. Segmen tanpa *payload* data umumnya digunakan untuk *acknowledgment* dan pesan-pesan kontrol.

Adapun gambar format *header* TCP akan ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 TCP Header.
(Sumber : W. Richard Stevens,1994).

Keterangan pada gambar *header* TCP adalah sebagai berikut :

- Port asal/*Source port* menunjukkan *port* pada modul TCP pengirim.
- Port tujuan/*Destination Port* menunjukkan *port* pada modul TCP penerima.
- Nomor urut /*Sequence Number* menunjukkan posisi urutan dari oktet data penerima pada segmen.
- Nomor *acknowledgment* berisi nomor urutan berikutnya yang diharapkan pengirim segmen, menandakan bahwa *field* ini aktif dengan menset bit ACK.
- TCP *Header length* diperlukan karena *field option* memiliki panjang yang berubah-ubah, dan *header* akan berubah-ubah.
- *Reserved* : dicadangkan untuk penggunaan mendatang.
- *Code bit* :
 - ✓ URG : saat diset 1 memiliki makna, sebaliknya jika diset 0.
 - ✓ ACK : saat diset, memiliki makna.

- ✓ PSH : memulai fungsi *push* yang merupakan inisialisasi dari *host* pengirim ke *host* penerima untuk meneruskan segmen data pada lapisan aplikasi.
 - ✓ RST : memaksa hubungan di –reset.
 - ✓ SYN : sinkronisasi nomor urutan untuk hubung N. Diset saat sebuah segmen meminta hubungan dibuka.
 - ✓ FIN : Hubungan ditutup jika tidak ada data lagi.
- *Window* berisi jumlah oktet, dimulai dari oktet yang disebutkan pada *field acknowledgment number*.
 - *Checksum* untuk *error control* yang meliputi *header* dan *field* data.
 - *Urgent pointer* : menunjukkan nomor urutan oktet untuk data yang mempunyai prioritas khusus dalam proses transmisi.

2.6 Perhitungan Probabilitas Kesalahan

Pada proses pengiriman data dari *client* ke *server*, data yang dikirimkan mempunyai panjang paket informasi sebesar l bit dan total panjang *header* sebesar l' bit. Fungsi *header* sebagai *bit control* dan identifikasi.

Kesalahan dalam proses pengiriman data dapat terjadi, sehingga perhitungan probabilitas kesalahan data merupakan parameter yang penting untuk dilakukan. [Schwartz 1987:127]

$$\rho = 1 - (1 - \rho_b)^{l+l'} \quad (2-1)$$

$$\rho = (l+l') \times \rho_b \quad (2.2)$$

dengan :

ρ = probabilitas kesalahan paket pada terminal.

ρ_{bt} = probabilitas bit *error* pada jaringan, 10^{-9} .

l = panjang paket data (bit).

l' = panjang *header* (bit).

2.7 Throughput

Throughput adalah kecepatan maksimum jaringan saat tidak ada data yang hilang pada proses pentransmisiannya atau didefinisikan sebagai jumlah data

maksimal yang dapat ditransmisikan. Pengiriman data antara pengguna dan penyedia layanan akan diupayakan supaya dapat mengirimkan data dengan cara memeriksa kesalahan, mengirimkan data ulang (re-transmisi) dan mengirimkan pesan jika terdapat *error*. Persamaan *throughput* didapat dengan memperhatikan probabilitas paket diterima dalam keadaan salah (ρ) adalah [Schwartz 1987:129] :

$$\lambda = \frac{1}{t_v} = \frac{(1-\rho)}{t_i[1+(\alpha-1)\rho]} \quad (2.3)$$

$$t_i = \frac{(l+l')}{C} \quad (2.4)$$

$$\alpha = 1 + \left(\frac{t_{out}}{t_i} \right) \quad (2.5)$$

dengan :

λ = *Throughput* maksimum, data yang diterima dengan benar oleh terminal (*packet/s*).

t_v = Waktu rata-rata transmisi untuk mengirimkan paket tanpa *error* (*s*)

t_i = Waktu transmisi sebuah paket data(*s*).

ρ = Probabilitas *frame* yang salah dari terminal menuju jaringan ATM dan pengiriman data dari jaringan ATM ke terminal.

α = konstanta perbandingan antara waktu total dengan waktu pentransmisian sebuah paket.

l = panjang paket data informasi (*bit*).

l' = panjang *header* ATM (*byte*).

C = kapasitas laju transmisi saluran (*bps*).

Adapun ρ didapatkan melalui persamaan (2.1) dengan ρ_{bt} dari persamaan (2.6).

$$\rho_{bt} = 1 - [(1 - \rho_{b1})(1 - \rho_{b2})(1 - \rho_{b3}) \dots (1 - \rho_{bn})] \quad (2.6)$$

Kecepatan rata-rata data yang diterima adalah :

$$D = \lambda_{\max} l = \frac{(1-\rho)l}{t_i [1 + (\alpha-1)\rho]} \quad (2.7)$$

dengan :

D = kecepatan rata-rata data yang diterima di jaringan (bps).

l = panjang paket data informasi (bit).

t_i = waktu transmisi sebuah paket data (s).

2.8 Kapasitas kanal dan Bandwidth

Besar kapasitas kanal maksimum setiap kanal dapat ditentukan oleh persamaan : [Halsall,1992:35]

$$C_{\text{kanal}} = \frac{C_{\text{layanan}}}{\left(\frac{l}{l+l'}\right) \left(\frac{(1-p)}{(\alpha-1)}\right)} \quad (2.8)$$

dengan :

C_{kanal} = kapasitas kanal (bps).

C_{layanan} = kapasitas layanan transmisi (bps).

l = panjang *payload* data (bit).

$(l+l')$ = panjang paket data terdiri dari *payload* dan *header* (bit).

ρ = probabilitas paket *error* layanan *Telemedicine* pada jaringan.

α = perbandingan antar waktu total dengan waktu transmisi sebuah paket.

Bandwidth yang diperlukan, didapatkan dengan persamaan :

$$B = Bc \left(1 + \frac{l_o}{l_p} \right) \quad (2.9)$$

dengan :

B = *bandwidth* (bps).

Bc = *bit rate codec* (bps).

l_o = ukuran *overhead* sub paket (bit).

l_p = ukuran *payload codec* (bit).

BAB III

JARINGAN *ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE* (ATM) DAN B-ISDN

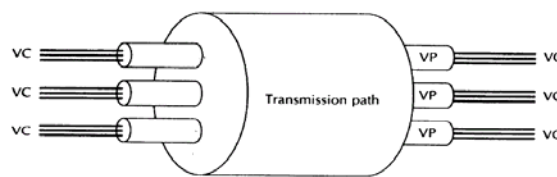
3.1 Umum

Asynchronous Transfer Mode (ATM) merupakan suatu metode/cara pengiriman data dimana data diorganisasikan dalam bentuk paket-paket kecil. Sel ATM tiba secara acak dari sumber-sumber yang berlainan, dalam ATM pengaturan pengalokasian tidak selalu mengikuti pengalokasian menurut waktu tertentu seperti TDM (*Time Division Multiplexing*), melainkan memiliki prioritas yang ditentukan oleh QoS trafik yang melewati jaringan. Informasi dikirimkan oleh ATM dalam bentuk paket berukuran tetap yang disebut sel. Salah satu jaringan berjangkauan lebar yang dapat diterapkan pada daerah rural area adalah ATM B-ISDN (*Broadband Integrated Service Digital Network*) yang mampu menyediakan segala jenis layanan dalam satu jaringan tunggal.

ATM merupakan teknologi *transport, switching, network management* dan *customer service* yang mengatur informasi ke dalam bentuk sel dengan ukuran tetap.

Jaringan ATM mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Pada ATM, proteksi *error* diabaikan berdasar asumsi bahwa pada saat ini jalur-jalur jaringan ATM memiliki kualitas tinggi dengan bit *error rate* yang sangat kecil (bit *error rate* antara 10^{-8} sampai dengan 10^{-12}).
2. ATM bekerja pada *mode connection oriented*, artinya pada saat sebelum melakukan pentransmisian data, dilakukan pembentukan hubungan pada jaringan untuk menyediakan jalur sesuai dengan tingkat kebutuhan dari terminal pengirim ke penerima. ATM mentransmisikan sel melalui suatu hubungan yang disebut *virtual channel* (VC) dan kumpulan beberapa VC dengan tujuan sama dalam satu lintasan *virtual* disebut *virtual path* (VP).

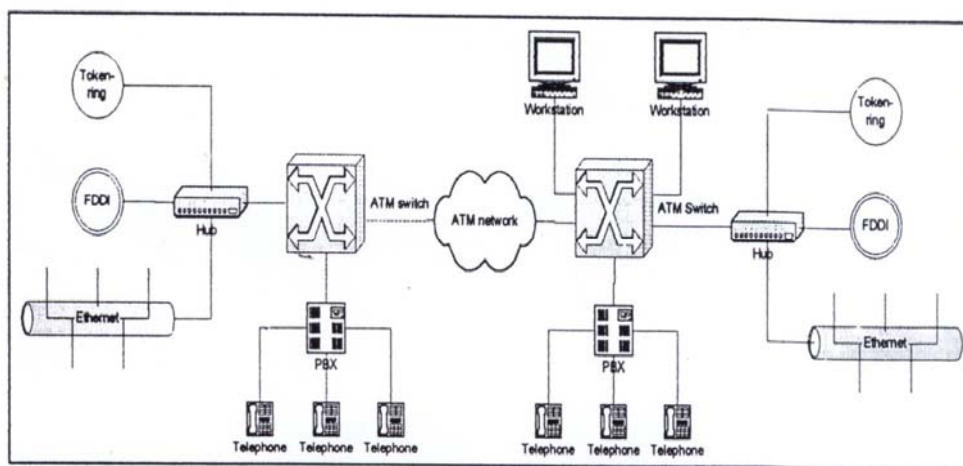


Gambar 3.1 Hubungan koneksi ATM.
(Sumber : www.cisco.com).

3. Pengurangan fungsi *header*, yaitu untuk menjamin pemrosesan yang cepat dalam jaringan, maka fungsi *header* pada ATM dibatasi. Fungsi utama *header* ATM untuk mengidentifikasi hubungan *virtual*.
4. Lebar bagian informasi yang relatif kecil, hal ini ditujukan untuk mengurangi panjang *buffer* pada switching dapat dikurangi sehingga *delay* yang terjadi akan kecil.

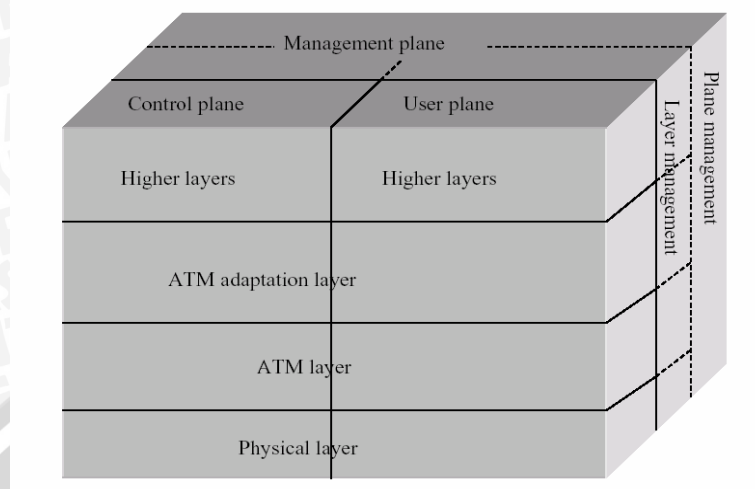
3.2 Arsitektur protokol ATM

Pada sistem telekomunikasi modern, model OSI telah digunakan untuk menjelaskan organisasi dari seluruh fungsi-fungsi komunikasi dengan pendekatan *layer* (*layer approach*). Konfigurasi jaringan ATM dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Konfigurasi jaringan ATM.
(Sumber : Mcdysan ; Spohn; 1995:50).

Fungsi-fungsi dari *layer* dan hubungan *layer* satu dengan lainnya dijelaskan dalam suatu *Protocol Reference Model* (PRM).



Gambar 3.3 Model referensi protokol ATM.
(Sumber : www.cisco.com).

Penjelasan ITU-T 1.321. BISDN PRM terdiri dari tiga *plane*, yaitu :

1. *User Plane*

User Plane menyediakan fungsi pengiriman / transfer informasi *user*, dan meliputi seluruh mekanisme yang terkait transfer informasi misalnya *flow control* dan *error recovery*. Didalam *user plane* digunakan pendekatan *layer*.

2. *Control plane*

Control Plane bertanggung jawab terhadap fungsi-fungsi *call control* dan *connection control* yang mana fungsi-fungsi ini merupakan seluruh fungsi pensinyalan yang sangat penting dalam melakukan *connection / call setup*, *connection / call supervise*, dan *connection / call release*. Didalam kontrol *plane* juga digunakan pendekatan *layer*.

3. *Management plane*

Seluruh fungsi manajemen yang terkait dengan keseluruhan sistem akan ditempatkan dalam *plane management* yang bertanggung jawab untuk menyediakan koordinasi diantara seluruh *plane* yang ada. Pada *plane* ini tidak digunakan struktur *layer (layered structure)*. Pada *layer management* digunakan struktur *layer*.

Management plane meliputi dua jenis fungsi yaitu :

❖ Fungsi *layer* manajemen

Layer manajemen melakukan fungsi-fungsi manajemen yang terkait dengan sumber-sumber dan parameter-parameter yang ada dalam *protocol entity* (misalkan : pensinyalan). *Layer* manajemen menangani aliran informasi OAM (*Operation and Maintenance*) yang spesifik untuk setiap *layer*.

❖ Fungsi *plane management*

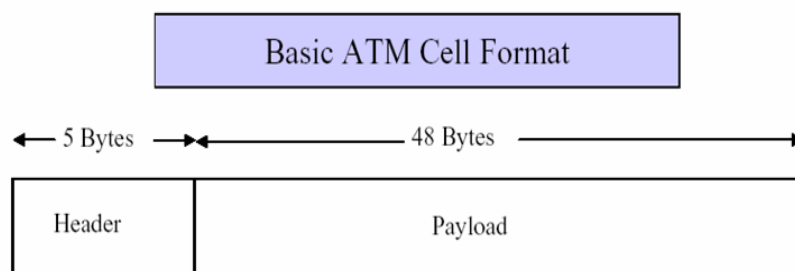
Plane management menampilkan fungsi-fungsi manajemen yang berhubungan dengan keseluruhan sistem.

3.3 Sel ATM

Semua jenis informasi menggunakan jaringan ATM disalurkan dalam bentuk potongan-potongan informasi dengan panjang sama yaitu 53 *byte* yang disebut sel. Tujuan pengemasan informasi dalam bentuk sel, yaitu

1. Semua jenis layanan dikirim dalam satu jalur berbentuk potongan sel yang sama.
2. Pengiriman informasi akan sampai ditujuannya dengan tepat, melalui alamat *header* setiap sel.
3. Panjang sel tetap, sehingga mempermudah proses pencarian batas awal dan batas akhir paket pada pemindahan informasi (*switching*).
4. Dapat mengurangi *delay*, untuk data dengan prioritas tinggi.
5. Efisiensinya tinggi. Ini sangat penting untuk data dengan kecepatan tinggi.

Sel ATM terdiri dari 53 *byte* yang berisi 48 *byte* informasi pengguna (*payload*) dan 5 *byte header* yang berisi alamat, jenis layanan yang diinginkan dan informasi yang dibutuhkan jaringan. Sel ATM ditunjukkan dalam Gambar 3.4. Pada sel ATM terdapat dua jenis *header* sel, yaitu *header* sel untuk UNI (*User-Network Interface*) dan *header* sel untuk NNI (*Network-Network Interface*). UNI adalah antarmuka yang menghubungkan antara terminal ATM dengan *switch* ATM, sedangkan NNI adalah antarmuka yang menghubungkan antar *switch* ATM.



Gambar 3.4 Sel ATM .
(Sumber : www.cisco.com).

Perbedaan antara dua *header* sel ATM tersebut terletak pada pemakaian bit 5 sampai 8 pada *byte* pertama. Pada UNI bit-bit tersebut digunakan untuk informasi GFC (*Generic Flow Control*) sedangkan pada NNI bit-bit tersebut merupakan bagian dari VPI (*Virtual Path Identifier*). Format *header* untuk UNI dan NNI dapat kita lihat pada Gambar 3.5.

3.4 Model referensi ATM

3.4.1 *Physical Layer* (lapisan fisik)

Lapisan ini berfungsi untuk mengatur hubungan fisik saluran dan transmisi bit antar peralatan. Seperti gambar diatas, *physical layer* ATM terdiri dari dua *sublayer* yaitu : *Physical Medium Dependent* (PMD) *sublayer* dan *Transmission Convergence* (TC) *sublayer*.

- *Transmission Convergence*.

Bertanggung jawab untuk fungsi-fungsi ,yaitu

- Perbaikan transmisi *frame* dan penyesuai transmisi *frame* dengan struktur struktur *payload* (data yang dikirim dari terminal pengirim).
- *Cell delineation* (pemetaan sel), merupakan mekanisme penerimaan untuk mendapatkan kembali batas-batas sel dari pengirim.
- Pembangkitan HEC (*Header error control*) dan verifikasi *header* sel.
- Pemasukan dan penghilangan *idle cell* (sel kosong).

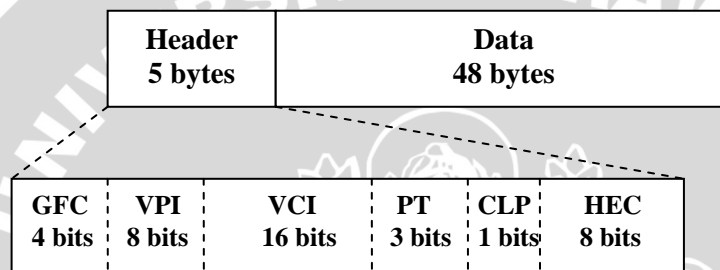
- *Physical Medium dependent*.

Bertanggung jawab dalam pentransmisian bit termasuk pembangkitan dan penerimaan bentuk gelombang yang sesuai untuk medium, sisipan

dan penjabaran dari informasi waktu (*bit timing information*) serta transformasi dari elektris ke optik dan sebaliknya.

