

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan (*Network*) dan Interkoneksi Jaringan (*Network Interconnection*)

Network (jaringan) adalah kumpulan dua atau lebih komputer yang masing-masing berdiri sendiri dan terhubung melalui sebuah teknologi. Hubungan antar komputer tersebut tidak terbatas berupa kabel tembaga saja, namun juga bisa melalui *fiber optic*, gelombang *microwave*, *infrared*, bahkan melalui satelit (Tanenbaum, 2003).

Secara teknis, interkoneksi dapat dikatakan sebagai hubungan fisik jaringan yang dilalui oleh sebuah *carrier* dengan jaringan lain. Dengan kata lain, *carrier* tersebut menggunakan peralatan dan fasilitas yang bukan dimiliki oleh jaringan asal muasal *carrier* tersebut.

Informasi dan data bergerak melalui media transmisi jaringan sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer untuk saling bertukar dokumen dan data serta bersama-sama menggunakan hardware atau software yang terhubung dengan jaringan. Tiap komputer, baik hardware maupun software yang terhubung dengan jaringan disebut *node*. Sebuah jaringan komputer dapat memiliki dua, puluhan, ribuan bahkan jutaan *node*.

Secara umum *network* mempunyai beberapa manfaat. Adapun manfaat yang didapat dalam membangun *network* adalah sebagai berikut :

- *Sharing resources*
- Media komunikasi

- Integrasi data
- Pengembangan dan pemeliharaan
- Keamanan data
- Sumber daya lebih efisien dan informasi terkini

Berdasarkan tipe transmisinya (Tanenbaum, 2003) *network* dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu : *broadcast* dan *point-to point*. Dalam *broadcast network*, komunikasi terjadi dalam sebuah saluran komunikasi yang digunakan secara bersama-sama, dimana data berupa paket yang dikirimkan dari sebuah komputer akan disampaikan ke tiap komputer yang ada dalam jaringan tersebut. Paket data hanya akan diproses oleh komputer tujuan dan akan dibuang oleh komputer yang bukan tujuan paket tersebut. Sedangkan pada *point-to-point network*, komunikasi data terjadi melalui beberapa koneksi antar sepasang komputer, sehingga untuk mencapai tujuannya sebuah paket mungkin harus melalui beberapa komputer terlebih dahulu. Oleh karena itu, dalam tipe jaringan ini, pemilihan rute yang baik menentukan bagus tidaknya koneksi data yang berlangsung.

2.2 Protokol Komunikasi

Protokol adalah serangkaian aturan yang mengatur operasi unit-unit fungsional agar komunikasi bisa terlaksana (Stallings, 2001).

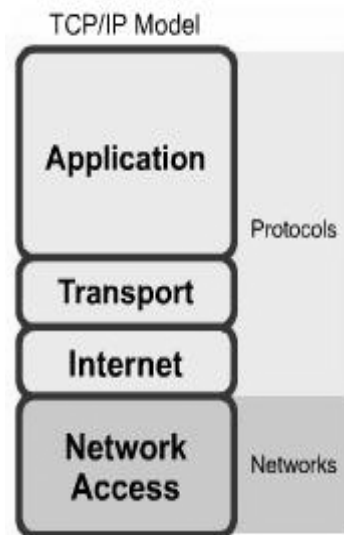
Protokol memiliki beberapa fungsi diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Enkapsulasi
2. Segmentasi dan reassembling
3. Kontrol koneksi

4. Pengiriman sesuai order
5. Flow control
6. Error control
7. Pengalamatan
8. Multiplexing
9. Servis-servis transmisi

2.2.1 Model TCP/IP Layer

Model TCP/IP dikembangkan oleh departemen pertahanan USA (DoD) dengan tujuan ingin menciptakan suatu jaringan yang dapat bertahan dalam segala kondisi. TCP/IP adalah jenis protokol pertama yang digunakan dalam hubungan internet, sehingga banyak istilah dan konsep yang dipakai dalam hubungan internet berasal dari istilah yang dipakai oleh protokol TCP/IP. Perkembangan TCP/IP menciptakan standar *de facto*, yaitu suatu standar yang diterima oleh kalangan pemakai dengan sendirinya karena pemakaiannya yang luas. Model TCP/IP ini mempunyai 4 layer yaitu application layer, transport layer, internet layer, dan network access layer. Beberapa layer pada model TCP/IP mempunyai nama yang sama dengan model OSI. Gambar 2.1 dibawah ini merupakan gambaran model TCP/IP yang dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian *networks* dan bagian *protocols*.



Gambar 2.1 Model Referensi TCP/IP Layer

2.2.1.1 Application Layer

Application Layer menangani protokol tingkat tinggi yang berhubungan dengan representasi, *encoding* dan *dialog control*. Application layer ini menjamin data dipaketkan dengan benar sebelum masuk ke layer berikutnya. Application layer ini merupakan interface antara jaringan komputer dengan user. Program-program ini dan protokol yang berhubungan dengannya meliputi HTTP, FTP, TFTP, SMTP, telnet, SSH, DNS.

2.2.1.2 Transport Layer

Transport Layer menyediakan layanan transportasi dari *host* sumber ke *host* tujuan. Transport layer merupakan suatu koneksi *logical* antara *endpoints* suatu jaringan, yaitu *sending host* dan *receiving host*. Transport protokol membuat *segmen* dan mengumpulkan kembali application layer di atasnya menjadi *data stream* yg sama diantara *endpoints*. *Data stream* transport layer menyediakan layanan transportasi *end-to-end*. Protokol-protokol yang berfungsi pada layer ini adalah :

- TCP

TCP berfungsi untuk mengubah suatu blok data yang besar menjadi *segmen-segmen* yang dinomori dan disusun secara berurutan agar penerima dapat menyusun kembali segmen-segmen tersebut seperti waktu pengiriman. TCP ini adalah jenis protokol *connection oriented* yang memberikan layanan bergaransi. Berikut ini sifat-sifat dari protocol TCP :

- *Connection oriented*

Dua aplikasi pengguna TCP harus melakukan pembentukan hubungan untuk dapat melakukan pertukaran data.

- Reliable

TCP menerapkan proses deteksi kesalahan paket dan retransmisi.

- Byte stream service

Paket yang dikirim akan sampai pada tujuan secara beruntun.

- UDP

UDP adalah jenis protokol *connectionless oriented*. UDP bergantung pada lapisan atas untuk mengontrol bagian data. Oleh karena penggunaan *bandwidth* yang efektif, maka UDP banyak dipergunakan untuk aplikasi-aplikasi yang tidak peka terhadap gangguan jaringan seperti, SNMP dan TFTP. Berikut sifat-sifat dari protokol UDP :

- *Connectionless oriented*

Dalam mengirim paket dari tempat asal ke tempat tujuan masing2 tidak mengadakan *handshake* terlebih dahulu.

- Unreliable

Protokol tidak menjamin data yang dikirim sampai ke tempat tujuan (tidak bergaransi).

2.2.1.3 Internet Layer

Internet Layer berfungsi untuk memilih jalur atau *path* terbaik bagi paket-paket data di dalam jaringan. Protokol utama yang berfungsi pada layer ini adalah *Internet Protocol* (IP). Penentuan jalur terbaik dan paket switching terjadi pada layer ini. Protokol-protokol yang berfungsi pada layer ini antara lain sebagai berikut :

- IP merupakan *protokol* yang memberikan alamat atau identitas logika untuk peralatan di jaringan komputer. IP mempunyai 3

fungsi utama yaitu : service yang tidak bergaransi (*connectionless oriented*), pemecahan (*fragmentation*), dan penyatuan paket-paket. IP juga berfungsi untuk meneruskan paket (*routing*).

