

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini mengambil referensi dari beberapa penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan :

- 1) **Judul Penelitian** : “Analisis Dan Perbandingan Implementasi Metode *Simple Queue* Dengan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) (Studi Kasus Makosat Brimob Polda Kalbar)”

**Penulis** : Dulianto Helmy, Heri Priyanto, dan Anggi Srimurdianti S. (Program Studi Teknik Informatika Universitas Tanjungpura - 2015).

**Tujuan** : menganalisis *Quality of Service* (QoS) dan mengimplementasikan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) pada jaringan Mako Sat Brimob Polda Kalbar. Dengan hasil yang diharapkan adalah memaksimalkan *bandwidth* yang tersedia sesuai dengan *traffic* jaringan dan menilai *Quality of Service* (QoS) jaringan setelah penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) .

**Hasil** : Penggunaan *bandwidth* yang disediakan oleh ISP mampu digunakan secara dinamis menyesuaikan dengan keadaan *traffic* jaringan di kantor Makosat Brimob Polda Kalbar setelah penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB).

Nilai *Quality of Service* (QoS) mengalami peningkatan dari 3,00 menjadi 3,02 dengan kategori “BAGUS” dalam standar TIPHON.

- 2) **Judul Penelitian** : “Implementasi *Queue Tree* untuk Optimalisasi *Manajemen Bandwidth* Pada Seven Net Semarang”

**Penulis** : Bagus Akhmad Gunawan (Universitas Dian Nuswantoro – 2014).

**Tujuan** : implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *queue tree* dari mikrotik untuk mengatur setiap data yang lewat, sehingga pembagian *bandwidth* menjadi adil.

**Hasil** : Proses pendistribusian dan pembagian *bandwidth* lebih rata kepada semua pengguna jaringan, setelah dilakukannya pengembangan optimalisasi sistem manajemen *bandwidth* dengan metode *queue tree* pada *router* mikrotik.

- 3) **Judul Penelitian** : “Analisis Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Simple Queue* dan *Queue Tree* Pada Mikrotik ”

**Penulis** : Rahmat Hidayat (Universitas Syah Kuala – 2013).

**Tujuan** : memberikan informasi mengenai kualitas suatu jaringan dengan menganalisa parameter – parameter *Quality of Service* (QoS) serta menentukan metode terbaik antara metode *simple queue* dan *queue tree* dengan dua buah *router* mikrotik.

**Hasil** : *Router* yang dikonfigurasi dengan metode *simple queue* lebih baik dibandingkan dengan *router* yang dikonfigurasi dengan metode *queue tree* dinilai dari empat parameter *Quality of Service* (QoS) yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh algoritma yang digunakan kedua sistem antrian dan protokol yang digunakan adalah TCP.

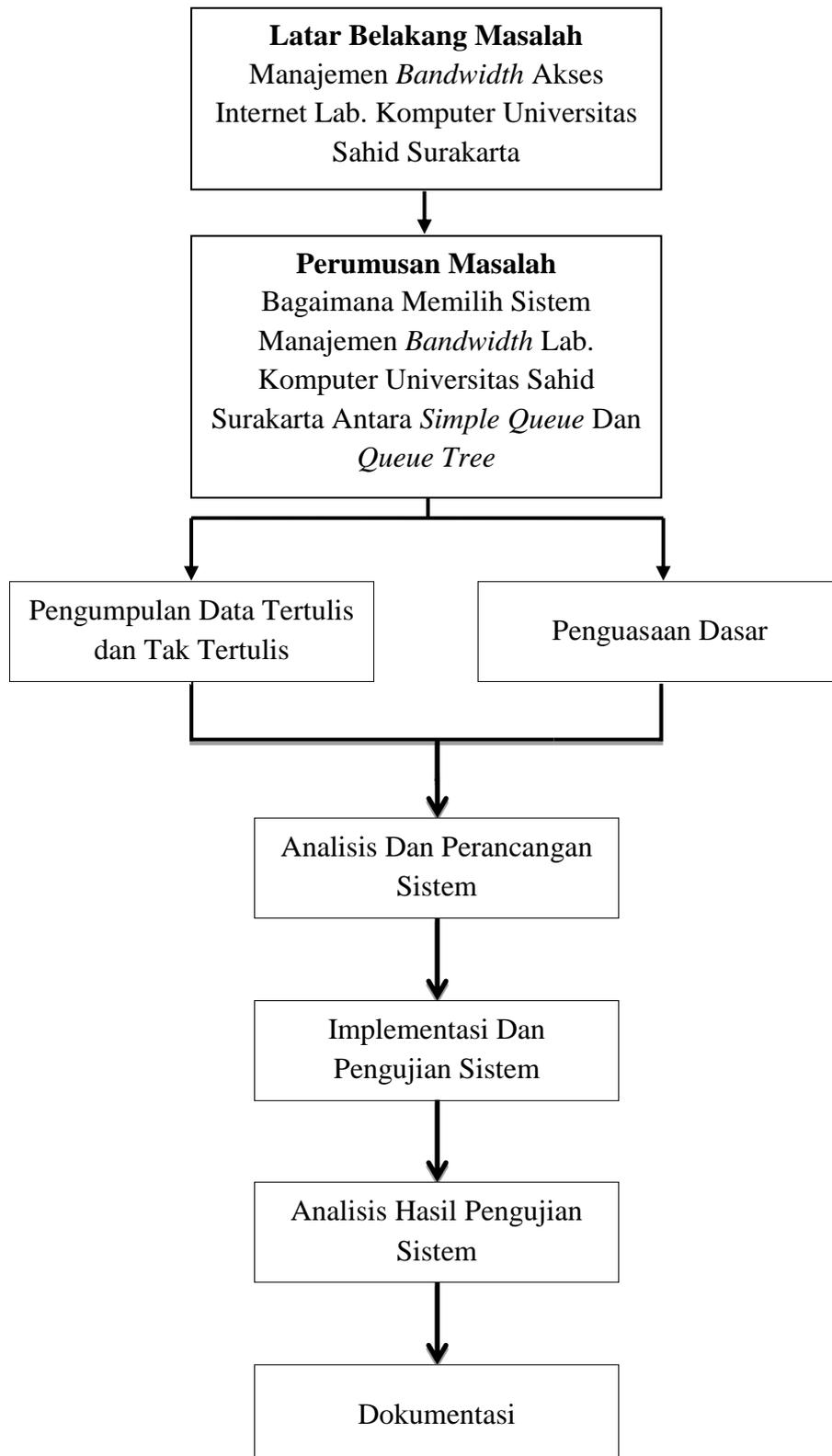
- 4) **Judul Penelitian** : “Sistem Manajemen *Bandwidth* dengan Prioritas Alamat IP *Client*”

**Penulis** : Yoga S., Wahyu Adi P., Rusmi A. (Univerritas Brawijaya – 2013).

**Tujuan** : melakukan analisis performansi sistem manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* dengan teknik *simple queue* dan *queue tree* terhadap parameter *packet loss*, *delay end-to-end* dan *throughput* sistem.

**Hasil** : penerapan sistem HTB ini membuktikan bahwa penggunaan teknik antrian dan kapasitas *bandwidth* menyebabkan perbedaan nilai *packet loss*, *delay end-to-end* dan *throughput* sistem.

## 2.2 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

Penjelasan Kerangka Pemikiran (Gambar 2.1) :

- 1) Latar Belakang Masalah  
Pokok permasalahan yang mendasari perlunya manajemen bandwidth Laboratorium Komputer Universitas Sahid Surakarta.
- 2) Perumusan Masalah  
Perumusan masalah merupakan rumusan masalah atau inti permasalahan dan jalan keluar untuk menyelesaikan permasalahan yang didapatkan berdasarkan pokok permasalahan pada latar belakang masalah.
- 3) Pengumpulan Data Tertulis dan Tidak Tertulis  
Mengumpulkan semua data yang dibutuhkan melalui observasi kondisi laboratorium Universitas Sahid Surakarta, wawancara dengan *administrator* jaringan, dan studi pustaka yang berkaitan dengan permasalahan.
- 4) Penguasaan Dasar  
Mempelajari dasar – dasar jaringan komputer, konfigurasi mikrotik, dan *quality of service*.
- 5) Analisis Dan Perancangan Sistem  
Melakukan analisis sistem yang lama, memberikan usulan sistem yang baru, dan membuat perancangan sistem yang akan diimplementasikan.
- 6) Implementasi Dan Pengujian Sistem  
Melakukan implementasi sistem yang telah dirancang dan melakukan pengujian untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan dengan baik.
- 7) Analisis Hasil Pengujian  
Melakukan analisis terhadap pengujian sistem yang telah dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan sistem serta kesimpulan kinerja sistem.
- 8) Dokumentasi  
Membuat dokumentasi dari keseluruhan penelitian tentang tugas akhir.

## **2.3 Jaringan Komputer**

### **2.3.1 Pengertian Jaringan Komputer**

Menurut Forouzan jaringan komputer adalah hubungan dari sejumlah perangkat yang dapat saling berkomunikasi satu sama lain ( *a network is a interconnection of a set of device capable of communication*). Perangkat yang dimaksud pada definisi ini mencakup semua jenis perangkat komputer (komputer *desktop*, komputer jinjing, *smartphone*, *PC tablet*) dan perangkat penghubung (*router, switch, modem, hub*). Jadi dapat dibayangkan bahwa jika kita menyebutkan jaringan komputer (*Computer Network*), akan terdapat minimal dua buah komputer atau perangkat yang saling terhubung satu sama lain. Di dalam sebuah jaringan komputer yang lebih luas, akan terdapat beragam perangkat komputer dan perangkat terhubung lainnya yang saling terhubung. Terjadi proses komunikasi dan transfer paket data di dalamnya (I Putu Agus, 2014).

Jaringan komputer merupakan gabungan antara teknologi komputer dan teknologi komunikasi. Gabungan teknologi ini melahirkan pengolahan data yang dapat didistribusikan, mencakup pemakaian *database, software* aplikasi, dan peralatan *hardware* secara bersamaan, sehingga penggunaan komputer yang sebelumnya hanya berdiri sendiri, kini telah diganti dengan sekumpulan komputer yang terpisah – pisah tetapi saling berhubungan dalam melaksanakan tugasnya (Dede, 2010).

