

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 TEORI DASAR/ UMUM

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai definisi dari jaringan komputer, klasifikasi jaringan komputer, tipe-tipe topologi jaringan komputer, media transmisi yang digunakan untuk membuat jaringan, serta penjelasan mengenai model OSI (*Open System Interconnection*) yang merupakan standarisasi dari jaringan komputer

2.1.1 DEFINISI JARINGAN KOMPUTER

Jaringan komputer adalah sebuah sistem yang terdiri atas komputer dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan yang sama. Tujuan dari jaringan komputer adalah:

- Membagi sumber daya: contohnya berbagi pemakaian *printer*, CPU, *memori*, *hardisk*.
- Komunikasi: contohnya *e-mail*, *instant messaging*, *chatting*.
- Akses informasi: contohnya *web browsing*

Agar dapat mencapai tujuan yang sama, setiap bagian dari jaringan komputer meminta dan memberikan layanan (*service*). Pihak yang meminta layanan disebut klien (*client*) dan yang memberikan layanan disebut pelayan (*server*). Arsitektur ini disebut dengan sistem client-server, dan digunakan pada hampir seluruh aplikasi jaringan komputer.

Dalam sebuah jaringan / *network*, antara komputer yang satu dengan yang lainnya di hubungkan dengan menggunakan media kabel maupun dengan nirkabel / *wireless*. Pada awalnya penghubungan sebuah jaringan kerap kali menggunakan media kabel, namun seiring dengan perkembangan dunia teknologi sekarang ini, maka penggunaan media nirkabel kini sudah semakin banyak diterapkan untuk individu maupun perkantoran. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya pemakai / *user* yang menggunakan laptop, sehingga *user* dapat mengakses kedalam jaringan secara mobilitas tanpa ada hambatan tempat selama masih berada di dalam area jaringan nirkabel tersebut / *hotspot*.

Menurut Tanenbaum, Jaringan komputer adalah sekelompok komputer otonom yang saling berhubungan satu dengan lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat saling berbagi informasi, aplikasi, dan perangkat keras secara bersama-sama. Jaringan komputer dapat diartikan juga sebagai kumpulan sejumlah terminal komunikasi yang berada di berbagai lokasi yang terdiri lebih dari satu komputer yang saling berhubungan.

Jaringan komputer pada umumnya adalah hubungan banyak komputer ke satu atau beberapa server. Server adalah komputer yang berfungsi sebagai “pelayan” pengiriman data dan/atau penerima data serta mengatur pengiriman dan penerimaan data di antara komputer-komputer yang tersambung.

Menurut Lukas, berdasarkan arah transmisinya, komunikasi data berupa *simplex, half-duplex, atau full-duplex*.

- *Simplex*

Pada *simplex*, signal hanya ditransmit satu arah saja dimana satu stasiun sebagai pemancar dan yang lainnya sebagai penerima. Pada sistem ini aliran data hanya dapat terjadi ke satu arah saja.

- *Half-duplex*

Dalam operasi ini, kedua stasiun mungkin melakukan pengiriman, tapi tidak bias bersamaan melainkan beroperasi gantian. Pada sistem ini aliran informasi dapat terjadi kedua arah tetapi tidak dapat bersamaan.

- *Full-duplex*

Dalam operasi full duplex, kedua stasiun mungkin mentransmisi secara serentak. Pada sistem ini aliran dapat terjadi kedua arah pada saat yang bersamaan. Sistem ini dapat terjadi hanya menggunakan sebuah saluran komunikasi data atau dengan menggunakan dua saluran komunikasi data.

Selain itu , terdapat banyak jenis jaringan komputer:

- *Local-Area Network (LAN)*: komputer yang terhubung berada pada tempat yang berdekatan secara geografis (misalkan satu gedung).
- *Wide-Area Network (WAN)*: komputer yang terhubung berada pada tempat yang berjauhan dan dihubungkan dengan line telepon atau gelombang radio
- *Wi-Fi* : *Wi-Fi Wireless Fidelity* adalah nama dagang resmi untuk IEEE 802.11b yang dibuat oleh *Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA)*. Istilah *Wi-Fi* menggantikan 802.11b seperti halnya istilah *Ethernet* menggantikan IEEE 802.3. Produk yang disertifikasi oleh WECA sebagai *Wi-Fi* dapat beroperasi bersama meskipun dibuat oleh perusahaan yang berbeda.
- *Workstation* : Pada jaringan komputer, *workstation* adalah komputer yang terhubung dengan sebuah *local-area network (LAN)*.
- *Backbone* : *Backbone* adalah saluran atau koneksi berkecepatan tinggi yang menjadi lintasan utama dalam sebuah jaringan.
- *Bandwidth* : *Bandwidth* menunjukkan kapasitas dalam membawa informasi. Istilah ini dapat digunakan dalam banyak hal: Telepon, jaringan kabel, bus, sinyal frekuensi radio, dan monitor. Paling tepat, *bandwidth* diukur dengan putaran perdetik (*cycles per second*), atau hertz (Hz), yaitu perbedaan antara frekuensi terendah dan tertinggi yang dapat ditransmisikan. Tetapi juga sering digunakan ukuran bit per second (bps).

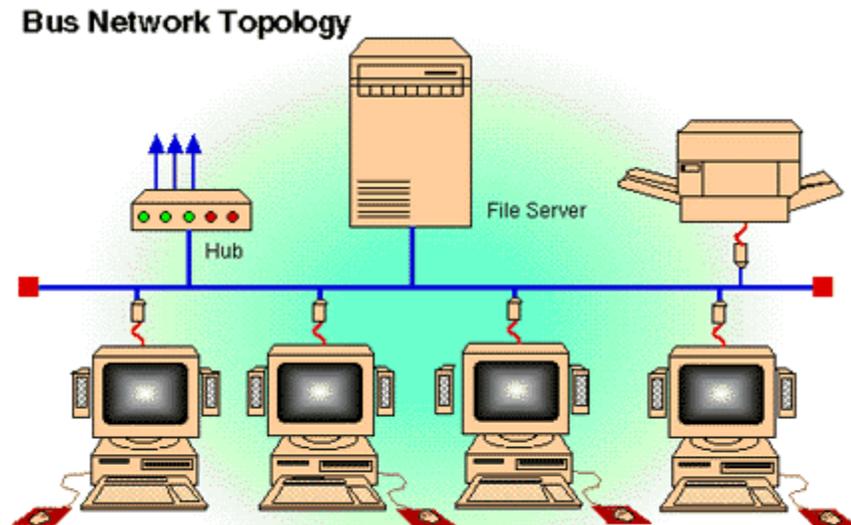
- *Bridge* : *Bridge* adalah peranti yang meneruskan lalu lintas antara segmen jaringan berdasar informasi pada lapisan data link. Segmen ini mempunyai alamat lapisan jaringan yang sama. Setiap jaringan seharusnya hanya mempunyai sebuah *bridge* utama.
- *DNS* : DNS (domain name sistem) adalah sistem yang menerjemahkan domain Internet, seperti `www.microsoft.com` menjadi alamat Internet, yaitu serangkaian nomor yang terlihat seperti `101.232.12.5`. Istilah DNS berhubungan dengan konvensi untuk penamaan host pada Internet dan cara penanganan nama-nama tersebut.