- *Address Resolution Protocol* (ARP) adalah protokol yang mengadakan translasi dari IP address yang diketahui menjadi alamat *hardware* atau MAC (*Media Access Control*) *address*. ARP ini termasuk jenis protokol *broadcast*.
- *Reverse Address Resolution Protocol* (RARP) adalah protokol yang berguna mengadakan translasi MAC *address* yang diketahui menjadi IP *address*.
- *Bootstrap Protocol* (BOOTP) adalah protokol yang digunakan untuk proses *boot protocol diskless workstation*. Dengan protokol ini, suatu IP *address* dapat diberikan ke suatu peralatan di jaringan berdasarkan MAC *address*-nya.
- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) merupakan kelanjutan protokol *bootstrap* yang dapat memberikan IP *address* secara otomatis ke suatu *workstation* yang menggunakan protokol TCP/IP. DHCP bekerja dalam arsitektur *client server* (*client server architecture*).
- *Internet Control Message Protocol* (ICMP) adalah protokol yang berguna untuk melaporkan jika terjadi suatu masalah dalam pengiriman data.

2.2.1.4 Network Access Layer

Network Access Layer disebut juga *host-to-network* layer. Layer ini berkaitan dengan hal-hal yang paket IP perlukan untuk membuat hubungan fisik dengan media jaringan. Driver untuk software aplikasi, modem, dan alat lainnya beroperasi pada layer ini. Network Access Layer berfungsi untuk memetakan IP *address* ke alamat fisik hardware dan enkapsulasi dari paket-paket IP menjadi frame-frame. Protokol-protokol yang berfungsi pada layer ini adalah ethernet, token ring, FDDI.

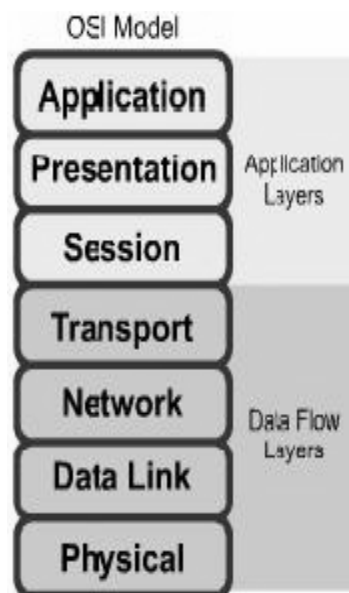
Tabrl 2.1 Tabel layer TCP/IP

<i>Application</i>	DNS, TLS/SSL, TFTP, FTP, HTTP, MAP, IRC, NNTP, POP3, SIP, SMTP, SNMP, SSH, TELNET, ECHO, BitTorrent, RTP, rlogin, ENRP
<i>Transport</i>	TCP, UDP, DCCP, SCTP, IL, RUDP
<i>Internet</i>	IP (IPv4, IPv6), ICMP, ARP, RARP
<i>Network Access</i>	<i>Ethernet</i> , Wi-Fi, <i>Token ring</i> , PPP, SLIP, FDDI, ATM, <i>Frame Relay</i> , SMDS

2.2.2 Model OSI Layer

Open Systems Interconnection Reference Model (Model OSI) merupakan suatu deskripsi abstrak layering untuk rancangan jaringan komputer dan komunikasi, yang dikembangkan sebagai bagian dari Open Systems Interconnection (wikipedia.com).

Model OSI membagi fungsi-fungsi dari suatu protokol menjadi beberapa layer. Berikut pada gambar 2.2 dibawah ini merupakan tujuh layer model OSI.



Gambar 2.2 Model Referensi OSI

2.2.2.1 Physical Layer

Layer ini berhubungan langsung dengan *hardware*. Physical Layer mendefinisikan semua spesifikasi fisik dan listrik untuk semua peralatan meliputi level tegangan, spesifikasi kabel,

tipe konektor dan timing. Physical layer merupakan lapisan terbawah pada model OSI. Physical layer menjelaskan spesifikasi kelistrikan, mekanisme, prosedur dan Fungsi utama layer ini adalah bertanggung jawab untuk mengaktifkan dan mengatur physical interface dari jaringan komputer, memodulasi data digital antara peralatan yang digunakan user dengan signal yang berhubungan. Peralatan merupakan physical layer antara lain hub dan repeater. Physical layer melakukan dua hal: mengirim dan menerima bit. Bit hanya mempunyai dua nilai, 1 dan 0.

Physical layer berkomunikasi langsung dengan berbagai jenis media komunikasi. Berbagai jenis media yang berbeda merepresentasikan nilai bit ini dengan cara yang berbeda. Beberapa menggunakan nada audio, sementara yang lain menggunakan state transition – yaitu perubahan tegangan listrik dari tinggi ke rendah dan sebaliknya

2.2.2.2 Data Link Layer

Data Link Layer berfungsi menghasilkan alamat fisik (*physical addressing*), pesan-pesan kesalahan (*error notifications*), pemesanan pengiriman data (*flow control*).

Switch dan bridge merupakan peralatan yang bekerja yang bekerja pada layer ini.

Data link layer menyediakan pengiriman data yang terpercaya sepanjang jalur fisik. Data link layer berhubungan

dengan pengalamatan fisik, topologi jaringan, notifikasi masalah, pengiriman frame yang berurutan, dan pengendali aliran. Data link layer melakukan format pada pesan atau data menjadi pecahan-pecahan, yang disebut data frame, dan menambahkan sebuah header yang terdiri dari alamat perangkat keras tujuan dan asal. Informasi tambahan ini membentuk semacam kapsul yang membungkus data asli.

2.2.2.3 Network Layer

Layer ini menyediakan koneksi dan pemilihan jalur antar dua sistem. Network layer adalah layer dimana routing terjadi. Ketika sebuah paket diterima disebuah interface router, alamat IP tujuan akan diperiksa. Jika paket ditujukan untuk router tersebut, router akan melakukan pengecekan alamat network tujuan pada routing table yang dimilikinya. Pada saat router memilih interface keluar untuk paket tersebut, paket akan dikirimkan ke interface tersebut untuk dibungkus menjadi frame data dan dikirimkan keluar ke jaringan lokal. Jika router tidak menemukan entri untuk jaringan tujuan di routing table, router akan membuang paket tersebut.

2.2.2.4 Transport Layer

Transport Layer mensegmentasi data dari pengirim dan merakit kembali data ke dalam sebuah data pada komputer

penerima. Layer ini bertanggung jawab untuk menjaga komunikasi jaringan antara node. Transport layer menyediakan mekanisme untuk membangun, memelihara dan memutuskan virtual circuit, deteksi dan pemulihan kesalahan pengiriman dan pengendali aliran informasi.

Transport layer melakukan segmentasi dan menyatukan kembali data yang tersegmentasi tadi menjadi sebuah arus data. Layanan-layanan yang terdapat di transport layer melakukan baik segmentasi maupun penyatuan kembali data yang tersegmentasi tersebut (reassembling), dari aplikasi-aplikasi upper-layer dan menggabungkannya kedalam arus data yang sama. Layanan-layanan ini menyediakan layanan transportasi data dari ujung ke ujung, dan dapat membuat sebuah koneksi logical antara host pengirim dan host tujuan pada sebuah internetwork.

