

TINJAUAN UMUM JARKOM

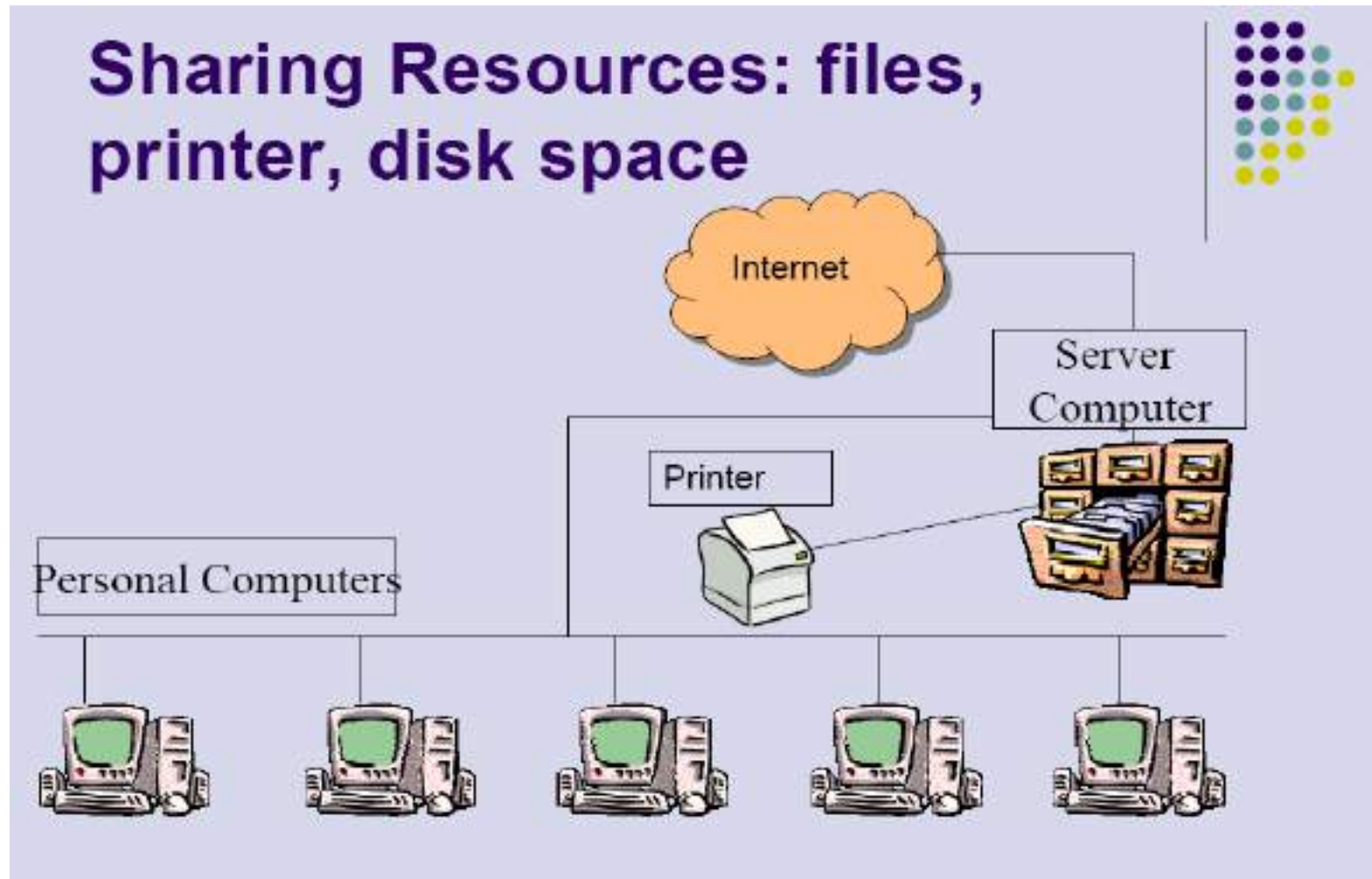
Tujuan Pembelajaran:

- Mampu memahami konsep jaringan komputer meliputi latar belakang, manfaat, ciri dan sifat jaringan komputer, kebutuhan Jarkom, Keuntungan dan aplikasi yang memanfaatkan jaringan computer
- Mampu memahami beragam jenis jaringan komputer, Perangkat dan topologi Jaringan Komputer

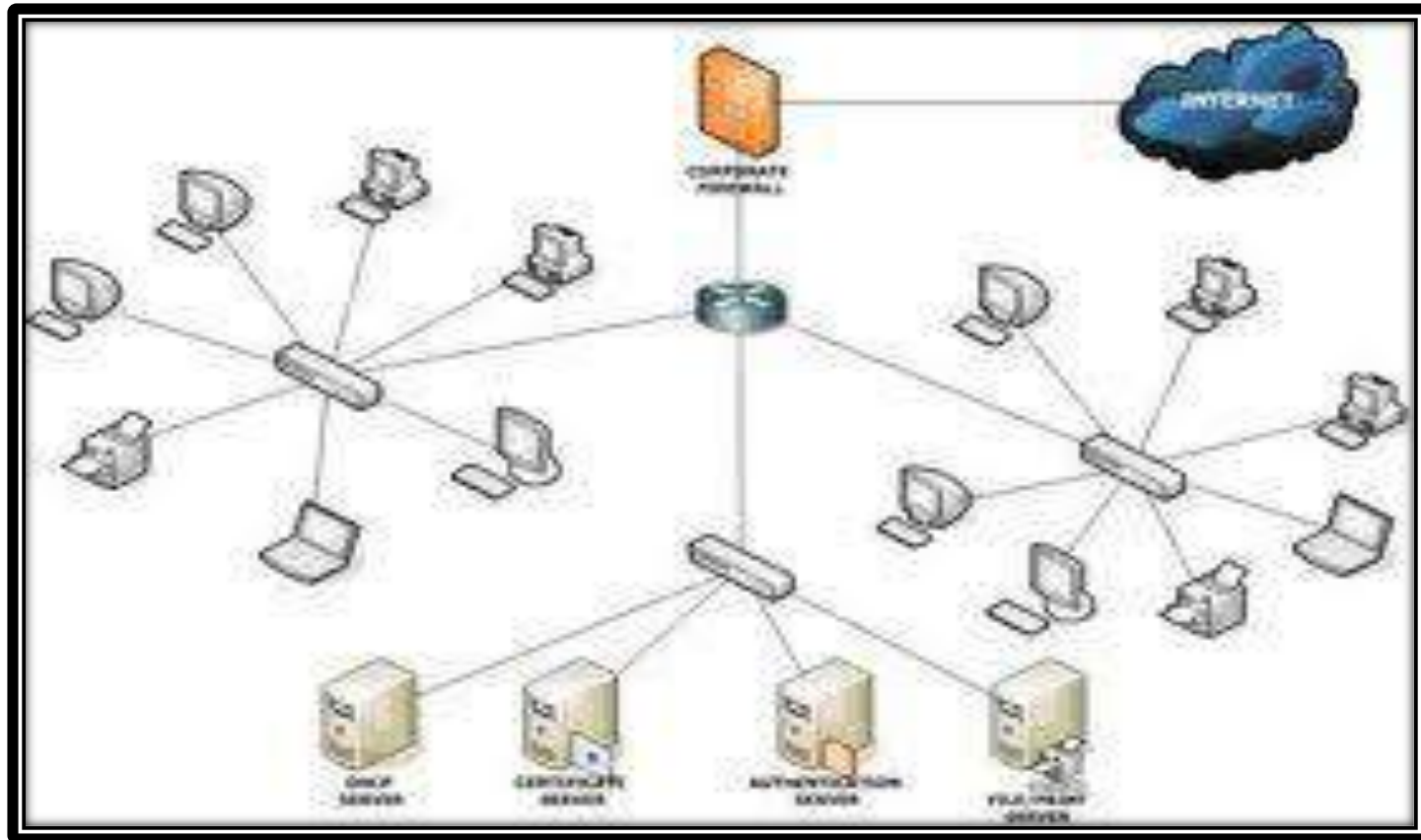
Jaringan Komputer ???