2.1.2 TOPOLOGI JARINGAN KOMPUTER

Topologi mendefinisikan peta dari jaringan. Topologi jaringan secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu topologi fisik dan topologi logikal. Topologi fisik mendefinisikan bagaimana susunan dari peletakan node pada jaringan. Terdapat beberapa macam topologi fisik, antara lain:

a. Topologi *Bus*

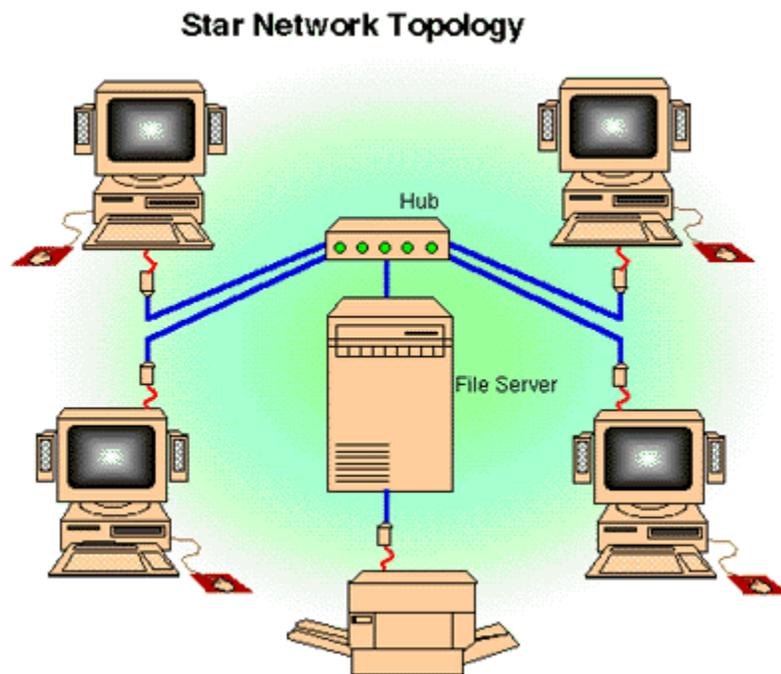
Merupakan sebuah arsitektur jaringan di mana satu set *client* terhubung pada satu kabel utama (*backbone*) yang dinamakan *bus*. Jaringan *bus* adalah cara yang paling sederhana untuk menghubungkan banyak *client*, namun masalah yang paling sering dihadapi adalah pada saat dua *client* akan mengirimkan data pada saat yang bersamaan pada *bus* yang sama.



Gambar 2.1 Topologi *Bus*

b. Topologi *Star*

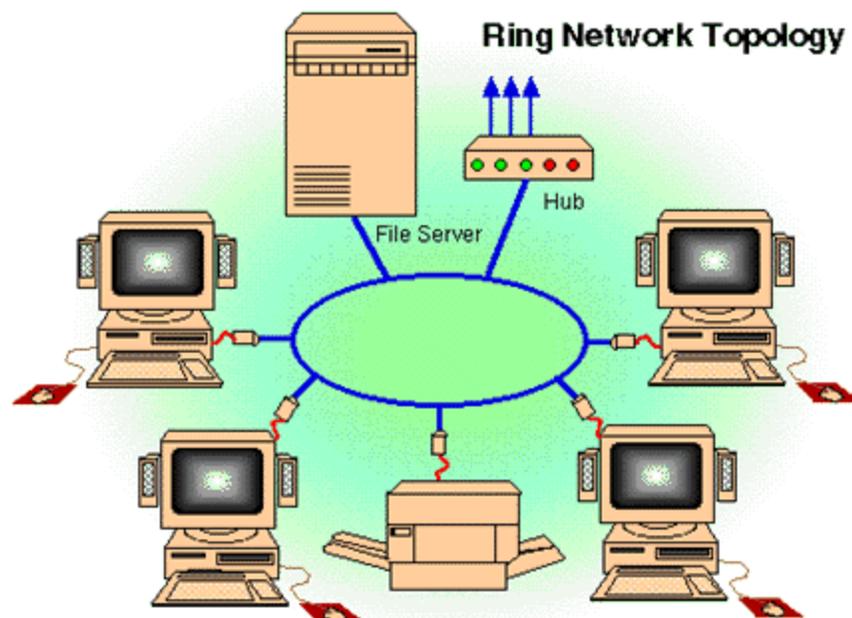
Merupakan salah satu topologi yang paling umum digunakan. Semua kontrol dalam jaringan *Star* dipusatkan pada satu titik yang dinamakan *primary station* dan terminal lain sebagai *secondary station*. Satu titik tersebut dinamakan *hub/switch* yang berfungsi untuk menerima sinyal-sinyal dari komputer dan meneruskannya ke semua komputer yang berhubungan dengan *hub/switch* tersebut.



Gambar 2.2 Topologi *Star*

c. Topologi *Ring*

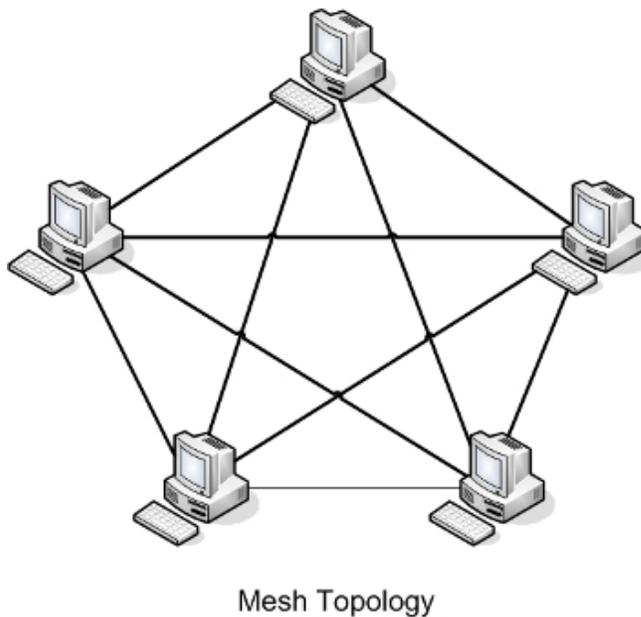
Merupakan sebuah topologi jaringan dimana tiap-tiap node terhubung ke dua node lainnya, sehingga akan membentuk sebuah cincin. Topologi *ring* kurang efisien jika dibandingkan dengan topologi *star* karena pada topologi ini data harus melalui banyak titik sebelum data mencapai tujuan.



Gambar 2.3 Topologi *Ring*

d. Topologi *Mesh*

Topologi *mesh* adalah sebuah cara untuk men-*route* data, suara, dan instruksi di antara node-node. Memungkinkan koneksi secara terus-menerus dan mengkonfigurasi ulang di seputar *path* yang rusak atau terblok dengan cara “*hopping*” dari satu node ke node lainnya sampai mencapai tujuan. Topologi *mesh* adalah *subclass* dari *mobile ad hoc networking* (MANET).



Gambar 2.4 Topologi *Mesh*

2.1.3 TOPOLOGI LOGIKAL

Topologi logikal menggambarkan bagaimana media tersebut diakses *host* untuk mengirim data. Secara umum, terdapat dua jenis topologi logikal, yaitu:

a. *Broadcast*

Pada topologi ini, semua *host* dapat mengirim data ke semua yang lain melalui media dalam jaringan. Prinsip pada topologi ini adalah *First Come First Serve*.

b. *Token Passing*

Topologi *token passing* mengontrol akses jaringan dengan melewatkan *token* elektronik kepada tiap *host* secara bergilir. Ketika *host* menerima *token*, maka *host* tersebut dapat mengirim data. Jika tidak ada data yang dikirim maka *token* tersebut dilewatkan ke *host* berikutnya dan proses ini berulang terus-menerus. Penggunaan *token passing* dapat ditemukan pada *Token Ring* dan *Fiber Distributed Data Interface (FDDI)*.