3.4.2 ATM Layer

Fungsi utama ATM Layer adalah melakukan penambahan 5 *byte header* kepada setiap 48 *byte data* yang diterima dari ATM *adaption layer* dan mengalirkannya ke *physical layer*. Demikian pula terjadi proses sebaliknya, ATM layer menerima 53 *byte sel* dari *physical layer*, memproses *header* dan mengirimkan 48 *byte data* ke AAL.



Gambar 3.5 *Field header ATM*.
(Sumber : www.elektroindonesia.com).

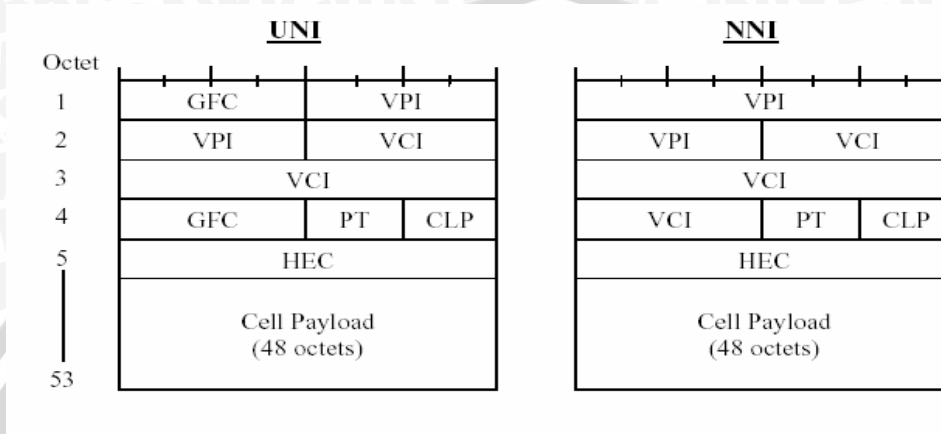
Terdapat enam buah *field* dalam setiap *header* yaitu :

1. GFC (*Generic Flow Control*) (4bit)
Berfungsi untuk mengontrol aliran sel dari pengirim ke penerima.
2. VPI (*Virtual Path Identifier*) (8 bit)
Berfungsi untuk mengidentifikasi setiap *virtual path* yang dimiliki oleh setiap sel dan juga merupakan daerah *routing* bagi jaringan.
3. VCI (*Virtual Channel Identifier*) (16 bit)
Digunakan sebagai *routing* antar pengguna
4. PT (*Payload Type*) (2 bit)
Berfungsi untuk menentukan tipe informasi pada bagian informasi sel ATM.
5. CLP (*Cell Loss Priority*) (1 bit)
Berfungsi untuk menunjukkan prioritas dari sel.

6. HEC (*Header Error Control*) (8 bit)

Berfungsi sebagai pendeteksi kesalahan pada *header*.

Untuk 48 bit informasi *field* berfungsi sebagai informasi atau data yang dikirim oleh terminal menuju pengirim.



Gambar 3.6 Format sel ATM.
(Sumber : www.cisco.com).

3.4.3 ATM Adaptation Layer (AAL)

AAL mempunyai peranan dalam menentukan kelas aliran data (trafik) yang akan disediakan ATM. AAL berkaitan dengan penentuan parameter-parameter seperti jenis aliran data (*constant atau variable*), *connection oriented* atau *connectionless*, tingkat koreksi *error* dan toleransi jumlah sel yang dapat hilang. Peranan penting lainnya dari AAL adalah menyediakan antar muka (*interface*) antara aplikasi *user* dengan ATM *layer* sehingga memungkinkan setiap layanan ATM dimanfaatkan semaksimal mungkin oleh berbagai jenis aplikasi.

Jaringan ATM menyediakan *layer* AAL yang merupakan protokol penyusun data sehingga dapat diterjemahkan dalam bentuk sel ATM.

Tujuan utama AAL adalah untuk menyediakan fungsi-fungsi tiap kelas layanan yang disyaratkan, sehingga dapat memenuhi permintaan layanan khusus yang diinginkan. ITU-T (*International Telecommunication Union T*) telah mengklasifikasikan empat kelas layanan. Pembagian dan spesifikasi kelas pada AAL dapat dilihat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pembagian kelas pada AAL.

Keterangan	Kelas A	Kelas B	Kelas C	Kelas D
Pewaktuan antar pengirim dan penerima	Dibutuhkan	Dibutuhkan	Tidak dibutuhkan	Tidak dibutuhkan
Bit rate	Konstan	Bervariasi	Bervariasi	Bervariasi
Mode koneksi	<i>Connection oriented</i>	<i>Connection oriented</i>	<i>Connection less</i>	<i>Connection less</i>
AAL	AAI 1	AAL 2	AAL 3/4	AAL 3/4 AAL 5
Contoh penggunaan	<i>Circuit emulation service</i>	<i>Video, audio</i>	<i>Frame relay, X-25</i>	<i>LAN emulation</i>

(Sumber : Mcdysan, 1994).

Pembagian kelas-kelas tersebut dilakukan untuk menyediakan layanan pentransmisi data dengan kebutuhan yang berbeda. Untuk layanan kelas A, merupakan rangkaian emulasi, memiliki *bit rate* konstan, yang mana kebutuhan pengawasan dalam pewartuannya dan pentransmisiannya berorientasi pada suatu koneksi, contoh dari layanan kelas B ialah video dengan *bit rate* variabel, dalam hal ini misalnya *video conference*, untuk layanan kelas C dan kelas D mengarah pada aplikasi pentransferan data, memiliki *bit rate* yang bervariasi, pentransferan datanya dapat bersifat *connection oriented* (kelas C) dan *connectionless* (kelas D). AAL sendiri memiliki dua *sublayer* utama, yaitu

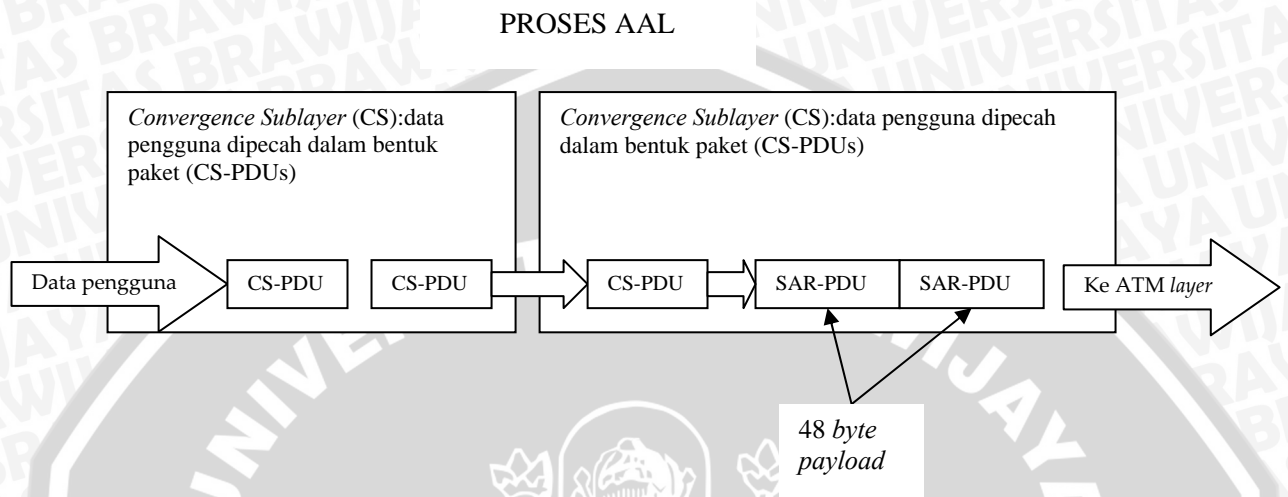
❖ *Segmentation and Re-assembly (SAR)*

Sublayer SAR menerima data dari *user* melalui *application layer* dan mengubah data tersebut menjadi sel-sel dengan ukuran 48 *byte* yang selanjutnya dikirimkan ke *ATM layer*. Terjadi proses sebaliknya, *sublayer* SAR melakukan penggabungan (*reassemble*) sel-sel berukuran 48 *byte* yang diterima dari *ATM layer* menjadi ukuran data yang sesuai dengan yang harus diterima *user*.

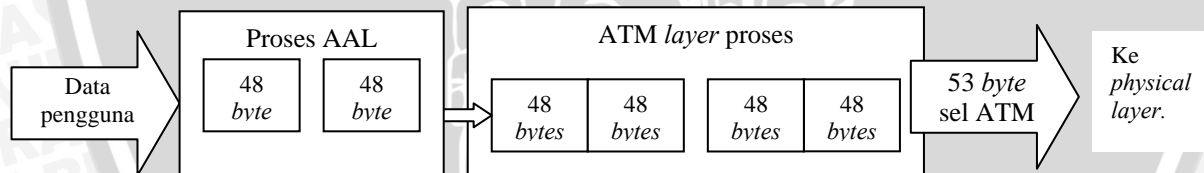
❖ *Convergence Sublayer (CS)*

Sublayer CS melakukan berbagai tugas yang berbeda, tergantung dari kelas data yang ditetapkan oleh AAL. Secara umum, terdapat lima kelas data yang bisa disediakan AAL yaitu kelas A,B,C,D dan X. Sesuai dengan jenis tugas

yang dijalankan AAL, *layer CS* akan memberikan informasi tambahan kedalam setiap sehingga *remote host* dari AAL tersebut mampu menggabungkan sel-sel tersebut menjadi data yang diminta oleh *user*.



Gambar 3.7 Pemrosesan Data AAL.
(Sumber : Cisco Sistem Inc, 1989).



Gambar 3.8 Pengaturan data ATM.
(Sumber : Cisco System Inc, 1989).

Pada seluruh tipe AAL, satu blok data dari *higher layer* dikemas menjadi sebuah *protocol data unit (PDU)* pada *sublayer CS*. *Sublayer* ini sering disebut sebagai *Common-part convergence sublayer (CPCS)*. CPCS-PDU kemudian dilewatkan ke *sublayer SAR*, untuk kemudian dibagi-bagi menjadi blok *payload*. Masing-masing blok *payload* dapat menempati sebuah SAR-PDU, dengan ukuran 48 *byte*. Setiap 48 *byte* dari SAR-PDU akan menempati satu sel ATM.

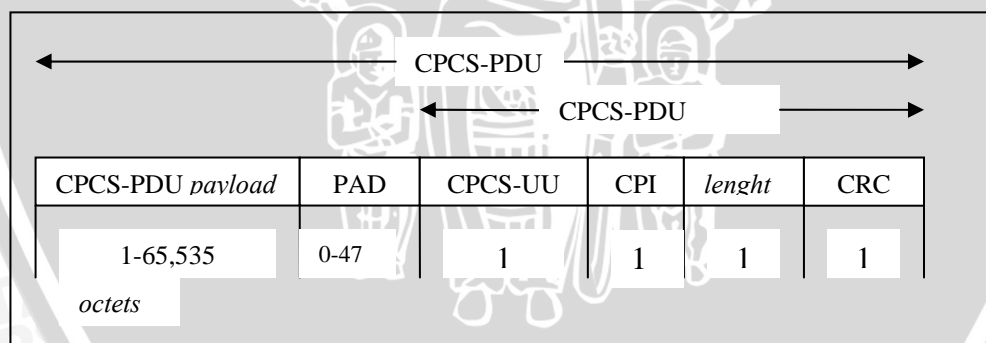
3.3.3.1 AAL 5

Protokol ini diperkenalkan untuk menampilkan fasilitas transport yang ringan untuk protokol-protokol pada lapisan yang lebih tinggi yang berorientasi pada sistem koneksi. Bila diasumsikan bahwa lapisan yang lebih tinggi sangat memperhatikan manajemen koneksi dan lapisan ATM mampu menghasilkan kesalahan pada tingkat minimal, maka sebagian besar bidang dalam SAR tipe AAL $\frac{3}{4}$ dan PDU CPCS tidak diperlukan lagi. Bagian ini pada AAL $\frac{3}{4}$ digunakan untuk me-*mutipleks* aliran data yang berbeda dengan menggunakan koneksi ATM *virtual* (VCI/VPI) yang sama. Sedangkan pada AAL 5, perangkat lunak pada *higher layer* menangani *multipleks*.

Tabel 3.2 Perbandingan AAL $\frac{3}{4}$ dengan AAL 5.

Tipe 3/4	Tipe 5
8 byte per AAL CPCS-PDU	8 byte per AAL CPCS-PDU
4 byte per AAL SAR-PDU	0 byte per AAL SAR-PDU

(Sumber : William Stallings, 1995).



Gambar 3.9 Format CPCS-PDU AAL 5.

(Sumber : Mc.Dysan, 1994).

Gambar 3.9 diatas menunjukkan CPCS-PDU dari AAL 5. *Padding* (PAD) digunakan untuk memastikan bahwa CPCS-PDU merupakan kelipatan dari 8 *byte*. Dapat berisi antara 0 sampai dengan 47 *byte* dan tidak berisi informasi sama sekali. *Trailer* dalam Gambar 3.9 berfungsi sebagai kontrol informasi pada AAL 5 dengan panjang 8 *byte* terletak disetiap akhir paket. *Trailer* terdiri dari :

- ✓ CPCS *User to User Indication* (CPCS-UU) (1 oktet), digunakan sebagai penunjuk transfer antar pengguna AAL 5.
- ✓ *Common Part Indicator* (CPI) (1 oktet), mengindikasikan adanya data dalam CPCS-PDU.
- ✓ *Length* (2 oktet), berisi tentang informasi panjang data payload.
- ✓ *Cyclic redundancy check* (CRC) (4 oktet), mendeteksi bit-bit kesalahan pada CPCS-PDU.

3.5 Kategori Layanan ATM

Kategori layanan ATM berhubungan dengan berbagai aplikasi yang disediakan oleh ATM. Setiap aplikasi mempunyai laju kecepatan data tertentu berdasarkan tipe data yang ditransmisikan. Untuk itu ATM forum mendefinisikan beberapa kategori layanan ATM, yaitu

- **Layanan real time**

Aplikasi *real-time* biasanya melibatkan aliran informasi ke pemakai yang dimaksudkan untuk mereproduksi aliran tersebut pada sumber. Sebagai contoh, pemakai mengharapkan aliran informasi audio atau video ditampilkan secara terus menerus dan dengan cara halus. Kurangnya kontinuitas dan hilangnya kelebihan tersebut mengakibatkan hilangnya kualitas secara signifikan.

1. CBR (*Constant Bit Rate*)

Merupakan kategori layanan yang didesain untuk mendukung aplikasi yang membutuhkan kecepatan transmisi yang bisa dijamin keberadaannya sepanjang hubungan berlangsung (*highly predictable transmission rate*). CBR sesuai untuk sistem transmisi suara, karena dalam transmisi suara tidak terdapat adanya pemeriksaan kesalahan, dan kontrol aliran data selama koneksi. Aplikasinya adalah :

- Konferensi video.
- Audio interaktif (misalnya, telepon).
- Distribusi audio/video (misalnya, TV, pembelajaran jarak jauh).

- Pencarian audio/video (misal, video sesuai permintaan, perpustakaan audio).

2. rt-VBR (*Variable Hu Rate*)

Pada kategori layanan ini aplikasi diasumsikan mempunyai ketergantungan yang relatif tinggi terhadap *delay* tetapi agak longgar terhadap variasi kecepatan. Penggunaan jaringan sama-sama menunggu suatu respon dan memelihara waktu (*timing relationship*) selama hubungan berlangsung. Contoh aplikasi yang mungkin menggunakan layanan ini adalah *video conferencing*, dan telepon (*voice*) yang menggunakan teknik kompresi dan teknik *silence supresion* (teknik yang memanfaatkan waktu jeda bicara untuk di pengguna lain).

• Layanan Non Real Time

Layanan *non real-time* bertujuan untuk aplikasi-aplikasi yang memiliki karakteristik lalu lintas yang besar dan tidak memiliki penundaan tetap serta variasi penundaan yang ringan. Selain itu, jaringan memiliki fleksibilitas dalam mengendalikan aliran lalu lintas semacam itu dan mampu melakukan *multiplexing* statistik yang lebih besar untuk meningkatkan efisiensi jaringan.

1. nrt-VBR (*non real time Variable bit rate*).

Dalam kategori aplikasi ini, diasumsikan mempunyai toleransi yang lebih besar terhadap *delay* jaringan sehingga tidak terlalu membutuhkan *timing relationship* antar sisi pengunanya (interaksi antar *user* tidak terlalu tinggi). Aplikasi data yang membutuhkan performansi tinggi merupakan faktor yang potensial untuk kategori layanan nrt-VBR. Contoh-contohnya meliputi pemesanan tiket pesawat, transaksi perbankan, dan *monitoring* proses.

2. UBR (*Unspecified Bit Rate*).

Layanan ini tidak menjamin terjadi kongesti yang berarti, sehingga sesuai untuk pengiriman paket IP. Di UBR semua sel akan dikirimkan, tetapi jika terjadi kongesti maka akan ada sel yang dibuang tanpa memberi tahu kepada pengirim.

Contoh aplikasi :

- Transfer, pengiriman pesan, distribusi, dan pencarian teks/data/image.
- Terminal yang saling berjauhan (misal, telekomunikasi).

3. ABR (*Available Bit Rate*).

Layanan ini menawarkan *variable bandwidth*, misalnya perusahaan yang hanya membutuhkan *bandwidth* rendah saat malam hari dan *bandwidth* tinggi pada siang hari, sehingga tidak terlalu meminta *bandwidth* yang tetap, melainkan *bandwidth* yang nilainya variabel antara 5 Mbps hingga 10 Mbps. Contoh : *browsing web*.

3.6 Sistem Modulasi

Pada modulasi digital, suatu informasi dapat dikirimkan dengan penyaklaran dari suatu *carrier* yang sesuai. Proses penyaklaran ini disebut dengan *keying*. Pada metode modulasi digital, sinyal *carrier* selalu dalam bentuk digital, dan sinyal informasi dalam bentuk analog. Suatu sinyal *carrier* terbentuk dari parameter yaitu : amplitudo, frekuensi, dan fasa. Ketiganya menjadi subyek modulasi, sehingga terdapat tiga macam *keying* yang berbeda. Dan bentuk sinyalnya dapat kita lihat pada Gambar 3.10.