2.2.2.5 Session Layer

Layer ini membangun, mengatur dan memutuskan sesi antara aplikasi dan mengatur pertukaran data antara entitas presentation layer. Session Layer juga menyediakan kontrol dialog antar peralatan atau titik jaringan (node). Ia melakukan koordinasi komunikasi antar sistem-sistem dan mengorganisasi komunikasinya dengan menawarkan tiga mode berikut: simplex, half-duplex, dan full duplex. Kesimpulannya, session Layer pada

dasarnya menjaga terpisahnya data dari aplikasi yang satu dengan data dari aplikasi yang lain.

2.2.2.6 Presentation Layer

Layer ini mengelola informasi yang disediakan oleh layer aplikasi (Application Layer) supaya informasi yang dikirim dapat dikirimkan dapat dibaca oleh layer aplikasi pada sistem lain. Jika diperlukan, pada layer ini dapat menerjemahkan beberapa data format yang berbeda, kompresi dan enkripsi.

Layer ini memastikan informasi yang dikirim oleh application layer dari suatu sistem dapat dimengerti oleh application layer di system lain. Application layer juga berhubungan dengan struktur data yang digunakan oleh program-program dan menegosiasikan sintaks pengiriman data untuk application layer. Layer ini pada dasarnya adalah penerjemah dan melakukan fungsi pengkodean dan konversi. Teknik transfer data yang berhasil adalah dengan mengadaptasi data tersebut ke dalam format yang standar sebelum dikirimkan. Komputer dikonfigurasi untuk menerima format data yang standar atau generik ini untuk kemudian diubah kembali ke bentuk aslinya untuk dibaca oleh aplikasi bersangkutan.

2.2.2.7 Application Layer

Layer ini adalah layer yang paling dekat dengan user/pengguna, layer ini menyediakan sebuah layanan jaringan kepada pengguna aplikasi. Layer ini berbeda dengan layer lainnya yang dapat menyediakan layanan kepada user lain. Sebagai contoh: program pengolah kata, email, ftp, dan lain-lain.

Application layer merupakan *layer* teratas dari model OSI. *Layer* ini menyediakan layanan untuk proses aplikasi (seperti *e-mail*, *file transfer*, dan *terminal emulation*) yang berada di luar model OSI. *Application layer* mengidentifikasi dan membangun ketersediaan pasangan komunikasi yang diinginkan (dan sumber daya yang dibutuhkan untuk terhubung bersamanya), menyesuaikan aplikasi yang berhubungan dan membangun kesepakatan pada prosedur pemulihan kesalahan dan pengendali integritas data. *Layer* ini merupakan tempat di mana *user* atau pengguna berinteraksi dengan komputer. *Layer* ini sebenarnya hanya berperan ketika dibutuhkan akses ke *network*.

2.3 Klasifikasi Jaringan

Berdasarkan jangkauannya, jaringan dibagi menjadi 3 klasifikasi utama yaitu LAN (*Local Area Network*), MAN (*Metropolitan Area Network*) dan WAN (*Wide Area Network*).

2.3.1 LAN (*Local Area Network*)

LAN adalah suatu jaringan komunikasi yang saling menghubungkan berbagai jenis perangkat dan menyediakan pertukaran data diantara perangkat-perangkat tersebut (Stallings, 2006, p16). LAN dikembangkan pada sekitar tahun 1980, dimulai dengan menggunakan *ethernet* dan diikuti dengan penggunaan *token ring* dan lainnya. Jaringan datanya bersifat *high speed*, *fault tolerant* dan memiliki cakupan area geografis yang kecil. Cakupan sebuah LAN dibatasi oleh area lingkungan seperti sebuah perkantoran di sebuah gedung atau sebuah sekolah, dan biasanya tidak jauh dari sekitar 1 km². LAN biasanya didesain untuk beroperasi pada area geografis yang terbatas, memungkinkan *multiaccess* terhadap *high bandwidth* media, mengontrol jaringan secara *private* dalam administrasi lokal, menyediakan *fulltime connectivity* terhadap layanan lokal dan menghubungkan peralatan yang bersebelahan secara fisik.

Ciri-ciri LAN :

- Ruang lingkup kecil.
- Rate data harus tinggi.
- Biasanya menggunakan sistem *broadcast*.
- Dikendalikan secara *private* oleh administrator lokal.
- Menyediakan koneksi ke layanan lokal setiap saat (seperti printer dan file di *server*).

Keuntungan menggunakan LAN :

- Meningkatkan produktivitas.
- Meningkatkan fleksibilitas.
- Penghematan biaya.

2.3.2 Local Area Network Devices

Beberapa peralatan pokok jaringan yang berkaitan dengan operasi LAN, antara lain:

1. *Repeater*

Repeater ini akan membentuk signal kembali sehingga kabel yang digunakan dapat mencapai jarak lebih jauh. *Repeater* merupakan peralatan internetworking yang berada pada layer fisik (layer1) dari OSI model sehingga bekerja pada level bit. Kelemahan *repeater* adalah ketidakmampuannya untuk menyaring traffic jaringan. Data (bit) yang datang dari salah satu port *repeater* akan diteruskan ke seluruh port segmen LAN.

2. *Hub*

Fungsi *hub* mirip dengan *repeater*, perbedaannya adalah *hub* memiliki jumlah *port* lebih banyak daripada *repeater*. *Hub* disebut juga *multi repeater*. Sebuah *hub* dapat memiliki 4,8,12, bahkan 24 *port*. *Hub* hanya memiliki satu collision domain, maka semua peralatan yang berhubungan dengan suatu *hub* menggunakan satu collision domain secara bersama walaupun peralatan dihubungkan ke port – port yang berlainan dari *hub*.

3. *Bridge*

Bridge bekerja di lapisan data link dan menggunakan alamat MAC untuk meneruskan paket – paket data ke tujuannya. *Bridge* juga secara otomatis membuat table penterjemahan untuk paket yang diterima di masing – masing port. Oleh sebab itu *bridge* dapat mengurangi lalu lintas jaringan dengan hanya menyiarkan paket2 – paket yang tidak dikenal oleh penerjemah. Jadi *bridge* digunakan untuk membagi LAN menjadi beberapa *collision domain* untuk menghindari persaingan. Metode ini disebut dengan segmentasi. Salah satu kelemahan bridge adalah jika alamat yang diterima tidak dikenal oleh *bridge* akan menyiarkan berita ke segmen network lain sebagai pemberitahuan.

4. *Switch*

Switch berfungsi sama seperti *bridge* bekerja pada lapisan data link, tetapi memiliki keunggulan di mana setiap port di dalam *switch* memiliki *collision domain* sendiri – sendiri. Oleh sebab itu *switch* juga sering disebut sebagai multiple – port bridge. *Switch* menciptakan Virtual Private Network(VPN) dari port pengirim dan port penerima sehingga jika dua host sedang berkomunikasi lewat VPN tersebut, mereka tidak mengganggu segmen yang lainnya. Jadi jika satu port sedang sibuk. Port – port yang lainnya bias berfungsi dengan normal. Oleh sebab itu penggunaan *switch* semakin populer terutama dengan harganya yang semakin terjangkau.

5. *Router*

Router berfungsi untuk meneruskan paket data dari suatu LAN ke LAN lainnya yang biasanya saling berjauhan. Untuk itu router menggunakan table dan protocol routing yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas data. Paket atau data yang tiba di router diperiksa dan diteruskan ke alamat yang dituju. Agar paket data yang diterima dapat sampai ketujuannya dengan cepat, router harus memproses data dengan sangat cepat.

6. *Access Point*

Access Point merupakan perangkat yang menjadi sentral koneksi dari client ke ISP, atau dari kantor cabang ke kantor pusat jika jaringannya adalah milik sebuah perusahaan. Fungsinya mengkonversi sinyal frekuensi radio menjadi sinyal digital yang akan disalurkan melalui kabel, atau disalurkan ke perangkat WLAN yang lain dengan dikonversi kembali menjadi sinyal frekuensi radio.

