

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Konsep Dasar Jaringan**

Jaringan komputer adalah sebuah sistem yang terdiri atas komputer, *software* dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan yang sama. Agar dapat mencapai tujuan yang sama setiap bagian dari jaringan komputer meminta dan memberikan layanan (*service*). Pihak yang meminta atau menerima layanan disebut klien (*client*) dan yang memberikan atau mengirimkan layanan disebut pelayan (*server*). Arsitektur ini disebut sistem *client-server*, dan digunakan pada hampir seluruh aplikasi jaringan komputer (Anggia Rinanti, 2016:5).

##### **2.1.1 Jaringan *Wireless Local Area Network* (WLAN)**

*Wireless LAN* (WLAN atau *WIFI*) adalah sistem transmisi data yang didesain untuk menyediakan akses jaringan yang tidak terbatas tempat atau lokasi antar *device* komputer dengan menggunakan gelombang radio (Purbo, W.O., 1998).

*Wireless LAN* merupakan sebuah alternatif dimana untuk alternatif kabel LAN yang sulit atau tidak mungkin dibangun. Tempat-tempat seperti bangunan tua yang dilindungi atau ruang-ruang kelas. Instalasi *Wireless LAN* juga murah karena hanya terdiri dari *Access Point* dan instalasi jaringan *Backbone*, bagian terakhir dari jaringan yang berada di udara.

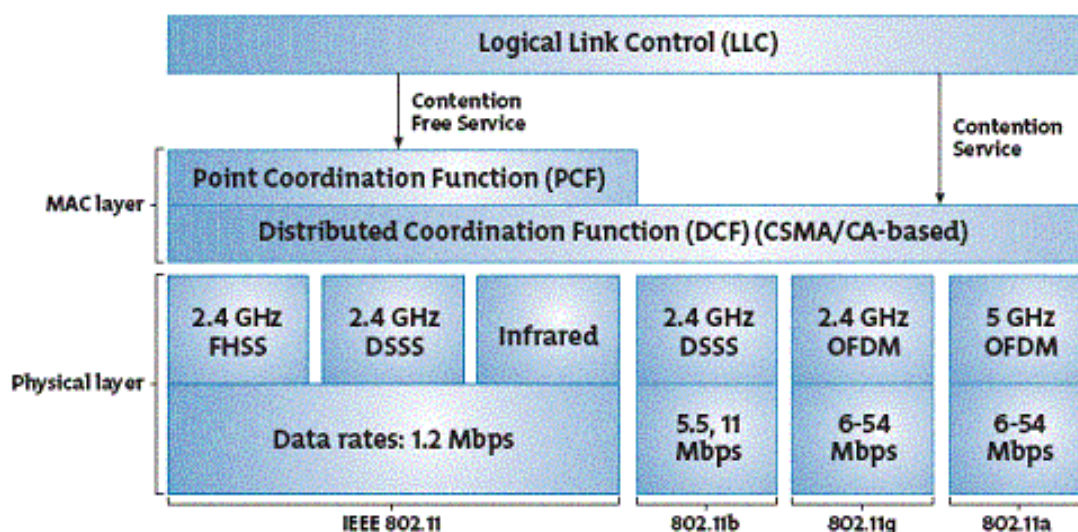
Teknologi Wi-Fi sangat populer diimplementasikan di banyak lokasi perusahaan dan tempat-tempat umum. Di lingkungan *indoor*, sistem penentuan posisi berbasis Wi-Fi menggunakan kembali infrastruktur jaringan nirkabel yang ada. Karena itu, biaya penempatan lebih rendah. Dengan menggunakan metrik kekuatan sinyal yang diterima dari sinyal jaringan nirkabel, akurasi perkiraan posisi dapat dimulai dari 5 meter sampai beberapa puluh meter. Tapi, bisa dipengaruhi oleh berbagai elemen di lingkungan *indoor* seperti dinding, pintu, jendela, orang, dan lain-lain. (jurnal : *System Based on Low-power Wi-fi Technology for Indoor Localization of a Mobile User*).

*Wireless LAN* adalah suatu sistem komunikasi data yang diimplementasikan untuk menggantikan jaringan kabel LAN (*Wired-LAN*). *Wireless LAN* menggunakan frekuensi radio, dimana data dikirim dan diterima melalui media udara. Beberapa kelebihan dari *wireless LAN* adalah :

- *Mobility* : Sistem *wireless LAN* bisa menyediakan *user* dengan informasi *access* yang *real-time*. Mobilitas semacam ini sangat mendukung produktivitas dan peningkatan kualitas pelayanan apabila dibandingkan dengan jaringan kabel.
- *Installation Speed and Simplicity* : Instalasi sistem *wireless LAN* bisa cepat, mudah dan mengeliminasi kebutuhan penarikan kabel yang rumit.
- *Installation Flexibility* : Teknologi *wireless* memungkinkan suatu jaringan bisa mencapai tempat-tempat yang tidak dapat dicapai dengan jaringan kabel.
- *Reduced Cost-of-Ownership* : Meskipun investasi awal yang dibutuhkan oleh *wireless LAN* untuk membeli perangkat *hardware* bisa lebih tinggi daripada biaya yang dibutuhkan oleh perangkat *wired LAN hardware*, namun bila diperhitungkan secara keseluruhan instalasi dan *life-cycle cost*-nya, maka secara signifikan lebih murah.
- *Scability* : Sistem *wireless LAN* bisa dikonfigurasi dalam berbagai macam topologi untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang beragam. Konfigurasi dapat dengan mudah diubah mulai dari jaringan *peer-to-peer* yang sesuai untuk jumlah pengguna yang kecil sampai ke *infrastructure network* yang mampu melayani ribuan *user* dan memungkinkan *roaming* dalam area yang luas.
- *Increase productivity* : Pengguna dapat menyelesaikan pekerjaannya lebih mudah dan cepat sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama hanya karena masalah-masalah fisik jaringan dari PC yang digunakan.

### **2.1.2 Standar Wireless LAN 802.11**

Standar WLAN yang ditetapkan IEEE dimulai pada tahun 1980-an, dan kemudian mencapai titik loncatan kemajuan teknologi pada tahun 1997 yang telah mencapai dan mempublikasikan standar 802.11. Standar ini pada awalnya mempunyai kecepatan sederhana sebesar 1 dan 2 Mbps dan semakin meningkat dalam beberapa tahun, banyaknya revisi dicatat dengan tanda adanya penambahan huruf di standar 802.11, contohnya 802.11a, 802.11b, 802.11g dan 802.11n. Spesifikasi standar 802.11 bisa dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Standar legal IEEE 802.11 a/b/g untuk WLAN  
 Sumber : <http://www.eleceng.adelaide.edu.au/> (2016)

*Wireless Fidelity* (Wi-Fi) adalah nama yang diberikan oleh Wi-Fi Alliance untuk mendeskripsikan produk *Wireless Local Area Network* (WLAN) yang berdasarkan standar *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11 adalah sebagai berikut :

- 802.11a : Menggunakan kecepatan 54 Mbps, menggunakan frekuensi pada 5GHz sebenarnya sangat baik untuk kemampuan transfer data besar. Pemilihan 5GHz cukup beralasan, karena membuat pancaran sinyal frekuensi 802.11a jauh dari gangguan seperti *oven microwave* atau *cordless phone* pada 2 GHz.
- 802.11b : Menggunakan frekuensi 2,4 GHz, memiliki kemampuan transmisi standar dengan 11 Mbps atau rata-rata 5 Mbps dan menggunakan teknologi DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*).
- 802.11g : Merupakan standar yang cukup kompatibel dengan tipe 802.11b dan memiliki kemampuan tipe a dan b. Menggunakan frekuensi 2,4 GHz mampu bertransmisi 54 Mbps. Secara teoritis mampu mentransfer data  $\pm 20$  Mbps atau 4 kali lebih baik dari tipe b dan sedikit lebih lambat dari tipe a.
- 802.11n : Secara teoritis dapat mencapai kecepatan 600 Mbps namun, setelah Wi-Fi Alliance menguji hanya mencapai maksimum 450 Mbps. Bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan/atau 5 GHz. Sama seperti teknologi MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*), 802.11n bekerja dengan cara memanfaatkan banyak komponen pemancar dan penerima sinyal sehingga transmisi dapat dilakukan parallel untuk meningkatkan nilai *throughput* (50-144 Mbps). *Range* maksimal untuk *indoor* 70

meter sedangkan *outdoor* bisa mencapai 250 meter. Wi-Fi 802.11n ini akan diaplikasikan di *device router* dan adapter (Stallings, 2004:58-61). MIMO adalah teknologi yang menggunakan beberapa antena untuk mencapai informasi yang lebih koheren dari pada menggunakan satu antena (jurnal : *Performance Analysis of Wireless LAN 802.11n Standard for e-Learning*).