### **2.3.2 Tujuan Membangun Jaringan Komputer**

Jaringan komputer dibangun untuk membawa informasi secara tepat tanpa adanya kesalahan dari sisi pengirim (*transmitter*) maupun sisi penerima (*receiver*) melalui media komunikasi. Sehingga dapat memudahkan dalam setiap aktifitas yang membutuhkan jaringan komputer tersebut. Ada beberapa hal yang masih dirasa menjadi kendala, yaitu masih mahalnya fasilitas komunikasi yang tersedia dan bagaimana memanfaatkan jaringan komunikasi yang ada secara efektif dan efisien. Serta jalur transmisi yang digunakan tidak benar – benar bebas dari masalah gangguan (Anjik dan Rianto, 2008).

### 2.3.3 Manfaat Jaringan Komputer

Jaringan komputer mempunyai beberapa manfaat yang lebih dibandingkan dengan komputer yang berdiri sendiri. Manfaat yang didapat dalam membangun jaringan komputer, yaitu :

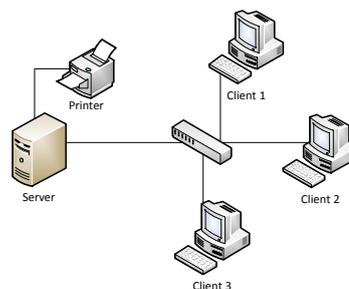
- 1) *Sharing resources* bertujuan agar seluruh program, peralatan atau peripheral lainnya dapat dimanfaatkan oleh setiap orang yang ada pada jaringan komputer tanpa terpengaruh oleh lokasi maupun pengaruh dari pemakai.
- 2) Jaringan komputer memungkinkan terjadinya komunikasi antar pengguna, baik untuk *teleconference* maupun untuk mengirim pesan atau informasi yang penting lainnya.
- 3) Jaringan komputer dapat mencegah ketergantungan pada komputer pusat, karena setiap proses data tidak harus dilakukan pada satu komputer saja, melainkan dapat didistribusikan ke tempat lainnya. Oleh sebab inilah maka dapat terbentuk data yang terintegrasi yang memudahkan pemakai untuk memperoleh dan mengolah informasi setiap saat.
- 4) Pengembangan peralatan dapat dilakukan dengan mudah dan menghemat biaya, karena setiap pembelian komponen seperti printer, maka tidak perlu membeli *printer* sejumlah komputer yang ada tetapi cukup satu buah karena printer itu dapat digunakan secara bersama – sama. Jaringan komputer juga memudahkan pemakai dalam merawat *harddisk* dan peralatan lainnya, misalnya untuk memberikan perlindungan terhadap serangan virus maka pemakai cukup memusatkan perhatian pada *harddisk* yang ada pada komputer pusat.
- 5) Sistem jaringan komputer dapat memberikan perlindungan terhadap data. Karena pemberian dan pengaturan hak akses kepada para pemakai, serta teknik perlindungan terhadap *harddisk* sehingga data mendapatkan perlindungan yang efektif.
- 6) Dengan pemakaian sumber daya secara bersama – sama, akan mendapatkan hasil yang maksimal dan kualitas yang tinggi. Selain itu data atau informasi yang diakses selalu terbaru, karena setiap ada perubahan yang terjadi dapat segera langsung diketahui oleh setiap pemakai (Melwin, 2005).

## 2.3.4 Jenis Jaringan Komputer

### 2.3.4.1 Jaringan Komputer Berdasarkan Fungsi

#### 2.3.4.1.1 Jaringan *Client Server*

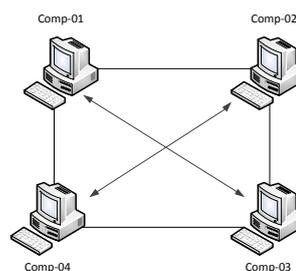
Model jaringan berdasarkan fungsi yang pertama adalah model *Client Server*. Pada model ini terdapat komputer yang berfungsi sebagai *server* dan komputer yang berfungsi sebagai *client*. Menurut definisinya *server* adalah komputer yang berfungsi menyediakan layanan, sedangkan *client* adalah komputer yang menggunakan layanan. Komputer *server* mempunyai berbagai tugas seperti membuat user yang bisa digunakan untuk *login* dari semua komputer di jaringan, menyediakan layanan pengalamatan IP, layanan *file sharing*, dan lain sebagainya (S'to, 2014).



Gambar 2.2 Jaringan *Client Server*

#### 2.3.4.1.2 Jaringan *Peer To Peer*

Berbeda dengan jaringan *Client Server*, pada model jaringan *Peer to Peer*, semua komputer memiliki kedudukan yang sama dalam berhubungan dan saling melayani. Komputer – komputer saling terhubung dan masing – masing memiliki hak untuk menentukan kebijakannya masing – masing. Setiap komputer menentukan kebijakan yang akan diterapkan pada komputernya dan tidak bisa diintervensi oleh tetangga (S'to, 2014).



Gambar 2.3 Jaringan *Peer to Peer*

## **2.3.4.2 Jaringan Komputer Berdasarkan Jangkauan Geografis**

### **2.3.4.2.1 *Local Area Network (LAN)***

*Local Area Network (LAN)*, merupakan jaringan milik pribadi di dalam sebuah gedung atau kampus yang berukuran sampai beberapa kilometer. LAN seringkali digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor suatu perusahaan atau pabrik – pabrik untuk memakai bersama sumberdaya (*resouce*, misalnya *printer*) dan saling bertukar informasi (Hariyadi dan Army, 2013).

### **2.3.4.2.2 *Metropolitan Area Network (MAN)***

*Metropolitan Area Network (MAN)*, pada dasarnya merupakan versi LAN yang berukuran lebih besar dan biasanya menggunakan teknologi yang sama dengan LAN. MAN dapat mencakup kantor – kantor perusahaan yang letaknya berdekatan atau juga sebuah kota dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan pribadi (swasta) atau umum. MAN mampu menunjang data dan suara, bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel (Hariyadi dan Army, 2013).

### **2.3.4.2.3 *Wide Area Network (WAN)***

*Wide Area Network (WAN)*, jangkauannya mencakup daerah geografis yang luas, seringkali mencakup sebuah negara bahkan benua. WAN terdiri dari kumpulan mesin – mesin yang bertujuan untuk menjalankan program-program (aplikasi) pemakai. WAN digunakan untuk *menghubungkan* jaringan area lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain (Hariyadi dan Army, 2013).

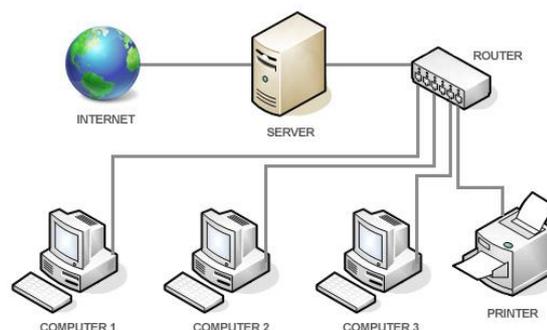
#### 2.3.4.2.4 Internet

Internet atau *interconnection network* secara umum didefinisikan sebagai jaringan komputer terbesar di dunia yang menghubungkan semua jaringan komputer yang ada (*intranet*, *Wide Area Network*, *Metropolitan Area Network*, *Personal Area Network*, dan lain – lain) beserta dengan semua komputer, perangkat terhubung (*smartphone*, *tablet*, komputer benam, *switch*, *router*, *hub*, dan perangkat penghubung lainnya), serta pengguna komputer itu sendiri ke dalam satu wadah jaringan komputer dunia. Terdapat juga jalur khusus dimana pengguna komputer dari akses publik (internet) dapat memasuki jaringan lokal (*intranet*) yang disebut dengan VPN (*Virtual Private Network*) (I Putu Agus, 2014).

#### 2.3.4.3 Jaringan Komputer Berdasarkan Media Transmisi

##### 2.3.4.3.1 Jaringan Komputer Kabel (*Wired Networks*)

Jaringan komputer kabel (*wired networks*) menggunakan sarana kabel jaringan untuk kemudian dihubungkan dengan perangkat penghubung berupa *hub* atau *switch*. Kelebihan jaringan kabel memiliki kestabilan dan kecepatan yang relatif lebih baik dibandingkan jaringan nirkabel. Sedangkan beberapa kelemahannya adalah jangkauan yang terbatas (sesuai dengan panjang kabel jaringan), kurang praktis karena harus selalu terhubung dengan kabel, serta kemungkinan jaringan terganggu apabila kabel bermasalah. Jaringan komputer kabel menggunakan media – media kabel jaringan berupa UTP, *Coaxial*, maupun kabel *Fiber Optic* sebagai media transmisinya (I Putu Agus, 2014).



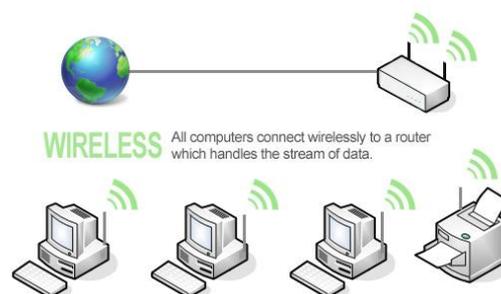
**Gambar 2.4 Wired Networks**  
(<http://www.liax.net/images/img/img-networking.jpg>)

### 2.3.4.3.2 Jaringan Komputer Nirkabel (*Wireless Networks*)

Jaringan komputer nirkabel (*wireless networks*) merupakan jaringan komputer yang tidak menggunakan kabel tetapi memanfaatkan sinyal elektromagnetis. Satu hal utama yang menjadi kelebihan jaringan nirkabel adalah kemudahan dan praktis. Namun jaringan nirkabel juga mempunyai beberapa kekurangan diantaranya :

- 1) Ancaman interferensi dengan gelombang lainnya (misalnya dengan sinyal radio dan sinyal lainnya) yang akan mengganggu koneksi jaringan.
- 2) Kemungkinan untuk diserang oleh *attacker* secara *remote*.
- 3) Penghalang fisik berupa tembok bangunan, pepohonan, dan benda – benda lainnya yang mengganggu sinyal yang digunakan pada jaringan *wireless* (I Putu Agus, 2014).