2.3.2 **MAN (*Metropolitan Area Network*)**

MAN merupakan jaringan yang ruang lingkupnya masih terpisahkan oleh batas geografis misalnya gunung, laut, dan sebagainya. Biasanya WAN hanya digunakan untuk menghubungkan antar kantor cabang dalam 1 kota.

Ciri-ciri MAN adalah sebagai berikut :

1. Daerahnya mencapai 150 km.
2. Integrasi data antar kantor cabang

3. Memiliki cakupan daerah yang lebih luas dari LAN tetapi lebih kecil dibandingkan WAN.

2.3.3 WAN (*Wide Area Network*)

WAN merupakan jaringan yang ruang lingkungannya sudah terpisahkan oleh batas geografis dan biasanya sebagai penghubungnya sudah menggunakan media satelit ataupun kabel bawah laut (Stallings, 2001).

Ciri-ciri WAN adalah sebagai berikut :

1. Beroperasi pada wilayah geografis yang sangat luas
2. Memiliki kecepatan transfer yang lebih rendah daripada LAN
3. Menghubungkan peralatan yang dipisahkan oleh wilayah yang luas, bahkan secara global
4. Menyediakan konektivitas fulltime dan parttime

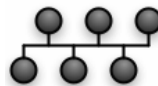
Teknologi yang biasa digunakan dalam WAN :

1. Modem
2. ISDN (Integrated Service Digital Network)
3. DSL (Digital Subscriber Line)
4. Frame Relay
5. ATM (Asynchronous transfer Mode)
6. SONET (Synchronous Optical Network)

2.4 Topologi jaringan

Menurut Stallings (2001, p437) topologi adalah struktur yang terdiri dari jalur switch, yang mampu menampilkan komunikasi interkoneksi diantara simpul-simpul dari sebuah jaringan. Topologi LAN dapat digambarkan secara fisik dan logikal. Fisikal topologi menggambarkan penempatan komponen-komponen suatu LAN. Sedangkan logikal topologi menggambarkan koneksi yang mungkin antara pasangan-pasangan *endpoint devices* yang dapat berkomunikasi koneksi fisiknya (Norton, 1999, p139). Fisikal topologi suatu jaringan yang sering digunakan adalah topologi bus, ring, star, extended star, hierarchical, mesh, dan hybrid.

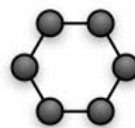
- Topologi Bus



Gambar 2.3 Topologi Bus

Bus network adalah suatu arsitektur LAN linear di mana transmisi dari beberapa station pada network dibuat kembali sepanjang suatu media dan diterima oleh semua station lain.

- Topologi Ring



Gambar 2.4 Topologi Ring

Ring network adalah suatu topologi logikal network yang terdiri dari serangkaian repeater yang membentuk sebuah loop tertutup dengan

menghubungkan link-link transmisi yang satu arah. Setiap station pada network dihubungkan dengan network pada sebuah repeater. Secara fisik, topologi ring biasanya diorganisir dalam sebuah topologi bintang loop tertutup (closedloop star).

- Topologi Star



Gambar 2.5 Topologi Star

Star network adalah suatu topologi fisik LAN dengan titik-titik ujung pada network berkumpul pada sebuah perangkat network pusat (dikenal sebagai hub atau switch) menggunakan link titik-ke-titik. Suatu topologi ring dapat dibuat dari sebuah topologi star fisik menggunakan sebuah topologi star loop tertutup satu arah, daripada menggunakan link titik-ke-titik. Koneksi dalam hub atau switch diatur dalam sebuah ring internal.

- Topologi Extended Star



Gambar 2.6 Topologi Extended Star

Extended Star adalah gabungan beberapa topologi star. Hub atau switch yang dipakai dalam topologi star dihubungkan dengan hub/switch utama.

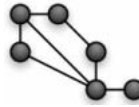
- Topologi Hierarchical



Gambar 2.7 Topologi Hierarchical

Topologi hierarchical dibuat mirip dengan extended star tetapi pada sistem jaringan yang dihubungkan dapat mengontrol arus data pada topologi.

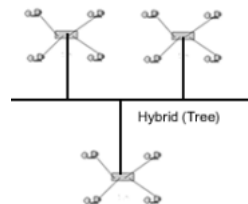
- Topologi Mesh



Gambar 2.8 Topologi Mesh

Topologi Mesh digunakan ketika dalam suatu jaringan yang dibuat tidak boleh terjadi adanya kesalahan, contohnya sistem control pembangkit nuklir. Setiap *host* memiliki hubungan langsung dengan *host* lainnya dalam jaringan. Hal ini merefleksikan internet yang memiliki banyak jalur ke 1 titik.

- Topologi Hybrid



Gambar 2.9 Topologi Hybrid

Topologi hybrid merupakan gabungan dari beberapa topologi jaringan yang lain. Biasanya topologi ini digunakan pada WAN, karena setiap topologi mempunyai kelemahan sehingga jika digabungkan kita bisa mendapatkan kualitas maksimum.

2.5 Internet

Internet atau *interconnected network* merupakan kumpulan dari jaringan komputer yang ada di seluruh dunia dan menggunakan protokol TCP/IP untuk membangun perusahaan *virtual network*.

2.5.1 Sejarah Internet

Teknologi internet, pada awalnya digunakan hanya untuk keperluan pertahanan yang dirintis oleh lembaga riset Departemen Pertahanan Amerika. Lembaga riset tersebut menginginkan agar komputer-komputer yang ada dapat saling berhubungan satu dengan yang lain untuk kepentingan militer. Sistem jaringan komputer yang dimiliki oleh lembaga riset ini juga berhubungan dengan kalangan universitas, dengan harapan agar jaringan komputer ini dapat semakin besar dan berkembang.

Kira-kira pada pertengahan tahun 1970, salah satu universitas yang bekerja sama dengan lembaga riset Departemen Pertahanan Amerika yaitu Stanford University, mulai mengembangkan standarisasi jaringan komputer tersebut menjadi sebuah protokol (pengatur hubungan antar- komputer) yang mana protokol tersebut dinamakan sebagai

protocol TCP/IP. TCP/IP inilah yang sekarang menjadi protokol di internet. Sebenarnya fungsi utama TCP/IP adalah menjembatani tiap komputer yang memiliki sistem operasi dan juga *hardware* yang berbeda-beda.

2.5.2 Fasilitas Internet

Seiring dengan perkembangannya yang terus meningkat, kini di internet telah tersedia berbagai macam layanan berbasis protokol TCP/IP diantaranya adalah :

1. *Audio / Video Streaming*

Merupakan teknologi yang memungkinkan suatu file untuk dapat langsung digunakan sebelum di-download seluruhnya. Contohnya : RealPlayer.

2. *E-mail (Electronic mail)*

Digunakan untuk mengirim pesan, juga dapat menyertakan file yang di alamatkan ke seorang user pada sebuah mail server.

3. *FTP (File Transfer Protocol)*

Memungkinkan sebuah *local computer* dengan menggunakan FTP client untuk menghubungi FTP server yang ada pada sebuah *remote computer* agar dapat saling bertukar file, untuk mencari file pada FTP public digunakan *Archie*.

4. *Gopher*

Layanan yang menyediakan informasi berbasis teks, untuk mencari informasi pada *gopher* dapat digunakan VERONICA (*Very Easy Rodent Oriented Netwide Index to Computerized Archives*).