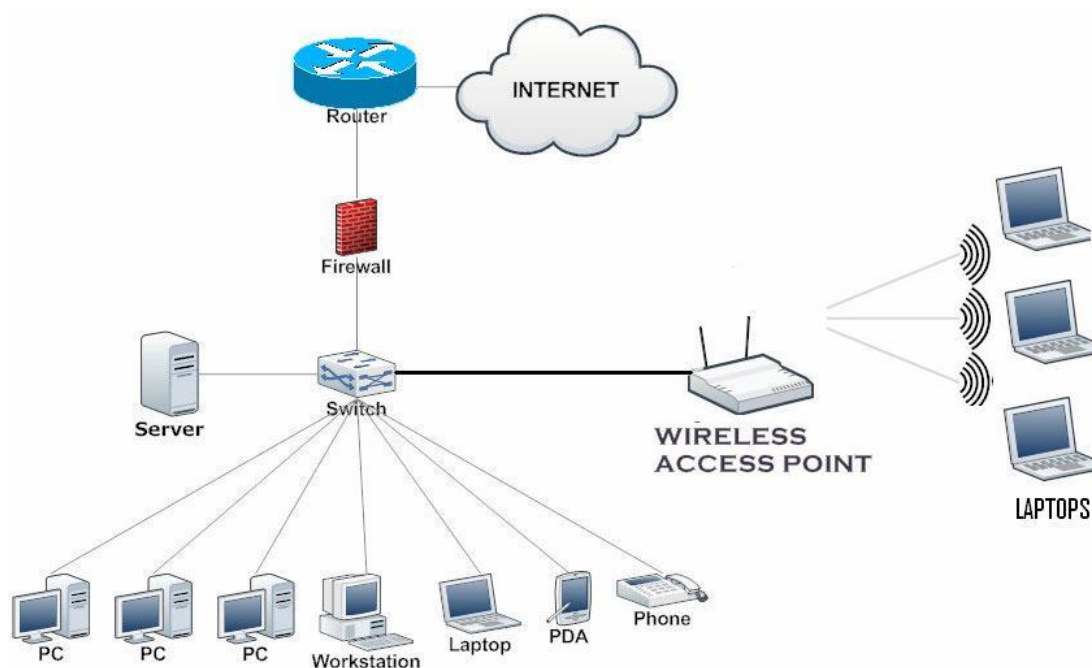
Tabel 2.1  
Perbandingan Standar *Wireless LAN*

	<b>802.11a</b>	<b>802.11b</b>	<b>802.11g</b>	<b>802.11n</b>
<b>Standar Approved</b>	July 1999	July 1999	June 2003	Not yet ratified
<b>Maximum Data Rate</b>	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	Up to 100 Mbps
<b>Modulation</b>	OFDM	DSSS or CCK	DSSS or CCK or OFDM	DSSS or CCK or OFDM
<b>RF Band</b>	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz or 5 GHz
<b>Channel Width</b>	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz or 40 MHz

Sumber: Nur Mardiyah (2011)

### 2.1.3 Topologi *Wireless LAN*

*Wireless LAN* memungkinkan *workstation* untuk berkomunikasi dan mengakses jaringan dengan menggunakan propagasi radio sebagai media transmisi. *Wireless LAN* bias menghubungkan LAN kabel yang telah ada sebagai sebuah ekstensi atau menjadi basis dari jaringan baru. *Wireless LAN* sangat mudah beradaptasi artinya dapat dirancang untuk lingkungan dalam ruangan dan juga untuk luar ruangan seperti menghubungkan gedung-gedung kantor, lantai produksi, rumah sakit dan Universitas.



Gambar 2.2 Topologi wireless LAN

Sumber : <http://computernetworkingsimplified.com>

Topologi jaringan *Wireless LAN* biasanya terdiri dari *router*, *server*, serta *client*. Tidak seperti jaringan kabel yang memiliki banyak topologi, jaringan *wireless* hanya memiliki dua konfigurasi. Menurut komite 802.11 yang menangani *Wireless LAN* (WLAN) & Mesh (*Wi-Fi Certification*), dua konfigurasi jaringan *wireless* adalah ad hoc dan infrastruktur.

### 2.1.3.1 Ad Hoc (*peer-to-peer*)

Ad hoc merupakan konfigurasi jaringan *wireless* sederhana dimana komunikasi yang terjadi antara dua atau lebih komputer dilakukan secara langsung tanpa melalui perantara berupa *wireless access point* (*wireless router*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



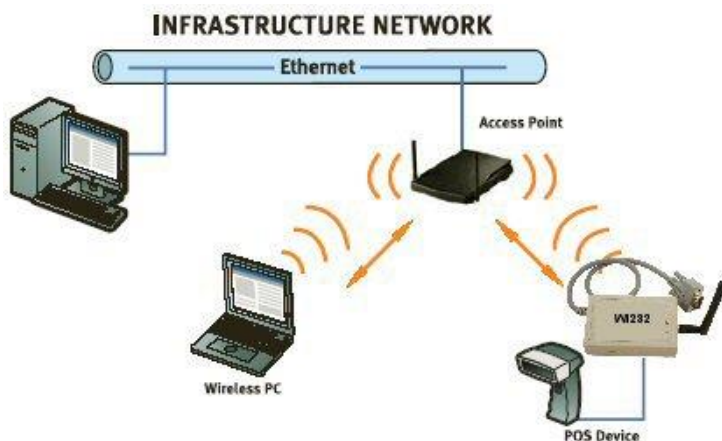
Gambar 2.3 topologi ad hoc/peer-to-peer

Sumber : *Computer Networking A Top-Down Approach 6<sup>th</sup> Edition*

Ad hoc dapat pula dikatakan sebagai koneksi *peer-to-peer* atau *computer-to-computer* karena koneksi jaringan dilakukan langsung antar komputer. Kelemahan konfigurasi ini adalah tidak bisa berkomunikasi dengan komputer yang menggunakan kabel serta jangkauan antar komputer yang terbatas. Ad hoc dikenal pula dengan nama *Independent Basic Service Set (IBSS)*.

### 2.1.3.2 Infrastruktur

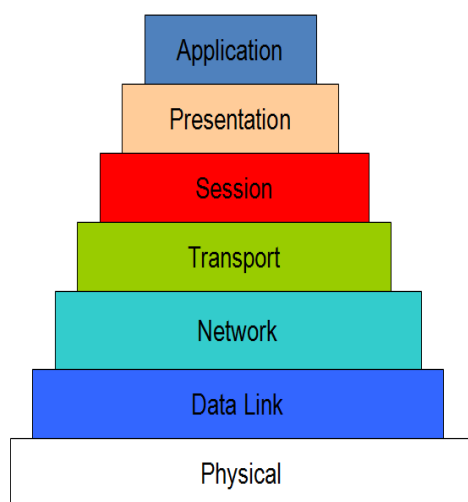
Infrastruktur merupakan konfigurasi jaringan *wireless* dimana komunikasi yang terjadi antara dua atau lebih komputer menggunakan perantara berupa *wireless access point (wireless router)*. *Access point* bertindak seperti hub atau *switch* pada jaringan kabel (*wired networking*) dan menjadi sentral atau pusat jaringan *wireless*. Pada konfigurasi infrastruktur, perangkat *wireless (wireless adapter)* komputer berkomunikasi melalui *access point*, tidak langsung ke perangkat *wireless* komputer yang lain, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Selain sebagai sentral atau pusat jaringan *wireless* pada konfigurasi infrastruktur, *access point* juga dapat dihubungkan dengan koneksi jaringan kabel LAN. Konfigurasi infrastruktur dikenal pula dengan nama *Basic Service Set (BSS)*.