Kualitas sinyal yang diterima *user* untuk setiap ruangan berbeda – beda. Hal ini dipengaruhi oleh material – material yang terdapat pada ruangan tersebut. Pada ruangan terbuka kualitas sinyal yang diterima lebih baik dibandingkan dengan semi terbuka dan ruangan tertutup. Karena pada ruangan semi terbuka kualitas sinyal dipengaruhi oleh perangkat – perangkat kantor seperti pada ruangan terbuka tetapi setiap ruangan hanya dibatasi oleh sekat – sekat yang terbuat dari kayu. Sedangkan pada ruangan tertutup dibatasi oleh dinding baik dari kaca, kayu taupun tembok serta perangkat – perangkat yang ada di dalam ruangan (Irawati dan Fachriah, 2009).



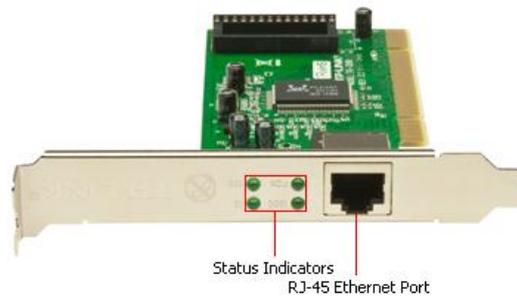
**Gambar 2.5 Wireless Networks**  
(<http://www.liax.net/images/img/img-wireless.jpg>)

## 2.3.5 Perangkat Keras Jaringan Komputer

### 2.3.5.1 Kartu Jaringan (*Network Interface Card / NIC*)

*Network interface card* atau LAN Card merupakan sebuah kartu jaringan yang dipasang pada slot ekspansi pada sebuah *motherboard* komputer (*server* maupun *workstation*) untuk dapat dihubungkan ke dalam sistem jaringan. Dilihat dari jenis *interface*-nya umumnya terbagi dua yaitu PCI dan ISA. Terdapat juga beberapa *card* yang diperuntukkan khusus untuk laptop atau *notebook* dengan *socket* PCMCIA (Dede, 2010).

*Network interface card* memungkinkan sistem operasi untuk mengirim dan menerima paket melalui memori utama menuju jaringan. Sistem operasi menyimpan dan mengambil data dari memori utama dan berkomunikasi dengan NIC, biasanya melalui slot ekspansi PCI. Kebanyakan NIC memiliki slot ekspansi PCI pada komputer yang menggunakan *driver* dari perangkat untuk berkomunikasi dengan sistem operasi. NIC biasanya memiliki memori khusus (*Direct Access Memory / DMA*) untuk mentransfer data antara memori utama dan memori *interface* jaringan (Kamble dan Mhala, 2012).



**Gambar 2.6** *Network Interface Card (NIC)*

(<http://www.misco.co.uk/product/164630/TP-LINK-TG-3269-32bit-Gigabit-Pci-Networks-Interface-Card>)

## 2.3.5.2 Kabel Jaringan

### 2.3.5.2.1 Kabel *Coaxial*

Kabel *coaxial* merupakan kabel jaringan dengan kemampuan transmisi tinggi, sehingga lebih umum digunakan pada saluran televisi dibandingkan pada jaringan komputer. Bentuk umumnya silinder dengan konduktor di dalamnya. Berbahan logam jenis tembaga yang mampu memberi manfaat lebih dibanding kabel logam jenis lainnya. Pemanfaatan kabel *coaxial* pada saluran telekomunikasi telepon antara lain pada kantor sentral yang menghubungkan saluran komunikasi tersebut dengan sub – sub telepon milik konsumen (I Putu Agus, 2014).



**Gambar 2.7 Kabel *Coaxial***

(<http://site.ambery.com/webgraph/BNC-Cable-25FT.gif>)

### 2.3.5.2.2 *Unshielded Twisted Pair* (UTP)

*Unshielded twisted pair* (UTP) adalah sebuah jenis kabel jaringan yang menggunakan bahan dasar tembaga, yang tidak dilengkapi dengan lapisan (*shield*) internal. Secara fisik terdiri atas empat pasang kawat medium, setiap pasang di pisahkan oleh lapisan pelindung. Keunggulan kabel UTP diantaranya mudah dipasang, ukurannya kecil dan harga lebih murah dibanding media transmisi kabel yang lain, meskipun mempunyai kelemahan rentan intervensi dari media elektromagnetik yang lain (Anjik dan Rianto, 2008).



**Gambar 2.8 Kabel UTP**

(<https://www.videk.co.uk/section.php/178/1/booted-cat5e-utp-patch-cables>)

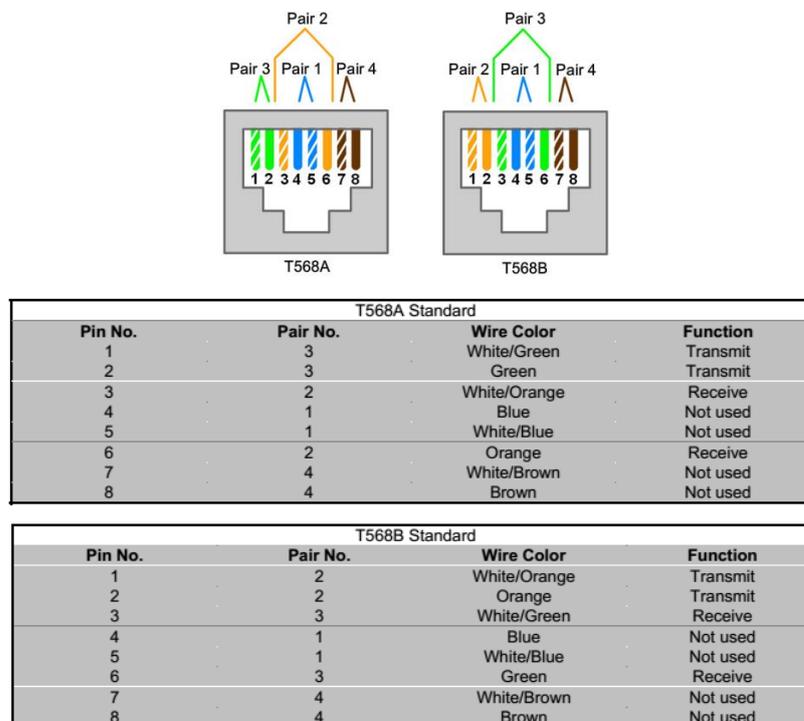
Kabel UTP ini memiliki setidaknya delapan buah kategori, namun yang umum digunakan adalah kategori Cat5e (*Enhanced Category 5*) dan Cat5 (*Category 5*). Hal ini karena dua kategori dari UTP memiliki dukungan transmisi paket data di dalam jaringan komputer sebesar 100Mbps hingga 1000Mbps (*Mega bit per second*). Jenis pengkabelan kabel UTP yang umum kabel UTP digunakan pada jaringan komputer yaitu *straight through* dan *cross over* (I Putu Agus, 2014).

- 1) *Straight through* umum digunakan pada dua buah perangkat yang berbeda di dalam jaringan komputer. Misalkan untuk menghubungkan komputer ke perangkat *switch* maupun *hub* atau menghubungkan perangkat *switch* ke *router* (I Putu Agus, 2014).
- 2) *Cross over* umum digunakan pada dua buah perangkat yang sama di dalam jaringan komputer. Misalkan untuk menghubungkan dua buah komputer secara langsung (*point to point*) ataupun menghubungkan dua buah *switch* atau *hub* antar jaringan (I Putu Agus, 2014).

Pengkabelan Kabel UTP dikutip dari *Cisco Network Academy* :

*Straight through* = T568A + T568A

*Cross over* = T568A + T568B



Gambar 2.9 Pengkabelan Kabel UTP

### 2.3.5.2.3 *Fiber Optic*

*Fiber optic* merupakan media transmisi pada jaringan komputer yang menggunakan teknologi berupa serat optik (serat gelas murni) berbentuk kabel, dengan kehalusan melebihi rambut manusia, namun secara teknis memiliki kemampuan pengiriman data yang sangat cepat. Dengan kemampuannya ini, serat optik banyak digunakan sebagai media transmisi untuk saluran telekomunikasi, termasuk juga untuk jaringan komputer saat ini. Misalkan untuk jaringan kabel internet internasional di bawah laut, jaringan internet penyedia layanan internet, dan lain – lain (I Putu Agus, 2014).

Berbeda dengan kabel – kabel sebelumnya, serat optik tidak menghantarkan listrik tapi menghantarkan cahaya atau lebih tepatnya sinar laser. Sinar laser dan cahaya memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan listrik. Cahaya tidak terpengaruh dan tahan terhadap medan elektromagnetik. Selain itu cahaya juga mampu berjalan dengan kecepatan yang sangat tinggi, sehingga sinyal yang bisa ditransfer melalui jaringan *fiber optic* mencapai kecepatan 100 Gbps dan bisa mencapai jarak sejauh 40 km. Namun *fiber optic* juga memiliki beberapa kelemahan seperti harganya yang mahal dan fisik yang tidak fleksibel seperti tembaga karena bahannya tersusun dari kaca. (S'to, 2014).



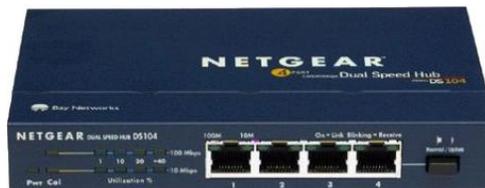
**Gambar 2.10** Kabel *Fiber Optic*

(<http://www.l-com.com/images/solutions-fiber-optic-cables.jpg>)

### 2.3.5.3 Perangkat Keras Penghubung Jaringan

#### 2.3.5.3.1 Hub

*Hub* merupakan suatu *device* pada jaringan yang secara konseptual beroperasi pada *layer 1 (Physical layer)*. *Hub* tidak menyaring atau menerjemahkan sesuatu, hanya mengetahui kecepatan transfer data dan susunan pin pada kabel. Cara kerja alat ini adalah dengan cara mengirimkan sinyal paket data ke seluruh *port* pada *hub* sehingga paket data tersebut diterima oleh seluruh komputer yang berhubungan dengan *hub* tersebut kecuali komputer yang mengirimkan. Ketika paket data dikirimkan melalui salah satu *port* pada *hub*, maka pengiriman paket data tersebut akan terlihat dan terkirim ke setiap *port* lainnya sehingga *bandwidth* pada *hub* menjadi terbagi ke seluruh *port* yang ada. Semakin banyak *port* yang tersedia pada *hub*, maka *bandwidth* yang tersedia menjadi semakin kecil untuk setiap *port*. Hal ini membuat pengiriman data pada *hub* dengan banyak *port* yang terhubung pada komputer menjadi lambat (Andi, 2012).



