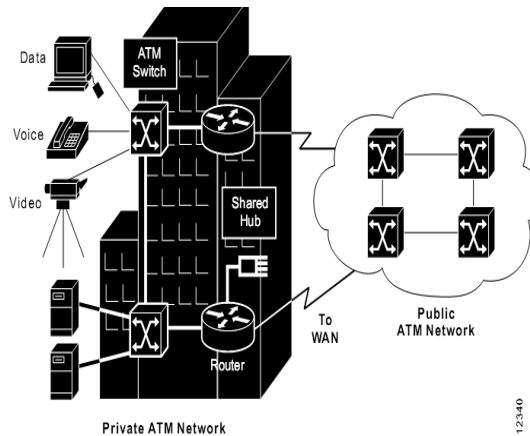


BAB II

DASAR TEORI

2.1 *ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE (ATM)*

Pengertian umum dari *Asynchronous Transfer Mode (ATM)* adalah *International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector ITU-T* untuk *relay* sel dimana bermacam-macam tipe informasi dari berbagai jenis layanan, seperti: *voice*, *video* atau data dibawa dalam bentuk sel-sel berukuran kecil. ATM merupakan jaringan *connection oriented* [2]. Gambar 2.1 merupakan ilustrasi dari *private ATM network* dan *public ATM network* yang membawa trafik berupa *voice*, *video* dan data [1].



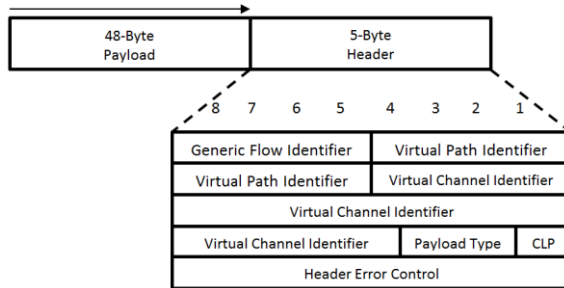
Gambar 2.1 Ilustrasi jaringan ATM [1].

Beberapa keuntungan dari teknologi ATM adalah sebagai berikut[1]:

1. *Guaranteed capacity*.
2. *Constant transmission delay*.
3. Fleksibel dan efisien untuk *intermittent* trafik.
4. *Scalable bandwidth* dari *megabits per second* (Mbps) hingga *gigabits per second* (Gbps).

2.1.1 ATM Cell Basic Format

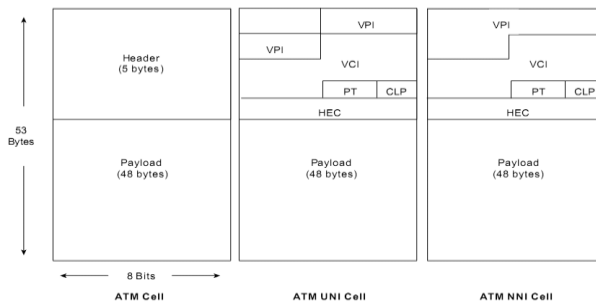
ATM mentransfer informasi dengan ukuran yang fix yang dinamakan *cell*. Setiap *cell* terdiri dari 53 *octet* atau *bytes*. 5 *bytes* pertama merupakan *header* yang berisi tentang *cell header* informasi. 48 *bytes* berikutnya berisi *payload* (*user information*). Ukuran *cell* yang fix dan kecil sangat cocok untuk mentransmisikan *voice* dan *video* trafik karena trafik yang demikian tidak ada toleransi terhadap delay yang menghasilkan waktu tunggu data paket untuk di download diantara waktu lain. Gambar 2.2 mengilustrasikan format ATM *cell*[1].



Gambar 2.2 format ATM Cell[1].

2.1.2 ATM Cell Header Format

Terdapat dua macam format pada *header* ATM sel yaitu UNI dan NNI. *UNI header* digunakan untuk komunikasi diantara ATM *endpoints* dan ATM *switch* pada *private network*. Sedangkan *NNI header* digunakan untuk komunikasi diantara *switch*. Gambar 2.3 mendeskripsikan ATM UNI cell header format dan ATM NNI cell header format [1].



Gambar 2.3 ATM cell header format [1].

Fungsi dari setiap blok pada header tersebut adalah sebagai berikut[1] :

1. *Generic Flow Control (GFC)*

Menyediakan fungsi lokal seperti mengidentifikasi beberapa stasiun yang menggunakan *single ATM interface*. Blok ini biasanya tidak digunakan dan diatur ke nilai default.

2. *Virtual Path Identifier (VPI)*

Mengidentifikasi tujuan berikutnya dari sebuah sel saat melewati serangkaian *switch ATM* dalam perjalanan ke tujuannya.

3. *Virtual Channel Identifier (VCI)*

Mengidentifikasi tujuan berikutnya dari sel saat melewati serangkaian *switch ATM* dalam perjalanan ke tujuannya.