- Sekelompok komputer otonom yang saling berhubungan antara satu dan lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat saling berbagi informasi, program-program, penggunaan perangkat keras secara bersama (interkoneksi sejumlah komputer).
- Jaringan komputer merupakan kumpulan sejumlah terminal komunikasi yang berada di berbagai lokasi yang terdiri dari lebih satu komputer yang saling berhubungan.

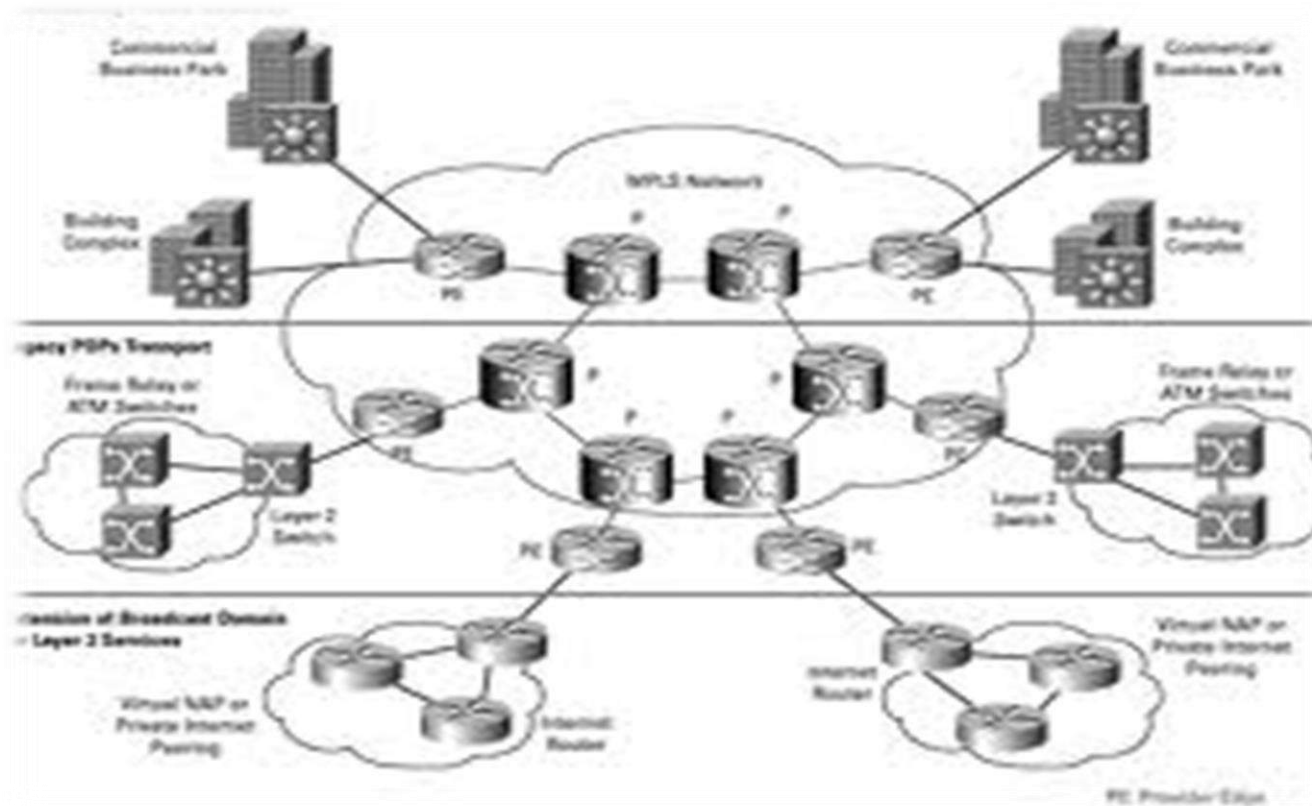
Contoh Sebuah Jaringan Komputer



Contoh Sebuah Jaringan Komputer / 2



Contoh Sebuah Jaringan Komputer / 3



Latar Belakang Kebutuhan Jarkom

❑ Komputer semakin banyak

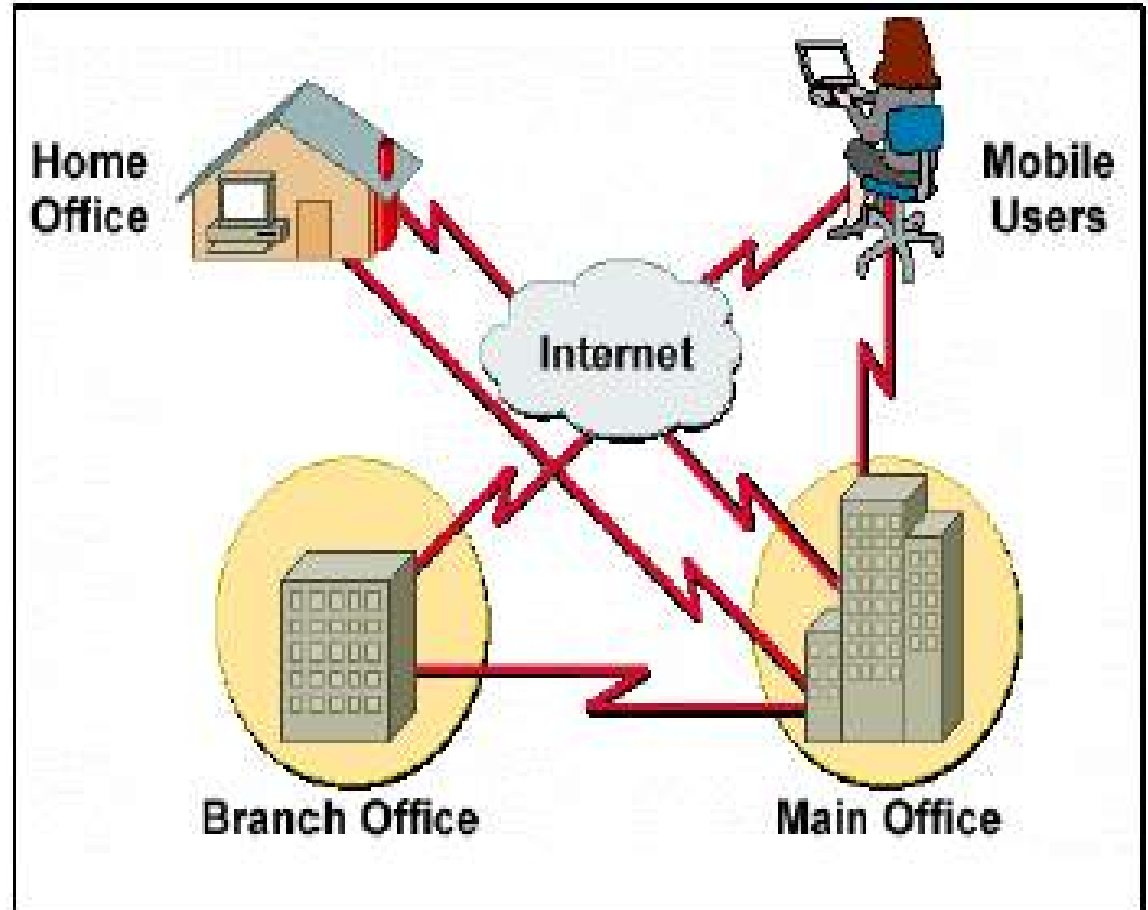
- Permasalahan timbul ketika kita butuh menggunakan data secara bersama-sama, printer secara bersama-sama, dll :
 - ✓ Data harus dibawa ke tempat yang membutuhkan
 - ✓ Harus dicopy dibawa ke tempat yang ada printernya
- Butuh solusi untuk :
 - ✓ Duplikasi resource
 - ✓ Berkomunikasi secara efisien

Latar Belakang Kebutuhan Jarkom / 2

- Solusinya adalah menghubungkan komputer-komputer tersebut. Dengan harapan terjadi :
 - ✓ Kemudahan
 - ✓ Mobility
 - ✓ Tidak ada jarak
 - ✓ Efisiensi
- Kebutuhan akan informasi yang cepat dan akurat.
- Penggabungan antara teknologi komputer sebagai pengolah data dengan teknologi komunikasi.

Latar Belakang Kebutuhan Jarkom / 3

- Reliabilitas
- Sistem Tersekt



Aplikasi-Aplikasi yang Memanfaatkan Jaringan Komputer

- ❑ Perdagangan dan Pemasaran
- ❑ Layanan-layanan finansial
- ❑ Pesan elektronik (email, sms, chatting)
- ❑ Akses informasi
- ❑ Teleconference

Tujuan Pemanfaatan Jaringan Komputer

- **Sharing resources**

Dapat saling berbagi pakai sumber daya seperti : program, peralatan, atau peripheral lainnya sehingga dapat dimanfaatkan setiap orang yang ada pada jaringan komputer tanpa harus terpengaruh oleh lokasi.

- **Media komunikasi**

Dapat memungkinkan terjadinya komunikasi antar pengguna jaringan, baik itu untuk teleconference, chatting, elektronik (e-mail) maupun mengirim informasi penting lainnya.

- **Integrasi data**

Dapat mencegah ketergantungan pada komputer pusat, setiap proses data tidak harus dilakukan pada satu komputer saja melainkan dapat didistribusikan ke tempat lainnya atau dengan kata lain dapat dikerjakan oleh komputer-komputer lain yang ada dalam jaringan

Tujuan Pemanfaatan Jaringan Komputer / 2

- Akses Informasi Luas
- Keamanan data

Sistem jaringan komputer dapat memberikan perlindungan terhadap data melalui pengaturan hak akses pengguna dan password, serta teknik perlindungan yang lainnya.