**Gambar 2.11 Hub**

(<http://www.zdtronic.com/products/851.html>)

#### 2.3.5.3.2 Switch

*Switch* merupakan perangkat keras penghubung di dalam jaringan komputer yang lebih banyak digunakan dibandingkan *hub*, karena dengan fungsi serupa dengan *hub*, *switch* memiliki dua buah kelebihan utama dibandingkan *hub*. Kelebihan yang dimiliki *switch* yaitu kemampuan untuk membaca alamat fisik (*MAC Address*) dari setiap komputer yang terhubung ke dalam *switch* tersebut. *Switch* menyimpan alamat fisik (*MAC Address*) dari setiap komputer beserta nomor *port* pada *switch* yang digunakan oleh komputer. Kelebihan kedua, *switch* memiliki kemampuan melakukan *filter* paket data yang keluar masuk *switch* sehingga keamanan paket data lebih terjamin (I Putu Agus, 2014).

Hal terpenting lainnya adalah kemudahan di dalam memberikan informasi mengenai alamat tujuan untuk komputer penerima (*destination address*) serta kemampuan untuk ikut menentukan *port* yang dituju (*outgoing port*). *Switch* bekerja di dua *layer* jaringan yaitu pengecekan alamat fisik (*MAC Address*) di *Data link layer* untuk disesuaikan dengan alamat jaringan pada *Network layer*. Sedangkan pada *Physical layer* terjadi proses pengolahan sinyal digital (I Putu Agus, 2014).



**Gambar 2.12 Switch**

(<http://www.tp-link.co.id/res/images/products/gallery/TL-SF1005D-04.jpg>)

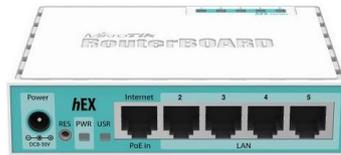
### 2.3.5.3.3 Router

*Router* adalah sebuah *device* yang berfungsi untuk meneruskan paket – paket dari sebuah *network* ke *network* yang lain, sehingga *host – host* yang ada pada sebuah *network* bisa berkomunikasi dengan *host – host* yang ada pada *network* yang lain. *Router* bisa berupa sebuah *device* yang dirancang khusus sebagai *router* (*dedicated router*), atau bisa juga berupa PC yang difungsikan sebagai *router* (*PC Router*) (Irwan dan Dwi Retno, 2009).

*Router* merupakan perangkat yang berfungsi di dalam proses *routing* untuk menentukan rute yang dilalui oleh paket data dari komputer pengirim ke komputer penerima. Sebuah *router* juga dapat berfungsi menghubungkan dua buah jaringan komputer atau lebih, yang memiliki *subnet* berbeda, sehingga menjadi satu kesatuan jaringan (I Putu Agus, 2014).

*Router* bekerja pada tiga *layer* sekaligus, meliputi *Physical layer*, *Data link layer*, dan *Network layer*. Pada *Physical layer*, *router* berfungsi untuk membuat (*generate*) sinyal yang diterimanya. Pada *Data link layer*, *router* berfungsi untuk mengecek alamat fisik jaringan berupa alamat komputer pengirim (*source*) dan alamat komputer penerima (*destination*) yang dikandung oleh paket – paket data tersebut (I Putu Agus, 2014).

Pada *Network layer*, *router* memainkan peran penting di dalam mengecek *IP address* sebagai alamat di jaringan komputer berbasis *internet protocol* serta proses *routing* itu sendiri (I Putu Agus, 2014).



**Gambar 2.13 Router**

(<http://mikrotik.co.id/images/produk/456/besar2.jpg>)

#### 2.3.5.3.4 *Wireless Access Point (WAP)*

Dalam jaringan komputer, sebuah *wireless access point* (WAP / AP) memungkinkan peralatan komunikasi nirkabel terhubung dengan jaringan nirkabel menggunakan. WAP umumnya terhubung dengan jaringan kabel (*wired network*) dan menjadi perantara transfer data antara perangkat nirkabel (*wireless devices*) dengan perangkat yang menggunakan kabel (*wired devices*) dalam sebuah jaringan (Shet, dkk., 2010).

Sebelum adanya jaringan nirkabel, pengaturan jaringan komputer masih menggunakan banyak kabel yang dipasang melalui dinding dan langit – langit ruangan untuk menghubungkan semua perangkat di dalam gedung. Dengan adanya *wireless access point*, pengguna jaringan dapat menambahkan perangkat dengan sedikit atau bahkan tanpa kabel sama sekali. Saat ini WAP dibangun untuk mendukung standar dalam mengirim dan menerima data menggunakan frekuensi radio dibanding menggunakan kabel (Shet, dkk., 2010).



**Gambar 2.14 Wireless Access Point**

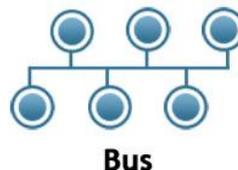
(<http://www.dlink.com/-/media/Images/Products/DAP/1360/DAP%201360%20Front.png>)

## 2.4 Topologi Jaringan

### 2.4.1 Topologi Bus

Topologi *linear bus* merupakan topologi yang banyak dipergunakan pada masa penggunaan kabel *coaxial* menjamur. Dengan menggunakan *T-Connector* (dengan *terminator* 500hm pada ujung *network*), maka komputer atau perangkat jaringan lainnya bisa dengan mudah dihubungkan satu sama lain. Kesulitan utama dari penggunaan kabel *coaxial* adalah sulit untuk mengukur apakah kabel yang dipergunakan benar – benar cocok atau tidak. Karena kalau itu tidak sungguh – sungguh diukur secara benar akan merusak NIC (*Network Interface Card*) yang dipergunakan dan kinerja jaringan menjadi terhambat, tidak mencapai kemampuan maksimalnya. Topologi ini juga sering digunakan pada jaringan dengan basis *fiber optic* (yang kemudian digabungkan dengan topologi *star* untuk menghubungkan dengan *client* atau *node*) (Dede, 2010).

Data yang dikirimkan akan langsung menuju terminal yang dimaksud tanpa harus melewati terminal – terminal dalam jaringan. Tidak bekerjanya sebuah komputer tidak akan menghentikan kerja dari jaringan, namun jaringan tidak akan bekerja jika kabel utamanya putus (Yuri, 2013).



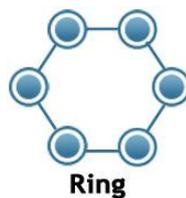
**Gambar 2.15 Topologi Bus**

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2014/04/Bus.jpg>)

### 2.4.2 Topologi Ring

Topologi *ring* merupakan salah satu topologi yang relatif sederhana dengan menghubungkan setiap komputer (*node*) satu per satu, sehingga membentuk rangkaian menyerupai cincin (*ring*). Secara konsep topologi ring hampir mirip dengan topologi bus, hanya saja pada topologi ring tidak terdapat titik henti dalam bentuk terminal (*terminator*) sehingga membentuk lingkaran atau cincin. (I Putu Agus, 2014).

Ada dua hal yang dilakukan oleh suatu terminal ketika menerima data dari komputer sebelumnya, yaitu memeriksa alamat yang dituju dari data tersebut dan menerimanya jika terminal ini merupakan tujuan data tersebut, dan terminal akan meneruskan data ke komputer selanjutnya dengan memberikan tanda negatif ke komputer pengirim. Apabila ada komputer yang tidak berfungsi maka hal tersebut tidak akan mempengaruhi jaringan komputer, namun apabila ada kabel yang terputus maka seluruh komputer yang terhubung jaringan akan terganggu (Yuri, 2013).



**Gambar 2.16 Topologi Ring**

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2014/04/Ring-or-Circular.jpg>)

### 2.4.3 Topologi Star

Topologi *star* adalah topologi di dalam jaringan komputer, di mana terdapat sebuah komputer ataupun perangkat jaringan komputer berupa *hub* atau *switch* yang menjadi pusat dari semua komputer yang terhubung ke dalamnya. Komputer pusat ini bertindak sebagai *server*, sedangkan komputer yang lain bertindak sebagai *client* yang tidak dapat berkomunikasi satu sama lain sebelum melalui komputer pusat atau *hub* dan *switch* terlebih dahulu, untuk dapat bertukar data sesama komputer *client* yang lain (I Putu Agus, 2014).

Apabila ada satu *client* yang tidak berfungsi atau media transmisi (kabel) yang putus maka tidak akan mempengaruhi kerja dari jaringan karena gangguan tersebut hanya mempengaruhi *client* yang bersangkutan (Yuri, 2013).



**Gambar 2.17 Topologi Star**

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2014/04/Star.jpg>)

#### 2.4.4 Topologi *Tree/Hierarchichal*

Topologi *tree* merupakan topologi dengan bentuk geometris menyerupai pohon (*tree*). Pada topologi *tree* terdapat sebuah komputer atau perangkat jaringan berupa *hub* atau *switch* pada level teratas (disebut dengan *root*) yang menjadi pusat utama komunikasi bagi semua komputer lain yang terhubung dengannya. Kemudian pada level di bawahnya terdapat satu atau lebih komputer lain (disebut dengan sentral) yang menjadi pusat bagi sejumlah komputer di level bawahnya, yang membentuk topologi seperti topologi *star*. *Central* ini menjadi penghubung antara *root* dengan semua komputer lainnya yang ada di bawah *central* (I Putu Agus, 2014).