4. *Payload Type (PT)*

Menunjukkan bit pertama apakah sel berisi *user data* atau *control data*, bit kedua menunjukkan kemacetan bit ketiga menunjukkan apakah sel adalah yang terakhir dalam serangkaian sel mewakili *frame AAL 5*.

5. *Congestion Loss Priority*

Menunjukkan apakah sel harus dibuang jika menemukan kemacetan ekstrim ketika bergerak

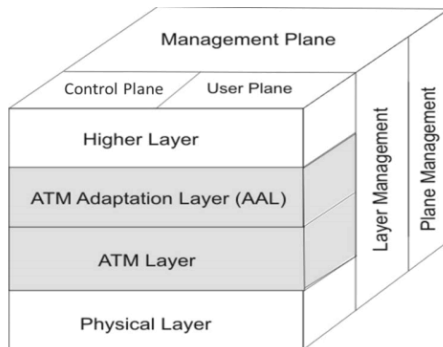
melalui jaringan.

6. *Header Error Control*

Menghitung *checksum* pada header itu sendiri.

2.1.3 Protokol Jaringan ATM

Model referensi ATM menggunakan model 3 dimensi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.4. Model ini terdiri dari tiga bidang (plane) yang masing-masing memiliki fungsi tersendiri[3].



Gambar 2.4 Protokol jaringan ATM [3].

Beberapa fungsi dari ketiga bidang tersebut adalah sebagai berikut[3] :

1. *User Plane*

Bidang ini memiliki fungsi untuk transfer informasi pengguna. Pada sisi pengirim bidang ini berfungsi untuk memaketkan

informasi pengguna kedalam sel dan mentransmisikan sel-sel tersebut melalui lapis fisik. Pada bagian penerima, bidang ini melakukan operasi yang sebaliknya.

2. *Control Plane*

Bidang ini bertanggung jawab dalam membangun dan memutuskan koneksi antara sumber dan tujuan. Saat sebuah koneksi dibangun, bidang kontrol ini membangun pemetaan di antara *switch* VPI/VCI datang dan VPI/VCI keluar. Pemetaan inilah yang berfungsi untuk merutekan sel ke tujuan. Saat koneksi diputuskan, bidang kontrol menghapus pemetaan yang terdapat pada *switch-switch* antara sumber dan tujuan.

3. *Management Plane*

Bidang ini bertanggung jawab untuk mengatur lapis-lapis individu pada protokol ATM dan membuat koordinasi antar lapis. Bidang ini terdiri dari bagian pengaturan lapis dan bagian pengaturan bidang. Bagian pengatur lapis bertanggung jawab untuk mengatur administrasi, pemeliharaan, dan konfigurasi masing-masing lapis. Sedangkan bidang pengaturan bidang bertanggung jawab untuk

mengkoordinasikan semua bidang-bidang pada protokol ATM.

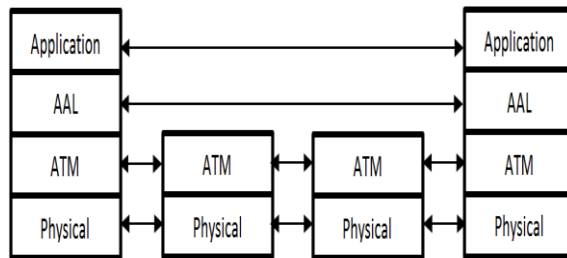
2.1.4 ATM Physical Layer

Lapis fisik ATM memiliki 4 fungsi: Mengubah sel menjadi deretan bit, mengontrol transmisi dan penerimaan bit-bit yang melalui media fisik, menentukan batas-batas sel, dan memaketkan sel-sel ke dalam jenis *frame* yang sesuai dengan media fisiknya. Misalnya, sel-sel akan dipaketkan secara berbeda untuk media fisik SONET dengan DS-3 atau media lainnya[3].

2.1.5 ATM Layer

Lapis ATM merupakan lapis inti dari stack protokol ATM. Semua fungsi-fungsi penting dilakukan pada lapis ini. Lapis ini menggabungkan deretan sel dari beberapa pengguna ke dalam satu saluran dan memisahkannya pada antarmuka jaringan pengguna di tujuan. Pada node-node antara, dilakukan penerjemahan dari VPI/VCI dan juga proses switching sel. Lapis ini juga mengimplementasikan manajemen trafik dan kontrol hubungan. Termasuk didalamnya fungsi untuk memeriksa ketersediaan *resource* saat menerima permintaan hubungan dan memeriksa laju data yang diminta oleh pengguna saat

terhubung dengan jaringan. Lapis ATM menerima 48 *byte* payload dari lapis di atasnya dan menambahkan 5 *byte header* sel sehingga menjadi sel berukuran 53 *byte*. *Header* sel selain berisi informasi VPI/VCI, juga berisi *field* lain seperti bit prioritas sel, *field* jenis *payload* dan *field* pemeriksa kesalahan header. Proses switching sel pada jaringan ATM dilakukan pada lapis ATM. Contoh dari sel switching pada protokol ATM yang terjadi saat dua buah perangkat berhubungan ditunjukkan oleh Gambar 2.5, *switch* ATM hanya membutuhkan lapis fisik dan lapis ATM saat memindahkan sel [3].