2.1.4 ALAMAT IP

Alamat IP adalah alamat *software*, bukan alamat *hardware*. Pengalamatan IP ditujukan untuk memungkinkan *host* di dalam sebuah jaringan bisa berkomunikasi dengan *host* pada jaringan yang berbeda, tanpa memperdulikan tipe dari LAN yang digunakan oleh *host* yang berpartisipasi

2.1.4.1 SKEMA HIERARKI PENGALAMATAN IP

Alamat IP terdiri atas 32 bit informasi. Bit ini terbagi menjadi 4 bagian, yang dikenal sebagai *octet* atau byte, dimana masing-masing terdiri atas 1 byte (8 bit). Pengalamatan IP dapat digambarkan dengan tiga metode:

- *Dotted-decimal*, seperti 172.16.30.56
- Biner, seperti 10101100.00010000.00011110.00111000
- Heksadesimal, seperti AC.10.1E.38

Pengalamatan 32-bit IP adalah pengalamatan yang terstruktur, kebalikan dari pengalamatan *flat*. Keuntungan dari pengalamatan terstruktur ini adalah kemampuannya yang bisa menangani pengalamatan yang sangat besar, yaitu 4,3 Milyar. Skema pengalamatan hierarki terstruktur oleh *network* dan *host* atau *network*, *subnet* dan *host*.

2.1.4.2 PENGALAMATAN NETWORK

Alamat *network* memberikan identifikasi unik untuk setiap jaringan. Setiap mesin pada jaringan yang sama menggunakan atau berbagi alamat *network* yang sama sebagai bagian dari pengalamatan IP. Alamat node memberikan identifikasi secara unik pada setiap mesin di dalam *network*.

Bagian dari alamat ini haruslah unik karena alamat node mengidentifikasi sebuah mesin tertentu yang merupakan *group*. Dapat juga disebut dengan alamat *host*. Terdapat tiga jenis *class* yang digunakan dalam pengalamatan jaringan, yaitu *class A*, *class B*, dan *class C*.

Class	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
Class A	<i>Network</i>	Host	Host	Host
Class B	<i>Network</i>	<i>Network</i>	Host	Host
Class C	<i>Network</i>	<i>Network</i>	<i>Network</i>	Host

Tabel 2.1 Rangkuman Tiga Class Network

- *Class A*

Di dalam jaringan *class A*, byte pertama digunakan untuk menunjukkan alamat *network*, dan tiga byte sisanya digunakan untuk alamat *host*. Pada *class* ini, bit pertama dari byte pertama harus selalu *off* atau bernilai 0. Ini berarti alamat *class A* adalah semua nilai antara 0 dan 127. Formatnya adalah *network.host.host.host*, atau jika digantikan dengan binari akan menjadi:

0XXXXXXXX.*host.host.host*

Jika pada byte pertama tanda 'X' diganti dengan 0 maka akan menjadi:

00000000 = 0

Dan jika tanda 'X' diganti dengan 1 maka akan menjadi:

01111111 = 127

- *Class B*

Pada jaringan *class B*, dua byte pertama menunjukkan alamat *network* dan dua byte selebihnya digunakan untuk alamat *host*. Pada *class* ini, bit pertama dari byte pertamaharus selalu dalam kondisi *on*, tapi bit kedua harus selalu dalam kondisi *off*. Ini berarti alamat *class B* adalah semua nilai antara 128 dan 191. Formatnya adalah *network.network.host.host*, atau jika digantikan dengan binari akan menjadi:

$$10XXXXXXXX.XXXXXXXXXX.host.host$$

Jika pada byte pertama tanda 'X' diganti dengan 0 maka akan menjadi:

$$10000000 = 128$$

Dan jika tanda 'X' diganti dengan 1 maka akan menjadi:

$$10111111 = 191$$

- *Class C*

Tiga byte pertama dari pengalamatan jaringan *class C* digunakan untuk alamat *network*, dengan hanya menyisakan satu byte kecil untuk alamat *host*. Pada *class* ini, 2 bit pertama dari byte pertama harus selalu dalam kondisi *on*, tapi bit ketiga harus selalu dalam kondisi *off*. Ini berarti alamat

class C adalah semua nilai antara 192 dan 223. Formatnya adalah *network.network.network.host*, atau jika digantikan dengan binari akan menjadi:

110XXXXX.XXXXXXXXXX.XXXXXXXXXX.*host*

Jika pada byte pertama tanda 'X' diganti dengan 0 maka akan menjadi:

11000000 = 192

Dan jika tanda 'X' diganti dengan 1 maka akan menjadi:

11011111 = 223

2.1.5 MEDIA TRANSMISI

Menurut Stallings, ada banyak media yang digunakan untuk membuat sebuah jaringan komputer, pada dasarnya dibagi menjadi dua macam yaitu kabel dan nirkabel. Terdapat beberapa macam teknologi pada masing-masing media ini. Media kabel merupakan media transmisi yang menyediakan saluran satu perangkat ke perangkat lainnya. Macam-macam teknologi media kabel, antara lain:

- *Twisted Pair*

Kabel ini terdiri atas empat pasang kabel, yang tiap pasangannya dipilin. Merupakan media yang paling banyak digunakan dikarenakan harganya yang rendah. Dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- *Shielded Twisted Pair*

Setiap kawat dibungkus pelindung metalik. Kemudian empat pasang kawat itu dibungkus lagi oleh pelindung metalik keseluruhan. STP mengurangi *noise* elektrik dalam kabel maupun luar kabel. Harganya lebih mahal dan pemasangan agak lebih sulit dikarenakan adanya pelindung metalik tersebut.

- *Unshielded Twisted Pair*

Hanya dilindungi oleh satu buah pelindung insulator. Untuk mengurangi *crosstalk*, jumlah pilinannya bervariasi. UTP lebih murah dibandingkan dengan media lainnya, lebih mudah dipasang, dan juga memiliki diameter eksternal yang kecil. Kekurangannya adalah lebih mudah terkena *noise* elektrik.

- *Coaxial Cable*

Hampir sama dengan *twisted pair*, terdiri atas 2 konduktor, tapi dibuat berbeda untuk memungkinkannya untuk beroperasi pada frekuensi yang lebih luas jangkauannya. Kabel *coaxial* ini dapat digunakan untuk jarak yang lebih jauh dan mendukung lebih banyak stasiun pada jalur *shared* dibandingkan dengan *twisted pair*.

- *Optical Fiber*

Merupakan media yang tipis, fleksibel yang mampu untuk menghantarkan sinar optikal. Kabel *optical fiber* berbentuk silinder dan terdiri atas tiga bagian konsentrik, yakni inti, pelindung, dan jaket. Kelebihan *optical fiber* dibandingkan dengan *twisted pair* dan kabel *coaxial* antara lain mempunyai kapasitas yang lebih besar, berukuran lebih kecil dan lebih ringan, *attenuation* yang lebih rendah, isolasi elektromagnetik, dan jarak *repeater* yang lebih besar.

Media nirkabel merupakan media transmisi yang cara transmisinya dengan mengirimkan gelombang elektromagnet tanpa menggunakan konduktor fisik. Sinyal secara normal akan disebarkan melalui udara sehingga tersedia untuk perangkat apapun yang memiliki kemampuan untuk menerimanya. Macam-macam teknologi media nirkabel, antara lain:

- Antena

Konduktor elektrik yang berguna baik untuk memancarkan energi elektromagnetik ataupun untuk menangkap energi elektromagnetik. Untuk mengirim sinyal, energi elektrik dari *transmitter* diubah menjadi energi elektromagnetik oleh antena dan dipancarkan. Sedangkan untuk menerima sinyal, energi elektromagnetik yang mengenai antena akan diubah menjadi energi elektrik dan masuk ke dalam *receiver*.

- *Terrestrial Microwave*

Bentuk paling umum dari antena *microwave* adalah piringan parabola. Ukurannya kira-kira mempunyai diameter tiga meter. Biasanya antena dipasang pada ketinggian tertentu pada tiang yang kokoh agar pemancarannya dapat mencakup wilayah yang luas dan transmisi dapat berlangsung dengan tanpa adanya hambatan. Semakin tinggi antena maka semakin jauh jarak yang dapat dicapai.