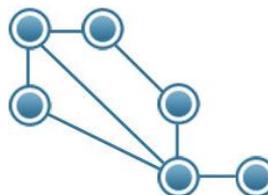
**Tree**

**Gambar 2.18 Topologi Star**

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2014/04/tree.jpg>)

#### 2.4.5 Topologi *Mesh*

Topologi *mesh* adalah salah satu jenis topologi pada jaringan komputer yang menghubungkan semua komputer secara penuh (*fully connected*). Topologi *mesh* merupakan topologi yang paling kompleks dan paling banyak digunakan pada penyedia layanan akses internet (ISP / *Internet Service Provider*), sebab topologi *mesh* mampu menjaga agar kerusakan atau gangguan yang terjadi pada salah satu komputer tidak akan mempengaruhi komputer lain atau jaringan secara keseluruhan (I Putu Agus, 2014).



**Mesh**

**Gambar 2.19 Topologi Mesh**

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2014/04/mash.jpg>)

## 2.5 Pemodelan *Layer*

Pemodelan *layer* dalam jaringan komputer menggambarkan secara jelas tugas dari setiap lapisan pada jaringan komputer, terkait dengan proses pengiriman dan penerimaan paket data. Pemodelan secara hirarki juga menjelaskan fungsi – fungsi dari setiap lapisan yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) (I Putu Agus, 2014).

### 2.5.1 OSI *Layer*

OSI adalah suatu standar komunikasi antarmesin yang terdiri atas 7 lapisan (*layer*). Ketujuh lapisan tersebut mempunyai peran dan fungsi yang berbeda satu terhadap yang lain. Setiap *layer* bertanggung jawab secara khusus pada proses komunikasi data. Misal, satu *layer* bertanggung jawab untuk membentuk koneksi antarperangkat, sementara *layer* lainnya bertanggung jawab untuk mengoreksi terjadinya "*error*" selama proses transfer data berlangsung. Model *Layer* OSI dibagi dalam dua group: "*upper layer*" dan "*lower layer*". "*Upper layer*" fokus pada aplikasi pengguna dan bagaimana file direpresentasikan di komputer. Untuk *Network Engineer*, bagian utama yang menjadi perhatiannya adalah pada "*lower layer*". *Lower layer* adalah intisari komunikasi data melalui jaringan aktual (Dede, 2010).



Gambar 2.20 OSI *Layer*

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2015/05/TCP-IP-Model.jpg>)

### **2.5.1.1 Lower Layer**

#### **1) Lapisan-1 : Physical**

Lapisan terendah ini mengatur sinkronisasi pengiriman dan penerimaan data, spesifikasi mekanik, elektrik dan *interface* antar terminal, seperti besar tegangan, frekuensi, impedansi, koneksi pin dan jenis kabel.

*Layer* ini berfungsi juga untuk mendefinisikan media transmisi jaringan, arsitektur jaringan (seperti halnya *Ethernet* atau *Token Ring*), topologi jaringan dan pengabelan. Selain itu, level ini juga mendefinisikan bagaimana *Network Interface Card* (NIC) dapat berinteraksi dengan media kabel atau radio (Dede, 2010).

#### **2) Lapisan-2 : Data Link**

Pada lapisan ini data diubah dalam bentuk paket, sinkronisasi paket yang dikirim maupun yang diterima menjadi format yang disebut sebagai *frame*. Selain itu, pada level ini terjadi koreksi kesalahan, *flow control*, pengalamatan perangkat keras (seperti halnya *Media Access Control Address (MAC Address)*), dan menentukan bagaimana perangkat – perangkat jaringan seperti *hub*, *bridge*, *repeater*, dan *switch layer 2* beroperasi. Spesifikasi IEEE 802, membagi level ini menjadi dua level anak, yaitu lapisan *Logical Link Control (LLC)* dan lapisan *Media Access Control (MAC)* (Dede, 2010).

#### **3) Lapisan-3 : Network**

Lapisan ini menentukan rute pengiriman dan mengendalikan kemacetan (mendefinisikan alamat – alamat IP), membuat *header* untuk paket – paket, dan kemudian melakukan *routing* melalui *internet working* dengan menggunakan *router* dan *switch layer-3* agar data sampai ditempat tujuan dengan benar (Dede, 2010).

#### **4) Lapisan-4 : *Transport***

Lapisan ini mengatur keutuhan data, menerima data dari lapisan *Session* dan meneruskannya ke lapisan *Network*. Lapisan ini berfungsi untuk memecah data ke dalam paket – paket data serta memberikan nomor unit ke paket – paket tersebut sehingga dapat disusun kembali pada sisi tujuan setelah diterima. Selain itu, pada level ini juga membuat sebuah tanda bahwa paket diterima dengan sukses (*acknowledgement*), dan mentransmisikan ulang terhadap paket – paket yang hilang di tengah jalan (Dede, 2010).

#### **2.5.1.2 *Upper Layer***

#### **5) Lapisan-5: *Session***

Lapisan ini menyiapkan saluran komunikasi dan terminal dalam hubungan antar terminal, mengkoordinasikan proses pengiriman dan penerimaan serta mengatur pertukaran data (Dede, 2010).

#### **6) Lapisan-6: *Presentation***

Pada lapisan ini dilakukan konversi data agar data yang dikirim dapat dimengerti oleh penerima, kompresi teks dan penyandian data. Protokol yang berada dalam level ini adalah perangkat lunak redirektor (*redirector software*), seperti layanan *Workstation* (dalam *Windows NT*) dan juga *Network shell* (semacam *Virtual Network Computing (VNC)* atau *Remote Desktop Protocol (RDP)*) (Dede, 2010).

#### **7) Lapisan-7 : *Application***

Lapisan paling tinggi ini mengatur interaksi pengguna komputer dengan program aplikasi yang dipakai. Lapisan ini juga mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan, dan kemudian membuat pesan-pesan kesalahan. Protokol yang berada dalam lapisan ini adalah HTTP, FTP, SMTP, dan NFS (Dede, 2010).

### 2.5.2 TCP/IP Layer

Pemodelan *layer* TCP/IP muncul sebagai akibat dari adanya beragam kekurangan pada pemodelan *layer* OSI serta pemodelan *layer* OSI mulai tidak relevan dengan perkembangan zaman, terutamanya aplikasi dan jaringan komputer itu sendiri. Pemodelan *layer* TCP/IP lebih simpel dan ringkas dengan hanya empat *layer* saja di dalamnya. Pemodelan TCP/IP menggunakan konsep paket protokol TCP/IP yang memiliki empat buah subprotokol di dalamnya, yang kemudian menjadi keempat *layer* pada pemodelan *layer* TCP/IP (I Putu Agus, 2014).

#### 1) Link Layer

*Link layer* merupakan *layer* terbawah pada pemodelan *layer* TCP/IP. *Link layer* berfungsi untuk menjelaskan protokol yang digunakan pada topologi jaringan, *interface* yang digunakan, *flow control* dan sebagainya. Secara umum *layer* ini berfungsi untuk mendefinisikan beragam metode di dalam jaringan ke dalam lingkup *link* lokal pada jaringan komputer yang sedang berkomunikasi. Pada *layer* ini unit data disebut dengan *frame*, yang terdiri atas *frame header*, *frame data*, dan *frame footer*. *Link layer* dapat disetarakan dengan *physical layer* dan *data link layer* pada pemodelan *layer* OSI (I Putu Agus, 2014).

#### 2) Internet Layer

*Internet layer* yaitu *layer* di lapis kedua yang berfungsi untuk pergantian datagram pada jaringan. *Layer* ini menyediakan *interface* jaringan yang seragam, dengan menyembunyikan topologi yang digunakan. Selain itu *layer* ini juga mengurus pengalamatan dan *routing* (I Putu Agus, 2014).

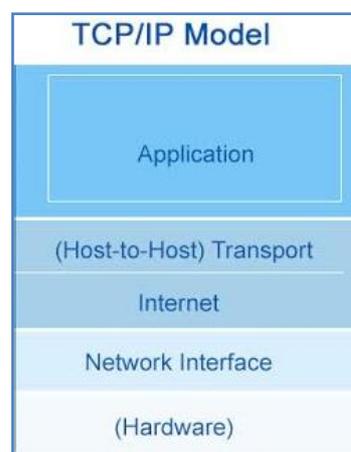
Protokol – protokol internet merangkum paket – paket menjadi datagram internet dan mengoperasikan semua algoritma *routing* yang diperlukan. Fungsi – fungsi *routing* yang dikerjakan *internet layer* memang dibutuhkan untuk memungkinkan *host* beroperasi dengan jaringan – jaringan lain. *Internet layer* kira – kira sesuai dengan *network layer* pada model OSI. Lima protokol yang diimplementasikan pada *layer* ini yaitu ARP, RARP, ICMP, IGMP, dan IP (Sukarman, 2008).

### 3) *Transport Layer*

*Transport layer* pada pemodelan ini dapat disetarakan dengan *transport layer* pada model OSI *layer*. Protokol – protokol *transport* menghadirkan sesi komunikasi di antara komputer – komputer dan menentukan tipe layanan *transport* entah berorientasi koneksi (TCP) ataupun berorientasi datagram yang tanpa koneksi (UDP). TCP menyajikan komunikasi berorientasi koneksi yang dapat diandalkan untuk aplikasi – aplikasi yang secara khusus mentransfer sejumlah besar data pada suatu waktu. TCP juga dipakai untuk aplikasi – aplikasi yang memerlukan pengakuan bagi data yang diterima. Namun demikian, UDP menyediakan komunikasi tanpa koneksi dan tidak menjamin mampu mengirimkan paket. Aplikasi – aplikasi yang memakai UDP secara khusus mentransfer sejumlah kecil data pada suatu waktu. Pengiriman data yang dapat diandalkan merupakan tanggung jawab aplikasi (Sukarman, 2008).

### 4) *Layer Application*

*Application layer* terletak di atas pada model TCP/IP konsep empat *layer* dan merupakan tempat program *software* memperoleh akses ke jaringan. *Layer* ini kira – kira sesuai dengan *session layer*, *presentation layer*, dan *application layer* pada model OSI. Beberapa layanan dan utiliti TCP/IP beroperasi pada *Application layer*. Layanan dan utiliti tersebut meliputi HTTP, FTP, SMTP, Telnet, DNS, SNMP (Sukarman, 2008).