1. *Amplitudo Shift keying* (ASK)

Merupakan suatu metode modulasi dengan mengubah-ubah amplitudo sesuai dengan sumber biner. Jika data digital berlogika '1' maka *transmitter* mengirimkan sinyal analog, dan sebaliknya bila berlogika '0', maka *transmitter* tidak mengirimkan sinyal analog.

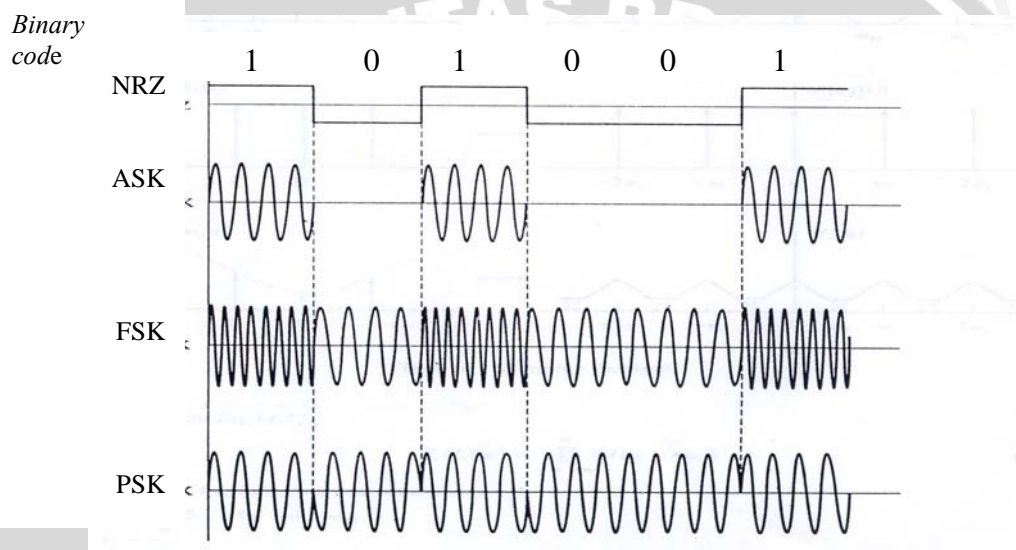
2. *Frequency Shift Keying* (FSK)

Merupakan metode modulasi digital yang memungkinkan gelombang modulasi mengubah-ubah frekuensi *carrier*. Data *carrier* memiliki dua macam frekuensi yang berfungsi untuk pengidentifikasian data digital. Selama sinyal masukan biner berubah-ubah dari logika '1' ke '0' atau

sebaliknya, maka frekuensi keluaran akan berpindah-pindah diantara dua frekuensi tersebut.

3. *Phase Shift keying (PSK)*

Merupakan suatu metode modulasi yang memungkinkan menggeser fasa dari gelombang termodulasi diantara nilai-nilai yang telah ditetapkan sebelumnya. Perubahan bit-bit digital berdasarkan pada kontinuitas fase dari sinyal analog yang dikirimkan.



Gambar 3.10 Modulasi Digital carrier.
(Sumber : *Digital Transmission of analog signals*).

3.7 Konfigurasi Jaringan ATM

Konfigurasi jaringan ATM pada dasarnya memiliki elemen-elemen jaringan yang sama seperti pada jaringan data yang lain yaitu terdiri dari *switch*, *router*, dan *hub*. *Router*, *bridge* dan *hub* dapat menyediakan fungsi yang dapat disediakan terpisah maupun bersama dalam satu perangkat. Dalam tiap-tiap elemen tersebut terdapat protokol yang mendukung untuk level tertentu dari model referensi OSI.

3.7.1 ATM switch

ATM *switch* dapat terhubung dalam sebuah jaringan atau dapat juga terhubung dengan jaringan lain. *Switch-switch* itu merupakan perangkat dengan mode *connection-oriented*. Untuk men-*switch* dan mengkomunikasikan informasi permintaan koneksi dari *interface user* melalui protokol pensinyalan jaringan *user*. Jaringan terinterkoneksi melalui beberapa protokol pensinyalan jaringan yang kompleks. Fungsi pensinyalan dapat diemulasikan oleh protokol manajemen jaringan dengan ATM *cross-connected*.

Parameter performansi *switch* yang perlu ditentukan pada perencanaan untuk memilih *switch* yang akan digunakan yaitu :

- *Latency*

Adalah waktu yang diperlukan *switch* untuk men-*switch* tiap *frame* yang datang (umumnya 40 *microsecond*).

- *Total packet switching rate*

Adalah total paket maksimum tiap detik dalam satu arah transmisi yang mampu ditangani oleh *port switch*. Untuk menentukan total *packet switching rate* yang dibutuhkan, diperlukan perhitungan jumlah trafik (paket/detik) yang terhubung ke *port switch*.

Total paket tiap detik yang dikirimkan ke *port switch* adalah :

$$P_{gen-i} = \frac{B_i}{P_{size-i}} \quad (3.1)$$

dimana :

P_{gen-i} = Paket yang dibangkitkan pada ATM *switch* (paket/s).

B_i = *Bandwidth* yang diperlukan (bps).

P_{size-i} = Ukuran paket (bit).

3.7.2 ATM Router

Router menangani berbagai protokol dan bertanggung jawab terhadap urutan sel ATM. *Router* dapat terhubung pada *real circuit* maupun *virtual*. Fungsi utama dari *router* adalah mengetahui alamat perangkat yang terhubung pada *real circuit* maupun *virtual* dan mengetahui alamat perangkat yang terhubung dengan

jaringan. Paket dirutekan berdasarkan alamat tujuan terkadang menggunakan alamat sumber atau spesifikasi rute *end to end*. Router menghubungkan protokol yang berbeda lewat proses *routing* dan konversi antar protokol. Router dapat menangani layanan *connection-oriented* maupun *connectionless*.

Router modern dapat mendukung emulasi ATM/LAN, *interface* ATM dan kartu *trunk*. Router berdasar ATM dapat berfungsi baik sebagai perangkat akses maupun *switch* ATM. Sebagai perangkat akses router dapat menerima berbagai protokol dan merutekannya ke *port* lain dari router atau mengkonversikannya ke sel ATM untuk ditransportasikan melalui jaringan ATM. Router juga dapat merutekan paket LAN ke ATM *switch* melalui *Data Exchange Interface*. Sebagai ATM *Switch*, ATM Router juga memiliki kemampuan untuk men-*switch* sel ATM antara berbagai kartu *interface* ATM.

ATM *access speed* yang disediakan oleh router minimal sebesar kapasitas akses ATM yang direncanakan. Router yang mendukung ATM *access speed* 150 Mbps dapat digunakan untuk semua perencanaan, karena *access speed* pada ATM adalah 150 Mbps. Kapasitas router merupakan kemampuan router untuk meneruskan paket-paket. Lebih spesifik lagi yaitu data *rate* maksimum jika semua *interface* digunakan untuk mentransfer data pada waktu yang bersamaan dan diukur dalam satuan paket per *second*.

$$C_n = \frac{B_n}{L \times 8 \text{ bit/byte}} \quad (3.2)$$

dengan :

C_n = kapasitas router untuk *interface* n (paket/s).

B_n = bandwidth/trafik yang dibebankan ke *interface* n router (bps).

L = panjang paket rata-rata (byte).

3.7.3 ATM Hub

Dalam *Ethernet* atau *Token Ring* saluran *twisted pair*, misalnya FDDI dan ATM melalui *twisted pair*, pada *workstation* individu beroperasi dengan menggunakan *hub* yang ditempatkan pada pengkabelan. *Hub* mengijinkan administrator untuk menghubungkan *user* ke sumber. *Hub* level terendah

terhubung dengan hub level yang lebih tinggi secara hirarki, terkadang melalui protokol berkecepatan tinggi seperti FDDI dan kelak ATM melalui serat optik.

3.8 Kualitas Layanan (*Quality of Services*)

Kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) merupakan kemampuan ATM untuk menyediakan jaringan dengan nilai parameter tertentu yang sesuai dengan kebutuhan trafik data yang akan dilaluinya. Parameter-parameter trafik menggambarkan layanan jaringan yang akan digunakan dalam transmisi sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

Parameter-parameter tersebut yaitu [Andrew S. Tanenbaum.1996:9] :

1. *Peak Cell rate* (PCR) yaitu kelajuan maksimum ketika sel dikirimkan. Ketika pengirim merencanakan untuk mengirim sebuah sel setiap $2.7 \mu s$, maka PCR-nya sama dengan 366.792,453 sel/detik atau sekitar 155.52 Mbps.

$$PCR = \frac{\text{jumlah sel yang ditransmisikan} \left(\frac{\text{sel}}{s} \right)}{\text{delay transmisi}} \quad (3.3)$$

2. *Sustainable Cell Rate* (SCR) yaitu kelajuan rata-rata sel. Untuk kategori layanan CBR, SCR sama dengan PCR. Ratio PCR/SCR merupakan salah satu ukuran tingkat kesibukan lalu lintas data.
3. *Maximum Cell Rate* (MCR) yaitu kelajuan sel minimum yang dapat diterima. Ketika layanan ABR digunakan, maka *bandwidth* aktual terletak diantara MCR dan PCR.
4. *Cell delay Variation Tolerance* (CDVT) yaitu *delay* maksimum sel yang dapat diterima. Bagi data *real time* yang mempunyai kelajuan yang berubah-ubah maka CDVT dapat digunakan untuk mengontrol jumlah variasi *delay* yang dapat diterima oleh jaringan.
5. *Cell loss Ratio* (CLR) yaitu bagian sel yang hilang atau terlambat. CLR mengukur bagian sel yang hilang atau terlambat. Keterlambatan pengiriman pengiriman sel pada layanan *real-time* dianggap tidak berguna lagi pada layanan *real-time*.

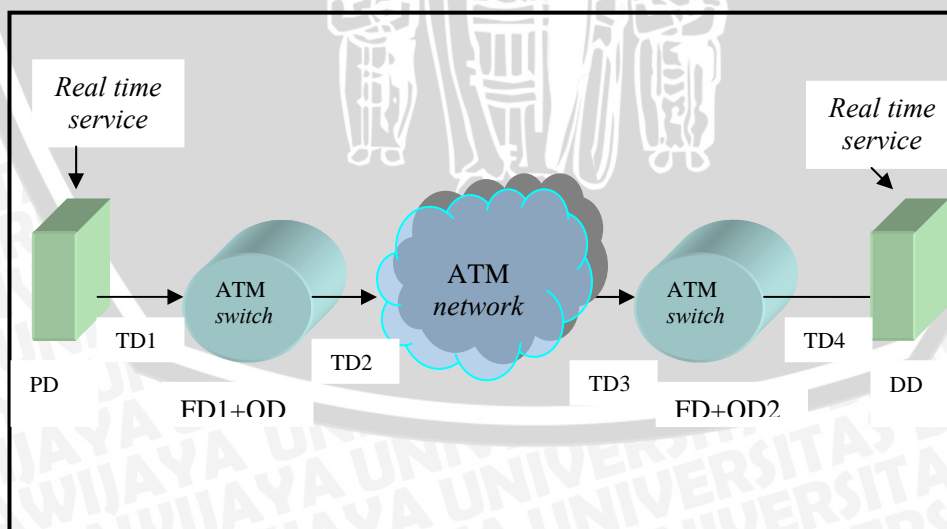
$$CLR = \frac{\text{jumlah sel yang hilang}}{\text{jumlah total sel yang ditransmisikan}} \quad (3.4)$$

6. *Cell transfer Delay* (CTD) yaitu lamanya waktu yang diperlukan dalam pengiriman sel.
7. *Cell Delay Variation* (CDV) yaitu variasi *delay* pengiriman sel.

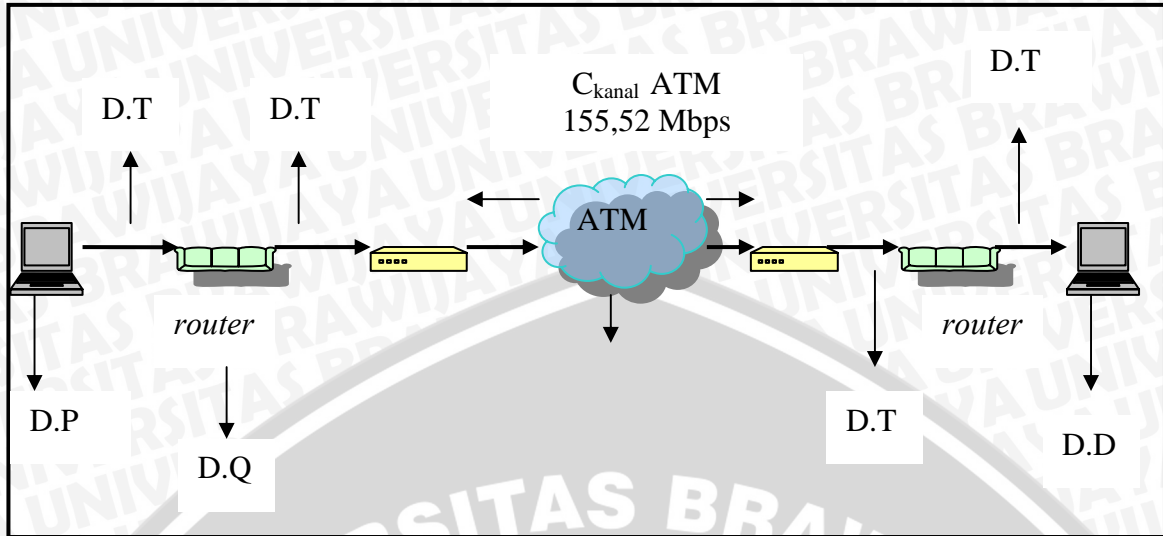
Tidak semua dari parameter-parameter trafik dispesifikasikan untuk tiap Qos, karena tiap kelas layanan memiliki parameter yang berbeda.

3.8 Waktu Tunda (*Delay Time*)

Pada saat mengirimkan sebuah pesan, stasiun pengirim akan menyertakan bit-bit yang melakukan pengkodean dari tipe pesan, program yang membuatnya dan protokol yang digunakan. Semua pesan disimpan dalam paket-paket. Pada penerima, stasiun penerima akan menggunakan informasi lebih dari bit-bit tersebut sebagai cara memproses data. *Delay* pada jaringan ATM akan ditunjukkan pada Gambar 3.11, begitu juga dengan konfigurasi *delay* pada jaringan ATM B-ISDN yang ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.11 *Delay* pada jaringan ATM.
(Sumber : De Prycker, 1996; 67).



Gambar 3.12 Konfigurasi *delay* pada jaringan ATM B-ISDN.
(Sumber : Perencanaan).

Keterangan :

- D.P = *delay* paketisasi.
- D.T = *delay* transmisi.
- D.S = *delay* switching (D.Q dan F D).
- D.D = *delay* depaketisasi.

Parameter *delay* yang memberikan kontribusi pada kinerja jaringan ATM secara keseluruhan dan akan dijelaskan berikutnya adalah : *delay* paketisasi, depaketisasi, transmisi, *switching*. Parameter *delay* yang memberikan kontribusi pada kinerja jaringan ATM secara keseluruhan (Martin De Prycker,1995) :

a. Delay paketisasi

Terjadi pada saat suatu data dirubah dalam bentuk paket, yang besarnya tergantung pada panjang paket dan kecepatan sumber.

$$I_{PC} = \frac{(I + I_{OH}) \times (8bit / byte)}{C} \tag{3.5}$$

dengan :

I_{pc} = *Delay* paketisasi (s).

I = Panjang paket ATM yang dikirim menuju *switch* ATM (byte).

I_{OH} = panjang *overhead* ATM yang dikirimkan menuju ATM *switch* (*byte*).

C = kecepatan transmisi (Mbps).

b. **Delay depaketisasi**

Delay depaketisasi ialah *delay* yang terjadi pada setiap tujuan yang menggunakan pelayanan *real time*. Data yang telah dipaketkan ketika sampai di tujuan harus di depaketisasi sesuai dengan kapasitas paket penerima.

Besarnya *delay* depaketisasi adalah : [Martin D prycker,1995]

$$DD = \frac{n \times l_{ATM}}{C_{ATM}} \quad (3.6)$$

dengan :

DD = *Delay* depaketisasi (s).

l_{ATM} = Panjang sel ATM yang datang (*byte*).

n = jumlah sel ATM yang datang .

C_{ATM} = Kecepatan transmisi tiap *node* (bps).

c. **Delay Propagasi**

Adalah waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan semua data dari sumber data (pengirim) ke tujuan (penerima). Untuk jaringan ATM, besarnya *delay* ini antara 4 μ s sampai 5 μ s untuk tiap km (DePrycker,1996). *Delay* ini tergantung jarak antara pengirim dan penerima.

$$PD = \frac{\text{jarak pengirim dan penerima (m)}}{v} (s) \quad (3.7)$$

PD = *delay* propagasi antara *server- ATM switch- Access point* (s).

v = kecepatan paket pada saluran transmisi kabel koaksial (bps)=1km/4 μ s.

Tabel 3.3 menunjukkan Rekomendasi *delay* dari beberapa media transmisi dari (ITU-T.Rec.1.431.1) :

Tabel 3.3 Rekomendasi *delay* transmisi pada beberapa media transmisi.

Media Transmisi	Delay Propagasi (s)
Kabel koaksial	4×10^{-6} s/km
Serat Optik	5×10^{-6} s/km
Kabel laut koaksial	6×10^{-6} s/km
Satelit MEO(h=14000km)	$1,1 \times 10^{-3}$ s/km
Satelit GEO (h=36000km)	$3,6 \times 10^{-3}$ s/km

(Sumber: Tanenbaum, 1996:83).
(ITU-T Rec.1361).

d. **Switching Delay.**

Dalam ATM, *switching delay* terdiri atas bagian yang tetap (*fixed*) disebut *fixed switching delay* dan bagian variabel yang ditentukan oleh model antrian yang digunakan, disebut *queueing delay*.

- ✓ *Fixed Switchng Delay(FD)* adalah waktu yang dibutuhkan *switch* untuk menyalurkan data. *Delay* ini tergantung pada arsitektur *switch* (fabrikasi).

$$FD = \frac{1}{\mu} \quad (3.8)$$

Keterangan :

FD = *Fixed Switching Delay* untuk mengirimkan satu paket (s).

