

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Jaringan Komputer

Internet yang mulai populer saat ini adalah suatu jaringan komputer raksasa yang merupakan jaringan komputer yang terhubung dan dapat saling berinteraksi. Hal ini terjadi karena adanya perkembangan teknologi jaringan yang sangat pesat. (Andayu, 2011)

2.1.1. Pengertian Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sebuah kumpulan komputer, *printer* dan peralatan lainnya yang terhubung. Informasi dan data bergerak melalui kabel-kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar dokumen dan data, mencetak pada *printer* yang sama dan bersama-sama menggunakan *hardware/software* yang terhubung dengan jaringan. Tiap komputer, *printer* atau *periferal* yang terhubung dengan jaringan disebut *node*. Sebuah jaringan komputer dapat memiliki dua, puluhan, ribuan atau bahkan jutaan *node*. (Ardiansyah, 2004)

Sebuah jaringan biasanya terdiri dari 2 atau lebih komputer yang saling berhubungan di antara satu dengan yang lain, dan saling berbagi sumber daya misalnya CDROM, *printer*, pertukaran file, atau memungkinkan untuk saling berkomunikasi secara elektronik. Komputer yang terhubung tersebut, dimungkinkan berhubungan dengan media kabel, saluran telepon, gelombang radio, satelit, atau sinar infra merah. (Ardiansyah, 2004)

2.1.2. Tipe Jaringan Komputer

Dalam jaringan komputer, terdapat tiga peran yang dapat dijalankan oleh komputer-komputer di dalam LAN (*Local Area Network*). Peran pertama dapat menjadi *client*, yaitu hanya sebagai pengguna tetapi tidak menyediakan sumber daya jaringan untuk di-*share*/dibagikan dan dipakai oleh anggota jaringan lain. Peran kedua dapat menjadi *peer*, yaitu menjadi *client* yang menggunakan sekaligus menyediakan sumber daya jaringan yang disebut sebagai *peer-to-peer*. Peran terakhir yaitu dapat menjadi *server* yang menyediakan sumber daya jaringan. Berdasarkan tiga peranan di atas, selanjutnya jaringan komputer terbagi atas 3 bagian yaitu (Andayu, 2011) :

1. Jaringan berbasis *server* dan *client-server*, didefinisikan dengan kehadiran *server* di dalam suatu jaringan yang menyediakan mekanisme pengamanan dan pengelolaan jaringan tersebut. Jaringan ini terdiri dari banyak *client* dan satu atau lebih *server*. *Client* yang biasa disebut sebagai komputer *front-end*, meminta layanan seperti penyimpanan dan pencetakan data ke *printer* jaringan, sedangkan *server* yang sering disebut sebagai komputer *back-end* menyampaikan permintaan tersebut ke tujuan yang tepat.
2. Jaringan *peer-to-peer*. Secara sederhana jaringan ini dideskripsikan, setiap komputer pada jaringan *peer-to-peer* berfungsi sebagai *client* dan *server* sekaligus.
3. Jaringan *hybrid*, adalah jaringan komputer yang memiliki semua yang terdapat pada dua tipe jaringan di atas. Ini berarti bahwa pengguna dalam jaringan *hybrid* ini dapat mengakses sumber daya yang di-*share* atau dibagi pakai oleh jaringan *peer-to-peer*, sedangkan di waktu yang bersamaan juga dapat memanfaatkan sumber daya yang disediakan oleh komputer *server*.

2.1.3. Jenis-jenis jaringan

Ada 3 macam jenis Jaringan/*Network* berdasarkan jangkauannya yaitu :

1. *Local Area Network* (LAN) / Jaringan Area Lokal.

Sebuah LAN, adalah jaringan yang dibatasi oleh area yang relatif kecil, umumnya dibatasi oleh area lingkungan seperti sebuah perkantoran di sebuah gedung, atau sebuah sekolah, dan biasanya tidak jauh dari sekitar 1 km persegi. (Ardiansyah, 2004)

Beberapa model konfigurasi LAN, satu komputer biasanya di jadikan sebuah *file server*, digunakan untuk menyimpan perangkat lunak (*software*) yang mengatur aktifitas jaringan, ataupun sebagai perangkat lunak yang dapat digunakan oleh komputer-komputer yang terhubung ke dalam *network*. Komputer-komputer yang terhubung ke dalam jaringan (*network*) itu biasanya disebut dengan *workstation*. Biasanya kemampuan *workstation* lebih di bawah dari *file server* dan mempunyai aplikasi lain di dalam *harddisk*-nya selain aplikasi untuk jaringan. Kebanyakan LAN menggunakan media kabel untuk menghubungkan antara satu komputer dengan komputer lainnya. (Ardiansyah, 2004)

2. *Metropolitan Area Network* (MAN) / Jaringan area Metropolitan.

Sebuah MAN, biasanya meliputi area yang lebih besar dari LAN, misalnya antar wilayah dalam satu propinsi. Dalam hal ini jaringan menghubungkan beberapa buah jaringan-jaringan kecil ke dalam lingkungan area yang lebih besar, sebagai contoh yaitu :

jaringan Bank dimana beberapa kantor cabang sebuah Bank di dalam sebuah kota besar dihubungkan antara satu dengan lainnya. Misalnya Bank BNI yang ada di seluruh wilayah Pekanbaru atau Medan. (Ardiansyah, 2004)

3. *Wide Area Network* (WAN) / Jaringan area Skala Besar.

Wide Area Network (WAN) adalah jaringan yang lingkupnya biasanya sudah menggunakan sarana Satelit ataupun kabel bawah laut sebagai contoh keseluruhan jaringan Bank BNI yang ada di Indonesia ataupun yang ada di Negara-negara lain. Menggunakan sarana WAN, Sebuah Bank yang ada di Bandung bisa menghubungi kantor cabangnya yang ada di Hongkong, hanya dalam beberapa menit. Biasanya WAN agak rumit dan sangat kompleks, menggunakan banyak sarana untuk menghubungkan antara LAN dan WAN ke dalam Komunikasi Global seperti Internet. Tapi bagaimanapun juga antara LAN, MAN dan WAN tidak banyak berbeda dalam beberapa hal, hanya lingkup areanya saja yang berbeda satu diantara yang lainnya. (Ardiansyah, 2004)



Gambar 2.1 Jaringan LAN, MAN, WAN

2.1.4 Jaringan Mesh

Mesh networking (topology) adalah salah satu jenis jaringan di mana setiap *node* di jaringan tidak hanya menerima atau mengirim data miliknya, tetapi juga berfungsi sebagai *relay* untuk *node* yang lain. Dengan kata lain, setiap *node* bekerja sama untuk membangun dan mengirimkan data di jaringan. (Purbo, 2013)