Gambar 2.4 topologi infrastruktur  
 Sumber : <http://teknik-informatika.com/>

#### 2.1.4 Model OSI

Model OSI ditetapkan oleh sebuah badan standar internasional yang bernama *International Standards Organization (ISO)* pada tahun 1977. Standar ISO ini mencakup seluruh aspek komunikasi data dengan model *Open System Interconnection*. Yang dimaksud dengan model *Open System* adalah seperangkat protokol yang ada di dalam model ini menjamin terjadinya komunikasi sekalipun dua atau lebih sistem yang saling terhubung memiliki arsitektur yang berbeda. OSI adalah sebuah model untuk memahami dan mendesain arsitektur jaringan komunikasi yang fleksibel dan memiliki inter-operabilitas tinggi. Model OSI secara konseptual terbagi ke dalam tujuh lapisan dimana masing-masing lapisan memiliki fungsi jaringan yang spesifik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Osi Layer  
 Sumber : <http://teknik-informatika.com/>

1. **Physical Layer** : Lapisan ini bertanggung jawab untuk mendefinisikan media transmisi jaringan, metode pensinyalan, sinkronisasi bit, arsitektur jaringan, topologi jaringan dan pengkabelan. Adapun perangkat-perangkat yang dapat dihubungkan dengan *Physical layer* adalah *repeater*, hub dan NIC (*Network Interface Card*) berikut dengan kabel-kabelnya.
2. **Data Link Layer** : Lapisan ini berfungsi untuk menentukan bagaimana bit-bit data dikelompokkan menjadi format yang disebut sebagai *frame*. Pada Network Layer, komunikasi yang terjadi adalah antar-*host* (komputer). Dalam proses pengiriman data antar-*host*, *data link* juga akan melakukan *error control*, *flow control* dan *data control*. Pada layer ini terjadi koreksi kesalahan *flow control*, pengalamatan perangkat keras seperti halnya *MAC Address* dan menentukan bagaimana perangkat-perangkat jaringan seperti HUB, *bridge*, *repeater* dan *switch layer 2* (*Switch un-manage*) beroperasi. Spesifikasi IEEE 802, membagi layer ini menjadi dua *layer* anak, yaitu lapisan *Logical Link Control* (LLC) dan lapisan *Media Access Control* (MAC).
3. **Network Layer** : Network Layer merepresentasikan bagaimana unit pecahan paket data (Datagram) dipecah dan disatukan kembali, setelah sebelumnya dibungkus (*Encapsulation*) dan dibukanya kembali bungkusannya paket data tersebut (*Decapsulation*) (I Putu Agus, 2015). Serta bertanggung jawab untuk pengiriman paket data dari alamat sumber ke alamat tujuan, mendefinisikan alamat-alamat IP, membuat *header* untuk paket-paket, dan kemudian melakukan *routing* melalui *internetworking* dengan menggunakan *router* dan *Switch layer-3* (*Switch Manage*).
4. **Transport Layer** : Lapisan ini menangani proses pengangkutan paket data dari komputer asal ke komputer tujuan (I Putu Agus, 2015).. *Transport layer* berfungsi untuk memecah data ke dalam paket-paket data serta memberikan nomor urut ke paket-paket tersebut sehingga dapat disusun kembali pada sisi tujuan setelah diterima. Selain itu, dengan adanya *error control* dan *flow control* pada lapisan ini, *transport layer* menjamin bahwa setiap segmen dari pesan akan tiba di tempat tujuan dengan benar dan berurutan. *Error control* mendeteksi adanya kesalahan dan melakukan aksi untuk memperbaiki kesalahan tersebut, sedangkan *flow control* menjamin sinkronisasi pengiriman segmen antara sisi pengirim dan penerima, agar tidak terjadi penumpukan data disisi penerima.
5. **Session Layer** : Lapisan ini melakukan proses pendefinisian dan pembuatan koneksi. Serta melakukan kendali terhadap percakapan (*dialog control*) yang



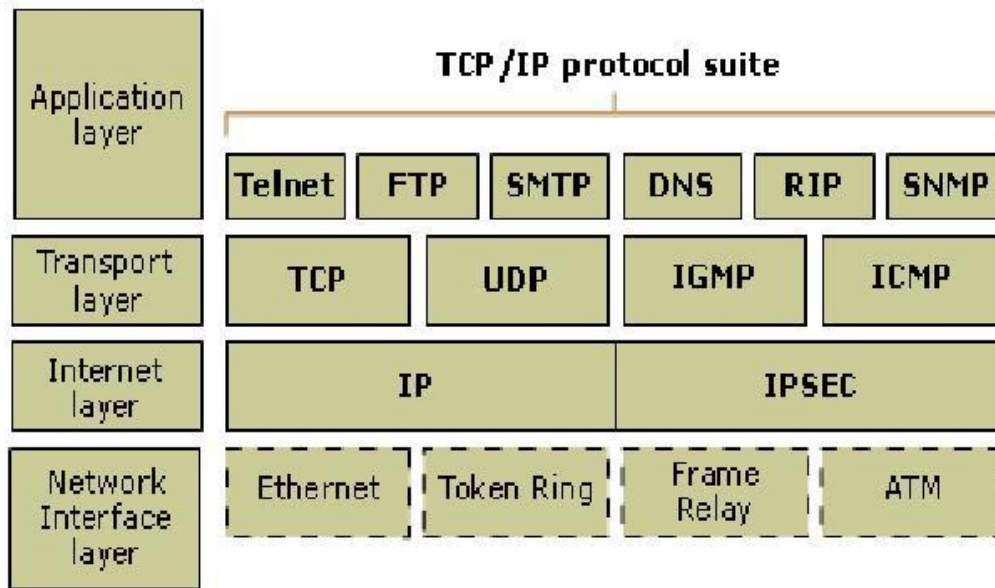
terjadi di antara dua buah sistem (I Putu Agus, 2015). Model dialog yang mungkin dilakukan adalah: *simplex*, *half-duplex* dan *full-duplex*. Tugas kedua dari lapisan ini adalah melakukan proses sinkronisasi pengiriman dan penerimaan data agar tidak terjadi kesalahan pembacaan data di sisi penerima.

6. **Presentation Layer** : lapisan ke enam ini memiliki fungsi khusus yang berkaitan dengan translasi informasi di antara dua buah sistem, melakukan proses enkripsi untuk data-data yang penting dan melakukan proses kompresi dengan satu tujuan untuk memperkecil jumlah bit yang akan dikirimkan melalui jaringan komunikasi. Protokol yang berada dalam layer ini adalah perangkat lunak *redirector (redirector software)*, seperti layanan *Workstation* (dalam Windows NT) dan juga *Network shell* (semacam *Virtual Network Computing* atau *Remote Desktop Protocol*), TELNET, *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*, *Simple Network Management Protocol (SNMP)*.
7. **Application Layer** : lapisan ke tujuh ini menjelaskan spesifikasi untuk lingkup dimana aplikasi jaringan berkomunikasi dengan layanan jaringan, sebagai antarmuka dengan aplikasi dengan fungsionalitas jaringan, mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan, dan kemudian membuat pesan-pesan kesalahan. Protokol yang berada dalam layer ini adalah *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)*, *File Transfer Protocol (FTP)*, *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*, *Network File System (NFS)*, *Domain Name System (DNS)*, *Post Office Protocol (POP3)*, *Multipurpose Internet Mail Extension (MIME)*, *Server Message Block (SMB)*, *Network News Transfer Protocol (NNTP)* dan *Dynamic Configuration Protocol (DHCP)*.