5. *Instant Messenger*

Instant Messenger merupakan program yang memungkinkan penggunanya untuk berkirim pesan secara *online person-to-person*, contoh : ICQ, Yahoo Messenger.

6. *Telnet / remote login*

Memungkinkan sebuah telnet client untuk menjalankan perintah pada *remote computer* biasanya menggunakan *UNIX based operating system* seperti FreeBSD atau linux melalui telnet server.

7. *Usenet / NewsGroup*

Digunakan untuk membuat suatu forum diskusi.

8. *WWW (World Wide Web)*

Merupakan layanan yang menyediakan informasi dengan *hypertext* dan biasanya mendukung GUI, kini merupakan layanan yang paling populer dan telah mencakup hampir seluruh layanan internet lainnya (misalnya : *web based chat* dan *web based email*), untuk mencari informasi pada WWW biasanya digunakan *search engine*.

2.5.3 **ISP (*Internet Service Provider*)**

Menurut Hann (1997, p60) ISP merupakan perusahaan yang menyediakan akses ke internet baik *permanent connectivity* maupun *dial-up access*. Beberapa *provider* besar merupakan perusahaan nasional

bahkan multi-nasional yang melayani ratusan kota. Sedangkan provider kecil mungkin hanya dikelola perseorangan dan hanya melayani satu area.

ISP memiliki peralatan dan akses hubungan telekomunikasi diperlukan untuk membangun PoP (*Post Office Protocol*) pada area geografis tertentu. ISP mempunyai *leased line* berkecepatan tinggi sehingga mereka tidak sepenuhnya bergantung pada penyedia telekomunikasi dan dapat menyediakan layanan yang lebih baik kepada pelanggan.

2.6 Teknologi Jaringan

Untuk membuat suatu jaringan yang handal, aman, reliable maka kita harus mengetahui tentang teknologi jaringan sehingga kita mampu mengimplementasikannya ke dalam interkoneksi jaringan.

2.6.1 VPN (*Virtual Private Network*)

Virtual Private Network (VPN), menurut Bruce Perlmutter (2000,p10), merupakan suatu jaringan komunikasi yang dibangun untuk *private use* dari suatu perusahaan melalui infrastruktur umum yang digunakan bersama-sama (*shared public infrastructure*). Dengan kata lain, VPN merupakan suatu jaringan data *private* yang menggunakan jaringan publik (seperti internet) atau layanan-layanan jaringan lainnya untuk menghubungkan *remote site* atau *mobile user* dengan menjaga *privacy* melalui penggunaan *tunneling protocol* dan prosedur keamanan.

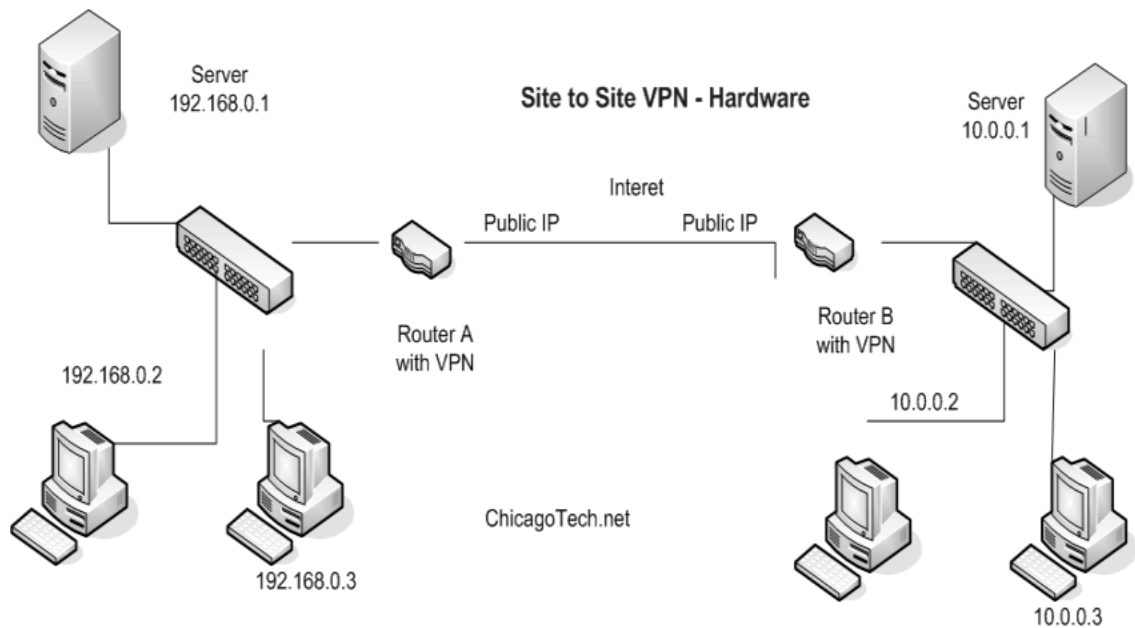
Didalam suatu VPN, koneksi *dial-up* ke *remote site* digantikan dengan koneksi lokal ke suatu ISP atau *point of presence (POP) service provider* lainnya.

2.6.2 Tipe-tipe VPN

Tujuan utama dari VPN adalah untuk memenuhi kebutuhan seperti kemampuan mengakses sumber daya yang ada di perusahaan atau organisasi kapan saja dan dimana saja, dan juga kemampuan untuk saling berhubungan antara kantor cabang dan kantor pusat. Dengan melihat tujuan VPN diatas, VPN menjadi 3 kategori tipe, yaitu:

- *Site-to-site* VPN

Site-to-site VPN biasa disebut *intranet* VPN memungkinkan suatu *private network* diperluas melintasi internet atau layanan *public network* lainnya dengan cara yang aman. *Site-to-site* VPN merupakan suatu alternatif untuk infrastruktur WAN yang bisa menghubungkan kantor-kantor cabang, kantor pusat, atau partner bisnis ke seluruh jaringan perusahaan. Gambar 2.11 dibawah ini menunjukkan gambar *site-to-site* VPN.



Gambar 2.10 Gambar Site-to-Site VPN

Keuntungan penggunaan *site-to-site* VPN:

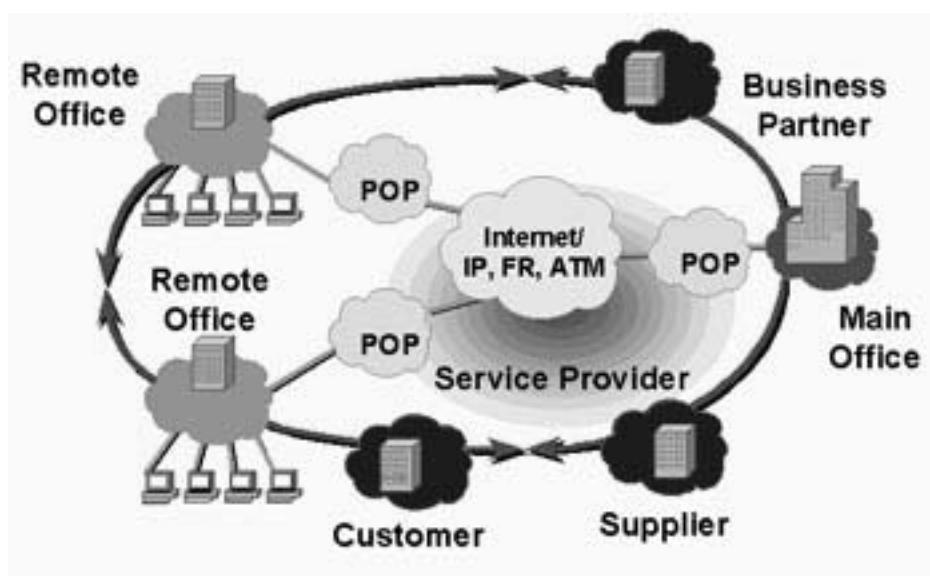
- Kemudahan untuk menambah *peer-to-peer* link jika ada pembangunan cabang baru, dikarenakan penggunaan internet sebagai media pengiriman data.
- Dapat dengan mudah membangun sebuah *backup facility* dengan mengasosiasikan teknologi VPN dengan teknologi *fast switching* seperti *frame relay*.