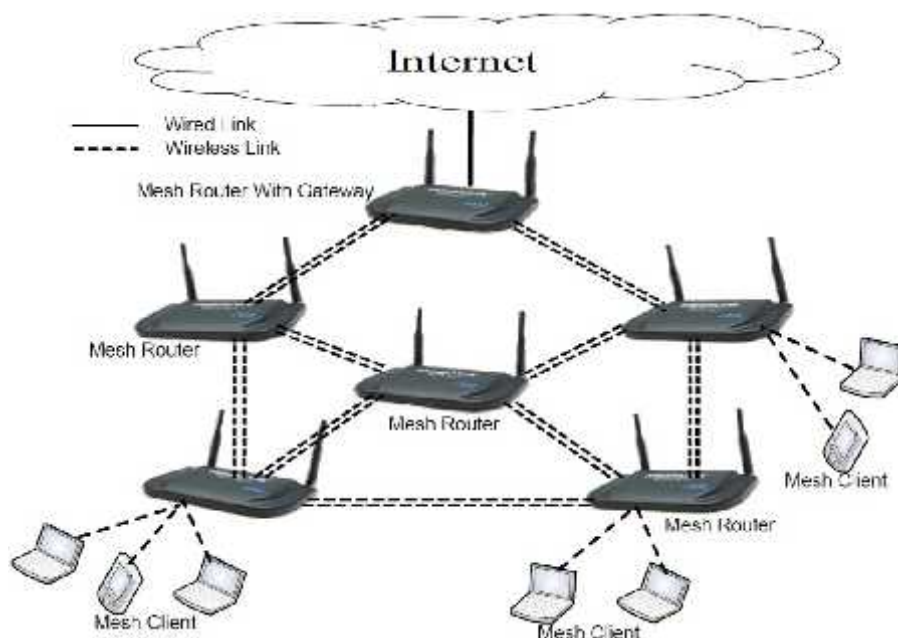
Konsekuensinya sangat dasyat, antara lain:

1. Dapat membangun jaringan yang *reliable*.
2. Biaya instalasi yang murah.
3. Adaptif terhadap perubahan kondisi/topologi jaringan.
4. Cocok untuk keperluan militer, wilayah perkampungan, pegunungan.

Sebuah jaringan *mesh* dapat dirancang menggunakan teknik *flooding* atau menggunakan teknik *routing*. Jika menggunakan teknik *routing*, *message* akan dikirim melalui sebuah jalur dengan cara “loncat” dari satu *node* ke *node* lain sampai tujuan tercapai. Untuk menjamin keberadaan *route/path*, maka sebuah mekanisme *routing* harus memungkinkan untuk terjadi sambungan terus-menerus dan mengkonfigurasi secara otomatis jika ada jalur yang rusak atau terblokir, menggunakan algoritma *self-healing* atau “memperbaiki diri sendiri”. Sebuah jaringan *mesh* terjadi di mana semua *node* tersambung satu sama lain sebagai sebuah *network* yang saling tersambung. (Purbo, 2013)

Jaringan *mesh* dapat dilihat sebagai salah satu jenis jaringan *ad-hoc*. *Mobile ad hoc network* (MANET) dan jaringan *mesh* berhubungan sangat erat satu sama lain, hanya saja MANET harus dapat menyelesaikan masalah yang terjadi karena *mobilitas node*. (Purbo, 2013)

Kemampuan *self-healing* memungkinkan sebuah jaringan yang berbasis *routing* untuk tetap bekerja jika salah satu *node* rusak atau sambungan menjadi jelek. Akibatnya, jaringan ini umumnya sangat *reliable*. Biasanya ada lebih dari satu sambungan antara sumber dan tujuan di jaringan. Meskipun skenario ini biasanya digunakan di *wireless*, konsep ini juga dapat digunakan di jaringan kabel maupun interaksi *software*. (Purbo, 2013)



Gambar 2.2.Skenario JaringanWireless Mesh.

2.1.5 Teknik *Routing* Jaringan *Mesh*

Routing adalah proses menentukan *route* dari *host* asal ke *host* tujuan (Lin dkk., 2011). *Routing* merupakan proses memindahkan data dari satu *network* ke *network* lain dengan cara mem-*forward* paket data *via gateway*. *Routing* menentukan kemana datagram akan dikirim agar mencapai tujuan yang diinginkan (Sofana, 2008). Informasi yang dibutuhkan *router* dalam melakukan *routing* yaitu : (Lady Silk M, 2011)

1. Alamat tujuan/ *destination address*
2. Mengenal sumber informasi
3. Menemukan *route*
4. Pemilihan *route*
5. Menjaga informasi *routing*

Sebuah *router* mempelajari informasi *routing* dari mana sumber dan tujuannya yang kemudian ditempatkan pada tabel *routing*. *Router* akan berpatokan pada tabel ini, untuk memberitahu *port* yang akan digunakan untuk meneruskan paket ke alamat tujuan. Ada dua cara untuk memberitahu *router* bagaimana cara meneruskan paket ke jaringan yang tidak terhubung langsung (*not directly connected*) di badan *router*. (Lady Silk M, 2011)

Routing protokol adalah komunikasi antara *router-router*. *Routing* protokol memungkinkan *router-router* untuk *share* informasi tentang jaringan dan koneksi antar *router*. *Router* menggunakan informasi ini untuk membangun dan memperbaiki tabel *routing*-nya. (Lady Silk M, 2011)

Ada beberapa teknik protokol *routing* yang dapat digunakan untuk jaringan *mesh wireless*. Protokol *routing* ini antara lain :

1. *Open Shortest Path First* (OSPF).
2. *Optimized Link State Routing Protokol* (OLSR)
3. *Adaptive Wireless Path Protokol*
4. B.A.T.M.A.N.
5. Babel (Protokol)
6. *Opportunity Driven Multiple Access* (ODMA) – untuk seluler network.
7. Zigbe

Dari sekian banyak protokol yang ada, pada penelitian ini menggunakan protokol OSPF karena merupakan protokol *routing* yang digunakan *cisco packet tracer*. Teknologi OSPF menggunakan teknologi atau algoritma *link-state*, algoritma ini didesain untuk

pekerjaan yang efisien dalam proses pengiriman *update* informasi *rute*. (Fiade, Andrew. 2013)

Algoritma *link-state* juga dikenal dengan algoritma *Dijkstra* atau algoritma *shortestpath first* (SPF). Algoritma ini memperbaiki informasi *database* dari informasi topologi. Algoritma *Distance vector* memiliki informasi yang tidak spesifik tentang *distancenetwork* dan tidak mengetahui jarak *router*. Sedangkan algoritma *link-state* memperbaiki pengetahuan dari jarak *router* dan bagaimana mereka inter-koneksi. *Link-state advertisement* (LSA) adalah paket kecil dari informasi *routing* yang dikirim antar *router*. *Topological database* adalah kumpulan informasi yang dari LSA-LSA.

Tabel *routing* adalah daftar *rute* dan *interface*. Ada beberapa titik berat yang berhubungan dengan protokol *link-state*, antara lain: (Lady Silk M, 2011)

1. *Processor overhead*
2. Kebutuhan memori
3. Konsumsi *bandwidth*

Router-router yang menggunakan protokol *link-state* membutuhkan memori lebih dan proses data yang lebih daripada *router-router* yang menggunakan protokol *Distance vector*. *Router link-state* membutuhkan memori yang cukup untuk menangani semua informasi dari *database*, topologi *tree* dan *table routing*. (Lady Silk M, 2011)

2.1.6 IP Address

Internet Protocol Address atau sering disingkat IP merupakan bilangan biner 32-bit yang terbagi menjadi empat kelompok, sehingga masing-masing kelompok terdiri dari bilangan biner 8-bit. Ini merupakan implementasi alamat IP yang disebut IPv4 (Wagito, 2005).

Sebagai contoh:

11000000.10101000.01100100.01100111

alamat IP di atas setelah di konversi ke desimal menjadi:

192.168.100.103

Masing-masing kelompok

bit biner terdiri dari 8 bit, sehingga jika diubah menjadi bilangan desimal, maka bilangannya yang mungkin adalah dari 0 (biner = 00000000) sampai 255 (biner = 11111111) yaitu ada 256 bilangan desimal. (Mubarak, 2006)

Jenis IP Address dibagi menjadi dua yaitu: (Mubarak, 2006)

1. *Classfull*

Classfull merupakan metode pembagian IP address berdasarkan kelas dimana IP address (yang berjumlah sekitar 4 milyar) dibagi ke dalam lima kelas, yaitu kelas A, B, C, D dan E.