Gambar 2.5 *Switching* sel pada ATM [4].

2.1.6 ATM *Adaptation Layer*

Lapis *ATM Adaptation Layer* (AAL) bertanggung jawab untuk menangani berbagai jenis data yang berbeda dan memetakan kebutuhan dari

aplikasi-aplikasi terhadap layanan yang disediakan oleh lapis yang di bawahnya. Forum ATM menetapkan empat jenis AAL yaitu AAL1, AAL2, AAL3/4, dan AAL5 [3].

2.1.7 Kategori Layanan ATM

Adapun beberapa kategori layanan atau transfer mode mode pada ATM yaitu *Constant Bit Rate (CBR)*, *Real Time Variable Bit Rate (Rt-VBR)*, *Non Real Time Variable Bit Rate (nrt-VBR)*, *Unspecified Bit Rate (UBR)* dan *Available Bit Rate (ABR)* [4].

1. *Constant Bit Rate (CBR)*

CBR digunakan untuk layanan *delay-sensitive*, *real time* trafik seperti *voice* dan *video*. CBR juga digunakan untuk membawa *synchronous* transport seperti T1 trafik melalui jaringan ATM atau disebut juga CES. AAL 1 ATM Adaptation Layer digunakan menangani fungsi CES tersebut. Kategori CBR mengalokasikan *bandwidth* berdasarkan nilai *peak rate* dari trafik yang datang. User mendapatkan garansi penuh untuk mengakses *peak bandwidth* yang dialokasikan secara merata selama koneksi yang ditentukan dan tidak terpengaruh oleh

pola *bandwidth* yang digunakan oleh user lain[13].

2. *Real Time Variabel Bit Rate* (rt-VBR)

Kategori *Variable Bit Rate* (VBR) utamanya digunakan untuk menangani *bursty* dengan *bandwidth* yang bervariasi setiap waktu. Rt-VBR digunakan jika sumber trafiknya beroperasi secara *real-time* dan delaynya sensitif misalnya *compressed voice* and MPEG *video* trafik. Sebagai contoh, aplikasi *voice* dengan *silence suppression* and kemampuan *voice compression* dapat menggunakan Rt-VBR untuk menggantikan CBR untuk menurunkan *bandwidth* yang digunakan selama masih mempertahankan *delay* yang dipersyaratkan[13].

3. *Non Real Time Variabel Bit Rate* (nrt-VBR)

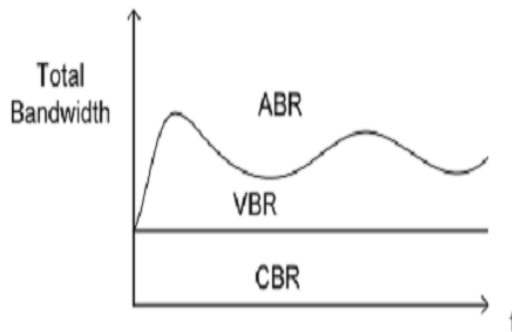
Kategori Nrt-VBR digunakan untuk aplikasi trafik yang sumbernya *non real time*. nrt-VBR service lebih cocok digunakan ketika aplikasinya tidak ada *delay bound*. Nrt-VBR class traffic dapat memberikan toleransi *delay* melalui *buffering*. Nrt-VBR dapat digunakan untuk *data transfer* yang tidak sensitif terhadap *delay* tapi membutuhkan CLR yang rendah[13].

4. *Unspecified Bit Rate (UBR)*

Kategori *Unspecified Bit Rate (UBR)* utamanya didefinisikan untuk menangani LAN trafik untuk membawa keuntungan dari sisa *bandwidth* yang tersedia. UBR tidak memberikan jaminan garansi pada tiap level *bandwidth*. Hal itu memperbolehkan sumber untuk menggunakan sisa *bandwidth* yang tersedia dengan maksimal. Akan tetapi, selama periode *low traffic*, sumber dari LAN dapat mengambil keuntungan *full line speed*. Namun, selama periode *very high bandwidth usage*, hal tersebut memungkinkan bahwa sumber UBR tidak akan menerima *bandwidth* sedikitpun secara keseluruhan. Untuk kelas trafik UBR, jaringan ATM tidak memberikan garansi pada QoS parameter (CLR, CTD). ATM tidak mempertimbangkan *congestion control* pada UBR trafik. UBR dapat juga digunakan untuk mengambil keuntungan *background bandwidth* yang tersedia untuk aplikasi seperti *transferring news ,weather pictures, file transfer and email*[13].