**Gambar 2.21 TCP/IP Layer**

(<http://www.certiology.com/wp-content/uploads/2015/05/TCP-IP-Model.jpg>)

## **2.6 Protokol Jaringan Komputer**

### **2.6.1 Definisi Protokol**

Menurut Fouzan protokol (*protocol*) didefinisikan sebagai sebuah atau sekumpulan aturan yang mengikat semua perangkat komputer yang terhubung di dalamnya (*hardware* dan *software*), untuk dapat menciptakan komunikasi yang baik. Definisi ini menekankan bahwa protokol merupakan sebuah atau sekumpulan aturan yang harus ditaati bersama (I Putu Agus, 2014).

### **2.6.2 Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)**

Protokol TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) merupakan sepasang protokol di dalam jaringan komputer, yang secara hirarkis dibentuk dari susunan modul – modul interaktif yang saling mendukung satu sama lain. Hal ini berarti setiap *layer* komputer pada bagian bawah akan mendukung *layer* di bagian atasnya. Sehingga *layer* bagian atas akan mendukung juga *layer* bagian bawah. Pada protokol TCP/IP terdapat empat buah subprotokol yang memiliki fungsionalitas masing – masing. Keempat subprotokol inilah yang menjadi dasar untuk pemodelan *layering* TCP/IP (I Putu Agus, 2014).

Berikut adalah penjelasan tiap – tiap *layer* pada arsitektur TCP/IP :

#### **1) Application layer**

Bertanggung jawab untuk menyediakan akses kepada aplikasi terhadap layanan jaringan TCP/IP. Protokol yang digunakan pada *layer* ini diantaranya DHCP, DNS, FTP, HTTP, SMTP, SNMP (Susmini dan Fathur, 2014).

#### **2) Transport layer**

Berperan untuk membuat komunikasi menggunakan sesi koneksi yang bersifat *connection-oriented* atau *broadcast* yang bersifat *connectionless*. Protokol dalam *layer* ini adalah *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *User Datagram Protocol* (UDP) (Susmini dan Fathur, 2014).

### **3) Internet layer**

Bertanggung jawab untuk melakukan pemetaan (*routing*) dan enkapsulasi paket – paket data jaringan menjadi paket – paket IP. Protokol yang bekerja dalam *layer* ini adalah *Internet Protocol (IP)*, *Address Resolution Protocol (ARP)*, *Internet Control Message Protocol (ICMP)* dan *Internet Group Management Protocol (IGMP)* (Susmini dan Fathur, 2014).

### **4) Network layer**

Berfungsi untuk menyimpan *frame – frame* data yang akan dikirim ke media jaringan. *Layer* ini bertugas mengatur semua hal yang diperlukan sebuah paket IP (Susmini dan Fathur, 2014).

#### **2.6.3 User Datagram Protocol (UDP)**

*User Datagram Protocol (UDP)* merupakan protokol di dalam jaringan komputer yang berfungsi untuk mengatur dan mengurus semua koneksi yang ada dengan sifat yang berkebalikan dengan protokol TCP (*Transmission Control Protocol*). Ketiga sifat utama pada jaringan komputer yang diurus oleh protokol UDP adalah koneksi yang *Unreliable* (tidak handal dalam jaringan komputer sehingga tidak ada pengecekan di dalamnya, koneksi yang tidak memerlukan *setup* koneksi terlebih dahulu (*connectionless oriented*), serta memiliki header UDP yang di dalamnya memuat SPI (*Source Process Identification*) dan DPI (*Destination Process Identification*). Dengan ketiga sifat ini, menyebabkan protokol UDP lebih banyak digunakan di berbagai layanan yang bersifat *streaming*, pengiriman pesan sederhana, dan lain – lain (I Putu Agus, 2014).

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

*File Transfer Protocol (FTP)* adalah protokol jaringan standar yang digunakan untuk mentransfer file dari satu *host* ke *host* yang lain melalui jaringan TCP seperti internet. FTP dibangun berdasarkan arsitektur jaringan *client server* dan menggunakan kontrol terpisah serta koneksi data antara *client* dan *server*.

FTP dapat berjalan pada mode aktif dan mode pasif, yang menjelaskan bagaimana koneksi data terjalin (Madhu dan Lakshmi, 2014).

#### 1) *Active Mode*

Pada *active mode*, *client* membuat sebuah koneksi TCP menuju *server* dan mengirim *IP address* serta *port number* yang digunakan *client*, dan menunggu hingga *server* memulai koneksi data melalui TCP menuju *IP address* dan *port number client* (Madhu dan Lakshmi, 2014).

#### 2) *Passive Mode*

Pada *passive mode*, *client* menggunakan koneksi untuk mengirim perintah PASV menuju *server*, untuk kemudian menerima *IP address* dan *port number* yang digunakan *server*, yang digunakan untuk memulai koneksi data dari *port number client* menuju *IP address* dan *port number server*. *Passive mode* biasanya digunakan pada situasi dimana *client* berada di belakang *firewall* dan tidak bisa menerima koneksi TCP (Madhu dan Lakshmi, 2014).

### **2.6.5 Internet Control Message Protocol (ICMP)**

*Internet Control Message Protocol (ICMP)* merupakan protokol di dalam jaringan komputer yang bertugas untuk memberitahukan kepada pengguna tentang adanya koneksi jaringan atau tidak, terjangkau atau tidaknya sebuah komputer atau komputer *server* tujuan, serta kemungkinan adanya balasan dari *server* tujuan atau komputer tujuan tersebut. ICMP bekerja dengan cara mengirimkan *ICMP Echo Request* dan *ICMP Echo Reply* kepada pengguna komputer melalui perintah PING (*Packet Internet Gopher*) (I Putu Agus, 2014).

### **2.6.6 Address Resolution Protocol (ARP)**

*Address Resolution Protocol (ARP)* merupakan protokol di dalam jaringan komputer yang berfungsi untuk menghubungkan pengalamatan secara fisik dan pengalamatan secara jaringan pada suatu komputer yang terhubung ke dalam jaringan komputer. Pengalamatan fisik merupakan pengalamatan yang diberikan secara unik oleh setiap *vendor* perangkat keras berupa *MAC address*. Pengalamatan ini beserta dengan protokol ARP terletak di *Data Link Layer*.

Sedangkan pengalamatan secara jaringan berbasis *Internet Protocol* disebut dengan *IP address* berada di *network layer* (I Putu Agus, 2014).

Protokol ARP bertugas menerima alamat setiap komputer pada jaringan komputer yang berbasis *IP address* untuk kemudian dipetakan ke dalam sebuah alamat logik yang disebut dengan *Logical Link Address*. ARP membantu menterjemahkan alamat fisik di jaringan melalui *MAC address* dan disesuaikan dengan alamat IP yang diperoleh di dalam jaringan komputer (I Putu Agus, 2014).

Di dalam menjalankan fungsinya, ARP memiliki empat buah komponen yang saling bekerja sama, untuk dapat mengetahui komputer mana yang memiliki *MAC address* dan *IP address* yang dimaksudkan. Keempat komponen tersebut terdiri dari :

1) *ARP Request*

*ARP request* berfungsi untuk meminta informasi mengenai komputer mana yang memiliki *IP address* yang dimaksud. Komputer pengirim atau komputer asal akan mengirimkan ke semua komputer di dalam satu jaringan (*broadcast*) mengenai informasi suatu *IP address* yang ditujunya.

2) *ARP Reply*

*ARP reply* berfungsi untuk membantu komputer asal atau komputer pengirim di dalam memperoleh jawaban atas pertanyaan *broadcast* yang diajukannya kepada komputer – komputer lain di dalam satu jaringan. Jawaban diberikan langsung oleh komputer penerima atau komputer tujuan.

3) *Reverse ARP (RARP) Request*

*RARP request* berfungsi sama dengan *ARP request* tetapi dengan informasi yang ditanyakan oleh komputer pengirim atau komputer asal adalah *MAC address*.

4) *Reverse ARP (RARP) Reply*

*RARP reply* berfungsi sama dengan *ARP reply* tetapi dengan informasi yang diberikan atau dijawab oleh komputer penerima atau komputer tujuan adalah *MAC address* (I Putu Agus, 2014).

## 2.7 *IP Address*

### 2.7.1 *Struktur IP Address*

*IP Address* terdiri dari bilangan biner sepanjang 32 *bit* yang dibagi atas 4 segmen. Tiap segmen terdiri atas 8 *bit* yang berarti memiliki nilai desimal dari 0 - 255. *Range address* yang bisa digunakan adalah dari nilai 00000000.00000000.00000000.00000000 sampai dengan nilai 11111111.11111111.11111111.11111111. Jadi, ada sebanyak  $2^{32}$  kombinasi *address* yang bisa dipakai diseluruh dunia (walaupun pada kenyataannya ada sejumlah *IP Address* yang digunakan untuk keperluan khusus). Jadi, jaringan TCP/IP dengan 32 *bit address* ini mampu menampung sebanyak  $2^{32}$  atau lebih dari 4 milyar *host* (Aulia dan Onno, 2000).

Untuk memudahkan pembacaan dan penulisan, *IP Address* biasanya direpresentasikan dalam bilangan desimal. Jadi, *range address* di atas dapat diubah menjadi *address* 0.0.0.0 sampai *address* 255.255.255.255. Nilai desimal dari *IP Address* inilah yang dikenal dalam pemakaian sehari – hari (Aulia dan Onno, 2000).

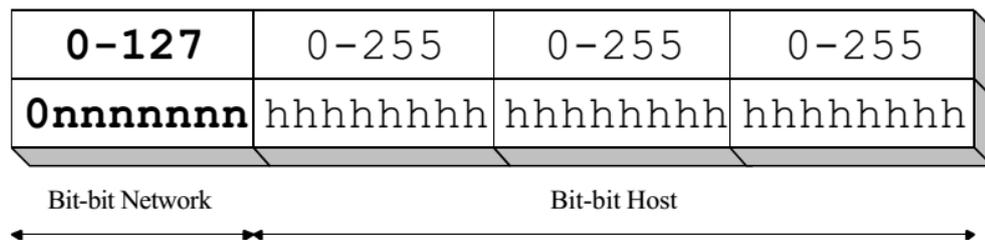
*IP Address* dapat dipisahkan menjadi 2 bagian, yakni bagian *network* (*bit – bit network / network bit*) dan bagian *host* (*bit – bit host / host bit*). *Bit network* berperan dalam identifikasi suatu *network* dari *network* yang lain, sedangkan *bit host* berperan dalam identifikasi *host* dalam suatu *network*. Jadi, seluruh *host* yang tersambung dalam jaringan yang sama memiliki *bit network* yang sama. Sebagian dari *bit – bit* bagian awal dari *IP Address* merupakan *network bit / network number*, sedangkan sisanya untuk *host*. Garis pemisah antara bagian *network* dan *host* tidak tetap, bergantung kepada kelas *network* (Aulia dan Onno, 2000).