μ = kecepatan pelayanan *switch* (paket/s).

- ✓ *Queueing Delay (QD)*.

Waktu yang dibutuhkan oleh *switch* dalam mengantrikan paket data untuk disalurkan ke tahap berikutnya.

Mengenai antrian yang akan terjadi dengan mengasumsikan model antriannya adalah M/M/I. Proses kedatangan paket data umumnya acak dengan kecepatan kedatangan adalah λ (*packet/s*). M pertama menunjukkan distribusi kedatangan/keberangkatan *Poisson (markovian)*, dan M kedua berarti distribusi waktu pelayanan eksponensial dan 1 menunjukkan satu *server*. Disiplin antrian yang digunakan adalah FIFO (*first input first output*).

Faktor utilisasi merupakan parameter yang menunjukkan peribrmansi suatu *switch* dan dinyatakan dalam Persamaan (3.9).

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.9)$$

Besarnya rata-rata panjang antrian paket M/M/I (N) dinyatakan dalam persamaan (3.10).

$$N = \sum_{m=1}^{\infty} P_m = \frac{\rho}{1-\rho} \text{ (paket)} \quad (3.10)$$

Rata-rata *delay* atau waktu tunggu, dengan menggunakan *Little's* teori didapatkan dalam persamaan (3.11).

$$T = \frac{1}{\mu(1-\rho)} \text{ (s)} \quad (3.11)$$

Dengan rata-rata waktu kedatangan (λ) dan rata-rata waktu pelayanan (μ) didapatkan persamaan : [Kershenbaum,1999]

$$\mu = \frac{C}{L} \quad (3.12)$$

$$\lambda = \frac{1}{G} \quad (3.13)$$

dengan :

C = bit *rate* transmisi (bps).

L = rata-rata panjang sel (bit/paket).

G = rata-rata waktu kedatangan sel (s/paket).

Waktu tunggu dari paket dinyatakan dalam Persamaan (3.14).

$$QD - T - FD = \frac{1/\mu}{1-\rho} - \frac{1}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}(s) \quad (3.14)$$

maka *delay* antrian dinyatakan dalam persamaan (3.15).

$$QD = tw = \frac{\lambda/\mu}{\mu-\lambda} + \frac{1}{\mu}(s) \quad (3.15)$$

Keterangan :

QD = *Queueing Delay*/Delay antrian (s).

FD = *Fixed switching delay* (s).

μ = kecepatan kedatangan paket data (*packet/s*).

λ = kecepatan pelayanan *switch* (*packet/s*).

d. **Delay Jaringan**

Delay ini adalah *delay* total yang merupakan penjumlahan *delay-delay* yang ada dalam perjalanan paket dari sumber ke tujuannya.

Delay total = D.paketisasi + D.antrian + D.transmisi + D.depaketisasi

$$t_v = (2PD + 4TD + 2(FD + QD) + 2DD) \quad (3.16)$$

dengan :

t_v = *delay* total (s).

D.P = *delay* paketisasi (s).

D.T = *delay* transmisi (s).

D.Q = *delay* antrian (D.Q dan F D) (s).

D.D = *delay* depaketisasi (s).

3.9 B-ISDN (*Broadband Integrated services digital network*)

B-ISDN (*Broadband Integrated Services Digital Network*) adalah ISDN generasi kedua. Karakteristik dasar dari *broadband* ISDN adalah tersedianya

channel-channel transmisi yang mampu mendukung *rate* yang lebih besar dibanding *rate* ISDN primer.

B-ISDN dapat digambarkan sebagai jaringan komunikasi digital dengan menggunakan transmisi *broadband* dan teknologi *switching* untuk interkoneksi terpusat dan mendukung layanan-layanan terintegrasi dengan *bandwidth* lebar yang mempunyai *range* mulai dari beberapa bit perdetik hingga ratusan mega bit perdetik. Dengan kata lain B-ISDN dapat menampung seluruh layanan yang didukung oleh teknologi sebelumnya dan dapat melayani layanan baru yang mempunyai bit *rate* tinggi. B-ISDN memiliki kemampuan memberikan karakteristik layanan yang lebih baik serta mendukung perangkat operasi dan pemeliharaan, kontrol jaringan dan manajemen yang memerlukan keandalan tinggi.

3.9.1 Fungsi Lapisan-lapisan B-ISDN

Pada Tabel 3.3 terdapat lapisan-lapisan pada B-ISDN (*Broadband Integrated Service Digital Network*) berikut fungsi-fungsinya.

Tabel 3.4 Fungsi lapisan-lapisan B-ISDN

	Fungsi-fungsi lapisan yang lebih tinggi		Lapisan-lapisan yang lebih tinggi
Manajemen Lapisan	Pertemuan	CS	AAL
	Segmentasi dan assemble ulang	SAR	
	<i>Flow control</i> aliran <i>generic</i> Pembangkitan/pencabutan <i>header cell</i> Penerjemahan VPI/VCI <i>cell</i> Multiplex dan demultiplex <i>cell</i>		ATM
	Pemisah <i>rate cell</i> Pembangkitan/penetapan urutan HEC Rancangan <i>cell</i> Adaptasi <i>frame</i> transmisi Pembangkitan/perbaikan <i>frame</i> transmisi	TC	Lapisan fisik
<i>Bit timing</i> Media fisik	PM		

(Sumber : William Stallings, 1996 ; 97).

Model referensi protokol menjadi referensi untuk tiga taraf, yaitu :

- ✓ Taraf Pemakai : tersedia untuk transfer informasi pemakai, bersama-sama dengan kontrol-kontrol terkait (misalnya, *flow control*, kontrol kesalahan).
- ✓ Taraf Kontrol : menampilkan fungsi-fungsi kontrol koneksi dan kontrol panggilan.
- ✓ Taraf manajemen : mencakup manajemen taraf, yang menampilkan fungsi-fungsi manajemen yang berhubungan dengan sistem secara keseluruhan serta menampilkan koordinasi antar taraf, dan manajemen lapisan, yang menampilkan fungsi-fungsi manajemen yang berhubungan dengan sumber daya dan parameter yang tertinggal dalam entitas-entitas protokolnya.

3.9.2 Macam Layanan B-ISDN

3.9.2.1 Layanan Interaktif

Layanan interaktif adalah layanan yang memungkinkan pemakai berkomunikasi dengan pemakai lain melalui jaringan.

Layanan interaktif ini terbagi menjadi tiga macam :

- *Conversational services*
Merupakan layanan komunikasi dua arah atau satu arah yang *real time*. Contohnya adalah *video conference broadband*, layanan transfer data kecepatan tinggi dan *telex* kecepatan tinggi.
- *Messaging services*
Merupakan layanan yang menyediakan komunikasi antar pemakai melalui unit penyimpanan dengan konsep *store-and forward*.
Contohnya : layanan *video mail* dan dokumen *mail*.
- *Retrieval services*
Adalah kemampuan yang dimiliki pemakai untuk mengakses informasi dari jaringan. Contoh : video dan dokumen *retrieval*.

3.6.2.2 Layanan distribusi

Layanan ini dibagi dengan dua macam :

- *Without user individual presentation control*, menyediakan arus informasi yang kontinu yang didistribusikan dari pusat sejumlah pemakai dan

pemakai tidak dapat mengontrol jalannya arus informasi. Contoh : *document distribution service* dan *pay TV*.

- *With user individual presentation control*, menyediakan layanan yang memungkinkan pemakai untuk mengendalikan arus informasi. Contoh : layanan *teletex TV*.

3.9.3 Teknik Jaringan B-ISDN

Rekomendasi CCITT 1.311. menunjukkan struktur lapisan B-ISDN yang digambarkan pada gambar 3. Pada jaringan tersebut hanya ditekankan pada *ATM Transport Network* yang memiliki dua fungsi yaitu *ATM layer Transport Function* dan *Physical Layer Transport Functions*.

Physical layer terdiri dari :

- *Transmission Path level* : berada di antara elemen jaringan yang membentuk paket dan merekonstruksi kembali muatan (*payload*) sebuah sistem transmisi.
- *Digital section level* : berada diantara elemen jaringan yang membentuk paket dan merekonstruksi kembali aliran bit atau *byte* kontinu.
- *Regenerator section level* : sebuah bagian dari *digital section* yang berada diantara dua regenerator yang berdekatan

ATM layer memiliki dua level :

- *Virtual channel level (VC)* : konsep yang digunakan untuk menggambarkan transport satu arah sel ATM yang berhubungan dengan nilai *identifier*. *Identifier* ini disebut dengan *virtual channel identifier (VCI)* yang merupakan bagian dari *header* sel ATM.
- *Virtual Path (VP)* : konsep untuk menggambarkan transport satu arah sel-sel yang memiliki alamat kanal virtual dan berhubungan dengan nilai *identifier* yang disebut *VPI* yang juga merupakan bagian *header*.

B-ISDN dapat menyediakan *end users* dengan peningkatan transmisi *rate* hingga 155.54 Mbps pada sebuah *switching basis*. Dibandingkan dengan terdahulunya ISDN yang hanya memiliki *transmission rate* sebesar 64 kbps .



BAB IV METODOLOGI

Kajian yang dapat dilakukan dalam skripsi “ PERENCANAAN JARINGAN ATM B-ISDN UNTUK LAYANAN *TELEMEDICINE* “ adalah kegiatan yang bersifat aplikatif. Membahas tentang bagaimana merencanakan suatu sistem komunikasi untuk pengiriman data dari suatu rumah sakit ke rumah sakit lainnya. Metode yang digunakan dalam penyusunan adalah sebagai berikut :

4.1 Studi literatur

Studi literatur tentang teori-teori mengenai teknologi ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), B-ISDN, komunikasi data dan sistem layanan *Telemedicine*.

4.2 Pengumpulan dan Penyusun data.

Data-data yang digunakan dalam kajian ini merupakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai buku referensi, jurnal-jurnal, dan *download* dari internet, khususnya yang berhubungan dengan *Telemedicine*, ATM, dan B-ISDN. Mengenai :

- Karakteristik jaringan ATM B-ISDN pada layanan *Telemedicine*.
- Parameter-parameter dan prinsip kerjanya serta teori-teori lainnya.

4.3 Perencanaan Jaringan dan infrastrukturnya.

Perencanaan jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine* dan perencanaan infrastrukturnya meliputi :

- Perencanaan banyak pengguna layanan pada jaringan dilihat dari kebutuhan *bandwithnya*, kapasitas kanal dan *throughputnya*.
- Perencanaan infrastruktur pada :
 - Stasiun pengirim dan stasiun penerima.
 - *Router*.

Perencanaan kapasitas *router* tergantung pada *bandwith* dan trafik yang dibebankan ke *interface* n *router* dan panjang paket rata-rata informasinya. Adapun kapasitas *router* untuk *interface* n didapat dari pembagian *bandwith* dan panjang paket tersebut (Persamaan 3-2).

- *Switch*.

Berdasarkan pada parameter performansi *switch* itu sendiri yaitu *latency* dan *total packet switching rate* (pembagian antara *bandwith* yang diperlukan dengan ukuran paket).

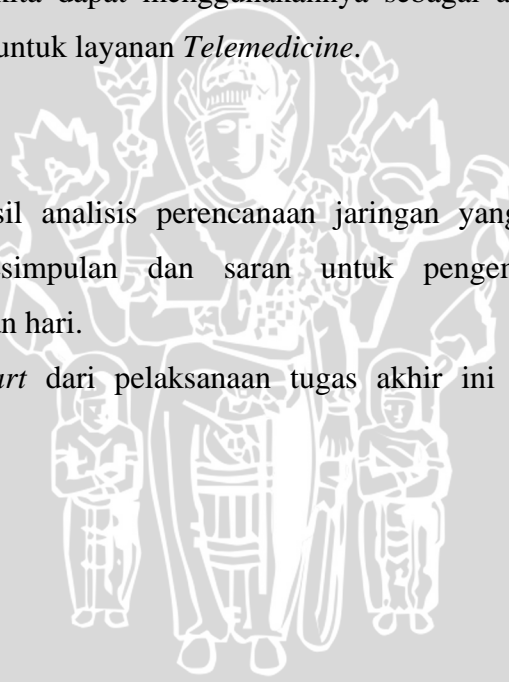
- Perencanaan protokol dan standar yang akan digunakan.

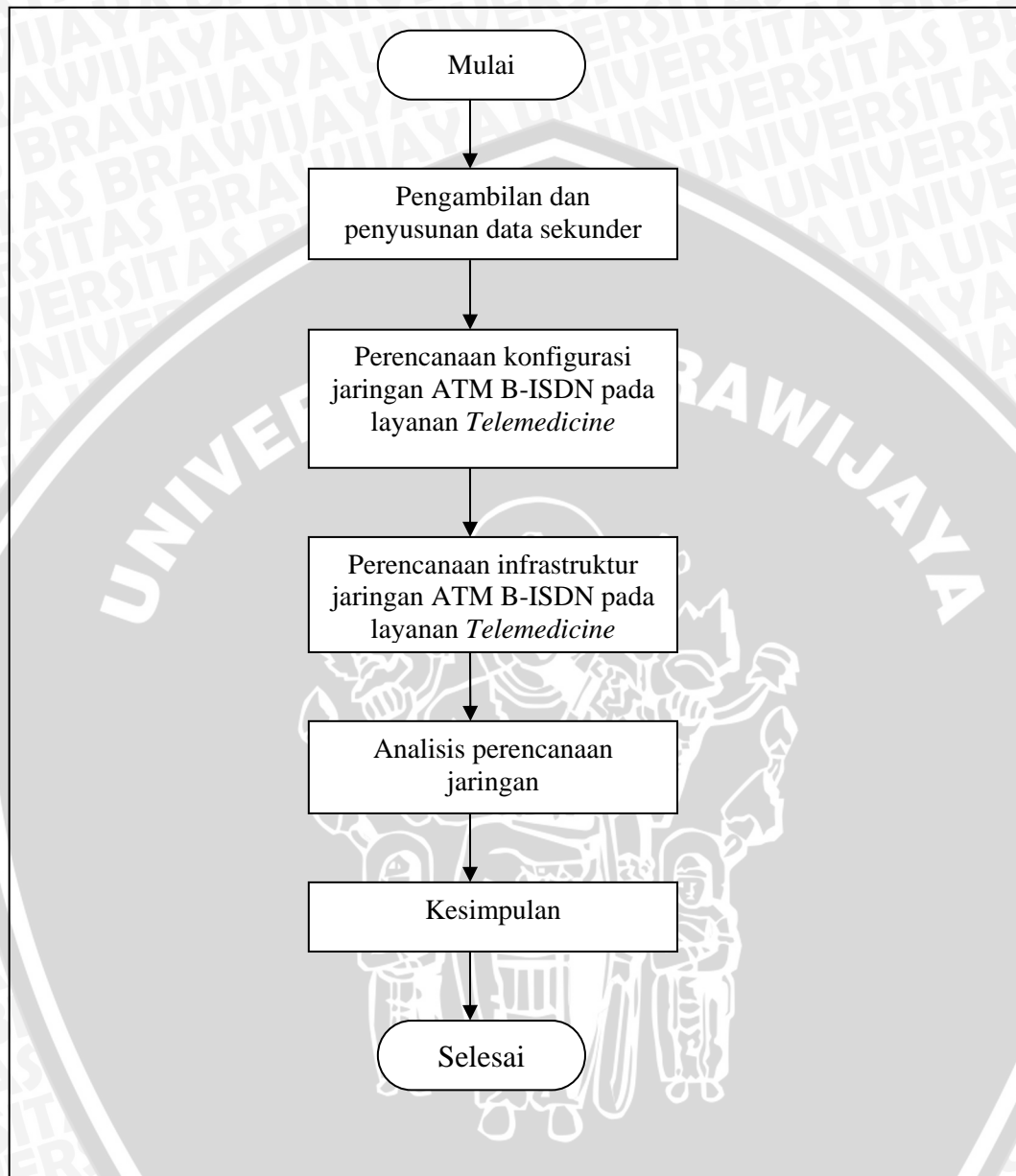
Berdasarkan pada hasil perhitungan parameter-parameter dan analisa yang telah dilakukan, kita dapat menggunakannya sebagai acuan perencanaan jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine*.

4.4 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil analisis perencanaan jaringan yang telah dilakukan kemudian diambil kesimpulan dan saran untuk pengembangan layanan *Telemedicine* dikemudian hari.

Adapun *flowchart* dari pelaksanaan tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 4.1.





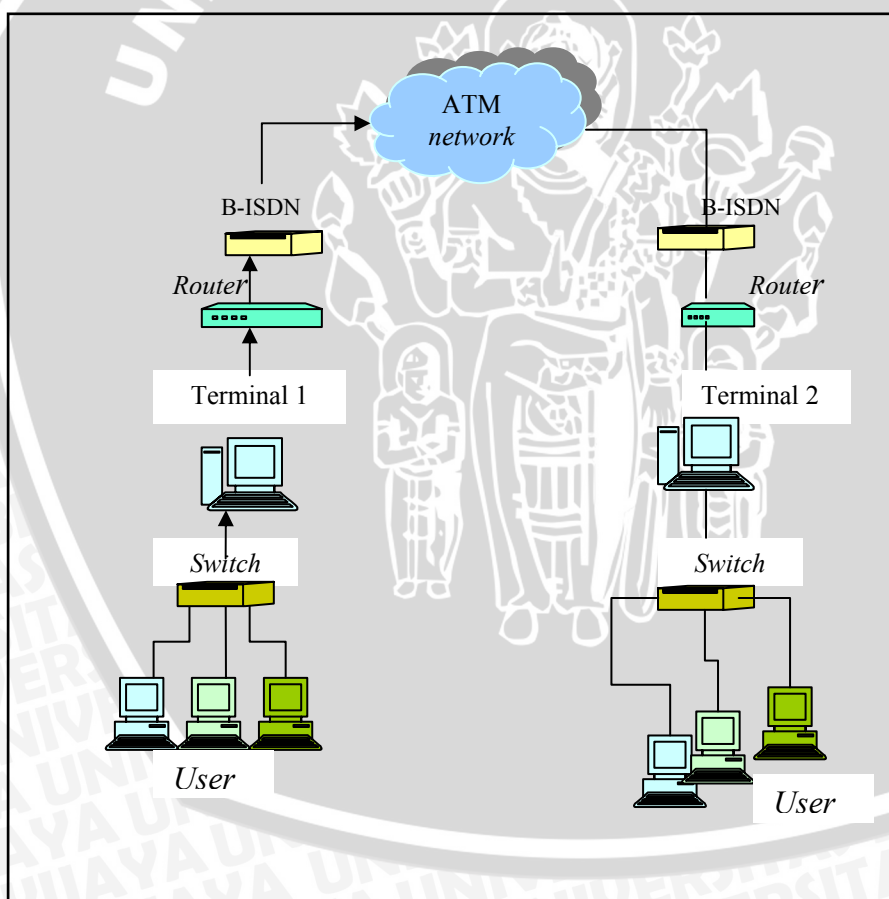
Gambar 4.1 Flowchart Pelaksanaan Tugas Akhir.
Sumber : Perencanaan.