5. Available Bit Rate (ABR)

Kategori *Available Bit Rate* (ABR) telah didefinisikan sebagai pemurnian pada kelas UBR. ABR menyediakan beberapa tingkatan kontrol melalui aliran trafik juga adanya garansi pada *bandwidth* yang minimum. Melalui mekanisme *traffic flow control*, sumber trafik menyesuaikan produksi trafik berdasarkan pada kondisi jaringan. Namun, ketika terjadi kongesti, sumber ABR mengantisipasinya dengan menurunkan pemakaian *bandwidth*. Berbeda dengan UBR, ABR memberikan garansi pada minimum *bandwidth*. ABR biasanya digunakan untuk LAN trafik..



Gambar 2.6 Pola kategori layanan ATM[4].

2.1.8 *Quality of Service (QoS)*

Salah satu kelebihan dari jaringan ATM adalah kemampuannya menyediakan *Quality of Service (QoS)* yang dibutuhkan oleh suatu layanan. QoS menjamin bahwa suatu layanan akan mendapatkan resource jaringan yang dibutuhkannya. Umumnya ada tiga parameter QoS yang dispesifikasi pada ATM sebagai indikator performa jaringan[4]:

1. *Cell Transfer Delay (CTD)*

CTD merupakan delay yang dialami oleh sebuah sel mulai dari bit sel pertama yang dikirimkan oleh sumber sampai bit terakhir yang diterima pada tujuan. Delay pada jaringan ATM terdiri dari delay paketisasi, delay transmisi, delay *switching*, delay antrian, dan delay *reassembly*[3].

2. *Cell Delay Variation (CDV)*

CDV Merupakan perbedaan Maksimum CTD dan Minimum CTD yang terjadi selama koneksi berlangsung[3].

3. *Cell Loss Ratio (CLR)*

CLR merupakan persentase sel hilang yang terjadi pada jaringan akibat dari error maupun kongesti sehingga sel tidak sampai ke tujuan[3].

$$CLR = \frac{\text{Traffic Sent} - \text{Traffic Received}}{\text{Traffic Sent}} \dots (2.1)$$

Jaringan ATM mendefinisikan parameter QoS berdasarkan jenis kategori layanan yang digunakan. Tabel 2.1 merepresentasikan nilai standarisasi QoS ATM[5].

Tabel 2.1 STANDARISASI QOS ATM [5][14]

	CBR, RT-VBR	NRT-VBR	ABR	UBR
CLR-Cell Loss Ratio	<3%, <1%	<i>Unspecified</i>	<i>Unspecified</i>	<i>Unspecified</i>
CDV-Cell Delay Variation	< 1 ms	<i>Unspecified</i>	<i>Unspecified</i>	<i>Unspecified</i>
Max CTD, Maximum Cell Transfer Delay	< 2 s	< 10 s	<i>Unspecified</i>	<i>Unspecified</i>

2.2 TEORI ANTRIAN

Kata antrian datang, melalui perancis, dari bahasa Latin *cauda*, yang berarti ekor. Teori *queueing* umumnya dianggap sebagai sebuah cabang dari riset operasi karena hasil sering digunakan ketika membuat keputusan yang dibutuhkan untuk menyediakan layanan. Aplikasi yang sering ditemui dalam layanan pelanggan situasi serta transportasi dan telekomunikasi. Teori *queueing* langsung diterapkan pada sistem transportasi cerdas, *call center*,

PABXs, jaringan telekomunikasi, *server queueing*, *mainframe* komputer terminal *queueing* telekomunikasi, sistem telekomunikasi maju, dan arus lalu lintas[6].

Beberapa teori antrian yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

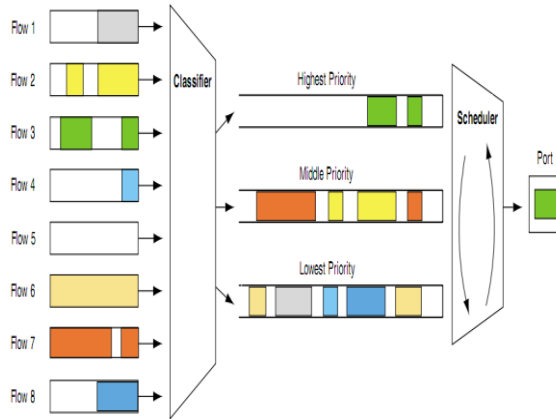
a. *Priority-Queue* (PQ)

Priority Queueing (PQ) adalah sebuah metode untuk menyediakan cara yang simpel untuk membeda-bedakan suatu layanan. Teknik ini menggunakan antrian ganda. Antrian adalah layanan dengan level prioritas yang berbeda dan antrian dengan prioritas tertinggi dilayani pertama kali. Paket ditempatkan di salah satu antrian berdasarkan klasifikasinya[7].

Paket dijadwalkan dari suatu antrian hanya jika prioritas tertinggi kosong. Paket dijadwalkan secara FIFO pada tiap prioritas antrian. Pada saat terjadi kongesti paket di drop dari prioritas terendah[7].