2. *Classless*

Classless addressing disebut juga sebagai pengalamatatan pak kelas. *Classless addressing* saat ini mulai banyak diterapkan, yakni dengan mengalokasikan IP address dalam notasi *Classless Inter Domain Routing (CIDR)*. Istilah lain yang digunakan untuk menyebut bagian IP address yang menunjuk ke suatu jaringan secara lebih spesifik disebut dengan *Network Prefix*. Biasanya dalam menuliskan *network prefix* suatu kelas IP address digunakan tanda garis miring (*slash*) “/” diikuti dengan angka yang menunjukkan panjang *network prefix* dalam bit.

Alamat IP pada dasarnya terbagi menjadi dua bagian yaitu *Network ID* dan *Host ID*. *Network ID* untuk menentukan alamat jaringan, sedangkan *Host ID* menentukan alamat host. Secara simbolik IP address juga bisa dituliskan sebagai 4 kelompok huruf seperti pada tabel 2.1. Selain itu IP address juga dapat dituliskan seperti yang tampak dalam tabel 2.2. (Mubarak, 2006)

Tabel 2.1. Tabel simbolisasi IP address (Mubarak, 2006)

W	X	Y	Z
---	---	---	---

Tabel 2.2. Tabel *Network ID* dan *Host ID* (Mubarak, 2006)

Kelas	<i>Network ID</i>	<i>Host ID</i>	<i>Default Subnet Mask</i>
A	w.	x.y.z	255.0.0.0
B	w.x	y.z	255.255.0.0
C	w.x.y	Z	255.255.255.0

Network ID akan menentukan alamat jaringan peralatan tersebut. Alamat jaringan adalah alamat IP yang mana *bit* bilangan bagian *host* semuanya dibuat menjadi 0. Alamat jaringan akan menentukan lokasi peralatan dalam sistem jaringan, apakah ada pada lokasi yang sama atau tidak. (Mubarak, 2006)

Host ID menentukan nomor *host* atau kartu jaringan untuk peralatan jaringan

yang dimaksud. Bagian *host* akan menentukan alamat *host*. (Mubarak, 2006)

Selain alamat jaringan dan alamat *host*, juga dapat diambil pengertian tentang alamat *broadcast*. Alamat *broadcast* adalah *IP address* yang semua bit bilangan bagian *host* dibuat menjadi 1. Alamat *broadcast* digunakan untuk berbicara secara simultan kepada semua peralatan dalam satu jaringan. (Mubarak, 2006)

Subnet mask merupakan deretan angka biner sebanyak 32 bit yang akan menentukan mana posisi *Network ID* dan *Host ID* dari sebuah *IP Address*.

2.1.7 DHCP

Dynamic Host Control atau DHCP merupakan suatu protokol dalam jaringan yang bertugas untuk memberikan alamat IP kepada *client* yang terkoneksi ke dalam jaringan tersebut. Tanpa adanya DHCP, maka untuk memasukkan IP harus secara manual untuk setiap *client* yang terkoneksi. *Feature* DHCP biasanya menjadi standar pada *Access Point* dan *Route* (Sopandi, 2010:124).

2.2. Jaringan Komputer Tanpa Kabel/ *Wireless*

Teknologi *wireless* sangat cocok dan banyak digunakan sebagai pengganti kabel-kabel, seperti kabel mouse, kabel jaringan LAN dan bahkan kabel WAN (*Wide Area Network*) yang sebelumnya membutuhkan jaringan dari PT. Telkom. Teknologi yang digunakan untuk masing-masing kebutuhan berbeda-beda sesuai dengan jarak tempuh yang mampu ditanganinya. (Andayu, 2011)

2.2.1 Mengenal Jaringan *Wireless*

Teknologi *wireless* yang populer untuk kelompok LAN adalah Wi-Fi. Kecepatan transfer data Wi-Fi yang saat ini sudah mencapai 54 Mbps, termasuk standarisasi yang sedang dikembangkan untuk mampu mencapai kecepatan 248 Mbps. Memang masih tidak sebanding dengan kecepatan kabel UTP yang sudah mencapai 1 Gbps. Walaupun demikian, sebagian besar pengguna merasa kecepatan ini sudah memadai. (Andayu, 2011)



Gambar 2.3 Jaringan *wireless*

2.2.2. Standarisasi Jaringan *Wireless*

Di dalam sebuah teknologi yang bersifat masal, sebuah standarisasi sangat lah dibutuhkan, standarisasi akan memberikan banyak keuntungan, diantaranya adalah (Andayu, 2011):

1. Pembuatan *hardware* yang berbeda biasa saling berkerjasama, tentunya tidak sangat efisien
2. Pembuatan *hardware* tambahan biasanya membuat peralatan yang berlaku untuk semua peralatan berdasarkan informasi dari standarisasi yang telah ada.
3. Penghematan dan perkembangan teknologi yang jauh lebih cepat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh IEEE merupakan organisasi *non-profit* yang mendidikasikan kerja kerasnya demi kemajuan teknologi. Pada tahun 1980, IEEE membuat sebuah bagian yang mengurus standarisasi LAN dan MAN (*Metropolitan Area Network*). Bagian ini kemudian dinamakan sebagai 802. Angka 80 menunjukkan tahun dan angka 2 menunjukkan bulan dibentuknya kelompok kerjanya. (Andayu, 2011)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa *enternet*, *wireless* adalah sebagian dari hasil kerja 802. Bagian ini dibagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan lebih spesifik yang dinamakan sebagai unit kerja. Unit kerjanya ini diberikannya berupa angka yang berurutan dibelakang 802. (Andayu, 2011)

Tabel 2.3 Pembagian Unit Kerja pada 802 (Andayu, 2011)

Unit Kerja	Bidang yang di tangani
802.1	<i>Higher Layer LAN Protocol</i>
802.3	<i>Ethernet Working grup</i>
802.11	<i>Wireless LAN Working Group</i>
802.15	<i>Wireless Personal Area Network (WPAN) Working Group</i>
802.16	<i>Broadband Wireless Access Working Group</i>
802.17	<i>Resilient Packet Ring Working Group</i>
802.18	<i>Radio Regulator TAG</i>
802.19	<i>Coexistence TAG</i>
802.20	<i>Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) Working Group</i>
802.21	<i>Media Independent Handoff Working Group</i>

802.22	<i>Wireless Region Area Network</i>
--------	-------------------------------------

Perhatikan urutan angka-angka dari unit kerja, terdapat beberapa kecepatan. Hal ini terjadi karena berbagai sebab seperti bidang yang ditangani sudah ketinggalan jaman atau disatukan ke unit kerjanya lain. Unit kerjanya mengurus tentang *wireless LAN* terbagi-bagi menjadi beberapa unit, namun tidak lagi ditanda dengan tanda titik dan angka, tetapi dengan huruf a, b, c sehingga menjadi unit 802.11a, 802.11b, 802.11g dan seterusnya. (Andayu, 2011).