- Pengembangan dan pemeliharaan menjadi mudah dan menghemat biaya.

Misalnya pada suatu perusahaan dapat menghemat peralatan yang harus digunakan.

Keuntungan Menggunakan Jaringan Komputer

- ❖ Dapat melakukan pertukaran data (Sharing file).
- ❖ Berbagi sumber daya (Resource Sharing)
 - Misalnya pemakaian satu printer untuk beberapa komputer yang terhubung dalam jaringan.
- ❖ Mempermudah komunikasi dalam suatu lingkungan kerja
 - Misalnya dengan adanya program *E-mail* atau *Chatting*.
- ❖ Sharing Connection
 - Apabila salah satu unit komputer terhubung ke internet melalui modem atau LAN, maka semua atau sebagian unit komputer pada jaringan juga dapat mengakses internet dengan metode *sharing connection*.

Keuntungan Menggunakan Jaringan Komputer / 2

- Memungkinkan pengendalian terpusat atas berbagai sumber daya yang tersebar
- Memungkinkan backup atau replikasi data
- Data yang selalu Up To Date

Kebutuhan Jaringan Komputer / 1

Jaringan komputer untuk gaya hidup manusia

- **Akses ke informasi jarak jauh**
 - Institusi keuangan : dapat membayar tagihan, mengatur account bank-nya, menangani investasi secara elektronik.
 - Personalisasi surat kabar online.
 - Pencarian kerja dan mengirimkan lamaran pekerjaan secara online.
 - Akses World Wide Web ke perpustakaan digital.
- **Komunikasi Person to Person**
 - Electronic mail
 - Video conferencing dalam jaringan

Kebutuhan Jaringan Komputer / 2

Kebutuhan jaringan komputer untuk perusahaan:

- **Resource sharing**

Membuat semua program, peralatan komputasi dan data tersedia untuk semua orang dalam jaringan, tanpa batasan fisik lokasi antara sumber daya dan (resource) dan user.

- **Time independence**

Dapat diakses setiap waktu

- **Reliabilitas Tinggi**

Redundansi pada perangkat keras, perangkat lunak dan jaringan membuat service tersedia secara transparan untuk melihat suatu bentuk kesalahan pada komponen-komponennya. Jika suatu komponen network mengalami gangguan di suatu tempat, dapat saja fungsinya digantikan dengan komponen lainnya dari Network.

Kebutuhan Jaringan Komputer / 3

- **Manageability**

Network menyediakan sumber daya yang dapat di manage secara jarak jauh sehingga lebih efektif

- **Cost - Effectiveness**

Menyediakan akses resources dari mana saja yang dibutuhkan setiap waktu. Mendukung kolaborasi group yang bekerja secara independent, tanpa harus bercampur datanya

Ciri-Ciri Jaringan Komputer

- ❖ Berbagi perangkat keras (hardware).
- ❖ Berbagi perangkat lunak (software).
- ❖ Berbagi saluran komunikasi (internet).
- ❖ Berbagi data dengan mudah.
- ❖ Memudahkan komunikasi antar pemakai jaringan.