Gambar 2.7 menampilkan contoh dari *Priority Queueing*. Pada kasus ini tiga prioritas digunakan. Aliran 3 diklasifikasikan sebagai aliran dengan prioritas tertinggi. Aliran 2 dan 7 prioritas sedang dan yang lainnya menggunakan prioritas rendah. Pertama, paket dengan prioritas tertinggi dilayani dengan FIFO order. Ketika sekali prioritas yang

tertinggi kosong, sisa antrian akan dilayani dengan prinsip yang sama[7].



Gambar 2.7 Skema *Priority Queuing* (PQ)[8].

Keuntungan dari PQ adalah paket dengan kelas yang berbeda dapat dikendalikan menggunakan antrian yang berbeda, oleh karena itu suatu kelas pada trafik dapat ditangani dengan cara yang berbeda dibanding yang lainnya. Keuntungan PQ yang lainnya adalah relatif simpel ketika dibandingkan dengan penjabaran teori antrian[7].

Kelemahan PQ yang telah diringkas adalah sebagai berikut. Jika jumlah kuantitas trafik dari prioritas tertinggi terlalu banyak sehingga antrian dengan prioritas terendah mungkin tidak akan

dilayani sampai prioritas tertinggi selesai dilayani. Selama periode tersebut antrian akan dialokasikan ke prioritas terendah yang mungkin akan meluap. Hasilnya prioritas terendah mungkin mendapatkan delay yang tinggi atau pada kasus terburuk akan kekurangan bandwidth [7].

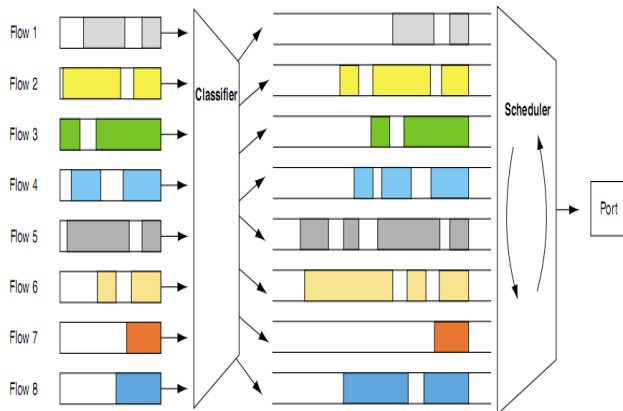
b. *Round Robin* (RR)

Round robin disebut juga *fair queueing*, *fair queuing* telah didesain untuk menghindari problem dari disiplin antrian PQ, dimana aliran dapat dimonopoli dan menggunakan semua *bandwidth* yang tersedia di jaringan, oleh karena itu dapat menuntun aliran prioritas rendah menjadi kekurangan *bandwidth*. Pada PQ kedatangan paket diklasifikasikan pada aliran yang berbeda dan disimpan pada antrian yang didedikasikan ke aliran tertentu. the *round robin* algoritma digunakan untuk melayani semua antrian jadi semua antrian dilayani secara *fair* dan salah satu sumber tidak dapat menggunakan lebih dari *share bandwidth* jaringan. Gambar 2.8 menunjukkan skema *round robin*[7].

Keuntungan utama dari FQ adalah pada saat trafik *bursty* tidak mempunyai efek ke semua performa. Jika aliran terlalu padat hanya antrian

tersebut yang akan *filled up* tanpa adanya interferensi ke aliran lainnya[7].

Kekurangan FQ adalah sebagai berikut, jadwal antrian yang membawa paket pada waktu dari tiap-tiap antrian mengukur dari panjangnya paket. Sebagai contoh jika antrian membawa paket yang besar daripada paket lainnya, antrian tersebut akan menggunakan porsi yang besar dari total *network bandwidth* dan akan memakan waktu lama untuk dilayani. Terlebih tidak akan mempunyai jalan yang mudah untuk menyediakan layanan *real time*[7].



Gambar 2.8 Skema *Round Robin* (RR) [8].

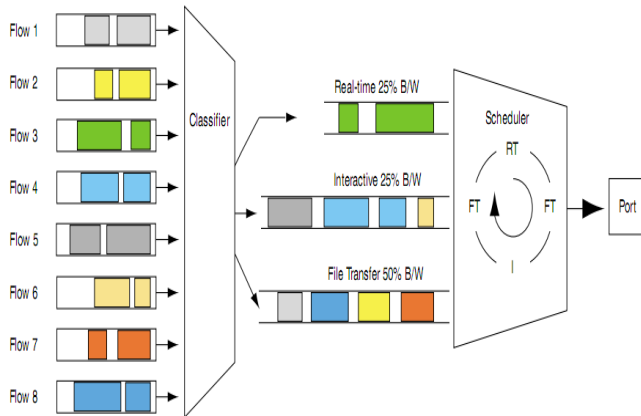
c. *Weighted Round Robin* (WRR)

Teori antrian *Weighted Round Robin* (WRR) dapat disebut juga sebagai *Class Based Queuing*

(CBQ) [8]. Ide utama dari CBQ adalah jadwal paket pada tiap antrian terdapat garansi pada *transmission rate* yang spesifik. Jika tidak ada paket yang diantrikan bandwidthnya dibuat tersedia untuk yang lainnya. Kekuatan pada metode ini adalah memperbolehkan untuk mengatasi antara perbedaan *bandwidth* secara signifikan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasukkan presentase dari *link bandwidth* pada setiap antrian. CBQ juga menghindarkan dari masalah kekurangan *bandwidth* yang ada pada PQ dengan sekurang kurangnya satu paket dikirimkan dari tiap antrian selama satu periode layanan[7].