2.2.3 Wi-Fi dan 802.11

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa walaupun IEEE telah membuat standarisasi jaringan *wireless*, namun untuk pertama kali pembuatannya standarisasi itu dirasakan kurang lengkap untuk memenuhi kebutuhan dunia bisnis. Oleh karena itu, dibentuklah sebuah asosiasi yang dipelopori oleh Cisco yang dinamakan sebagai Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) yang beralamat di <http://www.Wi-Fi.org>. Organisasi Wi-Fi ini bertugas memastikan semua peralatan yang mendapatkan label Wi-Fi bisa berkerjasama dengan baik sehingga memudahkan konsumen untuk menggunakan produknya. Beberapa anggota Wi-Fi diantaranya adalah Cisco, Microsoft, Dell, Texas Instrument, Apple, AT & T, dan masih banyak lagi lainnya. (Andayu, 2011)

Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) merupakan merk dagang yang dimaksudkan sebagai istilah umum untuk menunjukkan semua tipe jaringan tanpa kabel yang mengadopsi standar protokol jaringan *wireless 802.11*. Artinya sebuah perangkat telah memberikan label *support* Wi-Fi, berarti perangkat tersebut dalam saling berkomunikasi membentuk sebuah jaringan *wireless* meskipun vendor atau pembuatnya berbeda. Jadi sangat sempit sekali mengartikan *wireless* dengan kata Wi-Fi, karena Wi-Fi merupakan bagian dari teknologi *wireless* itu sendiri. (Andayu, 2011)

2.2.4 Wireless Access Point

Wireless Access Point merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk menghubungkan pengguna dengan jaringan komputer biasa. *Access Point* ini menerima data dari pengguna dalam bentuk gelombang frekuensi radio dan kemudian meneruskannya ke jaringan kabel, sebaliknya *Access Point* juga mengirim data

dari jaringan ke pengguna dalam bentuk gelombang radio. Gambaran dari *Access Point* dapat dilihat pada gambar dibawah ini. (jurnal.stmik-wp.ac.id).



Gambar 2.4 *Wireless Access Point*

Dalam satu lingkup jaringan komputer dapat terdiri dari satu atau beberapa *Access Point* yang mengidentifikasi suatu jaringan tersebut. Karena *Access Point* merupakan “gerbang bebas” yang berhubungan langsung dengan pengguna, maka *Access Point* ini juga dilengkapi berbagai teknik keamanan agar koneksi dari pengguna dapat dilakukan dengan baik dan benar. Artinya dimungkinkan hanya pengguna yang benar-benar berhak yang boleh mengakses jaringan tersebut dan komunikasi diantara *Access Point* dan pengguna dapat dilakukan dengan aman (jurnal.stmik-wp.ac.id).

2.2.5 *Wireless Access Point Security*

Daerah diantara *Access Point* dengan pengguna merupakan daerah dengan kemungkinan gangguan keamanan paling tinggi dari jaringan nirkabel. Daerah ini merupakan daerah bebas, dimana komunikasi data dilakukan melalui Frekuensi radio sehingga berbagai gangguan keamanan dapat terjadi di sini. Secara umum gangguan keamanan yang ada di daerah antara *Access Point* dengan pengguna adalah otentikasi dan *eavesdropping* (penyadapan). (jurnal.stmik-wp.ac.id).

Access Point harus bisa menentukan apakah seorang pengguna yang berusaha membangun koneksi ke jaringan tersebut memiliki hak akses atau tidak dan juga berusaha agar komunikasi dengan pengguna dilakukan secara aman. Selama ini ada beberapa teknik yang digunakan untuk mendukung keamanan *Access Point*, antar lain *Service Set ID (SSID)*, *Wired Equivalent privacy (WEP)*, *MAC Address*, dan *Extensible Authentication Protocol (EAP)*. Pada umumnya teknik-teknik tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan dikombinasikan dengan teknik-teknik lainnya. (jurnal.stmik-wp.ac.id).

2.2.6 Service Set ID (SSID)

Service Set ID merupakan 32 karakter unik yang menidentifikasi suatu jaringan nirkabel. Jika dalam satu jaringan terdapat beberapa *Access Point*, maka *Access Point* tersebut mengidentifikasi satu jaringan yang sama, dengan kata lain *Access Point* tersebut memiliki SSID yang sama. Pengguna harus mengetahui SSID *Access Point* yang bersangkutan jika ingin melakukan koneksi. Jika kita membeli *Access Point*, secara default *Access Point* tersebut telah dikonfigurasi oleh pabrik pembuatnya.

2.3. Mengenal Jaringan Infrastruktur

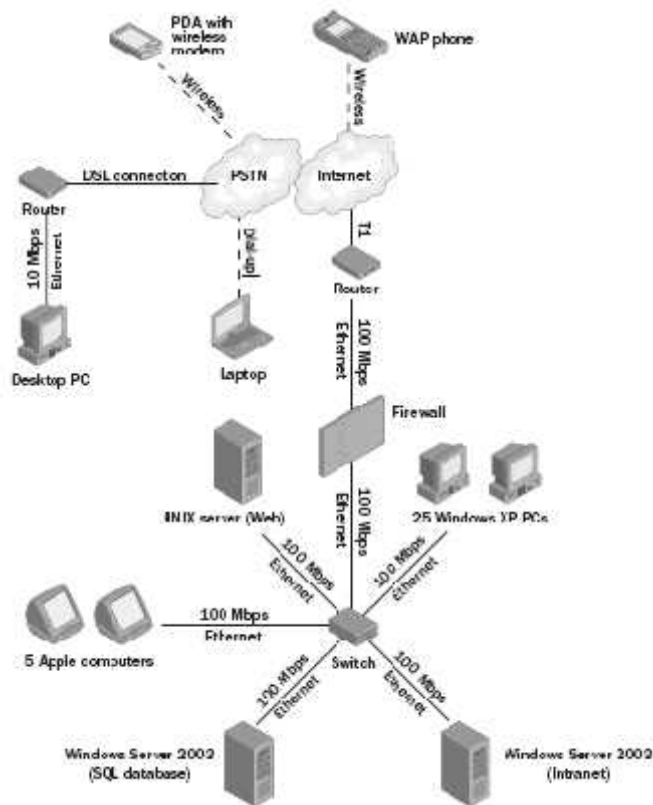
Sebuah infrastruktur jaringan adalah sekumpulan komponen fisik dan logikal yang menyediakan dasar untuk *konektivitas*, keamanan, *routing*, pengaturan, akses, dan fitur integral pada jaringan. (Andayu, 2011)

2.3.1. Definisi Infrastruktur Jaringan

Sering kali, infrastruktur jaringan itu diturunkan dan dirancang. Jika jaringan terhubung ke internet, sebagai contoh, aspek-aspek tertentu seperti *Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)* yang merupakan protokol yang sesuai, diturunkan dari internet. Aspek jaringan yang lain, seperti *layout* fisik pada elemen jaringan dasar dapat dirancang ketika jaringan pertama kali dibuat dan kemudian diturunkan kepada jaringan versi terbaru.