### 2.7.2 Kelas IP Address

Ada 3 kelas *address* yang utama dalam TCP/IP, yakni kelas A, kelas B dan kelas C. Perangkat lunak *Internet Protocol* menentukan pembagian jenis kelas ini dengan menguji beberapa *bit* pertama dari *IP Address*. Penentuan kelas ini dilakukan dengan cara berikut :

#### 1) Kelas A

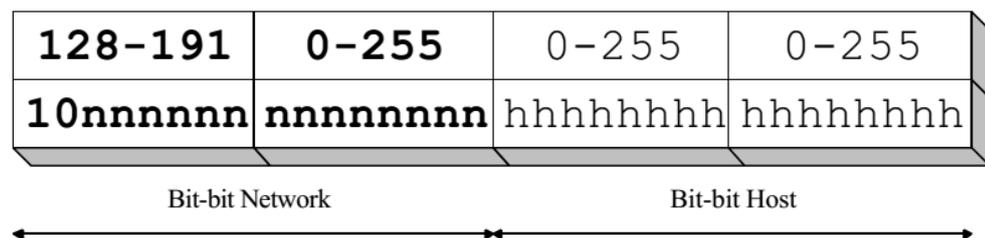
Jika *bit* pertama dari *IP Address* adalah 0, *address* merupakan *network* kelas A. *Bit* ini dan 7 *bit* berikutnya (8 *bit* pertama) merupakan *bit network* sedangkan 24 *bit* terakhir merupakan *bit host*. Dengan demikian hanya ada 128 *network* kelas A, yakni dari nomor 0.xxx.xxx.xxx sampai 127.xxx.xxx.xxx, tetapi setiap *network* dapat menampung lebih dari 16 juta ( $256^3$ ) *host* (xxx adalah variabel, nilainya dari 0 s/d 255).



Gambar 2.22 Struktur IP Address Kelas A (Aulia dan Onno, 2000).

#### 2) Kelas B

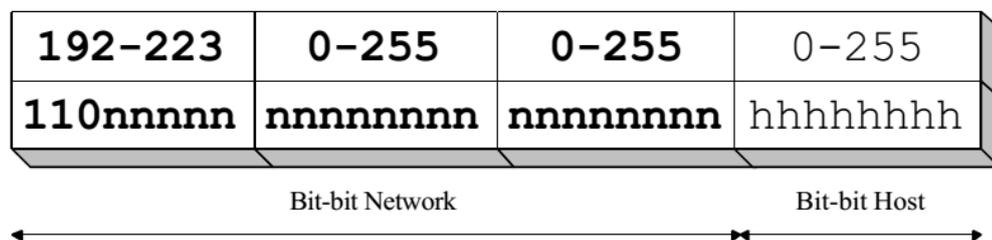
Jika 2 *bit* pertama dari *IP Address* adalah 10, *address* merupakan *network* kelas B. Dua *bit* ini dan 14 *bit* berikutnya (16 *bit* pertama) merupakan *bit network* sedangkan 16 *bit* terakhir merupakan *bit host*. Dengan demikian terdapat lebih dari 16 ribu *network* kelas B ( $64 \times 256$ ), yakni dari *network* 128.0.xxx.xxx - 191.255.xxx.xxx. Setiap *network* kelas B mampu menampung lebih dari 65 ribu *host* ( $256^2$ ) (Aulia dan Onno, 2000).



Gambar 2.23 Struktur IP Address Kelas B (Aulia dan Onno, 2000).

### 3) Kelas C

Jika 3 *bit* pertama dari *IP Address* adalah 110, *address* merupakan *network* kelas C. Tiga *bit* ini dan 21 *bit* berikutnya (24 *bit* pertama) merupakan *bit network* sedangkan 8 *bit* terakhir merupakan *bit host*. Dengan demikian terdapat lebih dari 2 juta *network* kelas C (32 x 256 x 256), yakni dari nomor 192.0.0.xxx sampai 223.255.255.xxx. Setiap *network* kelas C hanya mampu menampung sekitar 256 *host* (Aulia dan Onno, 2000).



**Gambar 2.24 Struktur IP Address Kelas C** (Aulia dan Onno, 2000).

Selain ke tiga kelas di atas, ada 2 kelas lagi yang ditujukan untuk pemakaian khusus, yakni kelas D dan kelas E. Jika 4 *bit* pertama adalah 1110, *IP Address* merupakan kelas D yang digunakan untuk *multicast address*, yakni sejumlah komputer yang memakai bersama suatu aplikasi (bedakan dengan pengertian *network address* yang mengacu kepada sejumlah komputer yang memakai bersama suatu *network*). Salah satu penggunaan *multicast address* yang sedang berkembang saat ini di internet adalah untuk aplikasi *real-time video conference* yang melibatkan lebih dari dua *host* (*multipoint*), menggunakan *Multicast Backbone (MBone)*. Kelas terakhir adalah kelas E (4 *bit* pertama adalah 1111 atau sisa dari seluruh kelas). Pemakaiannya dicadangkan untuk kegiatan eksperimental (Aulia dan Onno, 2000).

### 2.7.3 Netmask

Selain *Network ID* yang menentukan suatu jaringan dalam satu *network* adalah *netmask*. Default *netmask* untuk 3 kelas jaringan adalah sebagai berikut :

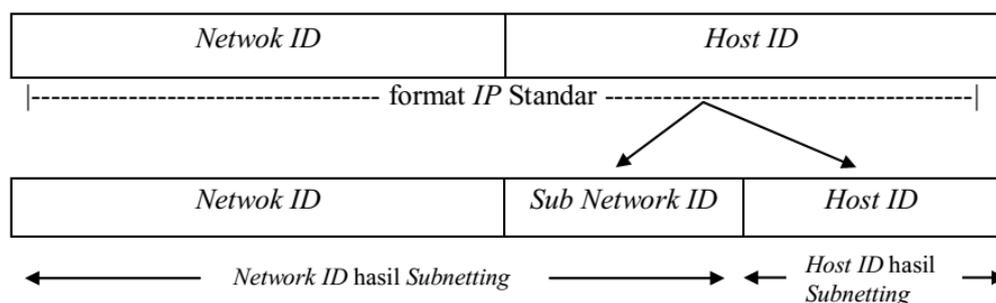
Class	Netmask	Jumlah Komputer (IP) dalam range
A	255.0.0.0	16.777.216
B	255.255.0.0	65.536
C	255.255.255.0	256

Gambar 2.25 Default Netmask Kelas IP (Imam, 2008).

*Netmask* memberikan keputusan apakah *Network ID* berada dalam satu jaringan atau di luar jaringan. *Netmask* juga menentukan *IP address* untuk *Network ID*, *IP address host* dan *broadcast address* (Imam, 2008).

### 2.7.4 Subnetting

*Subnetting* adalah pembagian jaringan besar menjadi sub – sub jaringan yang lebih kecil. Beberapa alasan yang menyebabkan suatu organisasi membutuhkan lebih dari satu jaringan lokal (LAN) agar dapat mencakup seluruh organisasi. Proses *subnetting* dilakukan dengan memakai sebagian *bit host ID* untuk membentuk *subnet ID*. Sehingga jumlah *bit* untuk *Host ID* menjadi lebih sedikit. Semakin panjang *subnet ID*, jumlah subnet yang dibentuk semakin banyak, jumlah *host* dalam tiap *subnet* menjadi semakin sedikit (Imam, 2008).



Gambar 2.26 Proses Pembentukan Subnet (Imam, 2008).

## 2.8 Mikrotik

### 2.8.1 Mikrotik Router OS



Gambar 2.27 Logo Mikrotik

([https://www.mikrotik.com/logo/files/logo\\_new800.png](https://www.mikrotik.com/logo/files/logo_new800.png))

Mikrotik mulai didirikan tahun 1995 yang pada awalnya ditujukan untuk perusahaan jasa layanan internet (*Internet Service Provider*) yang melayani pelanggannya menggunakan teknologi nirkabel. Saat ini Mikrotik memberikan layanan kepada banyak ISP nirkabel untuk layanan akses internet di banyak negara di dunia dan juga sangat populer di Indonesia (Imam, 2011).

Mikrotik Router OS adalah sistem operasi independen berbasis Linux khusus untuk komputer yang difungsikan sebagai router. Mikrotik didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks (Imam, 2011).

Menurut Tanutama dalam Imam (2011), mikrotik pada standar perangkat keras berbasiskan *Personal Computer* (PC) dikenal dengan kestabilan, kualitas kontrol dan fleksibilitas untuk berbagai jenis paket data dan penanganan proses rute (*routing*). Mikrotik yang dibuat sebagai *router* berbasiskan komputer banyak bermanfaat untuk sebuah ISP yang ingin menjalankan beberapa aplikasi mulai dari hal yang paling ringan hingga tingkat lanjut. Selain *routing*, mikrotik dapat digunakan sebagai manajemen kapasitas akses (*bandwidth, firewall, wireless access point* (WiFi), *backhaul link*, sistem *hotspot*, *Virtual Private Network Server* dan masih banyak lainnya (Imam, 2011).