Algoritma dari CBQ dilustrasikan pada gambar 2.9. Pertama-tama paket diklasifikasikan kedalam sebuah kelas layanan berdasarkan beberapa kriteria (*address, protocol, user, dll*) dan ditempatkan pada suatu teori antrian. Setiap antrian dilayani dengan urutan secara *round robin*. Perbedaan jumlah *bandwidth* dapat ditugaskan untuk masing-masing antrian dengan dua jalan yang berbeda : memperbolehkan suatu antrian untuk mengirim lebih dari satu paket pada setiap *service round* atau memperbolehkan antrian untuk mengirim hanya satu paket pada tiap layanan tetapi antrian yang sama

menggunakan lebih dari satu waktu selama *service round* yang sama[7].



Gambar 2.9 Skema *Weighted Round Robin* (WRR)[8].

Gambar 2.9 merupakan salah satu contoh CBQ trafik yang datang diklasifikasikan pada tiga kelas yaitu : *Real time*, *Interactive* dan *File Transfer*. Pada contoh ini setengah dari bandwidth direservasi untuk layanan *file transfer*. Bandwith selanjutnya dialokasikan diantara *real time* dan *interacteractive class*. Dengan menggunakan bobot (25%,25%,50%). *File transfer* mengunjungi dua kali selama *service round*[7].

Salah satu keuntungan CBQ ada pada contoh dimana dapat dilihat masalah kekurangan *bandwidth*

tidak muncul menggunakan CBQ metode. Tiap layanan menerima jumlah pelayanan tidak seperti PQ layanan dengan prioritas rendah tidak menerima pelayanan[7].

Kekurangan dari CBQ adalah dapat menyediakan alokasi *bandwidth* secara *fair* hanya jika paket dari semua antrian mempunyai ukuran yang sama. Jika salah satu layanan mempunyai ukuran paket yang besar maka pelayanan dengan ukuran paket yang lebih besar akan memakan *bandwidth* yang lebih besar[7].

2.3 JENIS-JENIS LAYANAN

2.3.1 Voice Over ATM

Voice Over ATM (VoATM) adalah teknologi yang mampu mengirim paket-paket suara melalui jaringan ATM dengan memanfaatkan protokol voice. Pada standarisasi ATM mendefinisikan beberapa *adaptation layer*. AAL 1 dan AAL 2 digunakan untuk aplikasi *real time* yang tidak mempunyai toleransi delay seperti *voice*, AAL3/4 dan AAL 5 digunakan untuk aplikasi *non real time*[9].

2.3.2 File Transfer Protocol (FTP)

File Transfer Protocol merupakan salah satu aplikasi dari TCP/IP yang banyak digunakan

untuk memindahkan atau mengcopy file dari komputer satu ke komputer lainnya. Aplikasi ini adalah aplikasi yang telah dikembangkan sejak awal perkembangan internet. *File transfer protocol* adalah protokol sekaligus program yang dapat digunakan untuk melakukan operasi file dasar pada *remote host* dan untuk mentransfer file antar *host*. Sebagai sebuah program, *file transfer protocol* dapat dioperasikan pengguna untuk melakukan perintah file secara manual[10].

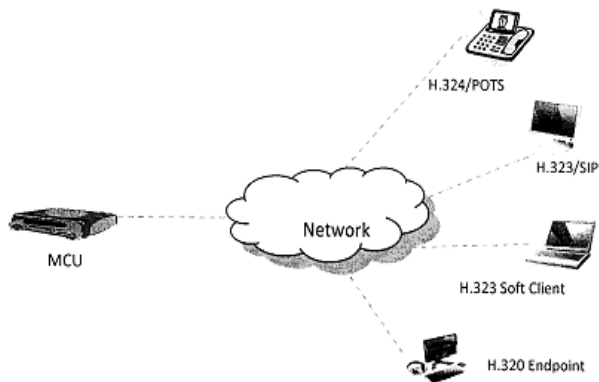
2.3.3 *Video Conferencing*

Dalam perkembangan teknologi komunikasi, dimana tuntutan kebutuhan pelayanan bagi pengguna jasa komunikasi makin tinggi, dalam penyampaian ide dan pendapat tidak hanya audio saja akan tetapi diperlukan juga visualnya, oleh karena itu dibutuhkan komunikasi yang dapat mengirimkan audio visualnya[11].