Sifat Jaringan Komputer

- ✓ Dapat menghubungkan semua yang terhubung di dalamnya. (Any-to-Any Communication System)
- ✓ Setiap station (end node) memiliki alamat jaringan unik, untuk dapat terhubung dibutuhkan pengetahuan alamat yang dituju, seperti nomor telepon.

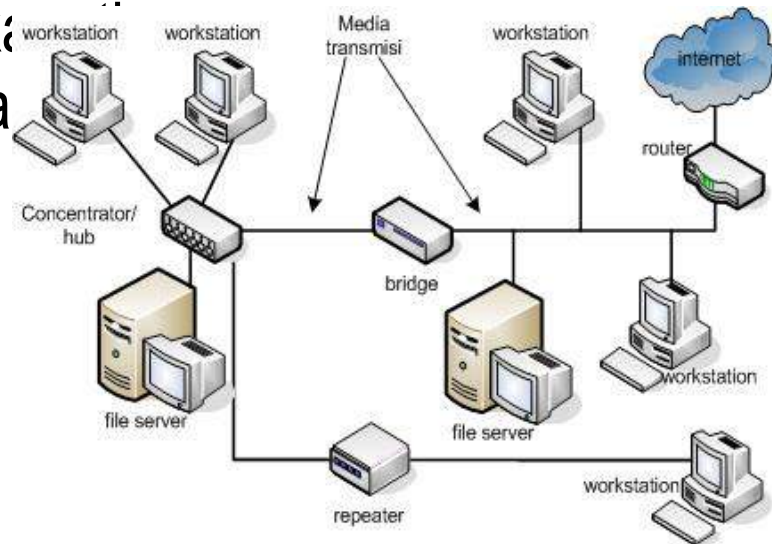
Perangkat-Perangkat Jarkom

Perangkat Jaringan Komputer

- Untuk mengimplementasikan jaringan komputer memerlukan perangkat jaringan.

Jaringan komputer melibatkan perangkat jaringan antara lain

- *End devices*
- *Intermediary devices*
- *Network Software*



1. *End Devices*

- *End devices* adalah perangkat jaringan yang menjadi titik awal informasi dibuat dan menjadi akhir dari perjalanan informasi (tujuan pengiriman data).
 - Contoh perangkat komputer yang bertipe *end devices* antara lain PC, notebook, atau perangkat semisal yang lainnya.
 - Pada *end devices* ada perangkat yang bertindak sebagai alat yang digunakan *end devices* untuk berkomunikasi di jaringan, yaitu *Network Interface Card*

Perangkat End Devices / 1

- **Personal Computer (PC)**

- Tipe personal komputer yang digunakan di dalam jaringan akan sangat menentukan unjuk kerja dari jaringan tersebut. Komputer dengan unjuk kerja tinggi akan mampu mengirim dan mengakses data dalam jaringan dengan cepat.
- Di dalam jaringan tipe Client-Server, komputer yang difungsikan sebagai server mutlak harus memiliki unjuk kerja yang lebih tinggi dibandingkan komputer komputer lain sebagai workstation-nya, karena server akan bertugas menyediakan fasilitas dan mengelola operasional jaringan tersebut.

Perangkat End Devices / 1.1

Komputer Server

- Komputer yang menyediakan sumber daya yang digunakan untuk bersama, seperti disk storage dan printer, dan juga layanan jaringan, seperti e-mail dan akses Internet.
- Fungsinya adalah melayani semua permintaan dari clientnya
- Menggunakan software khusus untuk dapat di fungsikan sebagai server.
- Contoh server : *web server, file server, mail server, database server*,dll.

Bentuk server Sederhana



Bentuk server sederhana / 2



Bentuk server besar



Contoh Spesifikasi Server

- 719 Rack
- 63272 Server
- 126544 Mikroprocessor
- Kecepatan prosesnya 253 THz
- 126544 GB RAM
- 5062 TB HDD

Perangkat End Devices / 1.2

- **Workstation**

Semua komputer yang terhubung dengan jaringan dapat dikatakan sebagai workstation. Komputer ini yang melakukan akses ke server guna mendapat layanan yang telah disediakan oleh server



2. *Intermediary Devices*

- Fungsi utama *intermediary devices* adalah untuk mendukung berfungsinya jaringan tersebut
- Misalkan untuk memperluas jangkauan kabel, sebagai konsentrator koneksi, mengubah format data, dan mengatur proses transfer data
- Contoh network devices adalah : Repeater, hub, switch, router, dll.

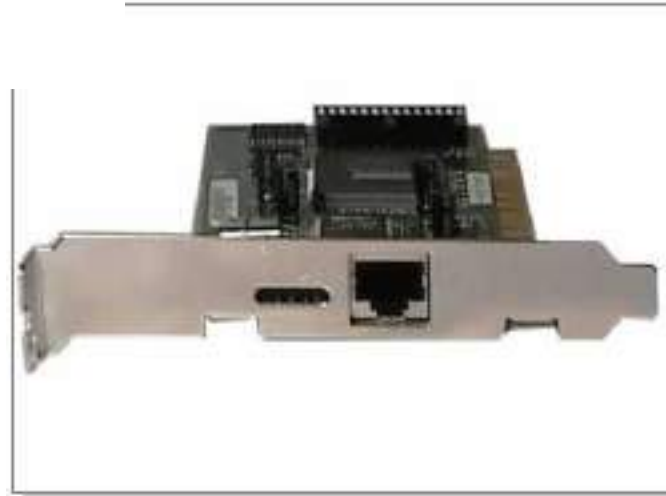
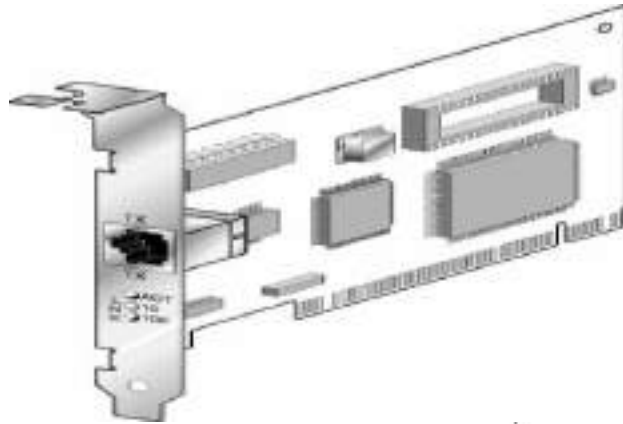
Intermediary Devices / 2

- Perangkat jaringan yang termasuk dalam kategori ini memiliki beberapa sifat antara lain :
 - Mampu melakukan *regenerate dan retransmit sinyal data*
 - Menyimpan informasi tentang jalur pengiriman paket.
 - Memberikan pemberitahuan tentang adanya error dan kegagalan dalam jaringan.
 - Mengizinkan atau melarang paket yang lewat berdasarkan konfigurasi keamanan.