Mikrotik Router OS bukanlah perangkat lunak yang gratis jika ingin memanfaatkannya secara penuh, dibutuhkan lisensi dari mikrotik untuk dapat menggunakannya dengan cara membayar. Mikrotik dikenal dengan istilah Level pada lisensinya. Tersedia mulai dari Level 0 kemudian 1, 3 hingga 6, untuk Level 1 adalah versi Demo Mikrotik dapat digunakan secara gratis dengan fungsi-fungsi yang sangat terbatas. Tentunya setiap level memiliki kemampuan yang berbeda-beda sesuai dengan harganya, Level 6 adalah level tertinggi dengan fungsi yang paling lengkap. Secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Level 0 (gratis), tidak membutuhkan lisensi untuk menggunakannya dan penggunaan fitur hanya dibatasi selama 24 jam setelah instalasi dilakukan.
- 2) Level 1 (demo), pada level ini kamu dapat menggunakannya sebagai fungsi *routing* standar saja dengan 1 pengaturan serta tidak memiliki limitasi waktu untuk menggunakannya.
- 3) Level 3, sudah mencakup level 1 ditambah dengan kemampuan untuk manajemen segala perangkat keras yang berbasis Kartu Jaringan atau *Ethernet* dan pengelolaan perangkat *wireless* tipe *client*.
- 4) Level 4, sudah mencakup level 1 dan 3 ditambah dengan kemampuan untuk mengelola perangkat *wireless* tipe *access point*.
- 5) Level 5, mencakup level 1, 3 dan 4 ditambah dengan kemampuan mengelola jumlah pengguna *hotspot* yang lebih banyak.
- 6) Level 6, mencakup semua level dan tidak memiliki limitasi atau batasan apapun (Imam, 2011).

Level	3	4	5	6
Upgrade time	dalam 1 versi mayor dan versi berikutnya			
Wireless CPE/PTP	yes			
Wireless AP	no	yes		
Sync Interface	no	yes		
EoIP	1	unlimited		
PPPoE	1	200	500	unlimited
PPTP & L2TP	1	200	unlimited	
VLAN, Firewall, Queue	unlimited			
Proxy, Radius Client	yes			
Dynamic Routing	RB = yes	yes		
Hotspot Active User	1	200	500	unlimited
User Manager Active User	10	20	50	unlimited

**Gambar 2.28 Lisensi Mikrotik**

(Adyatma Yoga- Mikrotik - Road To Campus “Pengenalan Mikrotik”)

## 2.8.2 *Network Address Translation (NAT)*

NAT yang dikenal juga dengan istilah *masquerade* adalah sebuah proses mengubah alamat IP *public* menjadi alamat IP *private* atau sebaliknya. Jika sebuah komputer pada LAN menggunakan *web browser* untuk membuka sebuah situs pada internet maka permintaan terhadap situs tersebut akan diarahkan ke sebuah *gateway* atau *default router* menggunakan alamat sebuah *gateway* atau *default router* menggunakan alamat IP *private*. Tetapi permintaan terhadap situs pada internet tersebut dilakukan melalui alamat IP milik *gateway*, berikutnya permintaan tersebut kembali ke *gateway* dan *gateway* kemudian *men-translate* alamat IP *public* miliknya ke alamat IP *private* komputer yang meminta situs internet tersebut. Dengan demikian penggunaan IP *public* akan dihemat karena komputer pada jaringan LAN akan menggunakan IP *private* saja (Wahyuni, dkk, 2004).

## 2.8.3 *Bandwidth*

### 2.8.3.1 *Pengertian Bandwidth*

*Bandwidth* adalah kapasitas atau daya tampung kabel *ethernet* agar dapat dilewati trafik paket data dalam jumlah tertentu. *Bandwidth* juga bisa berarti jumlah konsumsi paket data per satuan waktu dinyatakan dengan satuan *bit per second* (bps). *Bandwidth* internet di sediakan oleh *provider* internet dengan jumlah tertentu tergantung sewa pelanggan. *Bandwidth* adalah banyaknya ukuran suatu data atau informasi yang dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain dalam sebuah *network* di waktu tertentu. *Bandwidth* dapat dipakai untuk mengukur baik aliran data analog maupun data digital. Sekarang sudah menjadi umum jika kata *bandwidth* lebih banyak dipakai untuk mengukur aliran data digital. *Bandwidth* dapat didefinisikan sebagai kapasitas atau daya tampung suatu *channel* komunikasi (medium komunikasi) untuk dapat dilewati sejumlah *traffic* informasi atau data dalam satuan waktu tertentu (Alfon dan Budi, 2013). Manajemen *bandwidth* memberikan kemampuan untuk mengatur *bandwidth* jaringan dan memberikan level layanan sesuai dengan kebutuhan dan prioritas sesuai dengan permintaan pelanggan (Asep, 2015).

### 2.8.3.2 Hierarchical Token Bucket (HTB)

*Hierarchical Token Bucket* (HTB) adalah aplikasi yang berfungsi untuk mengatur pembagian *bandwidth*, pembagian dilakukan secara hirarki yang dibagi – bagi kedalam kelas sehingga mempermudah pengaturan *bandwidth*. HTB diklaim menawarkan kemudahan pemakaian dengan teknik peminjaman dan implementasi pembagian *traffic* yang lebih akurat. Teknik antrian HTB memberikan fasilitas pembatasan *traffic* pada setiap level maupun klasifikasi, *bandwidth* yang tidak terpakai bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah (Alfon dan Budi, 2013).

### 2.8.3.3 Quality Of Service (QoS)

*Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu layanan. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu layanan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda – beda. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut – atribut layanan jaringan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. (Rahmad dan Maksum, 2014).

### 2.8.3.4 Parameter Quality Of Service (QoS)

Persentase dan nilai dari QoS menurut standarisasi jaringan versi *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON) (Rahmad dan Maksum, 2014) :

**Tabel 2.1 Persentase dan nilai dari QoS (Rahmad dan Maksum, 2014)**

Nilai	Persentase (%)	Indeks
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 94,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Jelek

Empat parameter *Quality Of Service (QoS)* menurut Mehta dan Gupta dalam (Rahmad, 2013).

1) *Throughput*

*Throughput* merupakan ukuran dari jumlah paket yang berhasil disampaikan dalam jaringan. Hal ini diukur dalam bentuk paket/detik (Rahmad, 2013).

$$\textit{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang diterima}}{\text{Total waktu data diterima}}$$

**Tabel 2.2 Kategori *Throughput* (Rahmad dan Maksum, 2014)**

Kategori	Throughput (%)	Indeks
Sangat Bagus	100 %	4
Bagus	75 %	3
Sedang	50 %	2
Jelek	25 %	1

2) *Delay*

*Delay* merupakan penundaan waktu suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik yang lain yang menjadi tujuannya. *Delay* merupakan penundaan waktu paket tiba ke dalam sistem komputer *client* atau *host* sampai selesai ditransmisikan (Roland dan Zulfin, 2013).

$$\textit{Delay rata - rata} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

**Tabel 2.3 Kategori *Delay* (Rahmad dan Maksum, 2014)**

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms – 350 ms	3
Sedang	300 ms – 450 ms	2
Jelek	450 ms	1

3) *Jitter*

*Jitter* merupakan variasi dari delay atau selisih antara *delay* pertama dengan *delay* selanjutnya (Rahmad, 2013).

$$Jitter = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

Total variasi *delay* = Total *delay* – delay rata – rata

**Tabel 2.4 Kategori *Jitter* (Rahmad dan Maksum, 2014)**

Kategori	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms – 75 ms	3
Sedang	75 ms – 125 ms	2
Jelek	125 – 225 ms	1

4) *Packet Loss*

*Packet loss* merupakan banyaknya paket yang gagal mencapai tempat tujuan paket tersebut. Ketika *packet loss* besar maka dapat diketahui bahwa jaringan sedang sibuk atau terjadi *overload* (Rahmad, 2013).

$$Packet\ loss = \frac{\text{Total paket yang hilang}}{\text{Total paket yang diterima}} \times 100\%$$

**Tabel 2.5 Kategori *Packet Loss* (Rahmad dan Maksum, 2014)**

Kategori	Throughput (%)	Indeks
Sangat Bagus	0 %	4
Bagus	3 %	3
Sedang	15 %	2
Jelek	25 %	1

### **2.8.3.5 Simple Queue**

*Simple Queue* merupakan menu pada Router OS untuk melakukan manajemen *bandwidth* untuk skenario jaringan yang sederhana. Untuk menggunakan *Simple Queue*, pekerjaan *packet classification* dan *marking packet* tidak wajib dilakukan. Pada saat menggunakan *Simple Queue*, 1 (satu) baris konfigurasi *queue* sudah mampu untuk melakukan *queue* terhadap paket *upload*, paket *download*, maupun total *upload / download* sekaligus (Rendra, 2016).

### **2.8.3.6 Queue Tree**

*Queue Tree* adalah konfigurasi *queue* yang bersifat one way (satu arah), ini berarti sebuah konfigurasi *queue* hanya akan mampu melakukan *queue* terhadap 1 (satu) arah jenis *traffic*. Jika sebuah konfigurasi *queue* pada *Queue Tree* ditujukan untuk melakukan *queue* terhadap *bandwidth download*, maka konfigurasi tersebut tidak dapat melakukan *queue* terhadap *bandwidth upload*, demikian sebaliknya (Rendra, 2016).

### **2.8.3.7 Committed Information Rate (CIR)**

*Committed Information Rate (CIR)* merupakan alokasi *bandwidth* terendah yang bisa didapatkan oleh sebuah komputer user jika *traffic* jaringan sangat sibuk. Seburuk apapun keadaan dari jaringan tersebut, komputer *user* tidak akan mendapatkan alokasi *bandwidth* di bawah nilai CIR (Rendra, 2016).

### **2.8.3.8 Maximum Information Rate (MIR)**

*Maximum Information Rate (MIR)* merupakan alokasi *bandwidth* maksimum yang bisa didapatkan komputer *user*. MIR biasanya akan didapatkan seorang *user* jika ada alokasi *bandwidth* yang tidak digunakan oleh *user* lain (Rendra, 2016).

#### 2.8.4 Network Analyzer Wireshark

Wireshark Network Protocol Analyzer adalah sebuah aplikasi perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk dapat melihat dan mencoba menangkap paket-paket jaringan dan berusaha untuk menampilkan semua informasi di paket tersebut sedetail mungkin. *Open Source* dari Wireshark menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) (Roland dan Zulfin, 2013).



Gambar 2.29 Logo Wireshark

(<http://zfoneproject.com/wireshark.html>)

#### 2.7.5 Filezilla Client

Filezilla adalah *FTP client* dan *server* yang cepat dan reliabel dengan pada percobaan banyak fitur yang berguna serta *interface* yang intuitif. Dengan Filezilla sebagai jembatan untuk dapat *mendownload* dari *server* maupun *mengupload* dari *client* ke *server* (Agnesie, dkk, 2013).



Gambar 2.30 Logo Filezilla

(<https://filezilla-project.org/>)