Video conference memakai telekomunikasi audio dan video untuk membawa orang ke tempat berbeda dalam waktu yang bersamaan untuk pertemuan. Ini bisa sama sederhananya dengan percakapan di antara dua orang di jabatan pribadi (titik-ke-titik) atau melibatkan beberapa tempat (multi-titik) dengan lebih dari satu orang di kamar besar di tempat

berbeda. Selain audio dan pengiriman visual, *video conferencing* bisa digunakan untuk berbagi dokumen, informasi yang diperlihatkan dengan komputer dan *whiteboards*[11].

Saat ini *video conference* sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang kehidupan. Misalnya, untuk bisnis, pendidikan, militer dan lain sebagainya. Didalam pendidikan *video conference* ini digunakan untuk keperluan pendidikan jarak jauh, yang dapat dimanfaatkan untuk memberikan materi pelajaran dari Guru/ Dosen/Instruktur kepada siswa / anak didik yang tidak terbatas oleh tempat dan jarak[11].



Gambar 2.10. Konfigurasi *Video conference*

MCU (*Multipoint Control Unit*) ini digunakan ketika akan melakukan *video conference*

dengan lebih dari 2peserta yang mana membutuhkan komunikasi multipoint. MCU ini dapat memudahkan admin dalam mengatur komunikasi yang melibatkan banyak user /peserta. Sedangkan untuk user /peserta yang ingin melihat konferensi dapat juga mengaksesnya ke dalam MCU dan tampilannya berbentuk streaming[11].

Perangkat Keras Endpoint adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan *video conference*. Dalam setiap *video conference* dibutuhkan perangkat keras endpoint agar dapat melakukan komunikasi visual baik itu point to point maupun multipoint[11].

2.4 ***DIFFERENTIATED SERVICE CODE POINT (DSCP)***

DSCP merupakan pengembangan dari *Field Type of Service* (ToS). Pada mulanya *field* ToS banyak digunakan untuk menyediakan QoS pada jaringan IP. QoS yang dimaksud adalah dengan membagi-bagi prioritas masing-masing layanan. *Field* ToS menggunakan 3 bit untuk membagi layanan yang disebut dengan nilai IP *Precedence*. Pada *field* ToS, nilai IP *Precedence* inilah yang menentukan prioritas suatu layanan [12].

Tabel 2.2 *TYPE OF SERVICE* (ToS)

<i>IP Precedence</i>	<i>Binary</i>	<i>Priority</i>
0	000	<i>Routine</i>
1	001	<i>Priority</i>

IP Precedence	Binary	Priority
2	010	<i>Immediate</i>
3	011	<i>Flash</i>
4	100	<i>Flash Override</i>
5	101	<i>Critical</i>
6	110	<i>Internetwork Control</i>
7	111	<i>Network Control</i>

Nilai IP *Precedence* yang paling penting adalah *Critical*, *Flash override*, dan *Flash*. Pada umumnya *Critical* (5) digunakan untuk trafik VoIP atau trafik *realtime* (*time sensitive*), *Flash override* (4) untuk trafik video, dan *Flash* (3) untuk *multimedia streaming*. Pada umumnya, trafik lainnya dipetakan ke trafik *best effort* atau *Routine* (0) [12].

Expedited Forwarding Class				
IP Precedence = 5 = 101	Delay = 1	Throughput = 1	Reliability = 0	Reserved (Unused)
Assured Forwarding Class AF4x (AF41, AF42, AF43)				
IP Precedence = 4 = 100	Delay = 0	Throughput = 1	Reliability = 0	Reserved (Unused)
IP Precedence = 4 = 100	Delay = 1	Throughput = 0	Reliability = 0	Reserved (Unused)
IP Precedence = 4 = 100	Delay = 1	Throughput = 1	Reliability = 0	Reserved (Unused)
Assured Forwarding Class AF3x (AF31, AF32, AF33)				
IP Precedence = 3 = 011	Delay = 0	Throughput = 1	Reliability = 0	Reserved (Unused)
IP Precedence = 3 = 011	Delay = 1	Throughput = 0	Reliability = 0	Reserved (Unused)
IP Precedence = 3 = 011	Delay = 1	Throughput = 1	Reliability = 0	Reserved (Unused)

Gambar 2.11. Kelas-Kelas DSCP [12]

Gambar 2.11. merupakan pembagian kelas-kelas dalam DSCP. DSCP merupakan perluasan dari IP *Precedence* dan masih bisa dikodekan sebagai nilai ToS. Nilai DSCP adalah IP *Precedence* ditambah dengan variable *delay*, *throughput*, dan *reliable*. Pada implementasi DSCP, variabel *delay* dan *throughput* disebut *drop probability*. Nilai-nilai DSCP yang sering digunakan adalah kelas-kelas *expedited forwarding* (EF) dan *assured forwarding* (AF) [12].