2.3.2. Infrastruktur Fisikal

Sebuah infrastruktur fisik jaringan merupakan topologi jaringan tersebut rancangan fisik jaringan yang terdiri dari komponen perangkat keras seperti kabel, *routers*, *switches*, *bridges*, *hubs*, *servers*, dan *hosts*. Infrastruktur fisik juga meliputi teknologi seperti *Ethernet*, *802.11b wireless*, *Public Switched Telephone Network (PSTN)*, dan *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*, semua dari metode yang didefinisikan pada komunikasi melalui berbagai jenis koneksi fisik. (Andayu, 2011)

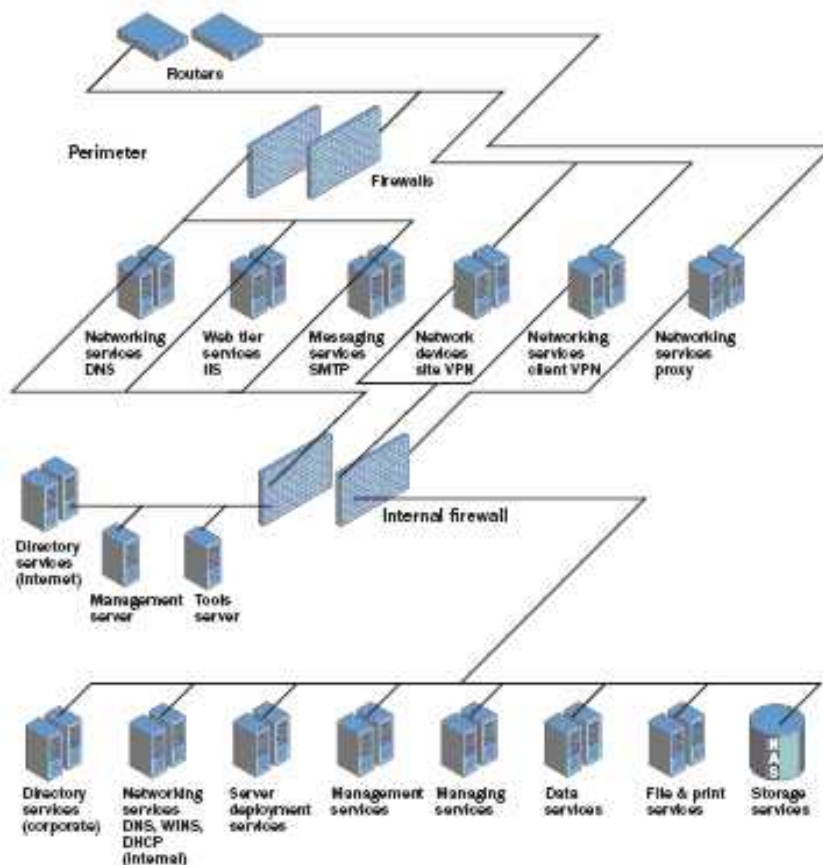


Gambar 2.5. Infrastruktur Fisikal

2.3.3. Infrastruktur Logical

Infrastruktur logikal terdiri dari berbagai elemen perangkat lunak yang terhubung, diatur dan mengamankan *host* pada jaringan. Infrastruktur logikal memungkinkan komunikasi antar komputer melalui jalur yang telah digambarkan dalam topologi fisik. Contoh elemen pada infrastruktur logikal meliputi komponen jaringan seperti *Domain Name System (DNS)*, *protocol* jaringan seperti *TCP/IP*, perangkat lunak *client* jaringan seperti *Client Service For Net Ware*, dan kayaan jaringan seperti *Quality of Service (QoS)* *Packet Scheduler*. (Andayu, 2011)

Setelah jaringan dirancang, administrasi, pemeliharaan, dan pengaturan infrastruktur logikalnya membutuhkan kedekatan dengan berbagai aspek teknologi jaringan. Dalam jaringan menengah dan besar, administrator jaringan harus menjalankan tugas yang lebih kompleks seperti mengkonfigurasi *remote access* melalui koneksi *dial-up* dan *virtual private networks (VPN)*, membuat, mengubah, dan memperbaiki *routing interfaces* dan *routing tables*, membuat, mendukung, dan memperbaiki keamanan yang didasarkan pada *public key cryptography*, dan menjalankan keputusan pemeliharaan untuk jaringan yang heterogen yang meliputi sistem operasi seperti *Microsoft Windows*, *UNIX*, dan *Novell Net Ware*. (Andayu, 2011)



Gambar 2.6Infrastruktur Logikal

2.4. Pita Lebar (*Broadband*)

Teknologi *broadband* secara umum didefinisikan sebagai jaringan atau *service internet* yang memiliki kecepatan transfer yang tinggi karena lebar jalur data yang besar. Meskipun jalur data yang disediakan untuk penggunaannya sangat lebar, teknologi *broadband* biasanya membagi jalur lebar tersebut dengan pengguna sekitarnya. Namun jika tidak ada yang menggunakan, pengguna akan menggunakan sepenuhnya jalur lebar tersebut. (Rukayya, 2011)

Teknologi *broadband* atau pita lebar merupakan salah satu teknologi media transmisi yang mendukung banyak frekuensi, mulai dari frekuensi suara hingga video. Teknologi *broadband* bisa membawa banyak sinyal dengan membagi kapasitasnya (yang sangat besar) dalam beberapa kanal *bandwidth*. Setiap kanal beroperasi pada frekuensi yang spesifik. Secara sederhana, istilah teknologi *broadband* digunakan untuk menggambarkan sebuah koneksi berkecepatan 500Kbps atau lebih. Tetapi *Federal Communication Commission* (FCC) mendefinisikan *broadband* dengan kecepatan minimal 200Kbps. Saat ini, teknologi *broadband wireless* merupakan tujuan utama dari evaluasi teknologi telekomunikasi. (Rukayya, 2011)

Broadband menawarkan akses data multimedia berkecepatan tinggi berupa layanan gambar, *audio*, dan *video* termasuk *videostreaming*, *video messaging*. Melalui perangkat yang mendukung teknologi tersebut, pengguna juga bisa mengakses hiburan *mobile TV* dan mengunduh musik, serta melakukan komunikasi *real-time* menggunakan teknologi *fixed mobile* seperti *webcam* melalui ponsel. (Rukayya, 2011)

Broadband adalah koneksi kecepatan tinggi yang memungkinkan akses internet secara cepat dan selalu terkoneksi atau "*always on*". Ditinjau kebelakang, sejarah *broadband* bergerak mulai dari ditemukannya kabel serat optik pada tahun 1950, dimana sebelumnya kebutuhan komunikasi data belum dibutuhkan dalam kecepatan tinggi dan era *broadband* mulai. Saat itu, andalanya lebih pada kabel serat optik. (Rukayya, 2011)

Definisi umum *broadband* adalah proses pengiriman dan penerimaan data melalui sistem jaringan telekomunikasi dengan kecepatan tinggi. Umumnya kecepatan mulai dari 256 kbps sampai dengan 100 Mbps yang terhubung dengan perangkat pengguna/pelanggan disebut *broadband*. (Rukayya, 2011).

Definisi *broadband* tidak ada yang spesifik, namun yang sama adalah dalam penggunaan kata "kecepatan tinggi" (*high speed*). Menurut ITU-T, kecepatan tinggi *broadband* melampaui kecepatan ISDN-PRA (>2 Mbps), sementara di negara India kecepatan tinggi *broadband* adalah 128 Kbps. (Rukayya, 2011)

Teknologi *broadband* dapat dibedakan atas 5 teknologi, yaitu *Digital Subscriber Line* (DSL), Modem Kabel, *Broadband Wireless Access* (WiFi dan WiMAX), Satelit, dan Selular.