Kerugian penggunaan *site-to-site* VPN:

- Kemungkinan terjadinya serangan terhadap server-server VPN sangat besar karena data dikirim melalui internet.

- Kemungkinan terjadinya *collision data* (tabrakan antar data) saat pengiriman sangat tinggi.
- Kualitas dari *bandwidth* dan *throughput* tidak terjamin.
- *Extranet* VPN

Extranet VPN menyediakan koneksi yang aman dengan *partner* bisnis, *supplier*, dan *customer* untuk tujuan dari *e-commers*. *Extranet* VPN merupakan perluasan dari *Intranet* VPN dengan penambahan firewall untuk proteksi *Internal Network*. Perbedaan antara *Extranet* VPN dengan *Site-to-site* VPN adalah pada *Site-to-site* VPN hanya menghubungkan dua point, misal kantor pusat dengan 1 kantor cabang. Sedangkan *Extranet* VPN menghubungkan multipoint. Gambar 2.11 merupakan contoh dari *Extranet* VPN.



Gambar 2.11 Gambar Extranet VPN

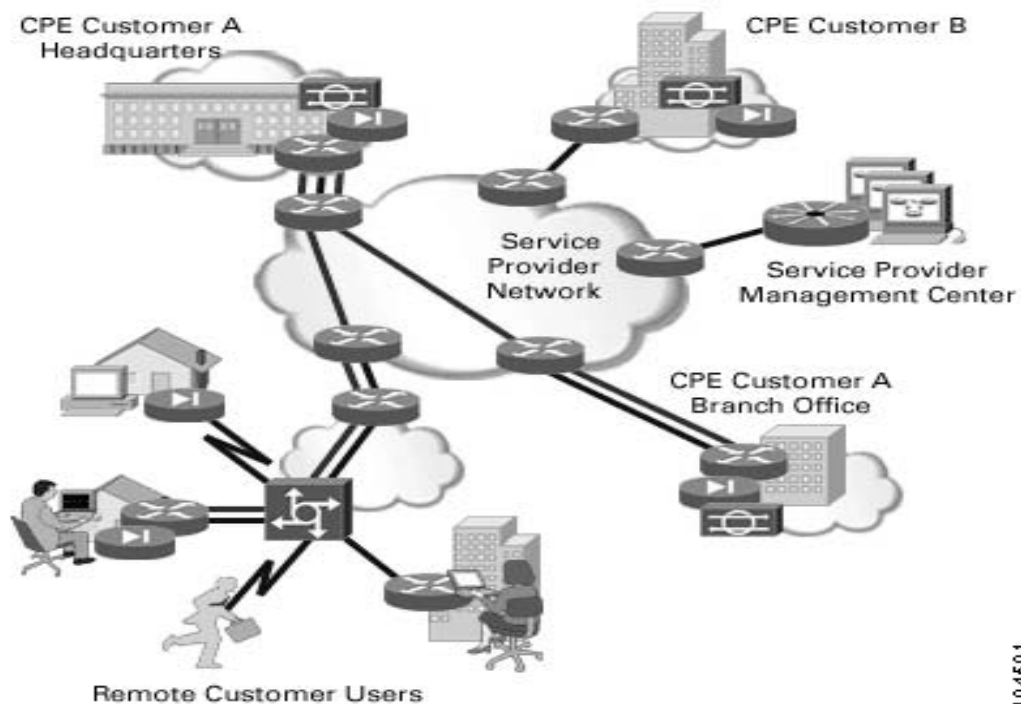
Keuntungan dari *Extranet* VPN :

- Karena konektivitas internet dilakukan oleh ISP maka kebutuhan tenaga kerja pada bagian ISP akan berkurang.

Kerugian dari *Extranet* VPN :

- Ancaman dari sisi keamanan tetap ada.
- *Remote Access* VPN

Remote Access VPN memberikan kemampuan pada *Individual User* yang menggunakan *dial-up* untuk terhubung ke *central site* melalui internet dan layanan *public network* lainnya dengan cara yang terjamin aman, kapan saja, dan dimana saja. *Remote Access* VPN meliputi *Analog*, *dial*, ISDN, *digital subscriber line* (DSL), *mobile IP* dan teknologi kabel untuk menghubungkan *mobile users*,



104501

Gambar 2.12 Gambar Remote Access VPN

telecommuters atau kantor-kantor cabang. Gambar 2.13 merupakan contoh *Remote Access* VPN.

Keuntungan dari *Remote Access* VPN :

- Meningkatkan mobilitas user dalam bekerja.
- Biaya koneksi yang lebih murah, karena hanya menggunakan *dial-up* yang digunakan pada saat dibutuhkan.
- Menghemat *bandwidth*.

Kerugian *Remote Access* VPN :

- Pengiriman data berupa animasi, suara, dan video mengakibatkan koneksi *dial-up* user menjadi lambat.
- Kemungkinan untuk kehilangan data sangat tinggi, dikarenakan kesalahan dalam penyusunan fragmentasi sehingga data yang diterima tidak sesuai urutan.

2.6.3 Arsitektur VPN

Dalam membangun sebuah jaringan VPN terdapat beberapa pilihan arsitektur, yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikas layanan VPN

Layanan	Arsitektur	Teknologi
Access VPN	Client-Initiated	L2F/L2TP, IPSec, Dial, ISDN, DSL, Mobile IP, Cable
	NAS-Initiated	-
Intranet dan Extranet VPN	IP Tunnel	GRE, IPSec, Mobile IP,
	Virtual Circuit	Frame Relay, ATM
	MPLS	IP, IP+ATM

Pada dasarnya semua alternatif arsitektur VPN merupakan teknologi yang stabil dan dapat diandalkan, namun pada setiap arsitektur tersebut terdapat kelebihan dan kekurangan. Untuk itu perlu dilakukan

pemilihan arsitektur dan teknologi yang tepat sesuai kebutuhan masing-masing organisasi.

2.7 Network Management System(NMS)

NMS berguna untuk memonitor dan mengatur / memanaage infrastruktur network suatu perusahaan tetapi sekarang berkembang tidak hanya network saja yang di manage, tetapi server, aplikasi juga dimonitor dan di manage. Di dunia telekomunikasi kita bisa menemukan banyak sekali Software software Network Management System yang diciptakan untuk mengoptimalkan perangkat-perangkat Telekomunikasi. Salah satu software yang paling terkenal adalah buatan *Hewlett Packard (HP)* yaitu *Network Node Manager(NNM)* atau HP OpenView.

Software tersebut dipakai oleh sebagian besar vendor telekomunikasi untuk memanaage jaringan mereka, tentunya diintegrasikan dengan software Local Access dari Perangkat masing2 vendor. Software tersebut sangat handal karena multiplatform yaitu bisa bekerja di Sistem Operasi *UNIX* maupun *Windows* buatan Microsoft.

Jaringan atau Network sendiri biasanya didesign/diplanning tidak menggumpal, melainkan terdistribusi ke dalam beberapa domain/area/regional untuk memudahkan dalam memanaage. Di setiap area/domain juga dibuat sub-domain agar semakin mempermudah engineer untuk mengatur jaringannya.