### 2.1.5 Model TCP/IP

TCP/IP merupakan protokol jaringan komputer terbuka dan bisa terhubung dengan berbagai jenis perangkat keras dan lunak. Pada mulanya TCP/IP digunakan pada jaringan bernama ARPANET, namun saat ini telah menjadi protokol standar bagi jaringan yang lebih umum yang disebut internet. TCP terdiri dari beberapa lapisan atau lapisan yang memiliki fungsi tertentu dalam komunikasi data. Setiap fungsi dari lapisan selain dapat bekerja sama dengan lapisan pada tingkat yang lebih rendah atau lebih tinggi, juga bisa berkomunikasi dengan lapisan sejenis pada *remote host (peering)*. Seperti pada Gambar 2.6 TCP/IP protokol terdiri dari empat lapisan yaitu *Application*, *Transport*, *Internetwork* dan *Network Interface*.

### TCP/IP model



Gambar 2.6 Tcp/Ip Layer

Sumber : <https://technet.microsoft.com/>

Padanan antara model OSI dan model TCP/IP dapat dilihat dalam Gambar 2.6. Seperti terlihat dalam gambar, model TCP/IP menggabungkan fungsi *Application*, *Presentation* dan *Session Layer* ke dalam satu lapis *Application Layer*. Sedangkan fungsi *Data-Link* dan *Physical Layer* digabungkan ke dalam satu lapis dengan nama *Network Interface Layer*.

Fungsi dari masing-masing lapis pada model TCP/IP sama persis dengan fungsi dari masing-masing lapis dalam model OSI namun, dalam model TCP/IP telah diimplementasikan dalam bentuk protokol. *Application layer* merupakan lapis yang memiliki jumlah protokol paling banyak. *HyperText Transfer Protokol* (HTTP) adalah protokol untuk akses web. *File Transfer Protokol* (FTP) adalah protokol untuk meletakkan dan mengambil file dari *server*. *Simple Mail Transfer Protokol* (SMTP) adalah protokol yang digunakan untuk mengirimkan *e-mail*. *Domain Name System* (DNS) adalah protokol untuk mentranslasi dari alamat url ke alamat IP dan sebaliknya. *Simple Network Management Protokol* (SNMP) adalah protokol untuk manajemen jaringan komunikasi, dan protokol-protokol yang lain.

Tabel 2.2  
Model OSI, TCP/IP dan Protokol

Model OSI	TCP/IP	Protokol TCP/IP
Lapisan/Layer		Macam Protokol yang digunakan
Aplikasi	Aplikasi	FTP ( <i>File Transfer Protocol</i> )
		POP ( <i>Post Office Protocol</i> )
		RIP ( <i>Routing Information Protocol</i> )
		DNS ( <i>Domain Name Service</i> )
		MIME ( <i>Multipurpose Internet Mail Extension</i> )
		SMB ( <i>Server Message Block</i> )
		NFS ( <i>Network File System</i> )
		HTTP ( <i>Hyper Text Transfer Protokol</i> )
		NNTP ( <i>Network News Transfer Protokol</i> )
		DHCP ( <i>Dynamic Host Configuration Protokol</i> )
Presentasi		TELNET
		SMTP ( <i>Simple Mail Transfer Protokol</i> )
		TFTP ( <i>Trivial FTP</i> )
		SNMP ( <i>Simple Network Management Protokol</i> )
Session		RPC ( <i>Remote Procedure Call</i> )
		NETBIOS ( <i>Network Basic Input Output System</i> )
		SOCKET
Transport	Transport	TCP ( <i>Transmission Control Protokol</i> )
		UDP ( <i>User Datagram Protokol</i> )
Jaringan/Network	Internet	IP ( <i>Internet Protokol</i> )
		ICMP ( <i>Internet Control Message Protokol</i> )
		ARP ( <i>Address Resolution Protokol</i> )
		RARP ( <i>Reverse ARP</i> )
Datalink	Network Access	SLIP ( <i>Serial Line Internet Protokol</i> )
		PPP ( <i>Point to Point Protokol</i> )
Fisik		Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM

Sumber : Wiharsono Kurniawan (2007)

### 2.1.5.1 Network Access Layer

Protokol pada lapisan ini menyediakan media bagi sistem untuk mengirimkan data pada perangkat lain yang terhubung secara langsung dengan jaringan. *Network Access Layer* merupakan gabungan antara *Physical Layer* dan *Data Link Layer*. Fungsi *Network Access Layer* adalah mengubah IP datagram ke dalam *frame* yang ditransmisikan oleh jaringan dan memetakan IP Address ke alamat fisik yang digunakan dalam jaringan.

### 2.1.5.2 Internet Layer

*Internet Protokol* (IP) merupakan jantung dari TCP/IP dan protokol paling penting pada Internet. *Internet Layer* menyediakan layanan pengiriman paket dasar pada jaringan tempat jaringan TCP/IP dibangun. Seluruh protokol di atas dan di bawah *Internet Layer*

menggunakan *Internet Protokol* untuk mengirimkan data. Semua data TCP/IP mengalir melalui IP, baik data yang akan masuk maupun yang akan keluar. *Internet Layer* bertanggung jawab dalam proses pengiriman paket ke alamat yang tepat.

### **2.1.5.3 Transport Layer**

Pada *Transport Layer* terdapat dua macam protokol utama, yaitu *Transmission Control Protocol* (TCP untuk *connection oriented*) dan *User Datagram Protocol* (UDP untuk *connectionless*). Kedua protokol ini mengirimkan paket data di antara *Application Layer* dan *Internet Layer*. Dengan demikian, kita dapat memilih protokol mana yang lebih tepat kita gunakan untuk mengirimkan paket data dalam jaringan.

### **2.1.5.4 Application Layer**

Pada bagian teratas arsitektur protokol TCP/IP lapisan *Application Layer* yang berfungsi untuk komunikasi data antar aplikasi dan komputer. *Application Layer* setara dengan *Session Layer*, *Presentation Layer* dan *Application Layer* pada pemodelan layer OSI. Seluruh proses didalam lapisan ini telah menggunakan *Transport Layer* untuk mengirimkan paket data dan mencakup semua proses dalam pengiriman paket data.

## **2.2 Layanan**

### **2.2.1 File Transfer Protocol (FTP)**

*File Transfer Protocol* (FTP) merupakan salah satu protokol di Protokol TCP/IP. Protokol FTP mencakup dua komponen, satu untuk FTP server dan yang lainnya untuk FTP *client*. FTP *client* dapat mengirim perintah ke server untuk *download* file, *upload* file, membuat atau mengubah direktori pada server (jurnal : *Performance Analysis of HTTP and FTP Based on OPNET*). Layanan FTP menggunakan seluruh *bandwidth* yang ada, artinya penggunaan *bandwidth* tidak terbatas, semakin besar *bandwidth* yang dimiliki, semakin cepat proses transfer data.

### **2.2.2 Video Conference**

*Video conference* adalah salah satu aplikasi multimedia yang memungkinkan komunikasi data, suara, dan gambar yang bersifat *duplex* serta *real time*. Seperti namanya, bentuk dari aplikasi ini adalah percakapan via video dan audio antar pengguna secara langsung dan diharapkan dapat menggantikan fungsi tatap muka secara langsung.

Pada *video streaming bandwidth* yang dibutuhkan 384 Kbps. Tetapi, dengan bandwidth sebesar 384 Kbps yang memiliki kualitas yang sama dengan *Video Cassete Recorder (VCR)* jika dengan 15 *frame* per detik maupun 10 *frame* per detik masih dianggap memenuhi syarat untuk aplikasi *video conference*.

*Video conference* memiliki dua tipe, yakni :

- *Video conference point-to-point* merupakan metode sederhana yang menggunakan dua buah komputer untuk saling terhubung menggunakan *single IP address*. Biasanya *point-to-point* digunakan untuk *video phone calls* yang sifatnya lebih personal. *Video conference point-to-point* menggunakan *webcam* dan *microphone* yang telah terpasang pada *personal computer* pengguna, sehingga bisa berbicara dan saling melihat lawan bicara.
- *Video conference multipoint* merupakan metode untuk melakukan *video conference* dengan melibatkan lebih dari dua pengguna menggunakan satu *point* sebagai server dan beberapa pengguna lainnya sebagai *client* agar dapat terhubung dan melakukan panggilan video.