BAB V

PERENCANAAN JARINGAN ATM B-ISDN UNTUK LAYANAN *TELEMEDICINE*

5.1 Umum

Perencanaan *telemedicine* pada jaringan ATM B-ISDN ini adalah suatu perencanaan jaringan komunikasi *telemedicine* menggunakan TCP (*Transmission Control Protocol*). TCP juga merupakan protokol Internet pada layer ke-4 melalui jaringan terestrial dengan metode transfer data ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) dan menggunakan B-ISDN atau PSTN sebagai penghubung antara stasiun pengirim dan penerima.



Gambar 5.1 Layanan *Telemedicine* pada jaringan ATM B-ISDN.
Sumber : Perencanaan.

Setelah mengetahui bentuk konfigurasi layanan *Telemedicine* pada jaringan ATM B-ISDN, maka dapat ditentukan parameter-parameternya sebagai berikut :

- Kecepatan rambat sinyal pada media kabel *coaxial* sebesar 1 km/4 μ s.
- Ukuran paket ATM sebesar 53 *byte* (48 *byte* informasi dan 40 *byte* header).
- BER yang digunakan untuk telepon atau pentransmisian data yang diberikan oleh ATM adalah 10^{-7} (De Prycker; 1995:51).
- Ukuran segmen maximum TCP (MSS) yang digunakan 1500 *byte*.
- Kecepatan *switching* menggunakan kecepatan 150 Mbps.
-

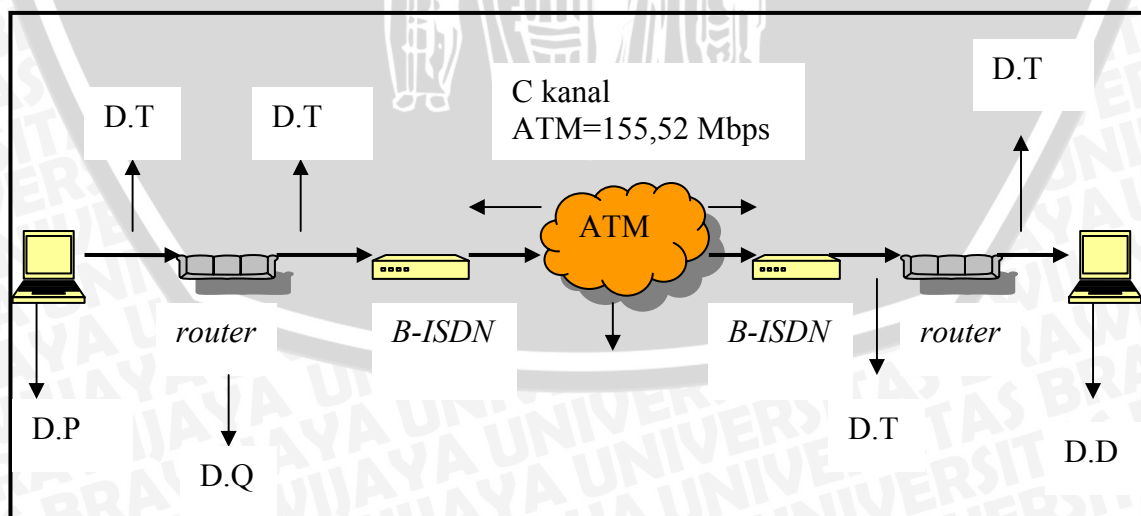
Tabel 5.1 Karakteristik jenis layanan komunikasi untuk *Telemedicine*.

Kategori	Jenis Layanan		
	Data	Voice	Video
Kebutuhan Bit Rate (bps)	1,5 M	64 K	10 M
Jumlah bit yang ditransmisikan (bit)	2500	3400	2 M
Toleransi BER	10^{-9}	10^{-7}	10^{-10}

(Sumber : www.elektroindonesia.com/elektro/telemed11).

5.2 Perhitungan Delay

Pada Gambar 5.2 dapat dilihat konfigurasi *delay* yang terdapat pada perencanaan layanan *Telemedicine* untuk jaringan ATM B-ISDN ini.



Gambar 5.2 Konfigurasi *delay* pada jaringan ATM B-ISDN.
(Sumber : Perencanaan).

5.2.1 Packetization Delay (PD)

Delay paketasasi terjadi ketika data akan ditransmisikan, merupakan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk merubah segmen TCP menjadi sel-sel ATM atau sebaliknya. Besarnya *delay* ditentukan oleh panjang segmen TCP dan kecepatan transmisi. *Maximum Segmen Size* (MSS) adalah ukuran segmen maksimum sebuah jaringan dalam mentransmisikan data. *ATM Adaptation Layer* (AAL) merubah data *stream* ke dalam *payload* ATM sebesar 48 byte/sel.

Jika menggunakan jenis layanan data (Tabel 5.1) dan dengan kecepatan transmisi data yang digunakan pada ATM STM-1, yaitu 150 Mbps.

Sesuai dengan persamaan (3.5) maka didapatkan :

$$PD = \frac{(l \times l')(8bit / byte)}{C_{trans}}$$

$$PD = \frac{(2500 \times 53)(8bit / byte)}{150 \cdot 10^6}$$

$$PD = 0,0071s.$$

5.2.2 Delay Propagasi

Adalah waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan semua data dari sumber data (pengirim) ke tujuan (penerima). *Delay* ini tergantung jarak antara pengirim dan penerima. Sesuai dengan persamaan (3.7) maka :

$$PD = \frac{\text{jarak pengirim dan penerima}(m)}{v} (s)$$

$$PD = \frac{25000}{(1km / 4\mu s)} = 0,1 \text{ ms.}$$

dengan :

v = kecepatan propagasi sinyal pada media kabel *coaxial*, yaitu 1km/4 μs .

Jarak pengirim dan penerima diasumsikan 25 km (contoh : RSU Saiful Anwar dan RS Kepanjen).

5.2.3 Switching Delay

Delay total yang dipergunakan sebuah sel untuk melalui sebuah perangkat switch, ada dua macam *delay switching* yaitu : *Fixed switch delay (FD)* dan *Queue delay (QD)*. Kecepatan *switching* jaringan ATM dalam hal ini menggunakan kecepatan 150 Mbps (De Prycker,1995:69), menggunakan ethernet dengan MSS 1500 , maka *delay* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran data} &= \text{MSS} + \text{header TCP} + \text{header IP} + \text{header LLC} + \text{trailer AAL5} \\
 &= \text{MSS} + 20 \text{ byte} + 20 \text{ byte} + 8 \text{ byte} + 8 \text{ byte} \\
 &= \text{MSS} + 56 \text{ byte} \\
 &= 1500 + 56 \text{ byte} = 1556 \text{ byte.}
 \end{aligned} \tag{5.1}$$

$$\text{Jumlah sel ATM } (W_{sel}) = \frac{\text{ukuran data (byte)}}{48 \text{ byte}} \tag{5.2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{W_{sel} + \text{MSS}}{48 \text{ byte}} \\
 &= \frac{1556}{48 \text{ byte}} = 32,4167 \text{ sel}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 FD &= \frac{W_{sel} \times l_{ATM}}{C_{switch}} = \frac{W_{sel} \times 53 \text{ byte} / \text{sel} \times 8 \text{ bit} / \text{byte}}{155,52 \cdot 10^6 \text{ bps}} \\
 &= \frac{32,4167 \text{ sel} \times 53 \text{ byte} / \text{sel} \times 8 \text{ bit} / \text{byte}}{155,52 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 0,00008837 \text{ s.}
 \end{aligned}$$

Delay antrian yang digunakan dalam analisis ini adalah model antrian M/M/I. Model antrian M/M/I berarti proses kedatangan paket data umumnya acak dan waktu pelayanannya berupa distribusi eksponensial. Untuk menghitung nilai *queuing delay* digunakan Persamaan (3.12), (3.13), (3.15). Untuk MSS 1500 *byte*, jumlah sel 32,4167 , kecepatan *switching* 155,52 Mbps, maka *queuing delay*nya adalah :

$$\text{Laju kedatangan paket data } (\lambda) = \frac{1}{G} = \frac{1}{9,163 \cdot 10^{-5}} = 10913,45 \text{ paket / s}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju pelayanan switch } (\mu) &= \frac{C}{L} = \frac{155,52 \cdot 10^6 \text{ bps}}{32,4167 \text{ sel} \times 53 \text{ byte/sel} \times 8 \text{ bit/byte}} \\ &= \frac{155,52 \cdot 10^6 \text{ bps}}{32,4167 \text{ sel} \times 53 \text{ byte/sel} \times 8 \text{ bit/byte}} = 11314,923 \text{ paket/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Queuing delay (QD)} &= \frac{(\lambda/\mu)}{(\mu-\lambda)} + \frac{1}{\mu} \\ &= \frac{(10913,45 / 11314,923)}{(11314,923 - 10913,45)} + \frac{1}{11314,923} \\ &= \frac{0,96452}{401,473} + \frac{1}{11314,923} \\ &= 2,4024 \cdot 10^{-3} + 8,8378 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Switching delay} &= \text{FD} + \text{QD} \\ &= 0,00008837 \text{ s} + 0,002492 \text{ s} = 2,579 \cdot 10^{-3} \text{ s} \end{aligned}$$

- Besarnya nilai *delay* total dalam perencanaan ini ($d_t < 0,1s$) adalah :

$$\begin{aligned} \Sigma \text{delay} &= 2(2\text{PD} + 4\text{TD} + 2(\text{FD} + \text{QD}) + 2\text{DD}) \\ &= 2(2(0,0071) + 4(0,1 \cdot 10^{-3}) + 2(2,579 \cdot 10^{-3}) + 2(0,0071)) \\ &= 0,067916 \text{ s.} \end{aligned}$$

5.3 Perhitungan Probabilitas masing-masing infrastruktur.

Pada gambar perencanaan jaringan (Gambar 5.1) dapat dilihat terdapat 9 titik dari *server* hingga *user.*, dan dapat dihitung probabilitas masing-masingnya. Untuk menentukan probabilitas terminal pada tiap layanan dan probabilitas masing-masing bagian dalam jaringan digunakan pendekatan spesifikasi dengan cara *trial and error*, mengacu pada probabilitas sistem (BER) pada Tabel 5.1 dan Persamaan (2.6), yaitu

$$\rho_{bt} = 1 - ((1 - \rho_{b1})(1 - \rho_{b2})(1 - \rho_{b3}) \dots (1 - \rho_{bn}))$$

Untuk layanan data didapatkan :

$$\rho_{bt} = 1 - ((1 - \rho_{b1})(1 - \rho_{b2})(1 - \rho_{b3}) \dots (1 - \rho_{bn}))$$

$$10^{-9} = 1 - ((1 - \rho_{b1})(1 - \rho_{b2})(1 - \rho_{b3})(1 - \rho_{b4})(1 - \rho_{b5})(1 - \rho_{b6})(1 - \rho_{b7})(1 - \rho_{b8})(1 - \rho_{b9}))$$

$$10^{-9} = 1 - \left(\frac{(1 - 64 \cdot 10^{-11})(1 - 10^{-11})(1 - 2 \cdot 10^{-11})(1 - 3 \cdot 10^{-11})(1 - 4 \cdot 10^{-11})}{(1 - 5 \cdot 10^{-11})(1 - 6 \cdot 10^{-11})(1 - 1 \cdot 10^{-11})(1 - 8 \cdot 10^{-11})} \right)$$

dengan :

ρ_{bt} = probabilitas bit *error rate* pada sistem.

$\rho_{b1,9}$ = probabilitas *switch server* dan probabilitas *switch user*.

$\rho_{b2,8}$ = probabilitas bit *error rate* pada terminal.

$\rho_{b3,7}$ = probabilitas bit *error rate* pada *router*.

$\rho_{b4,6}$ = probabilitas bit *error rate* pada B-ISDN.

Pada Tabel 5.2 terdapat hasil perhitungan probabilitas *bit error rate* pada masing-masing infrastruktur yang terdapat pada perencanaan jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine* pada ini.

Tabel 5.2 Probabilitas masing-masing infrastruktur.

Layanan	Jumlah bit	BER sistem	Probabilitas <i>Router</i>	Probabilitas <i>Switch</i>	Probabilitas Terminal
Data	2500 bit	10^{-9}	$2 \cdot 10^{-11}$	$64 \cdot 10^{-11}$	10^{-11}
<i>Voice</i>	3400 bit	10^{-7}	10^{-8}	$6,004 \cdot 10^{-9}$	$9 \cdot 10^{-9}$
Video	2 Mbit	10^{-10}	10^{-11}	$6 \cdot 10^{-12}$	$9 \cdot 10^{-12}$

(Sumber : Hasil Perhitungan).

5.4 Perhitungan Bandwidth yang Dibutuhkan

Untuk dapat mengetahui besar kapasitas pada masing-masing infrastruktur untuk tiap-tiap layanan, maka terlebih dahulu harus diketahui jumlah bandwidth yang digunakan setiap panggilan.

Berdasarkan Tabel 5.1 dan Persamaan (2.9), maka nilai *Bandwidth* yang dibutuhkan (B_i) didapatkan :

$$l_p = 2500 \text{ bit} + (53 \times 8) \text{ bit} = 2924 \text{ bit}$$

$$\begin{aligned} \text{jadi : } B &= Bc \left(1 + \frac{l_o}{l_p} \right) \\ &= 1,5 \text{ Mbps} \left(1 + \frac{(53 \times 8) \text{ bit}}{2924 \text{ bit}} \right) = 1,72 \text{ Mbps.} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, didapatkan bandwidth untuk masing-masing layanan :

Tabel 5.3 *Bandwidth* tiap panggilan.

Layanan	Jumlah bit (bit)	<i>Bandwidth</i> tiap panggilan
Data	2500	1,72 Mbps
Voice	3400	71,09625 kbps
Video	2 M	10,021 Mbps

(Sumber : Perhitungan).

Contoh penerapan *bandwidth* pada 3 jenis dokter :

- Dokter *Orthopedy* (Tulang)

Informasi yang digunakan berupa data text gambar dan video. Contoh : photo rontgen tengkorak/tulang.

Berdasarkan perhitungan *bandwidth*, didapatkan :

- *Bandwidth* panggilan untuk data sebesar 1,72 Mbps.

- *Bandwidth* panggilan untuk video :sebesar 10,02 Mbps.

Bandwidth panggilan yang diinginkan sebesar

$$B_{\text{data gambar}} + B_{\text{video}} = 1,72 \text{ Mbps} + 10,02 \text{ Mbps}$$

$$B_{\text{total}} = 11,74 \text{ Mbps.}$$

- Dokter Umum

Informasi yang digunakan berupa data text gambar . Contoh : resep obat.

Berdasarkan perhitungan *bandwidth*, didapatkan *bandwidth* panggilan yang diinginkan sebesar 1,72 Mbps.

- Dokter *Cardiology*

Informasi yang digunakan berupa data text gambar, video dan *voice*.

Contoh : pemeriksaan detak jantung melalui EKG.

Berdasarkan perhitungan *bandwidth*, didapatkan :

- *Bandwidth* panggilan untuk data sebesar 1,72 Mbps.
- *Bandwidth* panggilan untuk *voice* sebesar 71,09 kbps.
- *Bandwidth* panggilan untuk video sebesar 10,02 Mbps.

Jadi *bandwidth* panggilan yang diinginkan sebesar

$$B_{\text{data}} + B_{\text{voice}} + B_{\text{video}} = 1,72 \text{ Mbps} + 71,096 \text{ kbps} + 10,02 \text{ Mbps}$$

$$B_{\text{total}} = 11811096 \text{ bps.}$$

5.5 Perencanaan Infrastruktur Jaringan ATM B-ISDN untuk Layanan *Telemedicine*

5.5.1 ATM Switch

- Total paket tiap detik yang dikirimkan ke *port switch* pada persamaan 3.1 adalah :

$$P_{\text{gen}-i} = \frac{B_i}{P_{\text{size}-i}}$$

dengan :

$P_{\text{gen}-i}$ = Paket yang dibangkitkan pada ATM switch (paket/s).

B_i = *Bandwidth* yang diperlukan (bps).

$P_{\text{size}-i}$ = Ukuran paket (bit).

Berdasarkan perhitungan bandwidth pada Tabel 5.3 diatas, didapatkan untuk layanan data dengan ukuran bit 53 x 8, *bandwidth* yang dibutuhkan tiap panggilan adalah 1,72 Mbps dan perhitungan *delay* berdasarkan gambar konfigurasi *delay* (Gambar 5.2).

Maka :

$$\begin{aligned} P_{\text{gen}-i} &= \frac{B_i}{P_{\text{size}-i}} \\ &= \frac{1,72 \cdot 10^6}{(53 \times 8)} \\ &= 4056,6 \text{ paket/s.} \end{aligned}$$

Jadi ATM *switch* yang digunakan dalam perencanaan jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine* ini memiliki total paket *switching rate* untuk satu *port switch* 4056,6 paket/*sec* dan kecepatan 150 Mbps.

Hasil perhitungan total paket tiap detik yang dapat dikirim dari *port switch* ke *Telemedicine* pada jaringan dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Total paket tiap detik yang dikirim dari *port switch* ke *Telemedicine*.

Layanan	<i>Bandwidth</i> per panggilan	Total paket tiap detik di ATM (paket/s)	Probabilitas <i>switch</i>	<i>Delay switch</i> (s)
Data	1,72 Mbps	4056,6	64.10^{-11}	$1,5. 10^{-5}$
<i>Voice</i>	71,096 kbps	167,68	$6,004.10^{-9}$	$2,051.10^{-5}$
Video	10,02 Mbps	23632,07	6.10^{-12}	$1,2.10^{-2}$

(Sumber : Hasil Perhitungan).