- *Satellite Microwave*

Digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih *transmitter/receiver ground-based microwave*, yang dikenal dengan stasiun bumi. Satelit menerima transmisi pada satu pita frekuensi (*uplink*), memperkuat atau mengulang sinyal, dan mengirimnya ke frekuensi lain (*downlink*). Satelit penerima sinyal itu dinamakan *transponder*. Terdapat dua jenis konfigurasi dalam komunikasi satelit yaitu:

- a. Satelit digunakan untuk menghubungkan Jaringan *point-to-point* antara dua antena bumi yang letaknya sangat jauh.
- b. Satelit digunakan untuk menghubungkan antara suatu stasiun dengan beberapa stasiun penerima.

- *Broadcast Radio*

Perbedaan antara *broadband radio* dengan *microwave* adalah cara pemancaran gelombangnya, yakni *broadband radio* bekerja secara *omnidirectional* sedangkan *microwave* secara *directional*. *Broadband radio* tidak memerlukan antena berbentuk piring, dan tidak perlu penempatan secara tepat.

- *Infrared*

Berada pada frekuensi 300 GHz sampai dengan 400 THz, panjang gelombangnya dari 1 mm sampai dengan 770 nm, sehingga hanya bisa digunakan untuk komunikasi jarak dekat. Karena sinyal *infrared* memiliki frekuensi tinggi, maka tidak dapat melewati dinding. Sinyal *infrared* hanya dapat digunakan untuk komunikasi jarak dekat dalam ruang tertutup yang menggunakan perambatan garis lurus.

2.1.6 MODEL *OPEN SYSTEM INTERCONNECTION* (OSI)

Pada mulanya, komputer diciptakan dengan standar perusahaan masing-masing. Ini terjadi karena adanya persaingan antar perusahaan. Sehingga, antar komputer yang berbeda standarnya sulit untuk berkomunikasi. Untuk mengatasi masalah ini, *International Organization for Standardization* (ISO) menciptakan model jaringan yang dinamakan *Open System Interconnection* (OSI), model inilah yang menjadi model primer dalam komunikasi jaringan. OSI terdiri dari tujuh *layer* yang terpisah, tapi saling berhubungan, setiap bagian mendefinisikan bagaimana informasi berjalan melalui jaringan. Dalam arsitektur ber-*layer* komunikasi antara dua *layer* yang berhubungan menggunakan paket data yang disebut *protocol data unit* (PDU). (Stallings,2004)

Berikut penjelasan tiap – tiap *layer* dari OSI *layer* bawah ke atas:

- *Physical Layer*

Physical Layer mencakup *interface* fisik antara peralatan dan peraturan dimana setiap bit berpindah dari satu ke lainnya.

- *Data link Layer*

Data link Layer bertujuan untuk membuat *physical link* menjadi lebih *reliable* dan menyediakan suatu cara untuk mengaktivasi, menjaga, dan menonaktifkan suatu link. *Service* utama yang disediakan oleh *layer data link* terhadap *layer* di atasnya adalah suatu *error detection* dan *control*.

- *Network Layer*

Network Layer tersedia untuk transfer informasi antara *end system* pada suatu jaringan komunikasi. Pada *layer* ini sistem komputer berdialog dengan *network* untuk menjelaskan alamat tujuan dan untuk merequest beberapa fasilitas jaringan.

- *Transport Layer*

Transport Layer menyediakan suatu mekanisme untuk menukar data antara *end system*. *Transport layer* juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan kegunaan dari *service network* dan menyediakan suatu kualitas permintaan dari layanan untuk entitas *session*

- *Session Layer*

Session Layer mengatur dialog antar jaringan. Tugas lain yang spesifik adalah penyalarsan yang dilakukan saat pengiriman data. Layer ini juga mensinkronisasi dialog diantara dua host layer *presentation* dan mengatur pertukaran data.

- *Presentation Layer*

Layer ini bertugas untuk mengubah kode/data yang dikirim oleh aplikasi pengirim menjadi format yang lebih universal. Di penerima, layer ini bertanggung jawab memformat kembali data ke data. Jika diperlukan pada layer ini dapat menterjemahkan beberapa data format yang berbeda, kompresi dan enkripsi.

- *Application Layer*

Layer ini adalah layer yang paling dekat dengan *user*, layer ini menyediakan sebuah layanan jaringan kepada pengguna aplikasi. Layer ini berbeda dengan layer lainnya yang dapat menyediakan layanan kepada layer lain.

2.1.7 MODEL TCP/IP

Arsitektur protokol TCP/IP merupakan hasil dari penelitian protokol dan pengembangan dilakukan pada jaringan percobaan *packet-switched*, ARPANET, yang didanai *DARPA*, dan secara umum ditujukan sebagai satu set protokol TCP/IP. Set protokol ini terdiri atas sekumpulan besar protokol yang telah diajukan sebagai standard internet oleh IAB.

Model TCP/IP terdiri atas lima layer, yaitu:

- *Physical Layer*

Physical layer meliputi antar muka fisik diantara alat transmisi data dan media transmisi atau jaringan, layer ini bekerja dengan menspesifikasi karakteristik dari media transmisi, dasar dari sinyal, kecepatan data, dan sebagainya.

- *Network Access Layer*

Meliputi pertukaran data antara *end system* (server, *workstation*, dan sebagainya) dan jaringan dimana sistem itu terhubung. Komputer yang mengirim harus menyediakan jaringan dengan alamat dari komputer yang dituju, agar jaringan dapat mengirimkan data pada alamat yang benar.

- *Internet Layer*

Internet layer hampir sama dengan *network access layer* namun *internet layer* menggunakan protokol internet untuk menyediakan fungsi *routing* yang meliputi banyak jaringan. Protokol ini tidak hanya pada *end system* saja tetapi bekerja di *router*.

- *Host-to-host Layer*

Layer ini disebut juga *Transport Layer* berfungsi untuk menjamin agar data yang dikirim sampai ke alamat tujuan, dan data yang diterima sama dengan data yang dikirim.

- *Application Layer*

Berisi logika yang dibutuhkan untuk mendukung berbagai aplikasi user, misalkan aplikasi untuk mengirim file, modul yang terpisah diperlukan secara khusus untuk aplikasi tersebut.

Application	Application
Presentation	Transport (Host to Host)
Session	
Transport	
<i>Network</i>	Internet
Data Link	<i>Network Acces</i>
Physical	Physical

Tabel 2.2 Perbandingan Antara OSI Model dan TCP/IP Model

2.1.8 STATE TRANSITION DIAGRAM

Sebuah diagram *state* menggambarkan bagaimana sebuah kelas obyek bereaksi didalam sistem. Atau dengan kata lain, bagaimana kelas tersebut merespon terhadap semua use case yang mempengaruhinya. Notasi-notasi yang digunakan pada diagram *state* adalah:

- Persegi empat (*state*)

State dari sebuah obyek merepresentasikan kondisi dari suatu obyek dalam jangka waktu tertentu sampai obyek tersebut memenuhi suatu kondisi tertentu atau menunggu suatu kejadian.

- Anak panah (*transition state*)



on state menggambarkan respon suatu obyek terhadap suatu kejadian.

Opsi dari *transition state* adalah: *event*, *guard*, dan *action*

- Kondisi Adalah kejadian pada lingkungan eksternal yang dideteksi sistem.

- Aksi

Adalah hal yang dilakukan sistem bila terjadi perubahan *state*. Aksi ini menghasilkan keluaran seperti tampilan pesan, cetakan pada printer, atau alat output lainnya. Penggunaan *nested states* dapat memberikan kedalaman terhadap *state transition diagrams*. Ini merupakan fitur kunci

dari *Harel's statechart* yang menyederhanakan kombinasi *state* dan transisi *state* yang kerap terjadi pada sistem kompleks.

2.2 TEORI KHUSUS

Pada bagian ini akan dijelaskan lebih khusus mengenai jaringan yang berbasis teknologi nirkabel. Selain itu juga peralatan-peralatan yang dibutuhkan untuk membangun sebuah jaringan nirkabel, standarisasi dari jaringan nirkabel, serta permasalahan yang dihadapi oleh jaringan nirkabel.