### 2.3 Protokol Pendukung Layanan

Protokol adalah sebuah aturan yang mengatur komunikasi data. Protokol merepresentasikan sebuah persetujuan antara dua perangkat. Tanpa protokol, 2 perangkat mungkin tersambung namun tidak dapat berkomunikasi, sama halnya seperti seseorang yang berbahasa Prancis tidak dapat dipahami oleh orang yang berbahasa Jepang. (Forouzan, 2007: 5). Beberapa protokol yang dapat digunakan dalam *streaming*, antara lain:

#### a. *Transfer Control Protocol (TCP)*

TCP adalah protokol transportasi aliran data yang handal. Protokol ini bersifat *connection-oriented*: Sebuah koneksi harus sudah terpasang antara ujung-ujung dari transmisi sebelum keduanya bisa mentransmisikan data. TCP terletak pada *Transport Layer* dari protokol TCP/IP. Walaupun bersifat *connection-oriented*, TCP tidak cocok digunakan untuk trafik multimedia yang interaktif karena TCP tidak memiliki fitur untuk mentransmisikan ulang paket yang hilang/rusak.

#### b. *User Datagram Protocol (UDP)*

UDP adalah protokol yang lebih sederhana dari dua standar protokol pada *layer transport* dari TCP/IP. Protokol ini adalah protokol proses ke proses yang hanya menambahkan alamat port, *error control checksum*, dan panjang informasi data dari *layer*

lebih atas. Protokol ini bersifat *connection-less*. UDP lebih cocok digunakan untuk trafik multimedia yang interaktif. Namun UDP tetap membutuhkan protokol tambahan yakni RTP.

## 2.4 Parameter Kinerja jaringan *Wireless LAN*

*Quality of Service (QoS)* adalah parameter yang menyatakan kinerja suatu jaringan berdasarkan beberapa parameter. Sedangkan menurut ITU-T E.800, QoS adalah sekumpulan pengaruh performansi yang menentukan derajat kepuasan pengguna terhadap *service* yang diberikan oleh jaringan. Pada jaringan *Wireless-LAN*, QoS dapat dilihat dari parameter *throughput*, *packet loss* dan *delay* yang dilihat dari sisi pengguna. Parameter kinerja jaringan WLAN yang dianalisis pada penelitian adalah sebagai berikut :

### 2.4.1 *Packet Loss*

*Packet Loss* merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya jumlah paket yang hilang atau tidak sampai ke tujuan ketika melakukan pengiriman data dari sumber ke tujuan. Pada beberapa situasi jika *packet loss* terjadi terdapat penurunan performansi secara signifikan sehingga dibutuhkan upaya untuk meminimalkan terjadinya *packet loss* ini. Salah satu penyebab *packet loss* adalah antrian yang melebihi kapasitas *buffer* pada setiap *node*. Beberapa penyebab terjadinya *packet loss*, yaitu *congestion*, *node* yang bekerja melebihi kapasitas *buffer*, serta *memory* yang terbatas pada *node*.

Prosentase *Packet loss* ditentukan dengan Persamaan (2-1). (Hendera Ahmad W,2005: 34).

Tabel 2.3  
Standar *Packet Loss*

Nilai <i>Packet Loss (%)</i>	Keterangan
0 - 0.5	Merupakan rentang <i>packet loss</i> yang dapat diterima oleh pengguna secara umum
0.5 - 1.5	Merupakan rentang <i>packet loss</i> pada jaringan yang bersifat global tetapi masih dapat ditolerir oleh pengguna
1.5 > 2	Merupakan rentang <i>packet loss</i> yang tidak dapat ditolerir pada jaringan dimana pengguna mengalami gangguan berkomunikasi

Sumber: ITU-T REC. Y.1541

Persamaan untuk *Packet Loss* ditentukan sebagai berikut (Mischa Schwartz, 1987),

$$Packet\ loss\ (%) = \frac{N_{packet\ loss}}{N_{packet}} \times 100\% \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan:

*Packet loss* = jumlah paket data yang hilang

$N_{\text{packet loss}}$  = panjang data yang dikirim (*byte*)

$N_{\text{packet}}$  = panjang data yang diterima (*byte*)

Untuk probabilitas *packet loss* ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\text{Probabilitas}_{PL} = \frac{\text{Traffic sent} - \text{Traffic received}}{\text{Traffic sent}} \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan :

*Traffic sent* = Paket yang dikirim (pps)

*Traffic received* = Paket yang diterima (pps)

Semakin kecil paket data yang hilang dalam suatu pentransmisian, maka akan semakin kecil nilai *Packet Loss*-nya dan semakin baik kualitas jaringannya.

### 2.4.2 Delay

*Delay* total merupakan penjumlahan dari *delay codec* dan *delay end-to-end* jaringan. *Delay global (Delay end-to-end)* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket data dari sumber sampai ke tujuan. *Delay end-to-end* merupakan penjumlahan antara *delay transmisi*, *delay propagasi*, *delay antrian* dan *delay proses* (Mellouk, 2003). *Delay end-to-end* pada paket telah banyak digunakan pada penelitian untuk mengkaji performansi jaringan pada aplikasi dan pengembangannya (Vivanco, 2008).

#### 2.4.2.1 Delay End-to-end jaringan

*Delay End-to-End* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirim sebuah paket dari sumber menuju ke tujuan (ujung ke ujung). Pada standar ITU-T merekomendasikan parameter gangguan untuk protokol H.323 menjadi 3 kategori. Standar *Delay* menurut ITU-T G.1010 secara lengkap ditunjukkan pada Tabel .2.4.

Tabel 2.4  
Pengelompokan waktu tunda berdasarkan ITU-T G.1010

<b>Waktu Tunda</b>	<b>Kualitas</b>
0 – 150 ms	Baik
150 – 300 ms	Cukup
>300 ms	Buruk

Sumber: ITU-T H.323

Total *delay* jaringan adalah:

$$t_{\text{jaringan}} = t_{\text{enkapsulasi}} + t_{\text{trans}} + t_p + t_w + t_{\text{dekapsulasi}} \dots\dots\dots (2-3)$$

Keterangan:

$t_{\text{enkapsulasi}}$  = Delay enkapsulasi (s)

$t_{\text{trans}}$  = Delay transmisi (s)

$t_p$  = Delay propagasi (s)

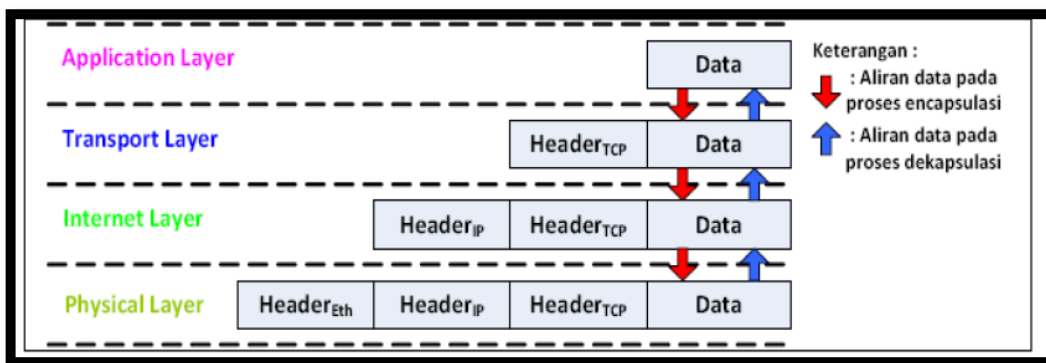
$t_w$  = Delay antrian (s)

$t_{\text{dekapsulasi}}$  = Delay dekapsulasi (s)

**2.4.2.2 Delay Proses**

Delay proses terdiri dari proses enkapsulasi dan dekapsulasi. Delay Enkapsulasi adalah proses menambahkan header pada paket data, sehingga paket data tersebut dapat tepat sampai ke tujuan. Sedangkan delay dekapsulasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk melepaskan keseluruhan header dari sebuah paket.