5.5.2 ATM Router

Router menangani berbagai protokol dan bertanggung jawab terhadap urutan sel ATM. Fungsi utama *router* adalah mengetahui alamat perangkat yang terhubung dengan jaringan. *Router* menghubungkan protokol yang berbeda lewat proses *routing* dan konversi data protokol.

Kapasitas *router* dapat dihitung melalui persamaan 3-2, yaitu

$$C_n = \frac{Bn}{L \times 8 \text{ bit/byte}}$$

Sesuai dengan hasil perhitungan *bandwidth* tiap layanan diatas, maka diketahui *bandwidth* yang diperlukan untuk tiap panggilan adalah 1,63 Mbps dengan ukuran bit (53x 8) bit.

$$C_n = \frac{Bn}{L \times 8 \text{ bit/byte}}$$

$$= \frac{1,72 \cdot 10^6}{53 \times 8}$$

$$C_n = 4056,604 \text{ paket/ s.}$$

Jadi *router* yang digunakan pada perencanaan ini mempunyai *access speed* 150 Mbps dengan kapasitas 4056,604 paket/s.

Hasil perhitungan *router* pada perencanaan ini meliputi kapasitas, probabilitas dan perhitungan *delay* berdasarkan gambar konfigurasi *delay* (Gambar 5.2) adalah :

Tabel 5.5 Kapasitas *router* pada Jaringan ATM B-ISDN *Telemedicine*.

Layanan	Bandwidth per panggilan	Kapasitas Router (paket/s)	Probabilitas Router	Delay Router (s)
Data	1,72 Mbps	4056,6	$2 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$
Voice	71,096 kbps	167,6792	10^{-8}	$2,05 \cdot 10^{-5}$
Video	10,02 Mbps	23632,0755	10^{-11}	$1,2 \cdot 10^{-3}$

(Sumber : Hasil Perhitungan).

5.5.3 Kapasitas Terminal

Jumlah kapasitas terminal didapatkan melalui persamaan berikut :

$$C = \frac{C_{ATM}}{B_i \cdot \rho}$$

dengan :

C = Kapasitas terminal (Mbps).

C_{ATM} = Kapasitas layanan jaringan ATM STM-1 (150 Mbps).

ρ = Probabilitas kesalahan paket pada terminal.

B_i = *Bandwidth* tiap panggilan/layanan yang dibebankan ke n terminal (bps).

Bandwidth yang diperlukan sudah diketahui yaitu 1,63 Mbps. Probabilitas kesalahan paket dapat ditentukan melalui persamaan (2-1) :

$$\rho = 1 - (1 - \rho_b)^{l+l'}$$

dengan :

ρ = Probabilitas kesalahan paket pada terminal.

ρ_b = Probabilitas kesalahan bit pada terminal.

l = Panjang paket data (bit), yaitu 2500 bit.

l' = Panjang *header* (bit), yaitu 53 x 8.

Jadi :

$$\rho = 1 - (1 - \rho_b)^{l+l'}$$

$$\rho = 1 - (1 - 10^{-11})^{2500+(53 \times 8)}$$

$$\rho = 1 - (1 - 10^{-11})^{2924}$$

$$\rho = 2,924 \cdot 10^{-8}$$

Adapun kapasitas terminal yang dibutuhkan adalah :

$$C = \frac{C_{ATM}}{B_i \cdot \rho}$$

$$C = \frac{150 \cdot 10^6}{1,72 \cdot 10^6 \times 2,924 \cdot 10^{-8}}$$

$$C = \frac{150 \cdot 10^6}{0,0502928} = 2982,534 \text{ Mbps.}$$

Melalui perhitungan, didapatkan bahwa Terminal yang digunakan dalam Perencanaan Jaringan ATM B-ISDN untuk Layanan *Telemedicine* memiliki kapasitas terminal sebesar 2982,534 Mbps.

Hasil perhitungan dari kapasitas terminal pada sistem layanan *Telemedicine* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kapasitas Terminal pada sistem layanan *Telemedicine*.

Layanan	Jumlah bit (bit)	Bandwidth tiap panggilan	BER	Probabilitas Terminal	Kapasitas Terminal (Mbps)
Data	2500	1,72 Mbps	10^{-9}	10^{-11}	2982,53
Voice	3400	71,09625 kbps	10^{-7}	$9 \cdot 10^{-9}$	80,170
Video	2 M	10,0021 Mbps	10^{-10}	$9 \cdot 10^{-12}$	569,874

(Sumber : Perhitungan).

5.6 Perhitungan Kapasitas kanal

Perencanaan kanal untuk mengetahui besarnya kapasitas kanal yang disediakan oleh sistem jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine*. Sesuai persamaan (2.8) kapasitas kanal adalah:

$$C_{kanal} = \frac{C_{layanan}}{\left(\frac{l}{l+l'}\right) \left(\frac{(1-p)}{1+(\alpha-1)\rho}\right)}$$

dengan :

C_{kanal} = kapasitas kanal (bps).

$C_{layanan}$ = kapasitas layanan transmisi (Mbps), adalah 150 Mbps.

l = panjang data/informasi ATM (bit), adalah 384 bit.

$(l+l')$ = panjang paket data terdiri dari *payload* dan *header* (bit), adalah (384 + 40) bit.

ρ = probabilitas paket *error* layanan *Telemedicine* pada jaringan ATM yaitu $(l+l')$, dimana ρ_b adalah 10^{-7} (toleransi probabilitas bit *error*).

α = perbandingan antar waktu total dengan waktu transmisi sebuah paket.

Besar probabilitas *error* :

$$\rho = (l+l') \cdot \rho_b = (384 + 40) \cdot 10^{-7}$$

$$\rho = 424 \cdot 10^{-7}.$$

Nilai α konstanta perbandingan adalah :

$$a = 3 + 2 \left(\frac{t_D}{tp} \right) = 3 + 2 \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,0071} \right) = 3,0282.$$

Jadi kapasitas kanal yang disediakan adalah :

$$\begin{aligned} C_{\text{kanal}} &= \frac{C_{\text{layanan}}}{\left(\frac{l}{l+l'} \right) \left(\frac{1-p}{a-1} \right)} \\ C_{\text{kanal}} &= \frac{150 \cdot 10^6}{\left(\frac{384}{424} \right) \left[\frac{0,9999}{1 + (3,0282 - 1) \cdot 424 \cdot 10^{-7}} \right]} \\ &= \frac{150}{(0,9056) \left[\frac{0,9999}{1,000085996} \right]} = 165,75 \text{ Mbps.} \end{aligned}$$

Jadi besar kapasitas kanal pada jaringan ATM dengan *access speed* 150 Mbps untuk perencanaan ini adalah 165,75 Mbps.

5.7 Perhitungan Parameter performansi Jaringan

5.7.1 Perhitungan *Throughput*

Throughput adalah kecepatan maksimum jaringan saat tidak ada data yang hilang pada pentransmisiannya. Dengan kata lain, *throughput* adalah jumlah data maksimal yang dapat ditransmisikan.

Throughput dapat dihitung menggunakan (Persamaan 2.3) :

$$\lambda = \frac{1}{t_v} = \frac{(1-\rho)}{t_i + [1 + (\alpha - 1)\rho]}$$

dengan :

λ = *Throughput* maksimum, data yang diterima dengan benar oleh terminal (paket/s).

t_v = Waktu rata-rata transmisi untuk mengirimkan paket tanpa *error* (s)

t_i = Waktu transmisi sebuah paket data(s).

ρ = Probabilitas *frame* yang salah dari terminal menuju jaringan ATM dan pengiriman data dari jaringan ATM ke terminal.

α = konstanta perbandingan antara waktu total dengan waktu pentransmisian sebuah paket.

Data diusahakan dapat dikirim dengan memeriksa kesalahan, *re-transmisi*, dan mengirim pesan jika terdapat *error*.

Waktu paket data transmisi data ditentukan oleh persamaan (2.5), yaitu

$$\begin{aligned} t_i &= \frac{(l+l')}{C} \\ &= \frac{2500 + (53 \times 8)}{155,52 \cdot 10^6} = 0,000018 \text{ sec.} \end{aligned}$$

Dengan kecepatan *switching* jaringan ATM $155,52 \cdot 10^6$. nilai α kita dapatkan dengan Persamaan (2.4) :

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + \left(\frac{t_{ou}}{t_i} \right) \\ &= 1 + \left(\frac{0,067916}{0,000018} \right) = 3774,11. \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Persamaan (2.3) dan diketahui nilai probabilitas untuk layanan data sebesar 10^{-9} , maka nilai *throughput* adalah :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{t_v} = \frac{(1-\rho)}{t_i + [1 + (\alpha-1)\rho]} \\ \lambda &= \frac{(1-10^{-9})}{0,000018 [1 + (3774,1-1)10^{-9}]} \\ \lambda &= \frac{(1-10^{-9})}{0,000018 [1 + (3773,1)10^{-9}]} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{0,999999999}{0,000018 \left[3774,1 \cdot 10^{-9} \right]}$$

$$\lambda = \frac{0,999999999}{6,79338 \cdot 10^{-11}} = 1472,02129 \cdot 10^6 \text{ paket / s.}$$

Kecepatan rata-rata data yang diterima (D) persamaan 3.7 adalah :

$$D = \lambda_{\max} \cdot l = 1472,02129 \cdot 10^6 \times 2500 = 368005,3225 \text{ Mbps.}$$

Jadi, melalui perhitungan diatas didapatkan bahwa dengan nilai probabilitas yang diketahui sebesar 10^{-9} , didapatkan λ_{\max} sebesar 368005,3225 paket/s.

Pada Tabel 5.3 dapat dilihat perhitungan parameter performansi jaringan menggunakan probabilitas :

Tabel 5.7 Performansi Jaringan dengan menggunakan probabilitas.

Layanan	Jumlah data	BER	Probabilitas	Throughput (paket/s)	D (Mbps)
Data	2500 bit	10^{-9}	10^{-9}	$1472,02129 \cdot 10^6$	386005,3225
Voice	3400 bit	10^{-7}	10^{-7}	$147,187541 \cdot 10^6$	50013,76
Video	2 Mbit	10^{-10}	10^{-10}	$12378,51302 \cdot 10^6$	2475702,604

(Sumber : Hasil Perhitungan).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari Perencanaan Jaringan ATM B-ISDN untuk Layanan *Telemedicine* adalah :

1. Pada perencanaan sistem *Telemedicine* ini, ukuran bit yang digunakan untuk layanan data sebesar 2500 bit, untuk layanan *voice* sebesar 3400 bit dan untuk layanan video digunakan sebesar 2 Mbit.
2. Pada perencanaan sistem *Telemedicine* ini, menggunakan *access speed* 150 Mbps dan jenis transmisi yang digunakan adalah STM-1 dengan kapasitas bit rate 155,55 Mbps.
3. Pada perencanaan *Telemedicine* melalui ATM B-ISDN ini dibutuhkan infrastruktur meliputi :
 - a. PC (*personal computer*) multimedia sebagai alat komunikasi.
 - b. ATM switch dengan total paket *switching rate* 4056 paket/s dan dengan kecepatan 150 Mbps.
 - c. Router dengan kapasitas 4056.604 paket/sec dan dengan *access speed* 150 Mbps.
 - d. Terminal, *IP phone* berdasarkan kapasitas terminal yang dibutuhkan sebesar 2982,534 Mbps.
4. Pada perencanaan ini, dengan menggunakan probabilitas (ρ), untuk layanan data sebesar 10^{-9} , untuk layanan *voice* sebesar 10^{-7} , untuk layanan video sebesar 10^{-10} , didapatkan *throughput* :
 - Untuk kategori layanan data, sebesar $1472,02129 \cdot 10^6$ paket/s dengan kecepatan rata-rata data yang diterima sebesar 386005,3225 Mbps.
 - Untuk kategori layanan *voice*, sebesar $147,187541 \cdot 10^6$ paket/s dengan kecepatan rata-rata data yang diterima sebesar 50013,76 Mbps.

- Untuk kategori layanan video, sebesar $12378,51302 \cdot 10^6$ paket/s dengan kecepatan data yang diterima sebesar 2475702,604 Mbps.
5. Probabilitas bit *error rate* untuk masing-masing infrastruktur yang dibutuhkan dalam perencanaan layanan *Telemedicine* untuk jaringan ATM B-ISDN adalah :
- Probabilitas pada *router* untuk layanan data $2 \cdot 10^{-11}$, *voice* sebesar 10^{-8} , untuk video sebesar 10^{-11} .
 - Probabilitas pada *switch* untuk layanan data $64 \cdot 10^{-11}$, *voice* sebesar $6,004 \cdot 10^{-9}$, untuk video sebesar $6 \cdot 10^{-12}$.
 - Probabilitas pada Terminal untuk layanan data 10^{-11} , untuk *voice* sebesar $9 \cdot 10^{-9}$, untuk video sebesar $9 \cdot 10^{-12}$.
6. Pada perencanaan ini, melalui perhitungan, besarnya kapasitas kanal yang disediakan oleh sistem jaringan ATM B-ISDN untuk layanan *Telemedicine* dengan *access speed* 150 Mbps adalah sebesar 165,75 Mbps.

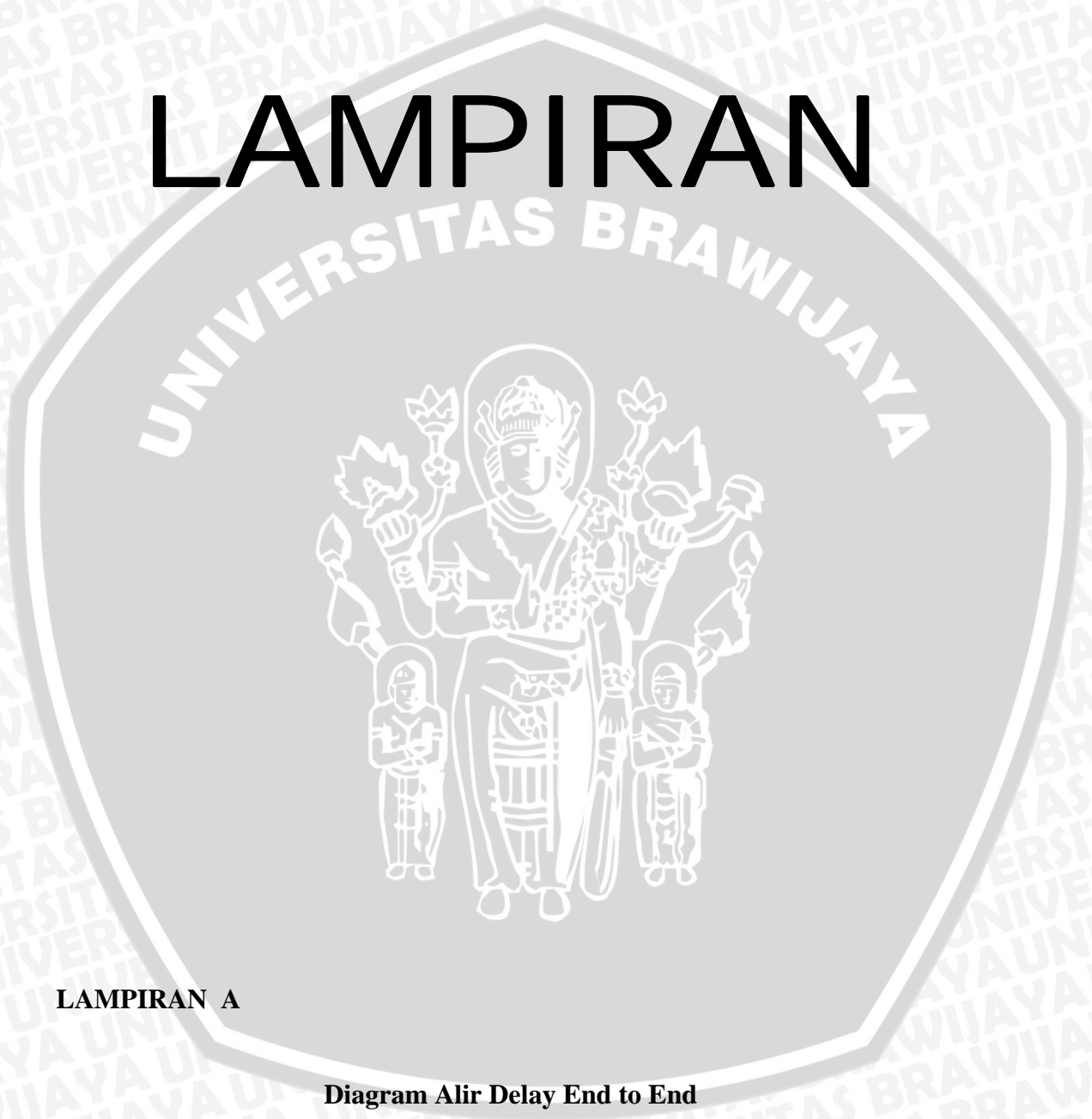
1.2 Saran

Perencanaan layanan *Telemedicine* untuk jaringan ATM B-ISDN dapat dikembangkan dengan menggunakan jaringan lain seperti melalui satelit (VSAT) ataupun WATM (*Wireless ATM*).