2.2.1 DEFINISI JARINGAN NIRKABEL

Jaringan nirkabel adalah teknologi jaringan yang memungkinkan dua atau lebih komputer untuk berkomunikasi menggunakan protokol standar jaringan, namun tanpa menggunakan kabel. Jaringan nirkabel cocok untuk diterapkan di lokasi yang sukar atau tidak mungkin untuk memasang kabel jaringan. Untuk menerapkan jaringan nirkabel, PC harus dilengkapi dengan kartu *wireless LAN*, yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal radio dari dan ke PC lain dalam jaringan. Sama halnya dengan jaringan konvensional, jaringan nirkabel juga dikonfigurasi ke dalam dua jenis jaringan, yaitu jaringan *Peer-to-Peer/Ad Hoc wireless LAN* dan jaringan *Server Based/wireless Infrastructure*.

2.2.1.1 JARINGAN *PEER-TO-PEER* / *AD HOC WIRELESS LAN*

Pada tipe jaringan ini, dua atau lebih *client* atau *device wireless* berkomunikasi secara langsung dalam radius 300 kaki. Device ini dapat saling berhubungan berdasarkan nama *Service Set Identifier* (SSID). SSID adalah nama identitas komputer yang memiliki komponen nirkabel. Konfigurasi seperti ini akan sangat cocok diterapkan di suatu pertemuan yang temporer. Jadi misalkan pada suatu waktu di pertemuan itu memerlukan adanya jaringan komputer, dan hanya digunakan pada saat itu, tidak perlu repot lagi untuk mengurus kabel-kabel untuk menghubungkan masing-masing komputer dan jika sudah tidak diperlukan lagi, tidak perlu repot juga untuk membongkar kabel-kabel tersebut. Yang diperlukan hanya sebuah *wireless LAN card* untuk masing-masing komputer.



Gambar 2.5 Ad Hoc Wireless LAN

2.2.1.2 JARINGAN *SERVER BASED* / *WIRELESS INFRASTRUCTURE*

Jaringan *server based* memerlukan sebuah komponen khusus yang berfungsi sebagai *access point*. Masing-masing *client* akan mengirimkan datanya ke *access point*. *access point* merupakan sebuah alat yang berbentuk seperti kotak kecil berantena yang biasanya dipasang di langit-langit atau dinding. Pada saat *access point* menerima data, ia akan mengirimkan kembali sinyal radio tersebut ke *client* yang berada di area cakupannya, atau dapat mentransfer data melalui jaringan *Ethernet*.

Pada *wireless* infrastructure ini, untuk melakukan komunikasi data, antara *client* dan *access point* harus membangun sebuah hubungan yang disebut dengan *association*. Proses ini meliputi 3 tahapan, yaitu :

1. *Unauthenticated* dan *unassociated*

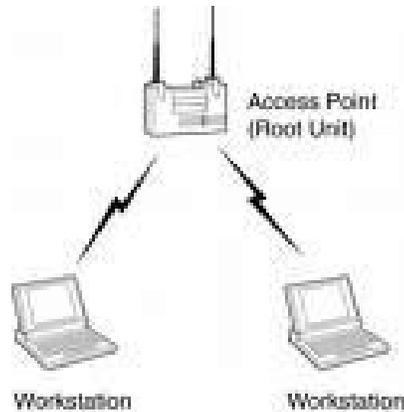
Pada tahapan ini, *client* akan melakukan identifikasi untuk mencari *access point* yang ada. *Client* dan *access point* pada tahap ini belum melakukan proses autentikasi maupun asosiasi.

2. *Authenticated* dan *unassociated*

Pada tahap ini, *client* dan *access point* akan melakukan proses autentikasi dan belum melakukan proses asosiasi

3. *Authenticated* dan *associated*

Pada tahap ini, *client* dan *access point* telah melakukan proses autentikasi dan juga proses asosiasi. *Client* mengirimkan *request frame* dan *access point* respon dengan mengirim *response frame*



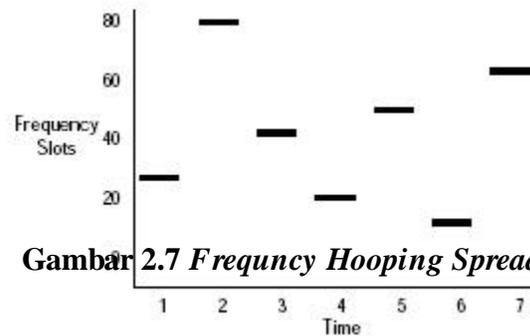
Gambar 2.6 *Wireless Infrastructur*

2.2.2 TEKNOLOGI SPREAD SPECTRUM

Spread Spectrum merupakan suatu teknik komunikasi yang dicirikan oleh bandwidth lebar dan peak power rendah. Komunikasi spread spectrum menggunakan berbagai teknik modulasi dalam LAN nirkaber dan memiliki banyak keunggulan jika dibanding pendahulunya, yaitu komunikasi narrow band. Komunikasi narrow band merupakan suatu teknologi komunikasi yang hanya menggunakan spektrum frekuensi sekadar cukup untuk membawa data. Teknik *spread spectrum* ini dikembangkan untuk keperluan militer dan *intelegent*. Ide dasarnya adalah untuk menyebarkan sinyal informasi ke sebuah *bandwidth* yang lebih lebar untuk membuat *jamming* dan *interception* lebih susah. Tipe pertama dari *spread spectrum* yang dikembangkan dikenal dengan *frequency hopping*. Tipe yang lebih baru dari *spread spectrum* adalah *direct sequence*. Kedua teknik ini digunakan diberbagai standard komunikasi *wireless* dan produk..

2.2.2.1 FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM (FHSS)

Frequency Hopping Spread Spectrum menggunakan *carrier narrowband* yang mengubah frekuensi dalam sebuah pola yang diketahui oleh kedua baik pengirim maupun penerima. Disinkronisasi secara tepat, efeknya adalah untuk mempertahankan sebuah *channel* logikal tunggal untuk sebuah penerima yang tidak diinginkan, FHSS merupakan *sebuah impulse noise* berdurasi pendek (

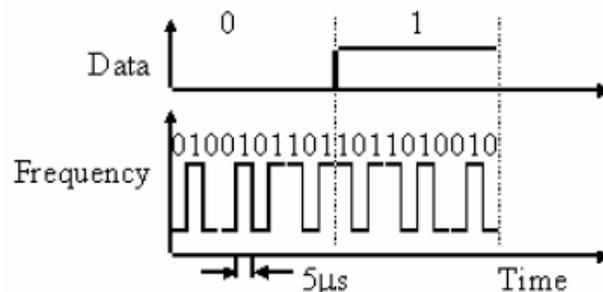


Gambar 2.7 *Frequency Hooping Spread Spectrum*

Menurut Forouzan, pada FHSS, pengirim mengirim pada satu frekuensi *carrier* untuk satu waktu yang pendek, kemudian loncat ke frekuensi *carrier* yang lain untuk jangka waktu yang sama dengan yang sebelumnya, kemudian loncat lagi ke frekuensi yang lain dengan menggunakan jangka waktu yang sama pula, dan begitu seterusnya setelah N loncatan, *cycle* diulangi lagi. Jika spektrum dari signal asli adalah B , *spread spectrum* yang dialokasikan untuk transmisi adalah $N \times B$, dimana N adalah jumlah loncatan yang dilakukan oleh pengirim dalam tiap *cycle*.

2.2.2.2 DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM (DSSS)

Direct Sequence Spread Spectrum merupakan jenis spread spectrum yang paling luas dikenal dan paling banyak digunakan, karena sistem ini dikenal paling mudah implementasinya dan memiliki data rate yang tinggi. *Direct Sequence Spread Spectrum* menghasilkan sebuah pola bit redundan untuk tiap bit yang akan ditransmisikan. Pola bit ini dinamakan *chip code*. Semakin panjang *chip code*, semakin besar kemungkinan data asli dapat di-*recover*. Walaupun jika satu atau lebih bit di dalam *chip* mengalami kerusakan selama transmisi, teknik statikal yang tertanam pada radio dapat me-*recover* data asli tanpa perlu untuk transmisi ulang. Untuk penerima yang tidak diinginkan, DSSS tampil sebagai *wideband noise* berdaya rendah dan ditolak oleh kebanyakan penerima *narrowband*.