Apabila node sumber ingin mengirim paket data ke node tujuan, maka proses yang terjadi adalah paket tersebut dikirimkan ke transport layer. Di transport layer dengan menggunakan protokol TCP, paket data dienkapsulasi menjadi segmen TCP. Delay enkapsulasi dan Delay dekapsulasi ditentukan dengan persamaan (2-4) dan persamaan (2-5) :



Gambar 2.7 Proses Enkapsulasi dan Dekapsulasi Paket Data  
 Sumber: <http://www.citap.com/documents/tcp-ip/tcpip011.htm> (2016)

$$t_{enc} = \frac{L_{data} + L_{header\ RTP} + L_{header\ UDP} + L_{header\ IP} + L_{header\ Eth}}{C_{pros}} \dots\dots\dots (2-4)$$

$$t_{dec} = \frac{L_{data} + L_{header\ RTP} + L_{header\ UDP} + L_{header\ IP} + L_{header\ Eth}}{C_{pros}} \dots\dots\dots (2-5)$$

Keterangan:

$L_{data}$  = besar data video conference (bit)

$C_{pros}$  = kecepatan pemrosesan pada terminal pengirim (bps)



$L_{headerRTP}$	= panjang <i>header</i> RTP (12 <i>byte</i> = 96 bit)
$L_{headerUDP}$	= panjang <i>header</i> UDP (8 <i>byte</i> = 64 bit)
$L_{headerIP}$	= panjang <i>header</i> IP (20 <i>byte</i> = 160 bit)
$L_{headerEth}$	= panjang <i>header Ethernet</i> (14 <i>byte</i> = 112 bit)

### 2.4.2.3 Delay Transmisi

*Delay* transmisi adalah waktu yang diperlukan paket data untuk melalui media transmisi dari satu *node* ke *node* yang lain. Media transmisi bisa melalui serat optik, jaringan lokal tembaga maupun *air interface*. *Delay* transmisi ditentukan dengan persamaan (2-6).

$$t_t = \frac{(L+L')}{c} \dots\dots\dots (2-6)$$

Keterangan:

$t_t$	= <i>Delay</i> transmisi (s)
$L$	= panjang paket data ( <i>byte</i> /paket)
$L'$	= panjang <i>header</i> ( <i>byte</i> /paket)
$C$	= kapasitas kanal (bps)

### 2.4.2.4 Delay Propagasi

Menurut Forouzan dalam bukunya *Data Communications and Networking* tahun 2000, *Delay* propagasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh paket data dalam bentuk gelombang elektromagnetik untuk merambat dengan media transmisi dari *Node* sumber menuju tujuan. *Delay* propagasi ditentukan dengan persamaan (2-7).

Tabel 2.5  
Kecepatan Propagasi pada Berbagai Media

Jenis Kabel	Kecepatan Propagasi	Keterangan
<i>Thick Coax</i>	0.77c	c merupakan kecepatan cahaya = 3.10 <sup>8</sup> m/s
<i>Thin Coax</i>	0.65c	
<i>Twisted Pair</i>	0.59c	
<i>Fiber Optic</i>	0.66c	
<i>UTP Cable</i>	0.64c	

Sumber: <http://stason.org/TULARC/networking/lans-ethernet/3-11-What-is-propagation-delay-Ethernet-Physical-Layer.html> (2016)

Perhitungan *Delay* Propagasi :

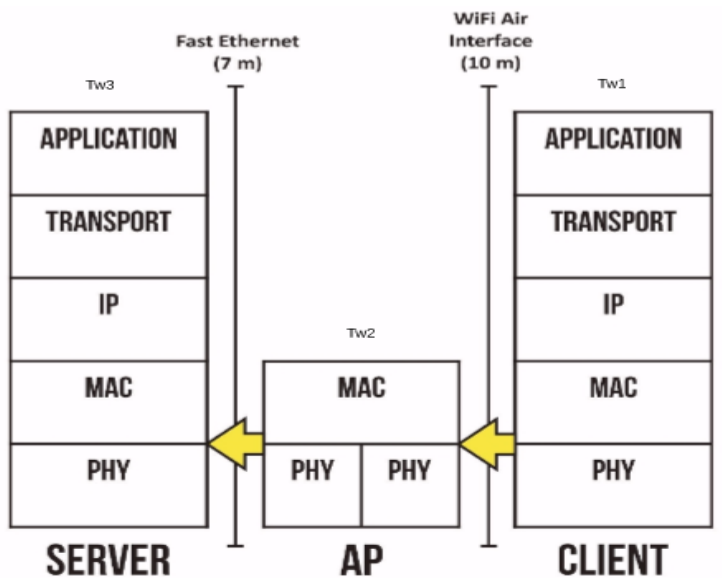
$$t_p = \frac{d_{max}}{v} \dots\dots\dots (2-7)$$

Keterangan:

- $t_p$  = Delay propagasi (s)
- $d_{max}$  = Panjang maksimum kabel UTP (m)
- $v$  = Kecepatan propagasi (m/s)

**2.4.2.5 Delay Antrian**

Delay antrian adalah rentang waktu paket data berada dalam antrian untuk ditransmisikan. Model antrian yang digunakan adalah model *First In First Out (FIFO)*, yakni data pertama yang masuk akan diproses terlebih dahulu dan akan dikeluarkan terlebih dahulu. Besarnya *delay* antrian tersebut ditentukan oleh Persamaan (2-8) hingga (2-11). (Mischa Schwartz, 1987:42).



Gambar 2.8 Model Antrian

Kecepatan kedatangan paket ditentukan persamaan Little’s Formula. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$\lambda_w = \frac{N}{t} \dots\dots\dots (2-8)$$

Keterangan:

- $\lambda_w$  = kecepatan kedatangan paket (paket/s)
- $N$  = Total paket yang dikirim (paket)
- $T$  = Waktu pengiriman paket total (s)

Kecepatan pelayanan ditentukan oleh persamaan dibawah ini (Mischa Schwartz):

$$\mu = \frac{c}{L_t} \dots\dots\dots (2-9)$$

Keterangan:

- $\mu$  = kecepatan pelayanan *router* (paket/s)
- $c$  = kapasitas kanal (bps)
- $L_t$  = Panjang paket data rata-rata total (byte/paket)

Sedangkan *delay* antrian dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.10 (Mischa Schwartz, 1987: 42).

$$t_w = \frac{1}{(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots (2-10)$$

Keterangan:

- $t_w$  = *delay* antrian (s)
- $\lambda$  = kecepatan kedatangan paket (paket/s)
- $\mu$  = kecepatan pelayanan (paket/s)

*Delay* antrian total merupakan penjumlahan dari *delay* antrian server dan *delay* antrian *router*, sehingga dapat dihitung dengan persamaan 2.11:

$$t_w(\text{total}) = t_w \text{ server} + t_w \text{ router} \dots\dots\dots (2-11)$$

Keterangan:

- $t_w$  = *delay* antrian (s)
- $t_w \text{ server}$  = *delay* antrian *server* (s)
- $t_w \text{ router}$  = *delay* antrian *router* (s)

**2.4.2.6 Delay Codec**

Layanan *video conference* juga harus memperhitungkan *delay* yang diakibatkan oleh pengkodean dari CODEC yang digunakan. *Delay* pada CODEC terdiri dari CODEC *audio* dan *video*. *Delay* CODEC pada aplikasi *video conference* yaitu (Stalling, 2002).