2.4.1 Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)

Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) adalah standar *Broadband Wireless Access* (BWA) dengan kemampuan menyediakan layanan data berkecepatan tinggi. Teknologi WiMAX merupakan pengembangan dari teknologi WiFi yang didisain untuk kondisi *non-Line Of Sight* (*non-LOS*). Teknologi WiMAX juga tidak kalah tenar sama WiFi, teknologi WiMAX lebih besar kapasitas untuk memberikan layanan data dan dapat berkecepatan sampai 70Mbps, disamping kecepatan data yang tinggi mampu diberikan, WiMAX juga membawa isu open standar. Dalam arti komunikasi perangkat WiMAX di antara beberapa vendor yang berbeda tetap dapat dilakukan (tidak *proprietary*). WiMAX layak diaplikasikan untuk '*last mile*' *broadband connections*, *backhaul*, dan *high speed enterprise*. Dengan teknologi WiMAX, impian akan layanan

informasi data yang murah dengan kecepatan tinggi akan segera terwujud murah meriah dengan kualitas yang jauh lebih baik. WiMAX datang untuk menjawab permasalahan yang ada di sektor *broadband*. Ketika telepon dan jaringan lokal mulai beranjak ke sistem nirkabel, akses *broadband* untuk bisnis atau perumahan masih cenderung mengandalkan kabel untuk penyaluran datanya. Jelas hal ini merugikan operator sekaligus konsumen yang ada di luar jangkauan kabel tersebut. (Kurniawati, 2013)

Standar WiMAX pada awalnya dirancang untuk rentang frekuensi 10 s.d. 66 GHz. 802.16a, diperbaharui pada 2004 menjadi 802.16-2004 (dikenal juga dengan 802.16d) menambahkan rentang frekuensi 2 s.d. 11 GHz dalam spesifikasi. 802.16d dikenal juga dengan *fixed WiMAX*, diperbaharui lagi menjadi 802.16e pada tahun 2005 (yang dikenal dengan *mobile WiMAX*) dan menggunakan *orthogonal frequency-division multiplexing*(OFDM) yang lebih memiliki *skalabilitas* dibandingkan dengan standar 802.16d yang menggunakan OFDM 256 *sub-carriers*. Penggunaan OFDM yang baru ini memberikan keuntungan dalam hal cakupan, instalasi, konsumsi daya, penggunaan frekuensi dan efisiensi pita frekuensi. WiMAX yang menggunakan standar 802.16e memiliki kemampuan *hand over* atau *hand off*, sebagaimana layaknya pada komunikasi selular. (stmik.darunnajah.ac.id. 2011)

Karakteristik utama yang dimiliki WiMAX antara lain(Kurniawati, 2013) :

1. Versi awal IEEE 802.16a bekerja di frekuensi 10 – 66 GHz, sehingga cocok digunakan untuk teknologi *point to point*.
2. Versi IEEE 802.16 ini dapat digunakan untuk hubungan *nonline outside* (NLOS).
3. Kompatibel dengan *digital switch* yang ada (ATM,dll) dengan optimal *data rate* per *user* antara 300 kbps – 2 Mbps dan *range* 5 – 8 km untuk maksimal *throughput*.

Berdasarkan jumlah *user* yang menggunakan WiMAX terdapat 3 macam skenario dalam penyelenggaraannya: (Kurniawati, 2013)

1. *Point to Point*(PtP), Terjadi jika *link WiMAX* hanya di pakai untuk menyambungkan dua titik saja secara *directional*, jadi 1 *base station* (BS) hanya menyambungkan 1 *user* saja , contohnya aplikasi WiMAX adalah untuk *Backhaul* selular.
2. *Point to Multipoint*(PMP), Terjadi jika *link WiMAX* hanya dipakai untuk menyambungkan ke berbagai *user* sekaligus.
3. *Mesh*, *Mesh* ini gabungan dari PtP dan PMP, jadi dengan *Mesh* ini konfigurasi WiMAX menjadi maksimum dari sisi *Coverage*.

Ada 2 layer yang memiliki peranan penting teknologi WiMAX ini, yaitu MAC layer dan PHY layer. Keduanya memiliki peranan yang berbeda, antara lain (Kurniawati, 2013) :

1. PHY layer, Fungsi-fungsi penting yang diatur diantaranya; OFDM, *Duplex system*, *Adaptive Modulation*, *Adaptive Antennasystem*. Varian PHY yang diadopsi dari standar 802.16 adalah *Wireless-MANOFDM* dan *Wireless-MAN OFDMA* untuk *licensed frequency* dan *Wireless-HUMAN* untuk *unlicensed frequency*.
2. MAC layer, *WiMAX MAC protocol* didesain untuk aplikasi *point to multipoint*, mempunyai karakteristik *connection oriented* dan setiap sambungan diidentifikasi oleh 16-bit *Connection Identifiers*, yaitu untuk membedakan kanal *uplink* dengan lainnya.

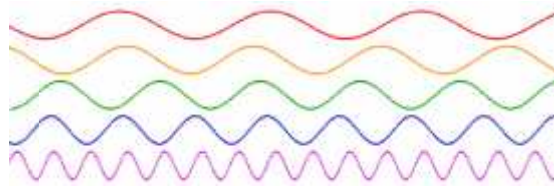
Beberapa hal yang menjadi keunggulan WiMAX, jika dibandingkan dengan teknologi WiFi antara lain adalah sebagai berikut: (Rukayya, 2011)

1. Kemampuan WiMAX dalam menghantarkan data sampai dengan 75 megabit/detik (Mbps) sedangkan WiFi hanya 11 Mbps
2. WiMAX bermain pada frekuensi yang cukup rendah (2-6 *GigaHertz* (GHz)) sedangkan WiFi di atur dalam protokol 802.11b di 2,4 GHz dan protokol 802.11a di 5 GHz
3. Standar dari WiMAX ini yaitu dapat menyediakan konektivitas *broadband* jarak jauh dengan kecepatan DSL.
4. Para produsen mikro elektronik akan mendapatkan lahan baru untuk dikerjakan, dengan membuat *chip-chip* yang lebih general yang dapat dipakai oleh banyak produsen perangkat *wireless* untuk membuat BWA nya. Produsen perangkat *wireless* tidak perlu mengembangkan solusi *end-to-end* bagi penggunaanya, karena sudah tersedia standar yang jelas.
5. Operator telekomunikasi dapat menghemat investasi perangkat karena kemampuan WiMAX dapat melayani pelanggannya dengan area yang lebih luas dan dengan kompatibilitas yang lebih tinggi
6. Pengguna akhir akan mendapatkan banyak pilihan dalam menggunakan internet. WiMAX merupakan salah satu teknologi yang dapat memudahkan untuk koneksi dengan internet secara mudah dan berkualitas
7. Memiliki banyak fitur yang selama ini belum ada pada teknologi WiFi dengan standar IEEE 802.11, standar 802.16. digabungkan dengan ETSI *HiperMAN*, maka dapat melayani pangsa pasar yang lebih luas.

8. Dengan *coverage* yang mencapai 50 kilometer (maksimal), WiMAX dapat memberikan kontribusi yang sangat besar bagi keberadaan *wireless* MAN. Kemampuan untuk menghantarkan data dengan transfer *rate* yang tinggi dalam jarak jauh dan akan menutup semua celah *broadband* yang tidak dapat terjangkau oleh teknologi kabel dan DSL.
9. Dapat melayani para pengguna, baik yang berada pada posisi LOS maupun NLOS DSL, WiMAX, dan 3G memiliki segmentasi yang berbeda ketiga teknologi ini bisa saling bersinergi untuk memperbaiki atau melengkapi satu sama lain.

2.5 Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik atau banyaknya gelombang/getaran listrik yang dihasilkan tiap detik. Frekuensi dilambangkan dalam huruf f . (Elektronikadasar.web.id)



Gambar 2.7. Gelombang sinusoida dengan beberapa macam frekuensi. Semakin ke bawah gelombang frekuensi lebih tinggi.

Untuk menghitung frekuensi, seseorang menetapkan jarak waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi hitungan ini dengan panjang jarak waktu. Pada sistem satuan Internasional, hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan *hertz* (Hz) yaitu nama pakar fisika Jerman *Heinrich Rudolf Hertz* yang menemukan fenomena ini pertama kali. Frekuensi sebesar 1 Hz menyatakan peristiwa yang terjadi satu kali per detik. (Elektronikadasar.web.id)

Secara alternatif, seseorang bisa mengukur waktu antara dua buah kejadian/peristiwa (dan menyebutnya sebagai periode), lalu memperhitungkan frekuensi (f) sebagai hasil kebalikan dari periode (T), seperti tampak dari rumus di bawah ini: (Elektronikadasar.web.id)

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

dengan f adalah frekuensi (*hertz*) dan T periode (*secon* atau detik).