Gambar 2.8 *Direct Sequence Spread Spectrum*

Menurut Forouzan, pada DSSS, tiap bit yang dikirim oleh pengirim diganti oleh *bit sequence* yang disebut *chip code*. Untuk menghindari *buffering*, waktu yang diperlukan untuk mengirim 1 bit asli seharusnya sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 *chip code*. Ini berarti data rate untuk mengirim *chip code* seharusnya N (jumlah bit untuk tiap *chip code*) dikalikan dengan *data rate stream* bit asli.

2.2.3 PERANGKAT WIRELESS LAN

Dalam membangun sebuah jaringan *wireless* LAN, diperlukan beberapa macam perangkat utama seperti:

a. *LAN Adapter*

Adapter yang dipakai pada teknologi *wireless* LAN, pada prinsipnya sama dengan perangkat yang dipakai pada teknologi LAN konvensional, seperti PCMCIA. Perangkat ini memiliki fungsi yang sama, yaitu membuat *end user* dapat melakukan akses terhadap jaringan. Di jaringan LAN konvensional, adapter digunakan untuk *interface* antara sistem operasi dan antena, untuk membangun suatu koneksi yang transparan ke jaringan.

b. *Access Point*

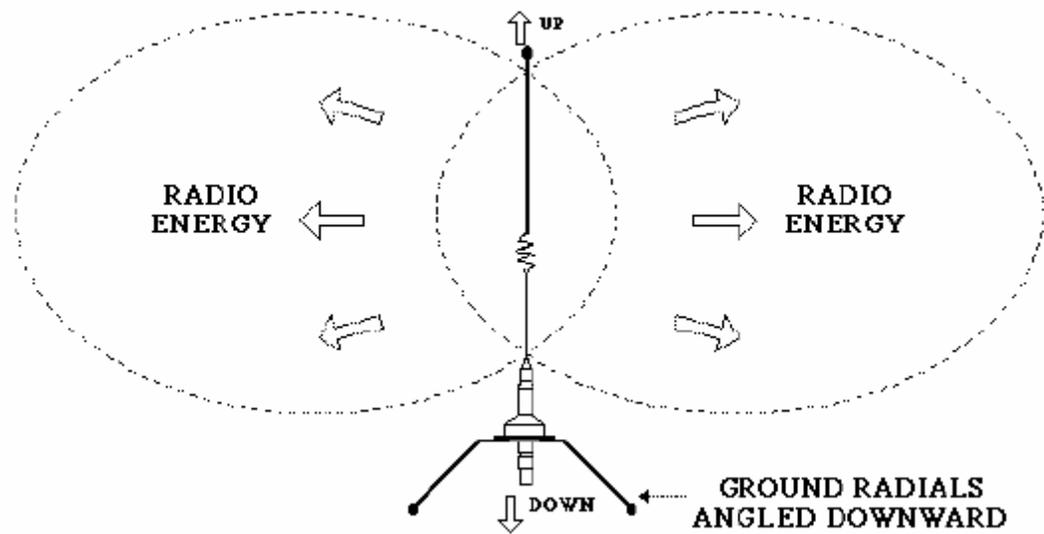
Pada dasarnya, *access point* (AP) adalah perangkat di WLAN yang setara dengan hub di LAN konvensional. AP berfungsi untuk menerima, melakukan *buffer*, dan mengirimkan data antara WLAN secara berkelompok. Sebuah *access point* biasanya terhubung dengan jaringan kabel menggunakan *ethernet*, dan berkomunikasi dengan perangkat *wireless* lainnya menggunakan antena.

c. *Outdoor LAN Bridge*

Perangkat ini digunakan untuk menghubungkan LAN antar gedung. *Outdoor LAN Bridge* mempunyai kecepatan transmisi data yang sangat tinggi meskipun digunakan untuk jarak yang jauh, dengan menggunakan antena direksional yang *line-of-sight*. *access point* biasanya juga dapat difungsikan sebagai *Outdoor LAN Bridge*. Sedangkan untuk sistem antenanya, ada beberapa jenis antena yang dapat digunakan untuk jaringan nirkabel, antara lain:

- ***Antena Omni Directional***

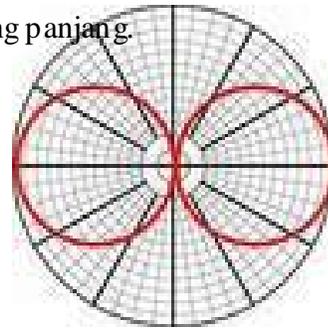
Antena Omnidirectional yaitu jenis antena yang memiliki pola pancaran sinyal ke segala arah dengan daya yang sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, antena *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara horisontal (mendatar), dengan mengabaikan pola pemancaran ke atas dan ke bawah, sehingga antena dapat diletakkan di tengah-tengah *base station*. Dengan demikian keuntungan dari antena jenis ini adalah dapat melayani jumlah pengguna yang lebih besar. Namun kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi. Antena jenis ini biasanya digunakan pada lingkup yang mempunyai base station terbatas dan cenderung untuk posisi pelanggan yang melebar.



Gambar 2.9 Antena Omni Directional

- **Antena Directional**

Antena *Directional* yaitu antena yang mempunyai pola pemancaran sinyal dengan satu arah tertentu. Antena ini idealnya digunakan sebagai penghubung antar gedung atau untuk daerah yang mempunyai konfigurasi cakupan area yang kecil seperti pada lorong-lorong yang panjang.



Gambar 2.10 Antena Directional

2.2.4 STANDARISASI WIRELESS

Terdapat beberapa standar yang dikeluarkan untuk teknologi nirkabel dan masing-masing standar itu mempunyai fitur kecepatan yang berbeda. Standar diperlukan supaya produk produk nirkabel yang dibuat oleh vendor yang berbeda tetap dapat melakukan komunikasi. Tabel di bawah ini merupakan tabel standar *wireless* :

<i>Standard</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Modulation Scheme</i>	<i>Security</i>	<i>Pros/Cons & More Info</i>
IEEE 802.11	Sampai dengan 2Mbps pada frekuensi 2.4GHz	FHSS atau DSSS	WEP & WPA	Speksifikasi diperluas di 802.11b
IEEE 802.11a (<i>WiFi</i>)	Sampai dengan 54Mbps pada frekuensi 5GHz	OFDM	WEP & WPA	Mendapat sertifikasi <i>WiFi</i> . Ada 8 kanal di frekuensi 5 GHz. Kemungkinan interferensi RF rendah dibanding 802.11b/g. Lebih baik dari 802.11b untuk multimedia, <i>voice</i> , video, dan grafis ukuran besar pada lingkungan yang lebih padat. <i>Coverage</i> area relatif lebih sempit dan tidak dapat saling beroperasi dengan 802.11b