1. *Network Interface Card*

- Network interface card yang terpasang dalam komputer memungkinkan komputer untuk berkomunikasi melalui jaringan.
- Setiap komputer client dan server harus memiliki network interface card jika ingin menjadi bagian dari jaringan.
- Dalam memilih network interface card, ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan, yaitu :
 - Tipe jaringan seperti Ethernet LANs.
 - Tipe Media seperti Twisted Pair, Coaxial, Fiber-Optic, dan Wireless.
 - Tipe Bus seperti ISA dan PCI.

Contoh Sebuah NIC



Ethernet Card PCMCIA



4. Hub

- Perangkat jaringan yang berada dilapisan fisik.
- Hub memiliki fungsi yang sama dengan repeater yaitu untuk memperkuat sinyal.
- Hub sering juga disebut multiport repeater.
- Kekurangan hub adalah memperluas daerah collision domain (tabrakan data) sehingga mengurangi performance jaringan.

Contoh Hub



Contoh Aplikasi Hub



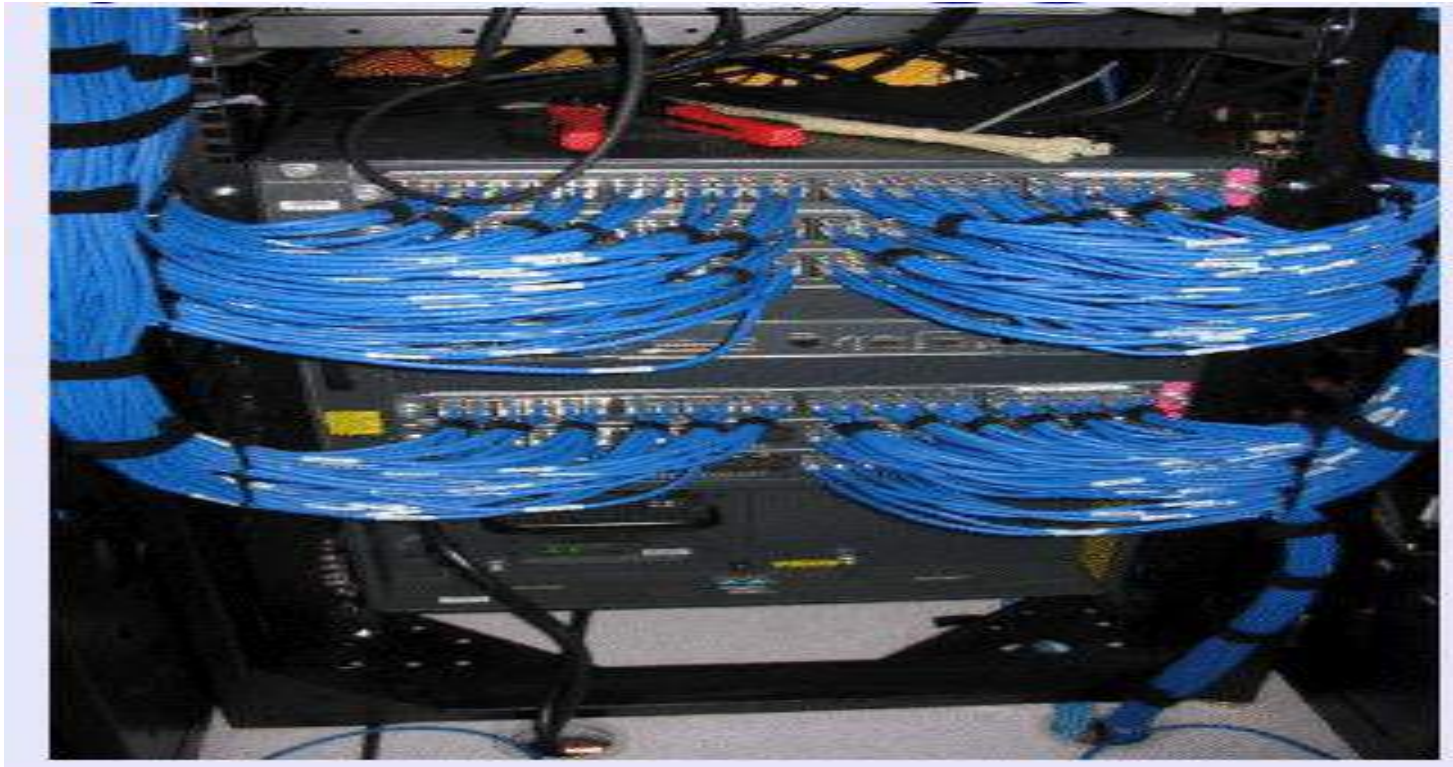
5. Switch

- Pada dasarnya switch sama dengan bridge
- Perbedaannya adalah switch memiliki jumlah port yang lebih banyak
- Switch disebut juga multiport bridge
- Switch melakukan penyaringan terhadap data yang melewatinya dengan menggunakan alamat MAC.