Tabel 2.6.  
Audio dan Video Codec

<b><i>Audio Codec</i></b>	<b><i>Delay Codec (ms)</i></b>
AVC/H.264 MPEG4	10-50
<b><i>Video Codec</i></b>	<b><i>Delay Codec (ms)</i></b>
G.711	40

Sumber: Tandberg Module dan Cisco System (2014)

Perhitungan *Delay* Codec :

$$t_{\text{codec}} = t_a + t_v \dots\dots\dots (2-12)$$

Keterangan:

$t_{\text{codec}}$  = *delay CODEC video conference* (ms)

$t_a$  = *delay CODEC audio yang digunakan* (ms)

$t_v$  = *delay CODEC video yang digunakan* (ms)

Sehingga *delay end-to-end* dapat dirumuskan sebagai penjumlahan dari *delay jaringan* dan *delay CODEC*:

$$t_{\text{end-to-end}} = t_{\text{codec}} + t_{\text{jaringan}} \dots\dots\dots (2-13)$$

Keterangan:

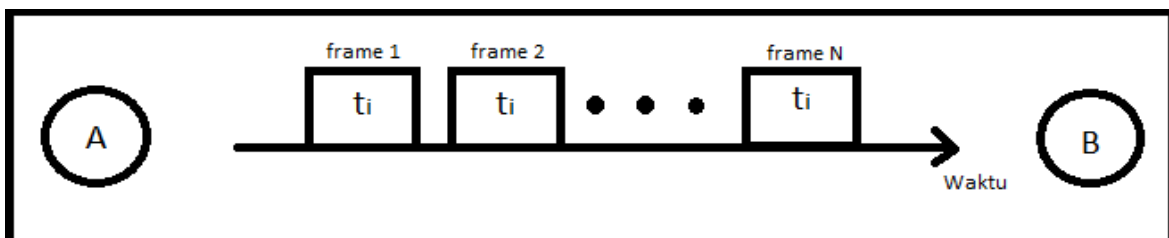
$t_{\text{end-to-end}}$  = *delay end-to-end layanan video conference* (ms)

$t_{\text{codec}}$  = *delay CODEC yang digunakan* (ms)

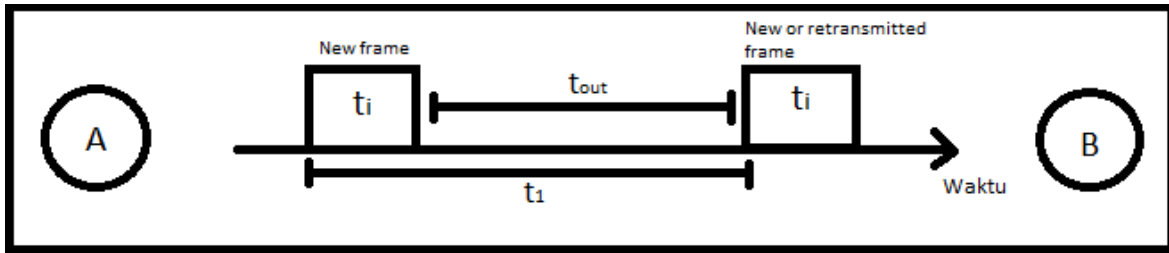
$t_{\text{jaringan}}$  = *delay pada jaringan* (ms)

### 2.4.3 Throughput

*Throughput* adalah parameter yang menunjukkan jumlah data yang diterima oleh pengguna dengan benar setelah melalui media transmisi. Nilai *throughput* diukur dengan satuan bps (*bit per second*). *Throughput* erat kaitannya dengan *bit rate*. Perbedaannya adalah *bit rate* merupakan rata-rata nilai bit informasi yang diperlukan file atau data untuk ditransmisikan dalam satuan waktu. Untuk mengetahui nilai *throughput* maka diperlukan data *bit rate file video* yang akan di transmisikan. Nilai *throughput* akan sama dengan nilai *bit rate* jika seluruh data yang ditransmisikan diterima dengan benar oleh pengguna. Berikut adalah persamaan untuk menghitung *throughput* dengan waktu transmisi paket data. Pada komunikasi ini membutuhkan kepastian paket dikirimkan secara benar menjadi hal yang paling utama sehingga diperlukan pengoreksi kesalahan (*error control*) yang meminimalkan kesalahan dengan cara mengirimkan paket secara terus menerus (*continuous automatic repeat request (ARQ)*) tanpa menunggu sinyal ACK dengan bentuk *Go Back N ARQ*. Analisis *Go Back N ARQ* diilustrasikan dalam Gambar 2.9 berikut.



(a)



(b)

Gambar 2.9 Go Back N Analisis, (a) tidak ada error, (b) dengan error.

Sumber : Schwartz, Mischa (1987, p.128)

$$t_T = DIFS + Overhead + \frac{Data}{Rate} + SIFS + ACK \dots\dots\dots (2-14)$$

Keterangan :

- $t_T$  = Waktu transmisi
- DIFS = DCF Interframe Space ( $\mu s$ )
- Overhead = Terdiri atas *preamble* dan *header* ( $\mu s$ )
- Data = WLAN data yang di transmisikan
- Rate = Data rate pada WLAN
- SIFS = Short Interframe Space ( $\mu s$ )
- ACK = Acknowledgement frame ( $\mu s$ )

Sehingga *throughput* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :

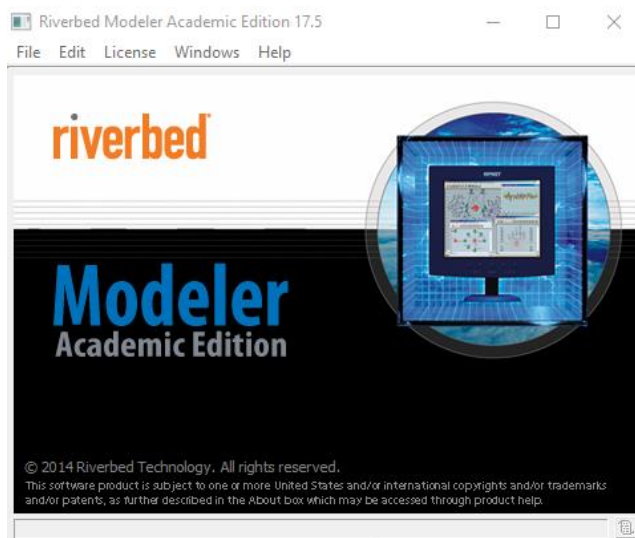
$$Throughput = \frac{Data\ total}{t_T} \dots\dots\dots (2-15)$$

Keterangan :

- Data = WLAN data total yang di transmisikan
- $t_T$  = Waktu transmisi

### 2.5 Riverbed Modeler

*Riverbed Modeler* adalah sebuah *network simulator* yang dirancang untuk membuat model dan menjalankan simulasi protokol komunikasi. Dengan menggunakan simulasi, *network designers* dapat mengurangi biaya penelitian dan memastikan kualitas produk yang optimal. Teknologi terbaru *Riverbed Modeler* menyediakan sebuah lingkungan untuk mendesain protokol dan teknologi, juga menguji dan mendemonstrasikan dengan skenario yang realistis sebelum diproduksi.



Gambar 2.10 Riverbed Modeler  
Sumber : [www.riverbed.com](http://www.riverbed.com)

Di dalam simulasi jaringan berbasis IP khususnya IPv6 dengan mempergunakan simulator Riverbed, hal-hal yang perlu dilakukan antara lain :

a. Konfigurasi Jaringan

Di dalam simulator Riverbed harus dilakukan penggambaran model jaringan yang akan disimulasikan. Secara umum untuk menggambarkan suatu jaringan berbasis IP antara lain terdapat : *router*, *bridge/switch*, *hub*, *LAN*, *link* baik yang dipergunakan untuk menghubungkan antar *router* ataupun hubungan ke *user*, *workstation*, *application server*, dan lain-lain. Kelengkapan suatu model akan tergantung kepada kebutuhan dan kerumitan yang diinginkan.

b. *Profile User*

Dipergunakan untuk menggambarkan *profile* dari *user* yang disimulasikan di dalam model tersebut. Sebagai contoh *profile* karyawan akan memiliki *profile* sesuai dengan kondisi karyawan disuatu perusahaan apakah dia memiliki aksesibilitas untuk menjalankan semua aplikasi di dalam jaringan perusahaan tersebut atau terbatas.