Beberapa hal penting yang diatur di dalam peraturan Menteri Kominfo No. 27/PER/M.KOMINFO/6/2009 antara lain sebagai berikut: (Broto, 2009)

1. Pita frekuensi radio 5.8 GHz pada rentang frekuensi radio 5725 – 5825 MHz ditetapkan untuk keperluan layanan pita lebar *nirkabel (wireless broadband)* dengan moda TDD.
2. Setiap pengguna frekuensi radio pada pita frekuensi radio 5.8 GHz untuk layanan pita lebar *nirkabel (wireless broadband)* diberikan izin penggunaan frekuensi radio berdasarkan izin kelas.
3. Penggunaan frekuensi radio berdasarkan izin kelas tersebut wajib memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Digunakan secara bersama (*sharing*) pada waktu, wilayah, dan teknologi secara harmonis antar pengguna.
 - b. Dilarang menimbulkan gangguan yang merugikan, dan
 - c. Tidak mendapatkan proteksi.
4. Penggunaan bersama (*sharing*) tersebut dilakukan berdasarkan koordinasi antar pengguna frekuensi radio.

Penggunaan pita frekuensi radio 5.8 GHz untuk keperluan layanan pita lebar *nirkabel (wireless broadband)* yang pemberian izinnya berdasarkan izin kelas wajib mengikuti ketentuan teknis seperti tersebut di bawah ini (Broto, 2009):

1. Setiap pengguna pita frekuensi radio 5.8 GHz dibatasi penggunaan lebar pita (*bandwidth*) maksimal sebesar 20 MHz.
2. Setiap pengguna pita frekuensi radio 5.8 GHz dibatasi penggunaan daya pancar (*power*) sesuai dengan aplikasi sebagai berikut:
 - a) Aplikasi *P-to-P (Point-to-Point)*:
 - i. *Maximum mean EIRP* : 36 dBm
 - ii. *Maximum mean EIRP density* : 23 dBm / MHz
 - b) Aplikasi *P-to-MP (Point-to-Multipoint)*
 - i. *Maximum mean EIRP* : 36 dBm
 - ii. *Maximum mean EIRP density* : 23 dBm / MHz

c) Aplikasi *Mesh*

- i. *Maximum mean EIRP* : 33 dBm
- ii. *Maximum mean EIRP density* : 20 dBm / MHz

d) Aplikasi *AP-MP (Any Point-to-Multipoint)*

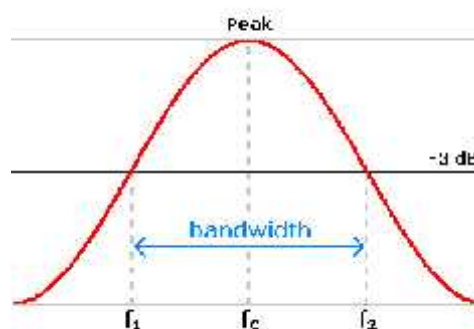
- i. *Maximum mean EIRP* : 33 dBm
- ii. *Maximum mean EIRP density* : 20 dBm / MHz

Alat/perangkat telekomunikasi yang akan digunakan pada 5.8 GHz untuk keperluan layanan pita lebar *nirkabel (wireless broadband)* yang pemberian izinnya berdasarkan izin kelas wajib memiliki sertifikat alat/perangkat sesuai ketentuan perundang-undangan.(Broto, 2009)

Penggunaan pita frekuensi radio 5.8 GHz untuk keperluan pita lebar *nirkabel (wireless broadband)* dikenakan BHP spektrum frekuensi radio yang besarnya diatur dalam Peraturan Menteri tersendiri.(Broto, 2009)

2.6. *Bandwidth*

Bandwidth adalah perbedaan antara batas frekuensi atas dan batas frekuensi bawah (*cut off frequencies*) dari, contohnya, *filter, chanel* komunikasi, atau spektrum sinyal. Dan diberi dengan satuan *Hertz*. Didalam sebuah *chanel* atau disebut sebagai sinyal, *bandwidth* umum didefinisikan sebagai batas frekuensi atas.



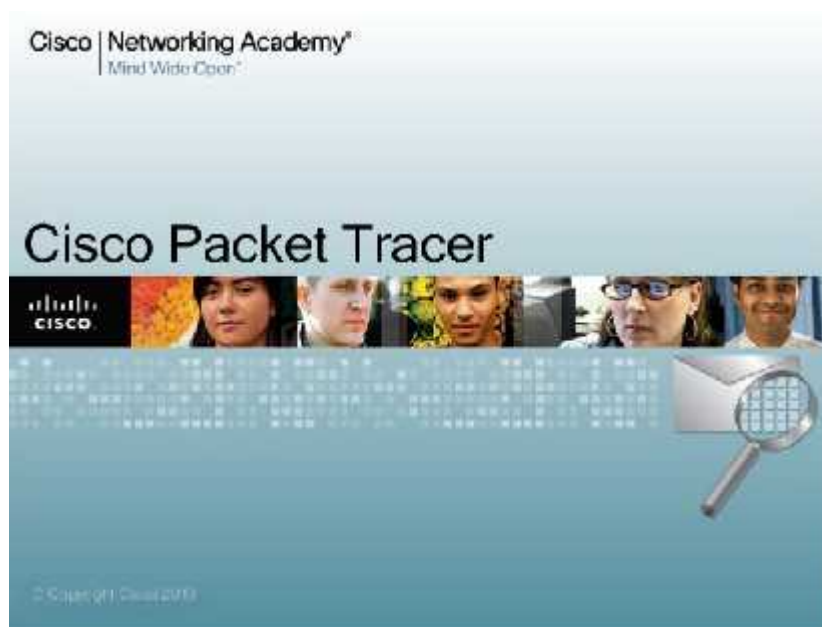
Gambar 2.8. *Bandwidth*

Bandwidth dalam satuan *Hertz* adalah suatu konsep umum didalam berbagai bidang, termasuk bidang elektronik, bidang informasi, komunikasi radio, proses sinyal, dan *spectroscopy*. *Bandwidth* (disebut juga Data Transfer atau Trafik) adalah data yang keluar+masuk/*upload+download* ke *account*. Misalnya saat menerima/mengirim *email*,