Untuk Jaringan Telekomunikasi, NMS (Network Management System) sangat berguna sekali dalam efisiensi dan efektifitas dalam pengoperasian

maupun provisioning/commissioning perangkat. Yang paling penting adalah adanya jalur/link yang menghubungkan perangkat dengan Server NMS. Server NMS adalah mesin komputer tempat aplikasi NMS berjalan dan merupakan media antara Perangkat Telekomunikasi dengan Manusia atau bahasa kerennya *Interface* (Antar Muka).

Pada saat ini mesin yang sangat populer sebagai kelas server untuk perangkat telekomunikasi adalah mesin buatan *SUN Microsystem*. Ada juga mesin buatan IBM tetapi biasanya IBM marketnya ke arah bisnis. Selain SUN ada juga *Hewlett Packard*.

Contoh Aplikasi :

1. CA spectrum
2. CA eHealth
3. CA Unicenter NSM
4. Hp openview
5. IBM Tivoli
6. BMC Patrol
7. Micromuse Netcool

2.7.1 Tujuan Network Management System

Tujuan pembangunan Network Management System adalah:

- a. Tersedianya sistem manajemen jaringan yang dapat memberikan informasi dan layanan yang cepat menuju ke arah *Zero Down Time*.

- b. Tersedianya infrastruktur jaringan komunikasi data dan suara yang handal rangka tercapainya sistem informasi yang handal, akurat, dan tepat waktu.
- c. Meningkatnya kinerjanya para pegawai dan pejabat PT Indonusa dengan pemanfaatan lingkungan kerja yang berbasis teknologi informasi.
- d. Mendukung kelancaran kegiatan operasional sistem informasi di kantor PT Indonusa serta Mengoptimalkan pemanfaatan bandwidth yang tersedia.
- e. Menjaga jaringan agar selalu dalam keadaan sehat.
- f. Mendeteksi kesalahan pada jaringan, gateway, dan server yang penting
- g. Mendokumentasikan jaringan
- h. Memberitahukan masalah kegagalan jaringan kepada administrator secepatnya.

2.7.2 Fungsional Network Management System

Network Management System yang terintegrasi yang mencakup kebutuhan akan fungsi:

1. Fault Management, dimana sistem minimal
 - a. dapat mengumpulkan event dan alert dari:
 - Servers (Windows dan UNIX)
 - Lotus Domino

- SQL Database (MS SQL, DB2, Oracle dsb)
 - Network devices (router dan switch) dan VLAN
 - Koneksi WAN dan Bandwidth
- b. dapat mengumpulkan event dan alert dari:
- Log file
 - HTTP Service down
 - FTP Service down
 - SMTP Service down
 - TCP Port up/down
 - Koneksi ODBC
- c. dapat melakukan identifikasi masalah dengan menggunakan metode "Event Correlation" di mana events dan alerts dari network, server, database dan aplikasi dapat dianalisa untuk menentukan root cause masalah
- d. menyediakan *workflow automation tool* untuk menyederhanakan manajemen problem dan analisa *root cause*.
- e. dapat mengidentifikasi perangkat (*Switch* dan *Router*) yang menyebabkan terjadinya delay dan latency dalam system jaringan WAN
- f. dapat memberikan notifikasi secara otomatis atas problem yang terjadi di *network, server, operating system, email*, aplikasi dan database

- g. memiliki feature *take action* dari console untuk kondisi-kondisi yang sering terjadi dalam *Operating Sistem*, *email* maupun database.
- h. memiliki kemampuan untuk menjalankan external program (contoh : telnet, browser) dengan konteks informasi yang diberikan melalui environment variables.
- i. memiliki sistem *Knowledge Base* dan *Expert Advice* yang dapat membantu operator mengatasi permasalahan yang terjadi
- j. menyediakan kemampuan kustomisasi, perubahan dan penambahan *Knowlegde Base* sejalan dengan perkembangan kebutuhan BPKP
- k. mempunyai built in security untuk membatasi permission users sesuai dengan wilayah geografi dan pekerjaan. Sebagai contoh: administrator network Jakarta hanya diijinkan me-manage dan memantau network Jakarta .
- l. dapat diintegrasikan ke sistem help desk, secara otomatis melakukan eskalasi event dan alert untuk trouble ticketing.
- m. menyediakan management portal yang dapat menampilkan data dari berbagai sumber dalam tampilan unified yang sesuai dengan kebutuhan dan level pemakai. Management Portal ini menyediakan user interface berupa Web browser dan Java GUI. Management Portal mendukung role-based user interface untuk memberikan tampilan yang berbeda dan disesuaikan untuk level user tertentu Customizable user interface yang menyediakan

beragam pilihan untuk melakukan setting dan penyesuaian informasi yang diproses, setting update interval, font dan warna

- n. memiliki kemampuan drill-down dan zoom in untuk mempermudah mencari kemungkinan penyebab dari suatu masalah
- o. dapat menggambarkan logical topology suatu aplikasi yang terdiri dari network, server dan database dengan asosiasi network link secara akurat
- p. mempunyai common reporting database dimana semua informasi penting yang heterogeneous, berhubungan dengan IT services - dapat dikumpulkan dan disimpan
- q. memiliki kemampuan untuk menormalisasikan data statistik dari repository sentral sebelum pembuatan report
- r. memiliki kemampuan manajemen data jangka panjang dan dilengkapi kemampuan untuk melakukan agregasi, summarize dan pruning historical data secara otomatis
- s. memiliki system reporting yang fleksibel untuk mendukung permintaan pre-configured atau ad hoc report
- t. mampu menampilkan data terkini dan historical secara bersamaan dalam satu layar. Hal ini memudahkan analisa problem dan menentukan abnormalities dan reliabilitas system secara jelas.
- u. dapat diintegrasikan dengan 3rd party reporting tools seperti Microsoft Excel, Web reporting dan Crystal Reports

2. Performance Management, dimana sistem minimal

- a. dapat mengumpulkan informasi performance dari:
 - Servers (Windows dan UNIX)
 - Lotus Domino Server
 - SQL Database (MS SQL, DB2, Oracle dsb)
 - Network devices (router dan switch) dan VLAN
 - Koneksi WAN dan Bandwidth
- b. dapat mengukur user response time dari aplikasi-aplikasi Lotus Domino
- c. dapat membandingkan data performansi terkini dengan threshold yang ditentukan.
- d. dapat menyediakan tampilan secara grafik dari performansi system sekaligus dengan threshold indicators untuk tujuan analisa masalah
- e. dapat memberikan notifikasi atas bottleneck performance yang terjadi di network, server, operating system, email dan database
- f. memiliki feature take action dari console untuk kondisi-kondisi yang sering terjadi untuk Operating Sistem, email maupun database.
- g. memiliki sistem Knowledge Base dan Expert Advice yang dapat membantu operator mengatasi permasalahan performance yang terjadi.