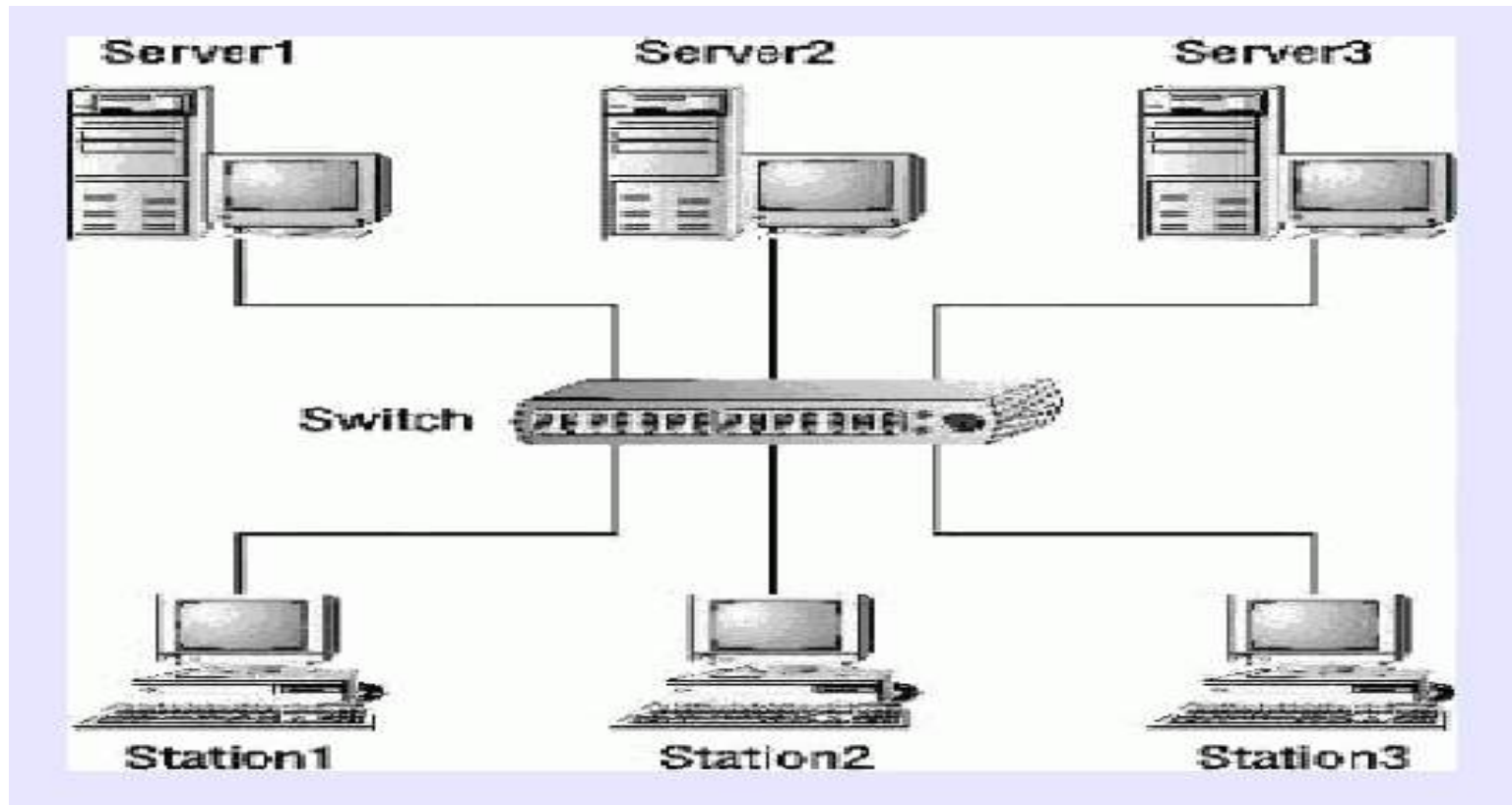
Contoh Sebuah Switch



Contoh Aplikasi penggunaan switch



Contoh Penerapan Switch dalam Jaringan Komputer



PERANGKAT KERAS JARINGAN KOMPUTER

HUB dan Switch



Perbedaan HUB dan

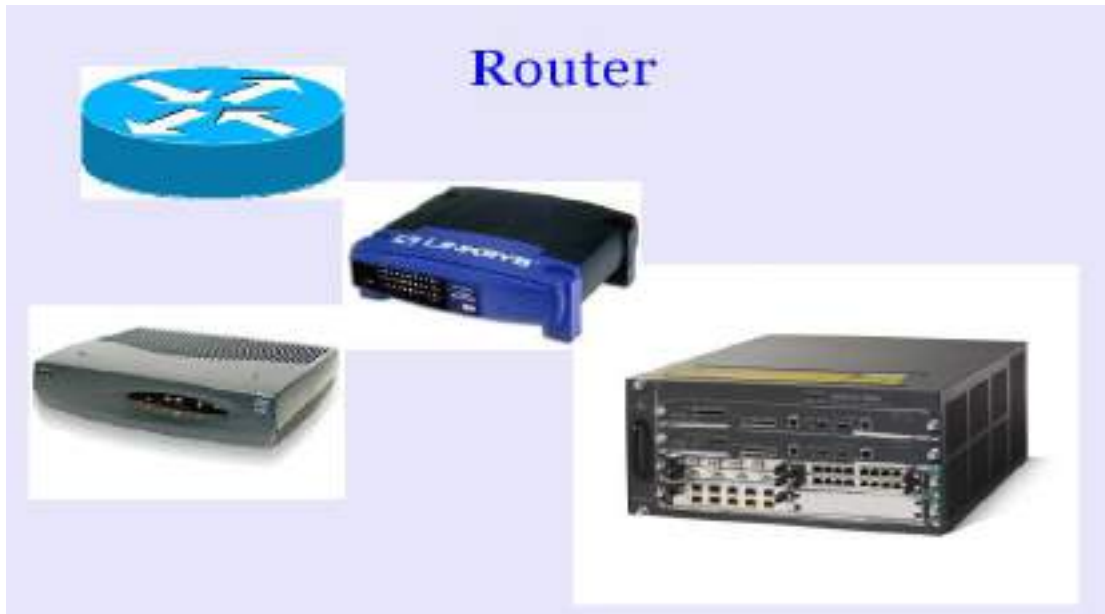
	Switch	Switch
Metode	Bekerja dengan metode broadcast, sehingga semua port yang ada akan dikirim sinyalnya	Bekerja dengan metode tabel MAC Address, sehingga sinyal hanya akan dikirim pada port yang dituju saja.
Kecepatan	Kurang	Baik
Domain Collision	Sering terjadi	Jarang / hampir tidak pernah terjadi



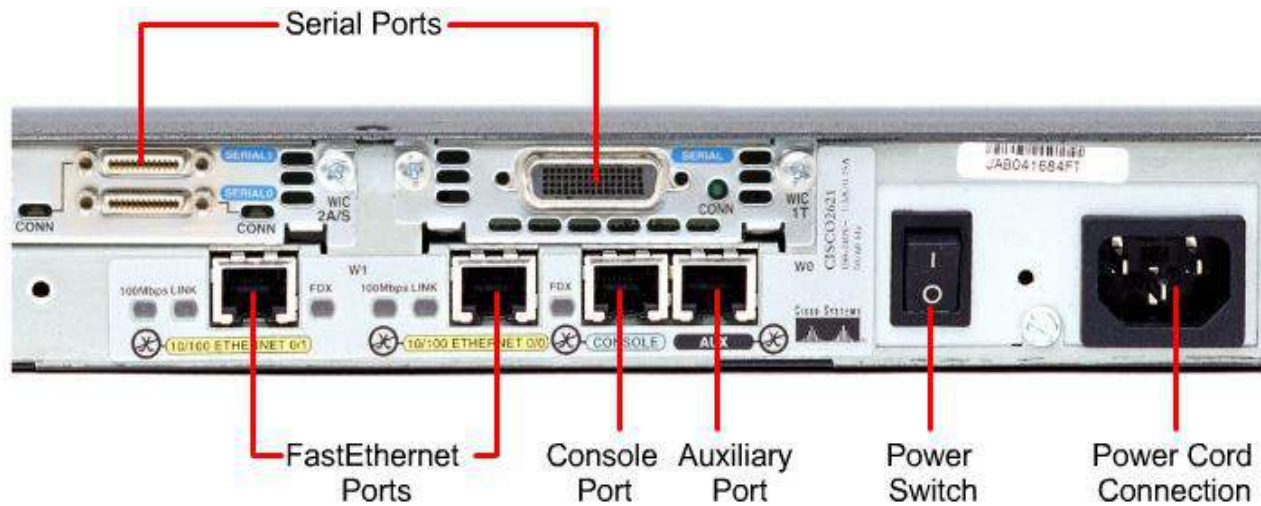
6. Router

- Merupakan perangkat jaringan yang mampu melewatkan paket data dari satu network ke network lain.
- Router adalah perangkat jaringan di lapisan network layer
- Sampai saat ini router masih menjadi backbone jaringan internet dunia.