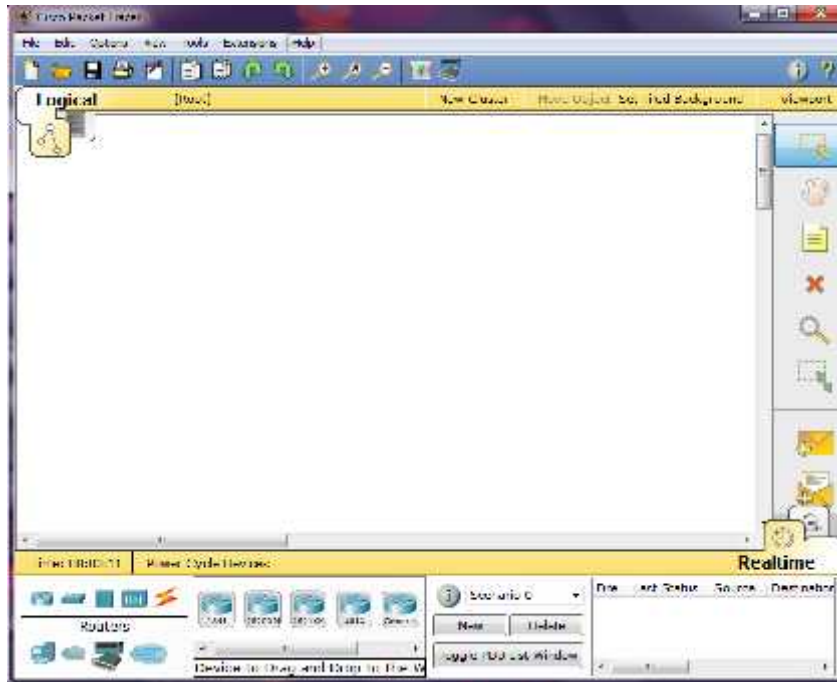
asumsikan besarnya *email* yang diterima/dikirim adalah 4 KB, berarti secara teori, untuk *bandwidth* 1.000 MB (1.000.000 KB) artinya bisa kirim 250.000 *email* atau berbagai variasi antara kirim/terima, 100.000 kirim, 150.000 terima. Ini hanya contoh untuk penjelasan *bandwidth*, pada kenyataannya, data yang keluar masuk ke *account* bisa datang dari pengunjung (yang meng-unggah halaman *web* ke PC), atau *upload* gambar/file ke *account* dan sebagainya. Pada Telkom Speedy, *Bandwidth* ini cara kerjanya sama dengan Kuota di Telkom Speedy. Hanya saja yang menjadi acuan bagi perhitungan kuota Telkom Speedy adalah data yang keluar/masuk ke PC/Modem ADSL, sedangkan di *hosting* acuannya adalah data yang keluar/masuk ke *account* atau *domain*. (Alfiansyah, 2004).

2.7. Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah program simulasi jaringan kuat yang memungkinkan siswa untuk bereksperimen dengan perilaku jaringan dan bertanya pertanyaan "bagaimana jika". Sebagai bagian integral dari Akademi Jaringan pengalaman belajar yang lengkap, *Paket Tracer* memberikan simulasi, *visualisasi*, *authoring*, penilaian, dan kemampuan kolaborasi dan memfasilitasi mengajar dan belajar dari konsep teknologi yang kompleks. (www.netacad.com)



Gambar 2.9. Running Program Cisco Packet Tracer



Gambar 2.10. Tampilan Awal *Program Cisco Packet Tracer*

Simulasi jaringan *Packet Tracer* dapat digunakan sebagai suplemen peralatan fisik di kelas yang memungkinkan untuk membuat jaringan dengan jumlah tak terbatas, mendorong untuk praktik, penemuan, dan pemecahan masalah. Lingkungan belajar berbasis simulasi membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21 seperti pengambilan keputusan, berpikir kreatif dan kritis, dan pemecahan masalah. *Packet Tracer* melengkapi kurikulum *Networking Academy*, memungkinkan instruktur untuk mengajar dan menunjukkan dengan mudah konsep teknis yang rumit dan desain sistem jaringan. (www.netacad.com)

Perangkat lunak simulasi jaringan *Packet Tracer* sangat praktis digunakan untuk mendesain topologi jaringan yang diinginkan, karena dilengkapi dengan berbagai perangkat jaringan yang dibutuhkan pada area *network* seperti *router*, *switch*, *hub*, *wireless*, *PC server* maupun perangkat lainnya. Dengan dukungan dari berbagai perangkat yang disediakan tersebut, memudahkan *user* dalam menentukan perangkat jaringan yang akan digunakan pada teknologi yang diinginkan. Hal yang penting, simulasi ini memungkinkan *user* melakukan simulasi seolah-olah topologi tersebut sudah diimplementasikan secara *real* dengan *cisco device* yang nyata. (www.netacad.com)

Aplikasi *Packet Tracer* memiliki keunggulan dan kemudahan. Keunggulannya bahwa *user* dapat melakukan rancangan suatu topologi jaringan dengan mudah serta

penempatan jaringan dapat diatur dan ditentukan dengan baik. Konfigurasi-konfigurasi juga dapat dilakukan dengan teliti sehingga antara perangkat jaringan dapat dihubungkan dengan benar. Kemudahan yang diberikan *Packet Tracer* terlihat pada saat peng-*instalan* aplikasi tersebut. Perangkat lunak *Packet Tracer* dapat diinstal pada PC maupun *laptop/notebook* dengan spesifikasi yang rendah sehingga tidak tergantung pada spesifikasi yang bagus. *Cisco packet tracer* bisa dijalankan pada *system operasi Microsoft windows* dan *debian/ linux*. (www.netacad.com).

2.7.1. Komponen Cisco Packet Tracer yang digunakan

1. Router 2600

Cisco®2600Series adalah seripemenang penghargaan dari *router akses multiservice modular*, menyediakan LAN fleksibel dan konfigurasi WAN, beberapa opsi keamanan, integrasi suara dan data, dan berbagai kinerja tinggi prosesor. (www.cisco.com)

Cisco 2600Series router modular termasuk *Cisco 2612*, *Cisco 2600XM model*, dan *Cisco 2691*. Model ini memberikan kinerja yang diperpanjang, kepadatan tinggi, kinerja keamanan yang ditingkatkan, dan dukungan aplikasi secara bersamaan untuk memenuhi tuntutan pertumbuhan kantor cabang. Selain itu, banyak *Cisco Seri 2600* bundel produk telah diperkenalkan (Lihat Tabel 2.4). Bundel ini menawarkan penghematan biaya tambahan dan menyediakan mudah memesan untuk memenuhi cabang-kantor persyaratan. (www.cisco.com)

Persyaratan jaringan kantor cabang secara dramatis berkembang, didorong oleh *web* dan *e-commerce* aplikasi untuk meningkatkan produktivitas dan penggabungan infrastruktur suara dan data untuk mengurangi biaya. *Cisco 2621XM* dan *2651XM router* menawarkan fleksibilitas, integrasi, dan keamanan untuk kantor cabang. Dengan lebih dari 100 Modul Jaringan (NMS) dan WAN *Interface Cards* (WICs), arsitektur modular *router Cisco* dengan mudah memungkinkan antarmuka untuk ditingkatkan untuk mengakomodasi perluasan jaringan. *Cisco 2621XM* dan *2651XM* memberikan *scalable*, aman, dikelola remote akses *server* yang memenuhi FIPS 140-2 Level 2 persyaratan. Bagian ini menjelaskan fitur umum dan fungsionalitas yang disediakan oleh *Cisco 2621XM* dan *2651XM router*. (www.cisco.com).

Tabel 2.4 Cisco Router (www.cisco.com)

Platform	Network Modules	AIMs	WICs	Fixed LAN Ports	Performance (up to kpps)	DRAM (default MB/maximum MB)	Flash Memory (default MB/maximum MB)	Included Cisco IOS Software Feature Set
Cisco 2610XV and Cisco 2611XM	1	1	2	1 Fast Ethernet/2 Fast Ethernet	20	128/256	32/13	Cisco IOS Software IP Base
Cisco 2612	1	1	2	1 Token Ring/1 Ethernet	15	32/64	8/13	Cisco IOS Software IP Base
Cisco 2620XV and Cisco 2621XV	1	1	2	1 Fast Ethernet/2 Fast Ethernet	30	128/256	32/13	Cisco IOS Software IP Base
Cisco 2650XV and Cisco 2651XV	1	1	2	1 Fast Ethernet/2 Fast Ethernet	40	256/256	32/13	Cisco IOS Software IP Base
Cisco 2691	1	2	3	2 Fast Ethernet	70	256/256	32/128	Cisco IOS Software IP Base