DAFTAR PUSTAKA

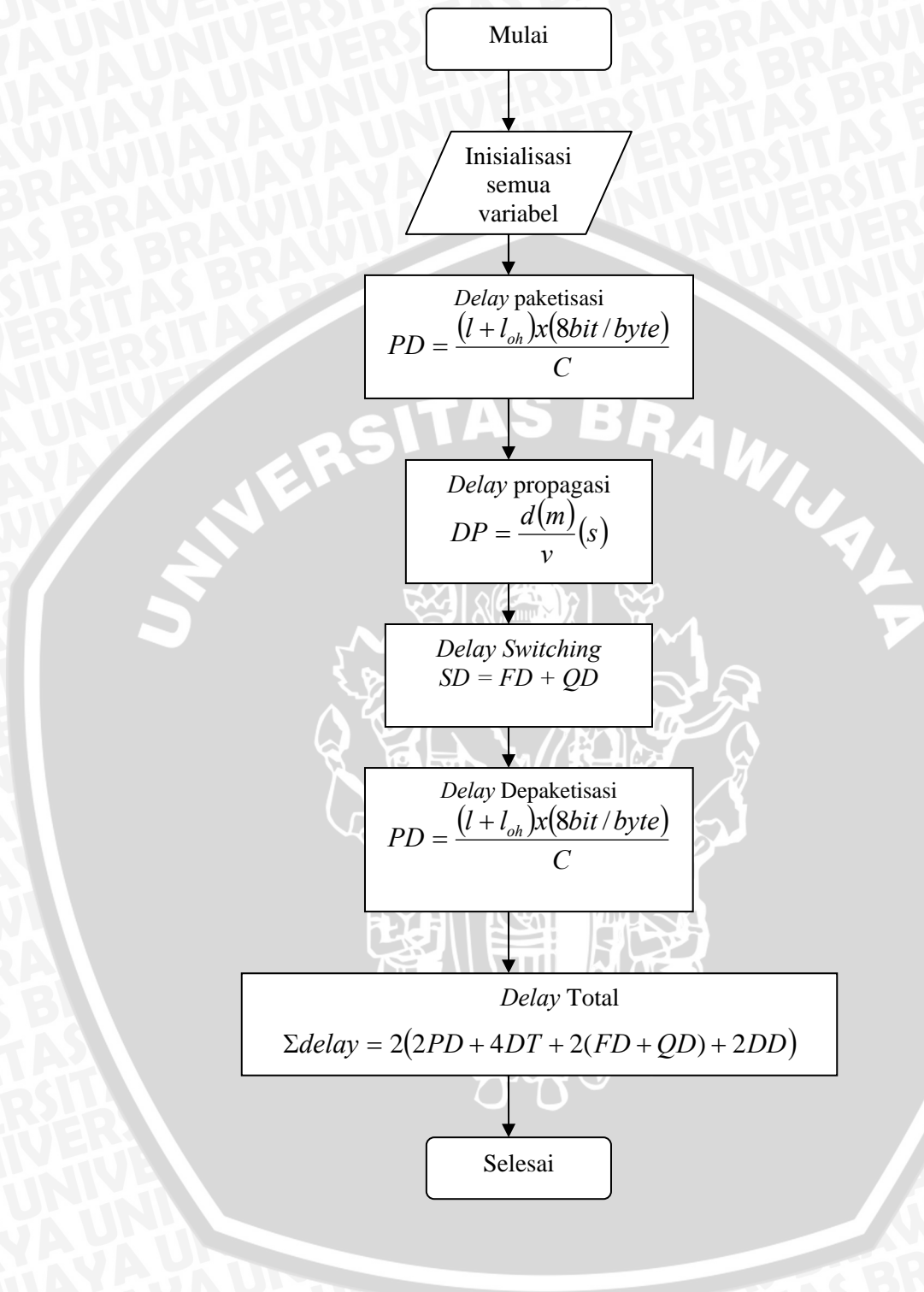
- Andrew S. Tanenbaum**, "Jaringan Komputer jilid I". Prehalindo Jakarta, 1996.
- Anonymous**, "Konsep jaringan Komputer dan Pengembangannya". Salemba Infotek.
- Behrouz A. Forouzan**, "*Data Communication and Networking*". 2nd edition. McGraw-Hill International Edition.
- De Martin, Prycker**, 1995, *Asynchronous Transfer Mode Solution for BroadBand ISDN Third Edition*, Prentice Hall Europe.
- Newman, Robert C.**, 2002, *BroadBand Communications*, Pearson Education. Inc, Upper Saddle River, New Jersey.
- Prycker, Martin de**. 1995. *ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE : Solution for Broadband ISDN*, 3rd Edition, Prentice Hall Europe.
- Sackett/ Metz**, "*ATM Multiprotocol Networking*". McGraw-Hill, New York, 1996.
- Schwartz, Mischa**, 1987,. *Telecommunication Networks, Protocol, Modelling, and Analysis, Reading (MA)*, Addison-Wesley, New York.
- Stalling, William**. 1995 *ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM (3rd ed)*, Prentice. Hall. Inc, New Jersey.
- Stallings, William**, "Data and Computer Communications", Fifth Edition, New Jersey, Prentice Hall, Inc, 1997.
- S.V. Raghavan/Satish K.Tripathi**, "*Networked Multimedia System :Concepts, Architecture and Design*". Prentice Hall Inc., New Jersey, 1998.
- [Http://www.binadarma.ac.id](http://www.binadarma.ac.id), diakses tanggal 29/07/2006
- www.cisco.com/router21.html , diakses tanggal 19/09/2006
- www.elektroindonesia.com/elektro/telkom11.html, diakses tanggal 29/06/2006.
- www.wds.ch/telemmed/hist10, diakses tanggal 18/06/2006.