- h. menyediakan kemampuan kustomisasi, perubahan dan penambahan *Knowlegde Base* sejalan dengan perkembangan kebutuhan BPKP
- i. mempunyai built in security untuk membatasi permission users sesuai dengan wilayah geografi dan role pekerjaan. Sebagai contoh: administrator network Jakarta hanya diijinkan me-manage dan memantau network Jakarta dst
- j. dapat diintegrasikan ke sistem help desk, secara otomatis melakukan eskalasi event dan alert untuk trouble ticketing
- k. menyediakan management portal yang dapat menampilkan data dari berbagai sumber dalam unified view yang sesuai dengan kebutuhan dan level user. Management Portal ini menyediakan user interface berupa Web browser dan Java GUI serta mendukung role-based user interface untuk memberikan tampilan yang berbeda dan disesuaikan untuk level user tertentu Customizable user interface yang menyediakan beragam pilihan untuk melakukan setting dan penyaringan informasi yang diproses, setting update interval, font dan warna
- l. dapat menggambarkan logical topology suatu aplikasi yang terdiri dari network, server dan database dengan asosiasi network link secara akurat
- m. mempunyai common reporting database dimana semua informasi penting yang heterogeneous, berhubungan dengan IT services - dapat dikumpulkan dan disimpan

- n. memiliki kemampuan untuk menormalisasikan data statistik dari repository sentral sebelum pembuatan report
- o. memiliki kemampuan manajemen data jangka panjang dan dilengkapi kemampuan untuk melakukan aggregasi, summarize dan pruning historical data secara otomatis
- p. mampu menampilkan data terkini dan historical secara bersamaan dalam satu layar. Hal ini memudahkan analisa problem dan menentukan abnormalities dan performansi system secara jelas.
- q. memiliki system reporting yang fleksibel untuk mendukung permintaan pre-configured atau ad hoc report
- r. dapat diintegrasikan dengan 3rd party reporting tools seperti Microsoft Excel, Web reporting dan Crystal Reports

3. Configuration Management, dimana sistem minimal

- a. dapat melakukan setup perangkat jaringan,
- b. dapat mengakses informasi konfigurasi perangkat,
- c. dapat mengonfigurasi secara remote dan provisioning perangkat,
- d. dapat melakukan penyimpanan dan roll-back konfigurasi perangkat baik perangkat network maupun perangkat di end-user (PC).
- e. memiliki kemampuan Inventory Management, Device-configuration management, Software-Image management dan Change-audit services.

4. Security Management, dimana sistem minimal

- a. dapat melakukan diintegrasikan dengan Cisco Network Access Control (NAC), dimana Policy NAC yang dibuat untuk termasuk di dalamnya patch, antivirus dsb
 - b. dapat melakukan AAA (Authentikasi, Authorisasi, dan Akunting) terhadap siapa saja (user), yang akan melakukan koneksi ke jaringan
 - c. dapat melakukan authorisasi terhadap service jaringan yang berbeda
 - d. dapat mengontrol akses user ke jaringan
 - e. dapat melakukan deteksi dan blocking terhadap spyware
 - f. dapat melakukan security checking di client dengan policy yang dapat di custom
 - g. dapat melaporkan patch, antivirus, security weakness yang ada pada client
 - h. dapat melakukan blocking client untuk akses ke network tertentu berdasarkan policy yang ditetapkan
 - i. dapat melakukan blocking client untuk akses ke port yang ada di PC seperti usb, serial dan parallel, modem, PCMCIA
5. Accounting Management, dimana sistem minimal
- a. dapat mengukur penggunaan network resources oleh user
 - b. dapat mengukur dan melaporkan traffic dari user/grup
 - c. dapat menghasilkan report untuk membantu menata alokasi biaya jaringan

- d. dapat menghasilkan report untuk menentukan network, quota dan perkiraan biaya bandwidth di masa mendatang

6. Assets Management, dimana sistem minimal

- a. dapat menemukan dan menentukan jenis perangkat yang terpasang di jaringan.
- b. dapat menyimpan konfigurasi dari perangkat baik itu Server, PC, Printer dan Perangkat Jaringan
- c. dapat memodelkan perangkat yang akan dimonitor sehingga apabila secara fisik perangkat tidak aktif, system tetap dapat melihat informasi-informasi kunci dan tambahan tayang terakhir dari perangkat tersebut.
- d. dapat menampilkan informasi inventory dari perangkat utama maupun modul-modulnya, termasuk jumlah processor, memory terpasang, utilisasi processor dan memory serta Serial Number chassis maupun modul-modulnya.
- e. secara otomatis memberikan informasi adanya penambahan perangkat baru di salah satu node jaringan dimana saja selama perangkat terhubung dengan System Management di BPKP Pusat.
- f. dapat menyusun perangkat yang dimodelkan dalam bentuk hierarki.
- g. dapat membuat topology fisik perangkat secara fleksibel.

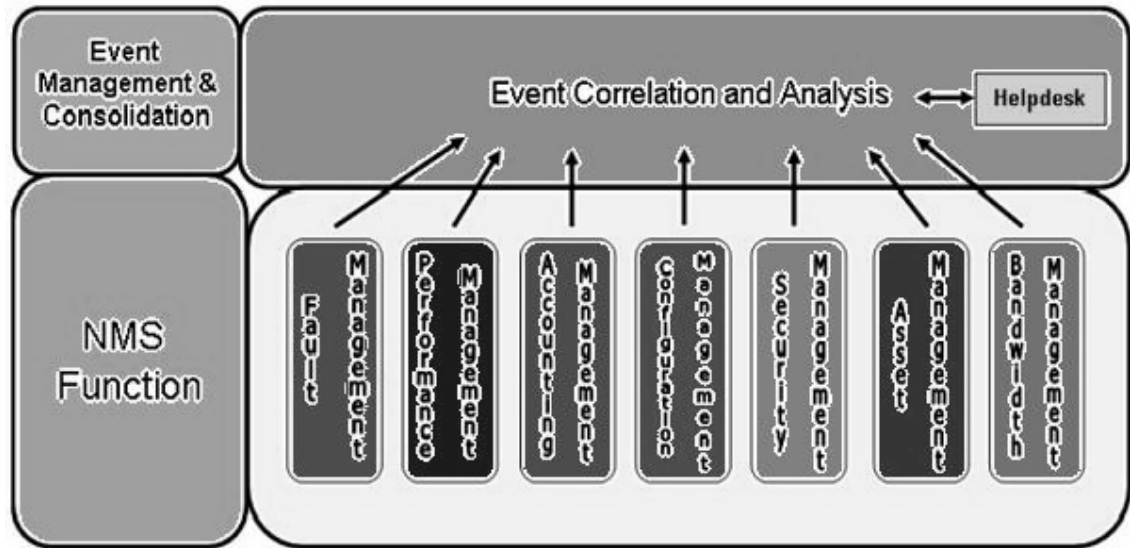
7. Bandwidth Management, dimana sistem minimal

- a. dapat mengatur QoS dan kompresi.
- b. dapat melakukan optimalisasi bandwidth WAN

- c. dapat berjalan terhadap external QoS di router
- d. dapat melakukan monitoring secara real time maupun historical melalui graph/report untuk monitoring trafik data secara throughput, utilization, compression, acceleration
- e. dapat diintegrasikan dengan perangkat WAN Optimizer yang akan diadakan pada point 3 di bawah.

8. Help Desk, dimana sistem minimal

- a. dapat mengurangi jumlah waktu untuk menginvestigasi permasalahan yang ditemukan,
- b. dapat mendokumentasikan permasalahan dan solusinya,
- c. memiliki kemampuan share knowledge terhadap dokumentasi permasalahan dan solusinya,
- d. dapat memfokuskan sumber daya kepada tindakan pencegahan,
- e. terintegrasi dengan Network Management System, sehingga Help Desk dapat langsung menerima informasi mengenai adanya permasalahan di sisi end user.
- f. permasalahan yang ada diinput dan diakses langsung oleh end user atau jika tidak memungkinkan diinput oleh petugas yang ditunjuk untuk itu.
- g. dapat diakses oleh 3 concurrent user



Gambar 2.13 Fungsional NMS