Tabel 2.3 Standar Wireless

<i>Standard</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Modulation Scheme</i>	<i>Security</i>	<i>Pros/Cons & More Info</i>
IEEE 802.11b (<i>WiFi</i>)	Sampai dengan 11Mbps pada frekuensi 2.4GHz	DSSS dengan CCK	WEP & WPA	Mendapat sertifikasi <i>WiFi</i> . Tidak dapat saling beroperasi dengan 802.11a. Perlu lebih sedikit <i>access point</i> daripada 802.11a untuk <i>coverage area</i> yang sama luas. Transfer rate tinggi sampai 300 kaki dari stasiun pusat. Ada 14 kanal di frekuensi 2,4GHz dan hanya 3 kanal non <i>overlap</i>
IEEE 802.11g (<i>WiFi</i>)	Sampai dengan 54Mbps pada frekuensi 2.4GHz	OFDM di atas 20Mbps, DSSS dengan CCK di bawah 20Mbps	WEP & WPA	Mendapat sertifikasi <i>WiFi</i> . Menggantikan 802.11b. Peningkatan keamanan 802.11. Kompatibel dengan 802.11b. Ada 14 kanal pada frekuensi 2,4GHz dan hanya 3 kanal yang non <i>overlap</i>
IEEE 802.16 (<i>WiMAX</i>)	Khusus <i>WiMAX</i> berada pada frekuensi 10 sampai 66 GHz	OFDM	DES3 dan AES	Biasanya ditujukan sebagai <i>WiMAX</i> atau kurang lebih sebagai <i>WirelessMAN</i> atau <i>Air Interface Standard</i> , IEEE 802.16 adalah spesifikasi untuk <i>broadband wireless MAN</i> yang telah ditetapkan

Lanjutan Tabel 2.3 Standar Wireless

<i>Standard</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Modulation Scheme</i>	<i>Security</i>	<i>Pros/Cons & More Info</i>
IEEE 802.16a (WiMAX)	Ditambahkan layanan untuk 2 sampai 11 GHz	OFDM	DES3 dan AES	Biasanya ditujukan sebagai WiMAX atau kurang lebih sebagai <i>WirelessMAN</i> atau <i>Air Interface Standard</i> , IEEE 802.16 adalah spesifikasi untuk <i>broadband wireless MAN</i> yang telah ditetapkan
<i>Bluetooth</i>	Sampai dengan 2Mbps pada frekuensi 2.45GHz	FHSS	PPTP, SSL atau VPN	Tidak ada dukungan IP, tidak mendukung TCP/IP dan aplikasi <i>wireless LAN</i> lain. Bukan dirancang untuk mendukung <i>wireless LAN</i> . Paling baik untuk koneksi PDA, seluler, dan PC dalam area yang sempit

Lanjutan Tabel 2.3 Standar Wireless

2.2.5 PERMASALAHAN JARINGAN NIRKABEL

Terdapat beberapa masalah yang sering dihadapi dalam membangun buah jaringan nirkabel yang dapat mengganggu komunikasi antara dua *device*. salah itu antara lain : *multipath*, *hidden node*, *near/far*, dan *interferensi*.

2.2.5.1 MULTIPATH

Sinyal radio yang dipancarkan oleh sebuah antena *beam width*-nya akan semakin meluas seiring dengan semakin jauh jaraknya. Oleh karena itu, sinyal radio yang dipancarkan pada suatu saat akan menemukan hambatan pada jalur propagasinya dan mengalami pemantulan. Ketika sebuah gelombang radio dipantulkan oleh sebuah objek; misalnya lempengan logam, air, atap logam; ketika bergerak menuju antara penerima maka akan terjadi sebuah fenomena yang disebut *multipath*. Antenna penerima akan menerima sinyal radio hasil komposisi dari sinyal yang diterima langsung dari antena pemancar dan sinyal radio hasil pantulan. Sinyal hasil pantulan akan tiba di antena penerima lebih lambat daripada sinyal langsung waktu tunda ini disebut *delay spread*. *Multipath* dapat menyebabkan beberapa hal:

- *Downfade*

Downfade terjadi ketika sinyal pantulan berbeda fase dengan sinyal langsung sehingga komposisi kedua sinyal menyebabkan amplitudo sinyal asli menurun.

- *Corruption*

Corruption terjadi ketika sinyal pantulan mengakibatkan komposisi akhir diterima antena penerima tidak dapat diidentifikasi dan diharuskan melakukan transmisi ulang. *Corruption* akan menyebabkan menurunnya *throughput*.

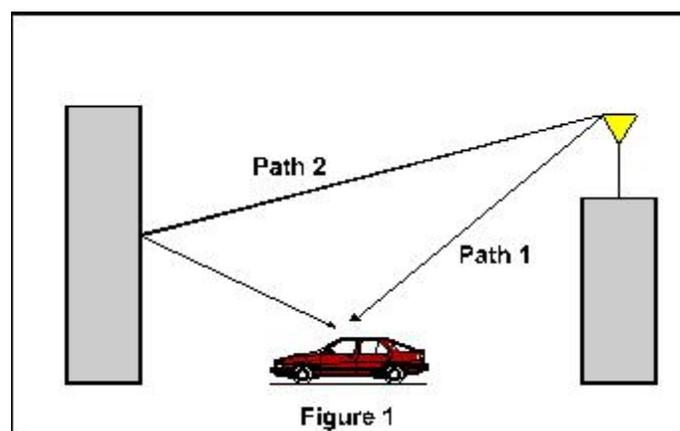
- *Nulling*

Nulling terjadi ketika sinyal pantulan yang diterima antara antena memiliki amplitudo yang sama dengan sinyal langsung dan perbedaan fase 180 derajat dengan sinyal langsung sehingga mengakibatkan komposisi kedua sinyal adalah nol.

- *Upfade*

Upfade adalah fenomena yang berlawanan dengan fenomena *downfade*. Pada fenomena *upfade*, sinyal pantulan memperkuat sinyal akhir yang diterima oleh antena penerima.

Penggunaan antena *diversing* akan mengurangi efek *multipath*. Antena *diversing* menggunakan beberapa antena untuk membawa sinyal *input* ke sebuah penerima. Penerima akan mengambil sinyal dengan kualitas terbaik dari semua sinyal *input* yang diberikan.



Gambar 2.11 Antena Diversing

2.2.5.2 HIDDEN NODE

WLAN menggunakan protokol CSMA/CA dalam menggunakan frekuensi medium secara bersama. Protokol CSMA/CA mengharuskan setiap node mendengarkan *channel* frekuensi sebelum melakukan transmisi untuk menghindari terjadinya *collision*. Permasalahan *hidden node* muncul ketika sebuah node yang sedang terhubung ke *access point* tidak dapat melihat node lain yang juga terhubung pada *access point* tersebut. Sehingga kemungkinan terjadi *collision* ketika kedua node tersebut melakukan transmisi semakin besar. Efek dari fenomena *hidden node* adalah menurunnya *throughput*. Penurunan *throughput* ini dapat mencapai 40%. Solusi untuk mengatasi *hidden node*:

- Menggunakan RTS / CTS

RTS / CTS (*Request-to-Send / Clear-to-Send*) tidak menghilangkan masalah *hidden node*. Solusi ini hanya mengurangi efek negatif yang diakibatkan oleh *hidden node*. Protokol ini mengharuskan pengirim mengirim paket kecil (RTS) ke penerima dan mengharuskan penerima mengirimkan CTS sebelum pengirim diperbolehkan mengirimkan data.

- Meningkatkan *power* node

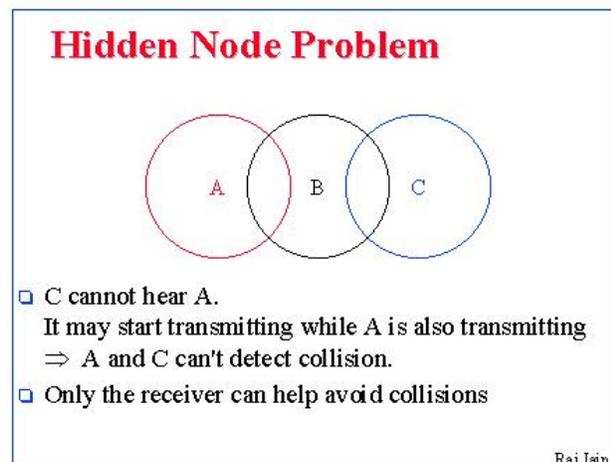
Dengan meningkatkan *power* yang digunakan oleh node dapat memecahkan masalah *hidden node* ini. Dengan meningkatkan *power* node, maka kemungkinan *hidden node* untuk terdeteksi oleh node lain semakin besar.