LAMPIRAN



LAMPIRAN A

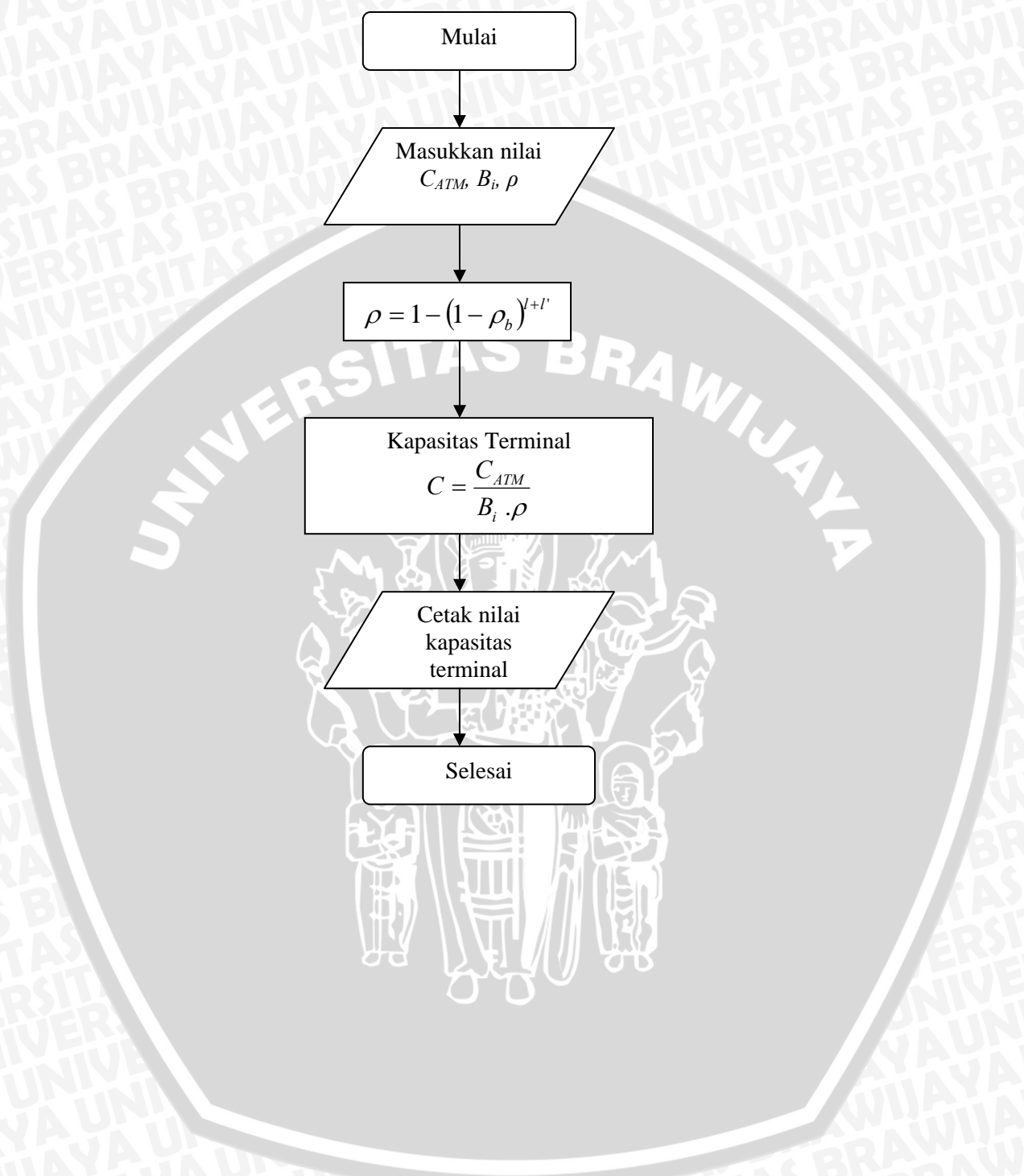
Diagram Alir Delay End to End



LAMPIRAN B

Diagram Alir Kapasitas Terminal

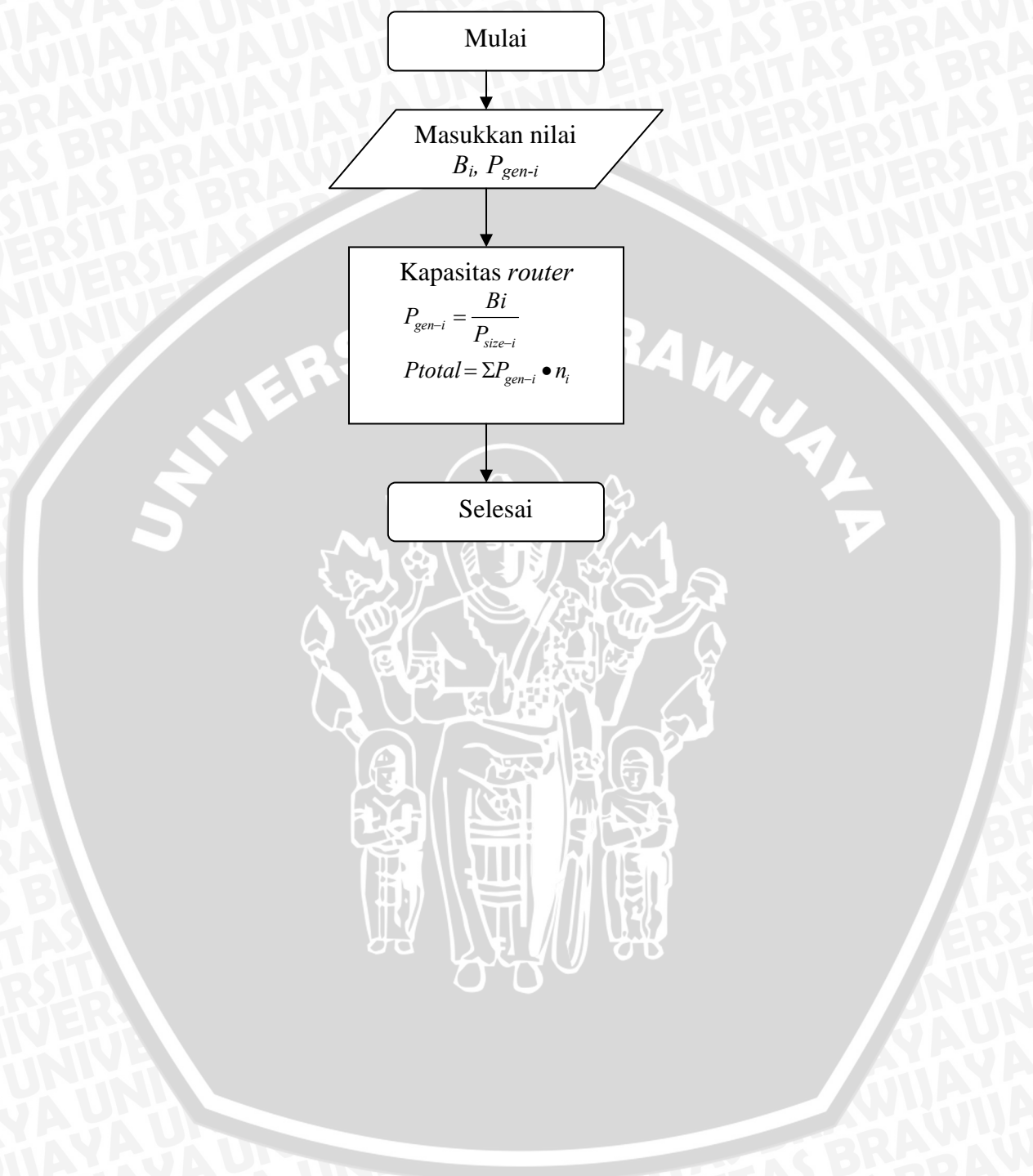




LAMPIRAN C

Diagram Alir Kapasitas Router

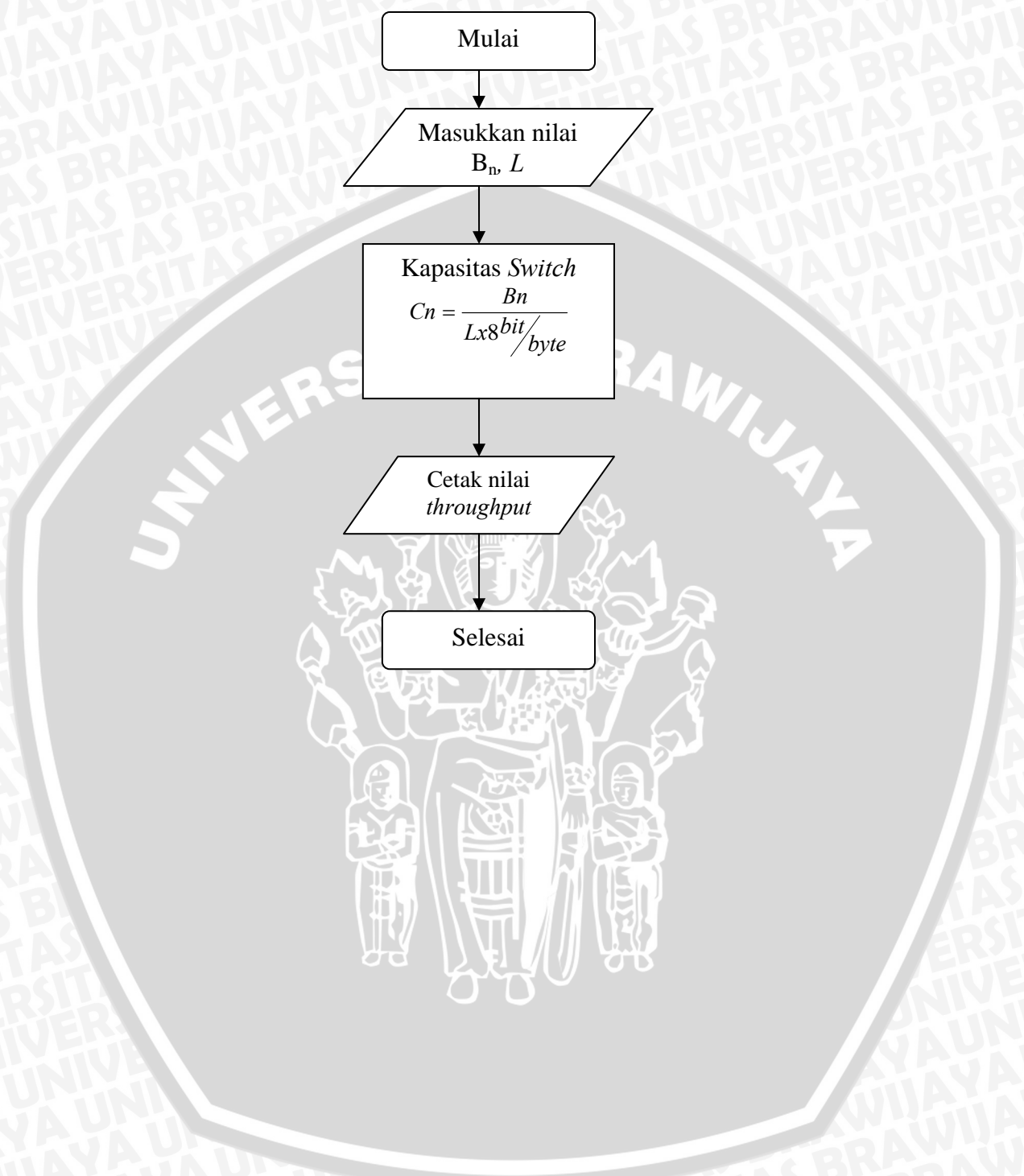




LAMPIRAN D

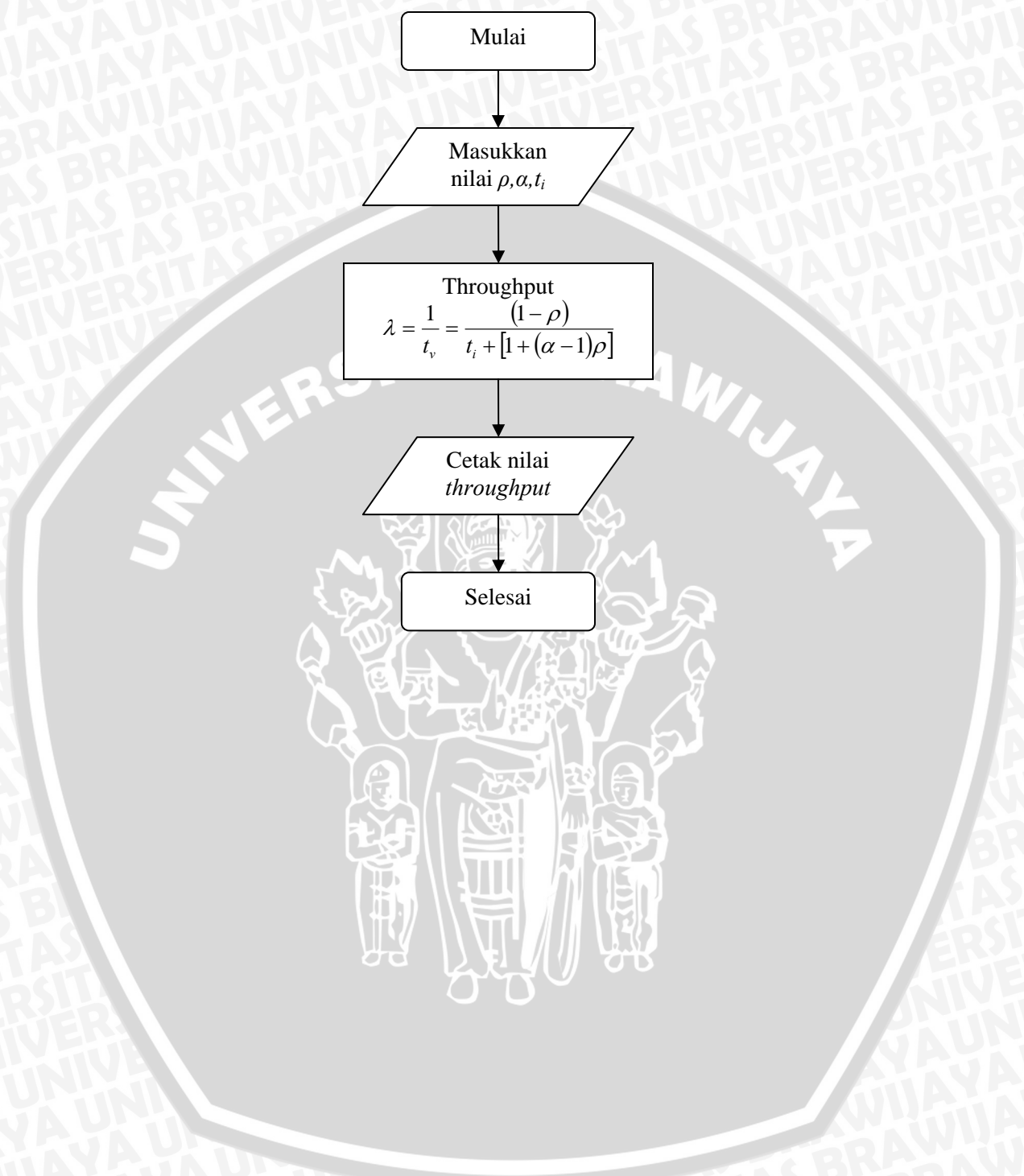
Diagram Alir Kapasitas Switch





LAMPIRAN E

Diagram Alir Perhitungan Throughput



Lampiran Program

Program Perencanaan Throughput

```

#include <iostream. h>
#include <math. h>
#include <conio. h>
#include <iomanip. h>

void main()
{
    float l, l_aksen, t_out, t1, P1, a, l, C_switch, Th_put;
    char ulang;
    l = 2500; //bit => Jumlah bit transmisi data teks
    l_aksen = 53 //byte => 48 payload + 5 header
    t_out = 0,067916 //s => Delay total
    C_switch = 155,52 //Mbps => Kecepatan switching ATM
    P1 = pow10(-9); //Cost => Toleransi probabilitas bit error ==>Bit
    Error Rate

    do{
        clrscr();
        cout << "SIMULASI PERHITUNGAN THROUGHPUT" << endl;
        cout << "-----" << endl << endl;
        cout << "Panjang Paket Data (byte) ; "; cin >> l;
        t1 = ((l+l_aksen)*8)/(C_switch*pow10(6)); //s=> Waktu transmisi paket
        data pengirim
        a = 1 +(t_out/t1); // => konstanta perbandingan
        Th_put = (1-p1)/(t1*(1+(a-1)*p1)); //paket per s => Throughput
        cout << setiosflags(ios::fixed) << setprecision(*);
        cout << "Throughput (paket per s)= " << Th_put ., endl;
        cout << endl << "Menghitung lagi (Y/T)? "; cin >> ulang;
    } while((ulang!='T')&&(ulang!='t'));
}

```

Lampiran Program

Program Perencanaan Delay

```

#include <iostream. h>
#include <math. h>
#include <conio. h>
#include <iomanip. h>

void main()
{
    float l, l_aksen, W_sel, d, v, C_switch, C_trans, u, lambda, Df, Dq, Ds, Dp,
    Dprop, Dt, G, Dd;
    char ulang;
    l = 2500; //bit => Jumlah Bit Transmisi data
    teks
    l_aksen = 53; //byte => 48 payload + 5 header
    W_sel = 32,4167; //sel => Jumlah Sel ATM
    d = 25; //Km => Jarak Transmisi
    v = 1/4; //Km/us => Kecepatan propagasi
    sinyal pada media kabel
    C_switch = 155,52; //Mbps => Kecepatan switching
    G = 9.163*pow10(-5); //paket/s => Rata-rata kedatangan
    paket data
    C_trans = 150; // Mbps => Kecepatan Transmisi
    jaringan

    do{
        clrscr();
        cout << "PERENCANAAN DELAY" << endl;
        cout << "=====" << endl << endl;
        cout << "Panjang Paket Data (byte) : "; cin >> l;
        Dp = ((l+l_aksen)*8)/(C_trans*pow10(6)); //s => delay paketisasi
        Dprop = d/v*pow10(-6); //s => delay propagasi
        Df = ((W_sel*l_aksen)*8)/(C_switch); //s => delay fixed switching
        lambda = 1/G; //s => waktu untuk
        kecepatan kedatangan paket data
        u = (C_switch*pow10(6))/((W_sel*l_aksen)*8); //s => laju pelayanan
        switch
        Dq = ((lambda/u)/(u-lambda))+1/u; //s => delay antrian
        Ds = Df+Dq; //s => delay switching
        Dd = (l+l_aksen)*8/(C_trans*pow10(6)); //s => delay depaketisasi
        Dt = 2*((2*Dp)+(4*Dprop)+(2*Ds)+(2*Dd)); //s => delay total
        cout << setiosflags(ios::fixed) << setprecision(8);
        cout << "Delay paketisasi = " << Dp << "s" << endl;
        cout << "Delay Propagasi Sinyal = " << Dprop << "s" << endl;
        cout << "Delay Switching = " << Df << "s" << endl;
        cout << "Delay Depaketisasi = " << Dd << "s" << endl;
        cout << "Delay Total (end-to-end) = " << Dt << "s" << endl;
        cout << endl << "Menghitung lagi (Y/T)? "; cin >> ulang;
    }
}

```



```
}while(ulang!='T')&&(ulang!='t');  
}
```



Lampiran Program

Perencanaan Kapasitas Kanal



```

#include <iostream. h>
#include <math. h>
#include <conio. h>
#include <iomanip. h>

void main()
{
    float l, l_aksen, Pb, C_layanan, a, td, tp, C_kanal;
    int N;
    char ulang;
    l = 384; //bit => Panjang Data informasi ATM
    l_aksen = 40; //bit => Header
    Pb = pow10(-7); //Const => Toleransi probabilitas bit eror => Bit
    Error Rate
    td = 0.1; //s => Delay Prop
    tp = 0.0071; //s => Delay Paketisasi
    C_layanan = 150; //Mbps => Kapasitas Layanan Transmisi

    do{
        clrscr();
        cout << "PERENCANAAN KAPASITAS KANAL" << endl;
        cout << "======" << endl << endl;
        cout << "Panjang Paket Data (byte) : "; cin >> l;

        P = ((1+l_aksen)*Pb); // => Toleransi probabilitas Bit Eror
        a = (3+(2*(td/tp))); // => konstanta perbandingan
        N = int(C_layanan/((l/(1+l_aksen))*((1-P)/(a-1)))); //Mbps =>
        Kapasitas Kanal
        cout << setiosflags(ios::fixed) << setprecision(8);
        cout << "Kapasitas Kanal = " << N << "Kanal" << endl;
        cout << endl << "Menghitung lagi (Y/T)? "; cin >> ulang;
    }while((ulang!+'T')&&(ulang!='t'));
}

```

Listing Program Kapasitas Terminal

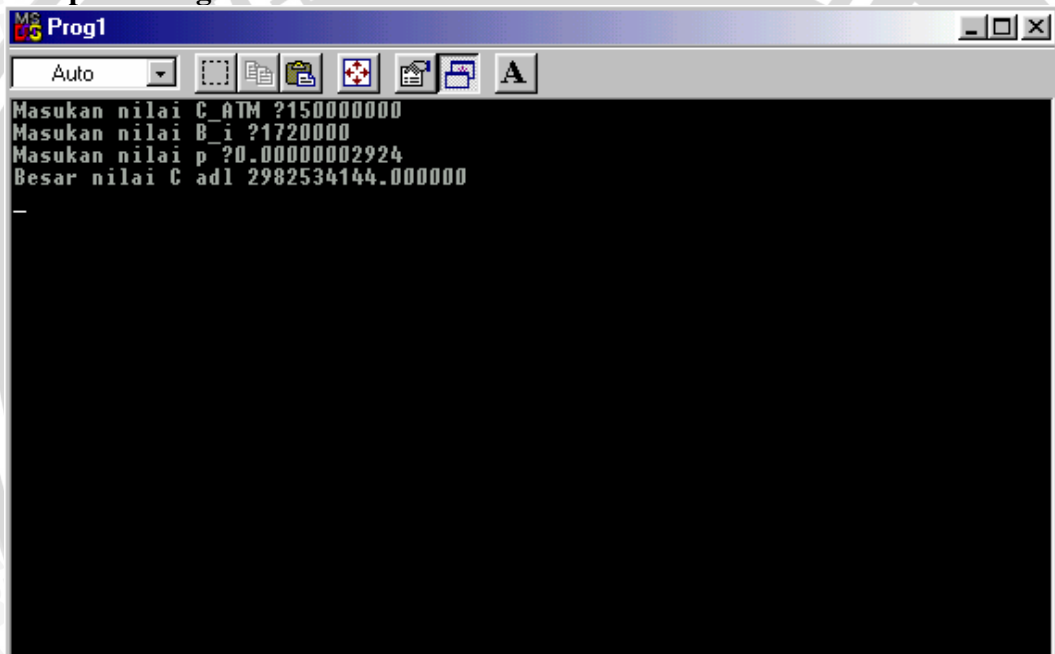
```

#include <stdio.h>
#include<math.h>

```

```
main()
{
    float C_ATM,B_i,p,C;
    printf("Masukan nilai C_ATM ?"); // C_ATM=Kapasitas jar. ATM
    scanf("%f",&C_ATM);
    printf("Masukan nilai B_i ?"); // B_i=Bandwidth tiap panggilan
    scanf("%f",&B_i);
    printf("Masukan nilai p ?"); // p=Prob.paket
    scanf("%f",&p);
    C=C_ATM/(B_i*p);
    printf("Besarnya nilai C adalah %f\n",C); // C=Kapasitas terminal
    scanf("%f",&C);
}
```

Tampilan Program :



```
MS-DOS Batch File Prog1
Auto
Masukan nilai C_ATM ?150000000
Masukan nilai B_i ?1720000
Masukan nilai p ?0.0000002924
Besarnya nilai C adalah 2982534144.000000
```

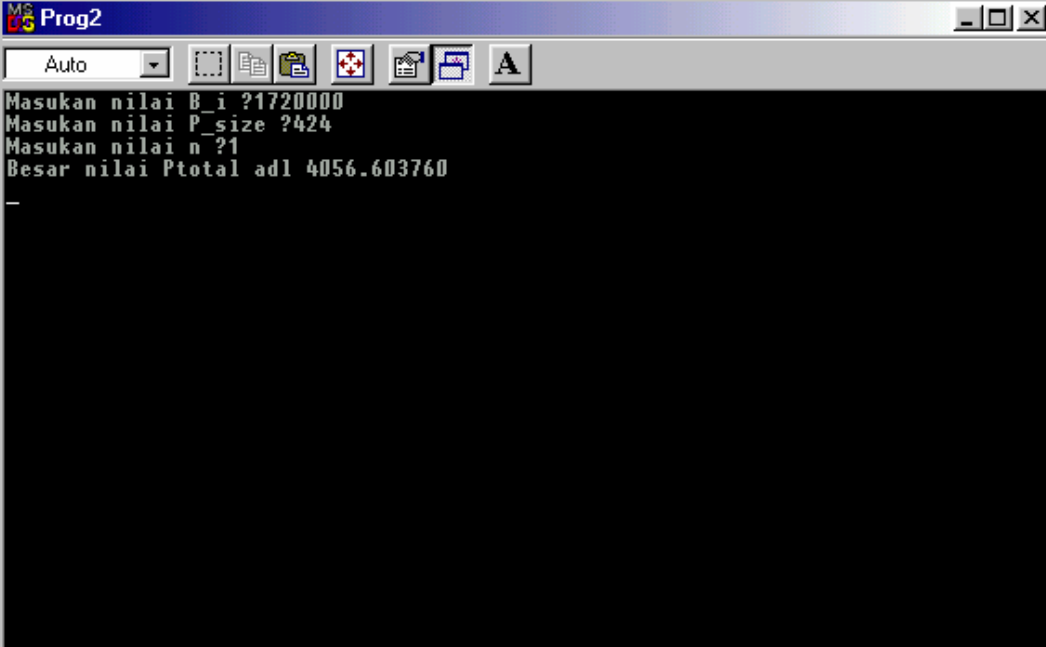
Listing Program Kapasitas Switch

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
```



```
main()
{
    float P_gen,B_i,P_size,n,Ptotal;
    printf("Masukan nilai B_i ?"); // B_i=Bandwidth tiap panggilan
    scanf("%f",&B_i);
    printf("Masukan nilai P_size ?"); // P_size=Ukuran paket
    scanf("%f",&P_size);
    printf("Masukan nilai n ?");
    scanf("%f",&n);
    Ptotal=(B_i/P_size)*n;
    printf("Besarnya nilai Ptotal adalah %f\n",Ptotal); // Ptotal=Paket total ATM
    scanf("%f",&Ptotal);
}
```

Tampilan Program :



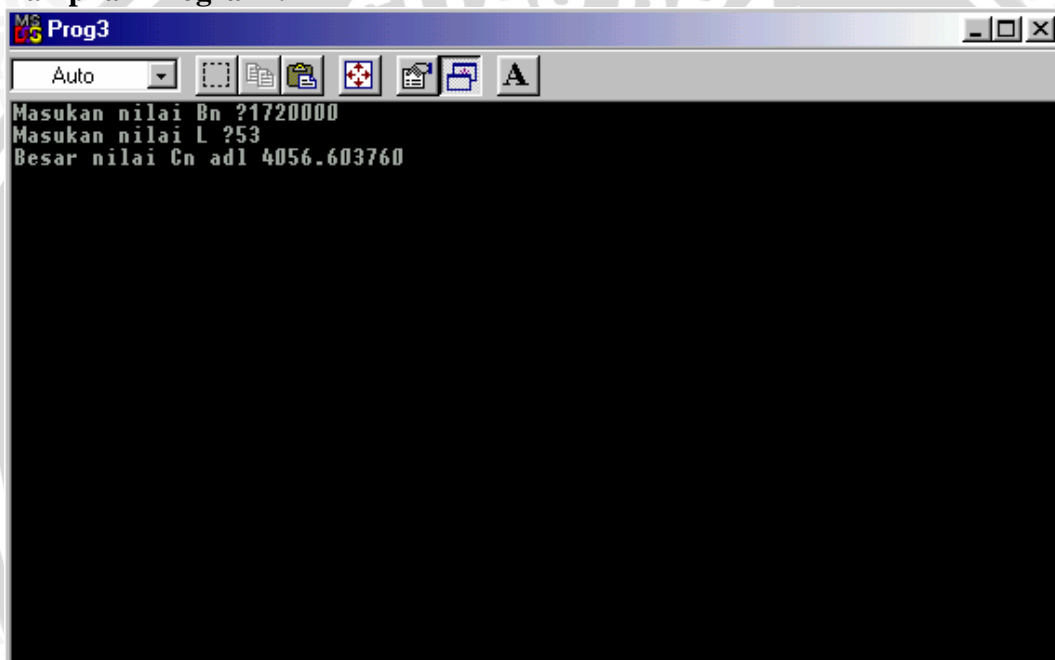
```
MS-DOS Batch File Prog2
Auto
Masukan nilai B_i ?1720000
Masukan nilai P_size ?424
Masukan nilai n ?1
Besarnya nilai Ptotal adalah 4056.603760
```

Listing Program Kapasitas Router

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
```

```
main()
{
    float Cn,Bn,L;
    printf("Masukan nilai Bn ?"); // Bn=Bandwidth tiap panggilan
    scanf("%f",&Bn);
    printf("Masukan nilai L ?"); // L=Ukuran bit
    scanf("%f",&L);
    Cn=Bn/(L*8);
    printf("Besarnya nilai Cn adalah %f\n",Cn); // Cn=Kapasitas Router
    scanf("%f",&Cn);
}
```

Tampilan Program :



```
MS-DOS Batch File Prog3
Auto
Masukan nilai Bn ?1720000
Masukan nilai L ?253
Besarnya nilai Cn adalah 4056.603760
```

Integrated Services for Small to Large Offices



2800 Series routers to select the right one for your business. (3:58 min) This content requires the Macromedia Flash Player. Scripting must be enabled to view the video. [Get Flash](#)

Video Data Sheet

Learn about the different models in the 2800 Series routers to select the right one for your business. (3:58 min)

The award-winning Cisco 2800 Series routers, ideal for small to medium-sized businesses and enterprise branch offices, are designed for wire-speed delivery of highly secure concurrent services and can accommodate multiple T1/E1 connections for services including:

- Data
- [Security](#)
- [Voice](#)
- Video
- [Wireless](#)

The integrated services routing architecture of the Cisco 2800 Series provides the performance, availability, and reliability needed to scale mission-critical business applications in the most demanding environments.

The integrated services routing architecture of the Cisco 2800 Series provides the performance, availability, and reliability needed to scale mission-critical business applications in the most demanding environments. Features of the routers include:

- Built-in security

- [Cisco Router and Security Device Manager \(SDM\)](#) for simplified management
- A modular platform with a broad range of interface options
- Up to 2 10/100/1000 Mbps built-in routed ports
- Up to 64 10/100 Mbps switch ports with optional Power over Ethernet (PoE), for providing DC power to network devices such as IP phones
- Up to 1500 VPN tunnels
- [Cisco CallManager Express \(CME\)](#) call-processing support for up to 96 Cisco IP phone users
- [Cisco Survivable Remote Site Telephony \(SRST\)](#) support for up to 96 Cisco IP phone users, allowing the router to provide call-processing functionality to keep voice service in operation should the connection to Cisco CME be lost
- Support for wireless LAN standards 802.11a/b/g

Support for a Small Form-Factor Pluggable (SFP) port for Gigabit Ethernet (except 2801)

- Built-in redundant power supply connector (except 2800)

List Price 2000\$