Contoh Perangkat Router / 1



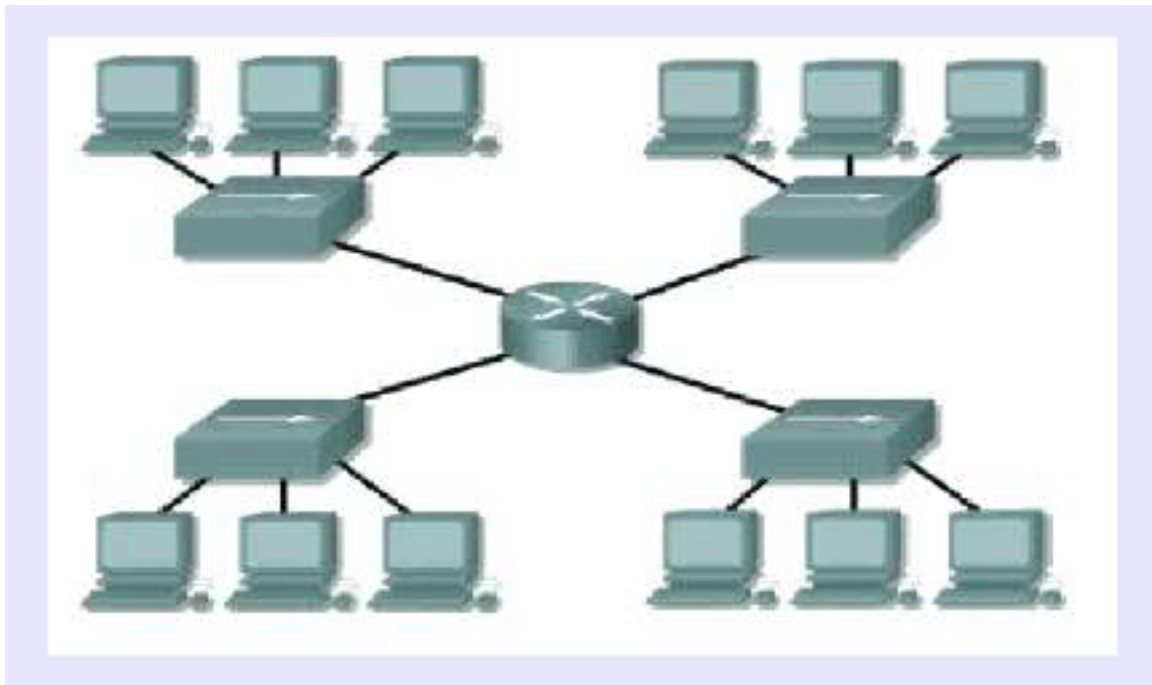
Contoh Perangkat Router/ 2



Prinsip Kerja Router

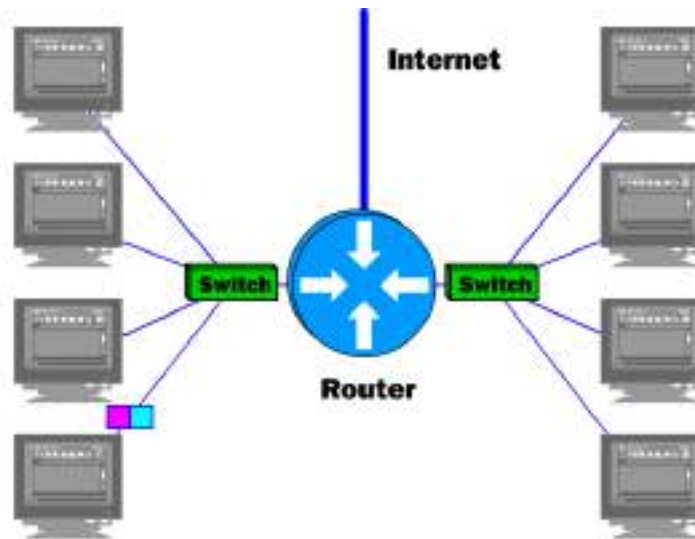
- Router bekerja dengan melakukan dua buah fungsi yaitu routing dan switching.
- Fungsi Routing dilakukan router untuk mencari jalur terbaik untuk melewati paket data ke tujuannya.
- Fungsi switching dilakukan router untuk memindahkan paket data dari satu port ke port yang lain pada router

Contoh Penerapan Router dalam Jaringan



PERANGKAT KERAS JARINGAN KOMPUTER

Routers



Contoh Nyata Penerapan Router pada Jaringan Komputer di Perusahaan

Router pada Jaringan SOHO



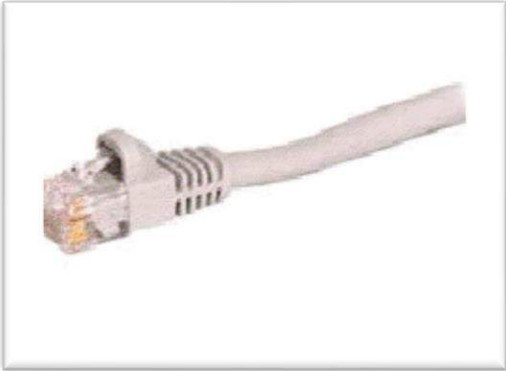
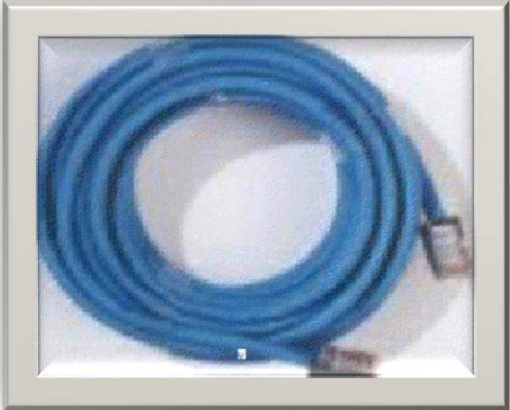
7. Kabel

- Perangkat jaringan yang digunakan untuk menghubungkan satu buah perangkat dengan perangkat yang lain.
- Misalnya menghubungkan PC ke hub/switch atau hub/switch ke router
- Secara umum jenis kabel terbagi menjadi dua, yaitu kabel LAN dan kabel WAN