- Menghilangkan halangan

Selain dengan menggunakan teknik peningkatan *power* pada node, alternatif lain yang dapat digunakan untuk menghilangkan *hidden node* adalah dengan menghilangkan halangan. Dengan menghilangkan halangan, *power* node tidak perlu ditingkatkan.

- Memindahkan node

Cara lain untuk memecahkan masalah *hidden node* juga dapat dengan memindahkan node yang tidak terdeteksi oleh node lain ke tempat lain sehingga node tersebut dapat saling mendengarkan satu sama lain.



Gambar 2.12 *Hidden Node*

2.2.5.3 NEAR / FAR

Masalah *near/far* terjadi ketika ada node terletak sangat dekat dengan *access point* dan memiliki *power* transmisi yang besar sedangkan ada node lain yang lebih jauh dari *access point* tetapi menggunakan *power* transmisi yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan node yang dekat dengan *access point* sehingga node yang letaknya jauh dari *access point* dan *power* transmisi yang lebih kecil tidak terdengar oleh *access point*. Protokol CSMA/CA telah mengatasi masalah *near/far* tanpa perlu campur tangan administrator jaringan. Ketika sebuah node dapat mendengarkan node lain sedang melakukan transmisi datang, maka node tersebut akan menghentikan transmisinya sesuai aturan CSMA/CA. jika masalah *near/far* masih muncul, maka dapat melakukan beberapa alternatif berikut:

- meningkatkan *power* transmisi node jauh
- menurunkan *power* transmisi node yang dekat dengan *access point*
- memindahkan node yang jauh lebih dekat ke *access point*

2.2.5.4 INTERFERENSI

Ada beberapa jenis interferensi radio yang dapat muncul selama pemasangan WLAN, diantaranya interferensi *narrowband*, interferensi *all-band*, interferensi akibat pemakaian *channel* yang sama atau *channel* yang bersebelahan.

2.2.5.4.1 INTERFERENSI *NARROWBAND*

Interferensi *narrowband* tergantung pada daya outputnya, lebar frekuensi dalam spektrum dan tingkat konsistensinya, dapat mengganggu transmisi sinyal radio yang dipancarkan oleh peralatan *spread spectrum*. Jika sinyal *narrowband* berinterferensi dengan sinyal *spread spectrum* pada channel 3, maka dengan memindahkan penggunaan *channel spread spectrum* dapat menghilangkan interferensi yang terjadi. Untuk mengidentifikasi adanya interferensi *narrowband*, diperlukan *spectrum analyzer*.

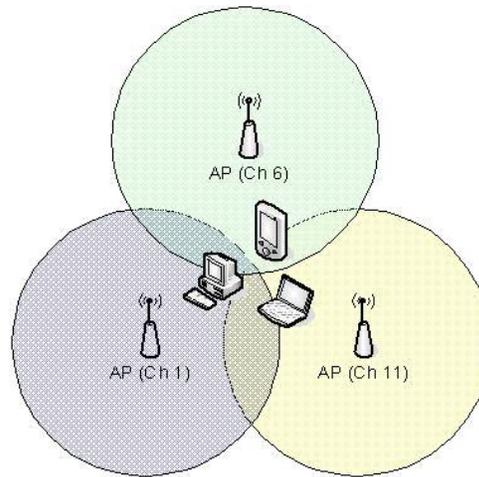
2.2.5.4.2 INTERFERENSI *ALL-BAND*

Interferensi *all-band* adalah sinyal yang berinterferensi dengan sinyal *spread spectrum* secara merata di seluruh pita frekuensi-teknologi seperti *bluetooth* atau sebuah *open microwave* biasanya menyebabkan interferensi *all-band* pada sinyal radio 802.11. Solusi terbaik untuk masalah interferensi *all-band* adalah dengan menggunakan teknologi yang menggunakan spektrum frekuensi berbeda dengan spektrum frekuensi sumber interferensi. Jika teknologi 802.11b mengalami interferensi *all-band*, maka solusinya adalah dengan menggunakan teknologi 802.11a. Pencarian sumber interferensi *all-band* akan lebih sulit dibandingkan interferensi *narrowband*, diperlukan *spectrum analyzer*.

2.2.5.4.3 INTERFERENSI *CO-CHANNEL* DAN *ADJACENT CHANNEL*

Penggunaan *channel* yang sama (*co-channel*) maupun berdekatan (*adjacent channel*), misalnya penggunaan *channel* 1 dan 2, dapat menyebabkan interferensi karena pita frekuensi yang digunakan saling *overlap*. Setiap *channel* menggunakan *bandwidth* 22 MHz, sedangkan frekuensi utama setiap *channel* hanya terpisah 5 MHz. Interferensi

ini akan menyebabkan *throughput* WLAN berkurang jauh. Hanya ada dua cara yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah ini, yaitu dengan menggunakan *channel* yang tidak *overlap* satu sama lain, atau dengan memindahkan *access point* sampai sinyal radio keduanya tidak dapat saling berinterferensi.



Gambar 2.13 Interferensi Co-Channel dan Adjacent Channel

2.3 Pengenalan OPNET

Salah satu perangkat yang sering dipergunakan oleh para desainer jaringan untuk mensimulasikan jaringan berbasis paket adalah software OPNET. Software ini memiliki kelebihan-kelebihan untuk mendesign jaringan berdasarkan perangkat yang ada di pasaran, protocol, layanan dan teknologi yang sedang nge-trend di dunia telekomunikasi. Hasil simulasi dapat dibuat dalam beberapa scenario sehingga dapat dijadikan dasar didalam perencanaan suatu jaringan berbasis paket. Dunia telekomunikasi pada saat ini sedang trend untuk mulai suatu perubahan menuju *Next Generation Network* (NGN). NGN memungkinkan terjadinya konvergensi penggunaan jaringan untuk berbagai layanan telekomunikasi. Salah satu syarat NGN adalah perubahan bentuk jaringan yang

awalnya berbasis TDM menjadi jaringan berbasis paket. Perencanaan jaringan berbasis paket akan memiliki karakteristik yang berbeda dengan perencanaan jaringan berbasis TDM. Salah satu contohnya adalah adanya beberapa pengelolaan trafik untuk berbagai layanan didalam jaringan berbasis paket yang mana berbeda dengan TDM.

Salah satu cara yang mudah untuk merencanakan suatu jaringan berbasis paket adalah dengan mensimulasikan suatu jaringan dengan kondisi yang serupa dengan kondisi eksisting. Jenis perangkat *switch (router, switch)*, jaringan transmisi, layanan, protocol dan lainnya yang terdapat di dalam jaringan eksisting digambarkan di dalam OPNET untuk selanjutnya di simulasikan dalam waktu tertentu untuk dapat dilihat parameter yang dibutuhkan. Simulasi dapat juga dilakukan untuk memprediksikan kebutuhan di dalam suatu jaringan berbasis paket untuk beberapa tahun ke depan berdasarkan prediksi demand, layanan ataupun teknologi yang mungkin dipergunakan pada masa mendatang.

Dengan membuat beberapa model simulasi, prediksi kebutuhan jaringan, kebutuhan *quality of service* suatu layanan, jenis perangkat yang tepat, dan lain-lain dapat digambarkan, sehingga hasil ini dapat dipergunakan untuk suatu perencanaan suatu jaringan berbasis IP. OPNET dapat dipergunakan untuk simulasi jaringan paket berbasis *Internet Protocol (IP)*, *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*, *Frame Relay* ataupun TDM. Jenis layanan yang disimulasikan juga beragam, baik itu internet (WEB), *VoIP*, *File transfer*, *video conference*, *video streaming* dan lain-lain yang dapat di setting berdasarkan kebutuhan dari pengguna simulasi. Secara umum OPNET sudah cukup sebagai simulator berbasis paket yang handal dan dapat dikembangkan oleh penggunaannya.