c. Layanan

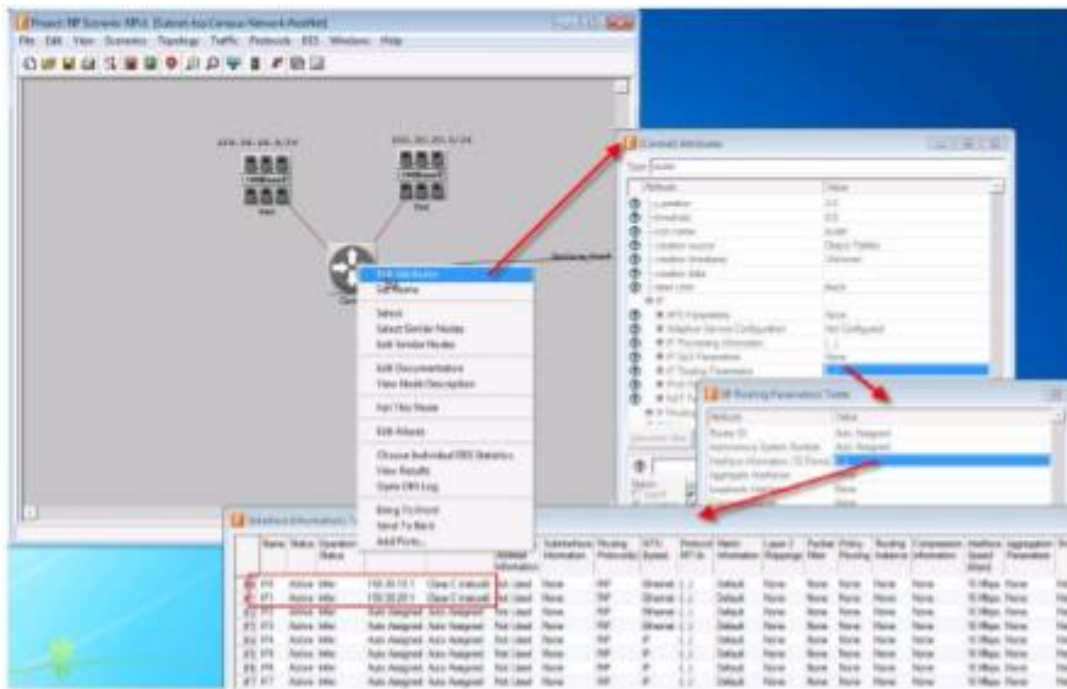
Dipergunakan untuk menggambarkan aplikasi/layanan apa saja yang dijalankan di dalam jaringan tersebut. Di dalam simulator Riverbed, aplikasi yang dapat dijalankan antara lain *Email*, *TELNET*, *Database*, *FTP*, *Print*, *VoIP*, *remote login*, *video conference* ataupun aplikasi lain yang disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Aplikasi tersebut merupakan aplikasi yang *default* telah disediakan oleh Riverbed, dan masing-masing terdiri atas aplikasi yang

dijalankan secara umum, rendah, berat ataupun dapat di setting sesuai kebutuhan.

### 2.5.1 Kelebihan Riverbed Modeler

Berikut adalah beberapa alasan digunakannya Riverbed Modeler dalam penelitian ini:

- Riverbed menyediakan *Graphic User Interface* (GUI) yang sangat nyaman dan mudah untuk dipelajari.
- Riverbed dapat digunakan untuk membuat model pada seluruh jaringan, termasuk *router, switch, protokol, server*, dan aplikasi lain yang mendukung. Berbagai macam sistem komunikasi mulai LAN tunggal hingga antar jaringan global dapat didukung.
- *Software Riverbed* (dengan model *source code*) tersedia secara gratis untuk penelitian akademis dan mengajar masyarakat.
- *Discrete event simulation* (DES) engine pada Riverbed untuk simulasi jaringan adalah tercepat. Biasanya diperlukan waktu beberapa menit untuk menyelesaikan simulasi percobaan laboratorium.
- Riverbed memiliki komunitas pengguna yang besar. Riverbed telah digunakan lebih dari 500 perusahaan, penyedia layanan, dan organisasi pemerintah di seluruh dunia. siswa yang memiliki pengalaman dengan simulator Riverbed akan memiliki peluang kerja jauh lebih baik di masa depan dalam industri.



Gambar 2.11 Tampilan simulasi dengan menggunakan Riverbed Modeler.  
Sumber : [www.riverbed.com](http://www.riverbed.com)

### 2.5.2 Discrete Event Simulation (DES)

Simulasi adalah proses mendesain suatu model yang dikomputerisasi dari sebuah sistem atau sebuah proses dan menghubungkan percobaan dengan model tersebut untuk tujuan memahami perilaku dari sistem atau mengevaluasi strategi yang beragam dari operasi pada sistem tersebut.

Kelebihan dari proses simulasi adalah :

- Dapat mengendalikan percobaan, dengan mengubah parameter tertentu tanpa harus mengubah atau mengganggu sistem yang telah ada.
- Dapat lebih menghemat waktu.
- Merupakan perangkat yang efektif digunakan dalam program pelatihan.

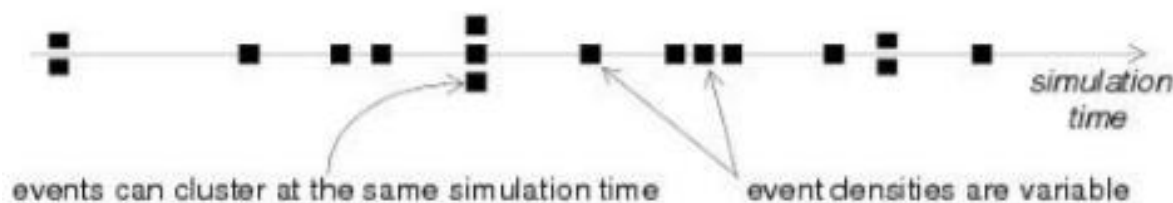
*Discrete event simulation* (DES) merupakan suatu model simulasi dimana perubahan statusnya terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu yang dipicu oleh suatu kejadian (*event*). Dalam titik waktu tersebut akan terjadi suatu *event*, dimana *event* didefinisikan sebagai suatu kejadian yang dapat mengubah kondisi suatu sistem. Contohnya operator yang sebelumnya menganggur (*idle*), setelah kedatangan suatu pelanggan akan menjadi sibuk. Atau sebaliknya dari kondisi sibuk ke kondisi *idle*.

Berikut adalah beberapa kejadian yang dapat dimodelkan sebagai sebuah *event*:



- Menerima sebuah paket atau sebuah perintah dalam suatu proses.
- Mulai atau berakhirnya transmisi atau penerimaan paket-paket pada suatu link.
- Pembangkitan sebuah pesan baru, perintah, atau tugas oleh sebuah proses aplikasi.
- Kegagalan (atau *recovery* dari kegagalan) pada suatu perangkat.

Ada dua pendekatan pokok yang digunakan untuk meningkatkan waktu simulasi yaitu mempercepat waktu *event* berikutnya dan mempercepat interval waktu tetap. Dengan pendekatan mempercepat *event* berikutnya, waktu simulasi diinisialisasi dengan (nol) 0 kemudian banyaknya kejadian dari suatu *event* di masa depan ditentukan. Waktu simulasi kemudian dipercepat ke waktu kejadian *event* paling dekat di masa depan, kemudian titik titik kondisi sistem diperbarui ke setiap kejadian yang telah terjadi sehingga banyaknya *event* di masa depan juga diperbarui. Kemudian waktu simulasi dipercepat, kondisi sistem diperbarui, banyaknya *event* masa depan ditentukan dst. Proses dari waktu simulasi yang dipercepat ini dari waktu *event* satu ke yang lain kontinu sampai beberapa kondisi berhenti dan telah terpenuhi. Sejak semua perubahan kondisi hanya terjadi pada *discrete event simulation*, dimana periode tidak aktif dilompati dari satu waktu *event* ke waktu *event* lain. Waktu simulasi hanya berubah ketika *event* baru terjadi, selama satu *event* terjadi, waktu tidak dapat berubah. Waktu simulasi sekarang didefinisikan sebagai waktu *event* saat ini dieksekusi. Waktu simulasi tidak perlu dipercepat dengan besar yang sama pada setiap *event*, namun melompat pada waktu *event* selanjutnya.



Gambar 2.12 Distribusi *event* pada *timeline* simulasi  
Sumber : [www.riverbed.com](http://www.riverbed.com)

*Riverbed Modeler* mendukung pemodelan dalam sistem terdistribusi, dan *Riverbed* juga memperbolehkan dilakukannya *multiple-event* terjadi secara simultan dalam simulasi dan mempengaruhi komponen-komponen yang berbeda dari sistem. Oleh karena itu, dimungkinkan untuk terjadinya beberapa *event* berbeda dalam waktu simulasi yang sama.