Tabel 2.3. NILAI DSCP DAN KELAS LAYANAN [12]

Nama	Biner	Desimal	IP Prec	Drop Pecedence	Layanan
CS0	000 000	0	0		Standar (DNS, DHCP)
CS1	001 000	8	1		<i>Low Priority Data</i> (Semua trafik yang tidak mendapat jaminan <i>bandwidth</i>)
AF11	001 010	10	1	<i>Low</i>	<i>High-Throughput Data (Transfer Fule, email, Store and forward application)</i>
AF12	001 100	12	1	<i>Medium</i>	
AF13	001 110	14	1	<i>High</i>	
CS2	010 000	16	2		OAM (OAM&O)

Nama	Biner	Desimal	IP Prec	Drop Pecedence	Layanan
AF21	010 010	18	2	<i>Low</i>	Data latency rendah (Transaksi web, transfer keuangan)
AF22	010 100	20	2	<i>Medium</i>	
AF23	010 110	22	2	<i>High</i>	
CS3	011 000	24	3		<i>Broadcast Video (broadcast TV & live events, video surveillance, video on demand)</i>
AF31	011 010	26	3	<i>Low</i>	<i>Multimedia Streaming (Buffered Streaming Audio, Webcast)</i>
AF32	011 100	28	3	<i>Medium</i>	
AF33	011 110	30	3	<i>High</i>	
CS4	100 000	32	4		<i>Real-time interactive (video conference, permainan interaktif)</i>
AF41	100 010	34	4	<i>Low</i>	<i>Multimedia Conferencing (H323/v2 video conferencing)</i>
AF42	100 100	36	4	<i>Medium</i>	
AF43	100 110	38	4	<i>High</i>	

Nama	Biner	Desimal	IP Prec	Drop Pecedence	Layanan
CS5	101 000	40	5		<i>Signaling (Perr- to-peer IP, IP telephony signaling)</i>
EF	101 110	46	5		<i>Telephony (VoIP, Voice)</i>
CS6	110 000	48	6	<i>Routing</i>	<i>Network Control (Network Routing)</i>
CS7	111 000	56	7	<i>Network</i>	

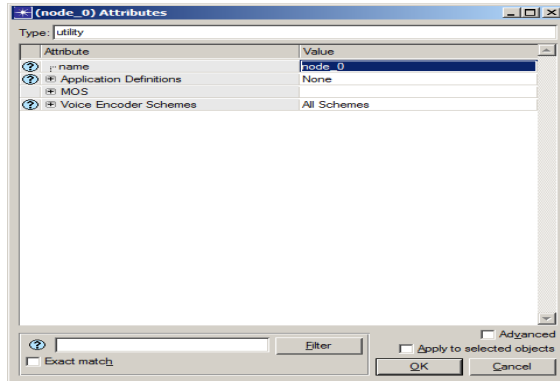
2.5 OPNET MODELER 14.5

OPNET merupakan salah satu tools yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi kinerja jaringan. OPNET menggunakan suatu metode simulasi yang disebut *Discrete Event Simulation* (DES) yang memungkinkan pemodelan dengan lebih akurat dan diterapkan secara luas pada berbagai jaringan. Pada DES, simulasi berjalan dengan eksekusi event selanjutnya yang sudah dijadwalkan. Waktu simulasi diupdate setelah event terjadwal selanjutnya dieksekusi[3].

2.5.1 Project Editor

Project editor merupakan area utama untuk merancang jaringan. Pada project editor tersedia menu, toolbar, serta jendela utama yang digunakan

fungsinya tersendiri, seperti untuk membangkitkan paket, untuk antrian, pemrosesan paket, dan untuk menerima atau mengirimkan paket[3].



Gambar 2.13 Node Editor

2.5.3 Langkah – Langkah Simulasi di OPNET Modeler 14.5

Adapun langkah – langkah simulasi jaringan ATM di OPNET Modeler 14.5 adalah sebagai berikut[4]:

1. Langkah pertama dalam pemodelan dan simulasi jaringan ATM di OPNET Modeler 14.5 adalah pembuatan topologi jaringan. Topologi jaringan yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan akan parameter jaringan yang akan dianalisis.

2. Setelah topologi jaringan dibuat dan semua komponen sudah saling terhubung hal selanjutnya adalah mengkonfigurasi parameter / atribut dari setiap objek yang ada. Di sini ditetapkan parameter trafik, parameter QoS, antrian, dan yang lainnya.
3. Setelah semua objek dikonfigurasi, langkah selanjutnya adalah pemilihan statistik kinerja jaringan yang akan dikumpulkan.
4. Langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi. Sebelum menjalankan simulasi terlebih dahulu diatur atribut simulasi. Pada proses berjalannya simulasi kita bisa melihat berapa event yang sudah dijalankan, penggunaan memori, serta kecepatan simulasi.
5. Setelah simulasi selesai dijalankan, kita bisa melihat hasil simulasi. Hasilnya berupa grafik dari parameter kinerja jaringan yang sudah kita pilih sebelumnya. Hasil grafik bisa dipindahkan ke excel untuk menganalisa hasilnya lebih lanjut.
6. Langkah terakhir adalah menganalisa hasil simulasi. Di sini kita menganalisa, apakah hasil dari simulasi sesuai dengan yang

diharapkan dan masuk akal sesuai dengan teorinya.