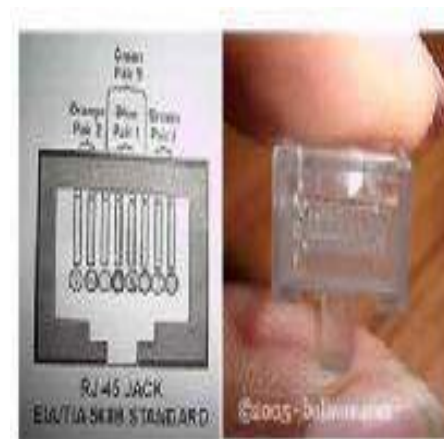
7.1 Kabel LAN

- Digunakan untuk menghubungkan perangkat jaringan yang jarak jangkauannya tidak terlalu jauh.
- Contoh:kabel UTP, STP, koaksial.
- Saat ini kabel yang paling banyak dipakai untuk LAN adalah UTP

Contoh Kabel LAN



Perangkat LAN



7.2 Kabel WAN

- Kabel WAN digunakan untuk menghubungkan perangkat jaringan dari satu jaringan ke jaringan lain yang jarak jangkauannya jauh.



Software Jaringan

- Meskipun hardware jaringan penting sekali, sebenarnya yang benar-benar menjalankan jaringan adalah software.
- Banyak software yang harus di-set up sesuai perintah agar jaringan dapat bekerja.
- Komputer server khususnya menggunakan sistem operasi khusus jaringan (network operating system atau NOS) agar berfungsi secara efisien, dan komputer client membutuhkan setting jaringannya dikonfigurasi dengan benar agar dapat mengakses jaringan.

KLASIFIKASI JARINGAN KOMPUTER

Klasifikasi JarKom

- Berdasarkan **luas areanya**, jaringan komputer dapat diklasifikasikan menjadi
 - **LAN (Local Area Network)** : mencakup satu tempat tertentu (Misalnya lab, ruang kantor, kampus, lokasi pabrik, dsb.)
 - **MAN (Metropolitan Area Network)** : mencakup luas satu kota
 - **WAN (WideAreaNetwork)** : mencakup seluruh dunia

Local Area Network (LAN)

- Merupakan arsitektur jaringan yang paling sederhana.
- Beroperasi pada area yang terbatas, yaitu : ≤ 10 Km
- Koneksi peralatan berdekatan
- Menyediakan fulltime konektifitas
- Kendali jaringan dibawah administrasi lokal
- Layanan-layanan yang dapat diberikan LAN adalah penggunaan file bersama (sharing file) atau penggunaan printer bersama (sharing printer).
- Contoh : LAN dalam satu Kantor atau satu gedung

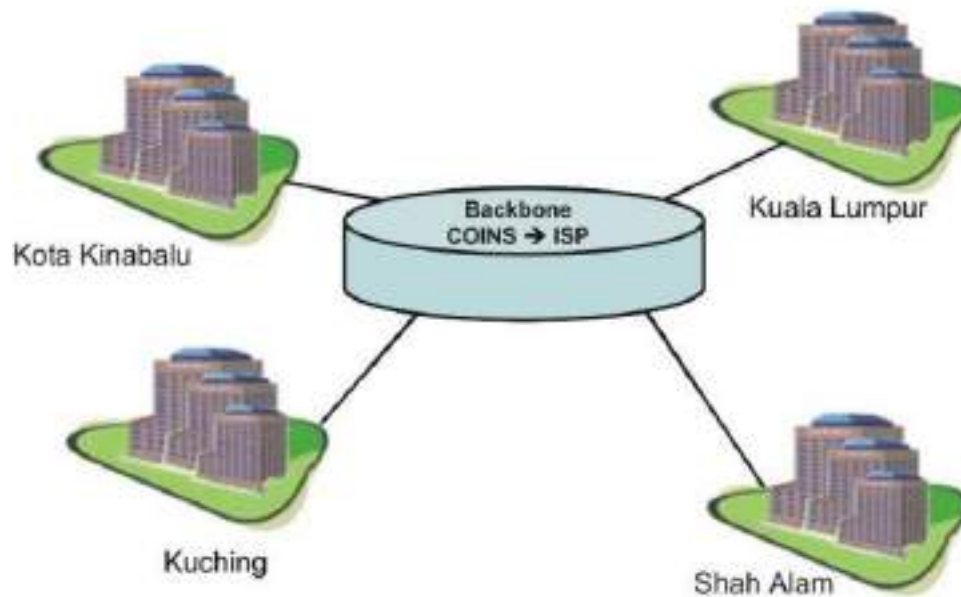
Contoh Sebuah Local Area Network



Metropolitan Area Network

- Meliputi area yang lebih besar dari LAN, misalnya antar wilayah dalam satu propinsi.
- Jarak jangkauannya adalah 10 – 50 Km
- Menghubungkan beberapa buah jaringan-jaringan kecil ke dalam lingkungan area yang lebih besar
- Sebagai contoh yaitu : jaringan Bank dimana beberapa kantor cabang sebuah bank di dalam sebuah kota besar dihubungkan antara satu dengan lainnya

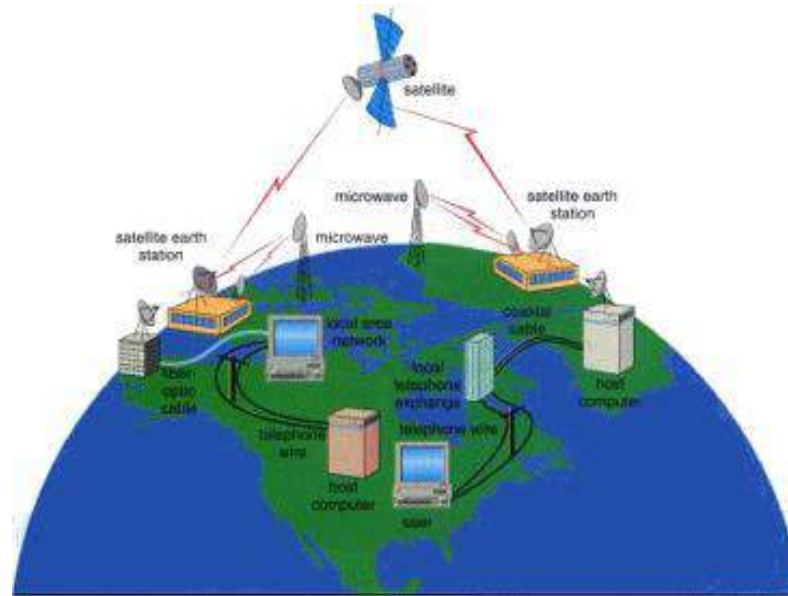
Contoh Metropolitan Area Network



Wide Area Network

- ❖ Merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang besar, yaitu >50 Km
- ❖ Digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain
- ❖ Hubungan antar LAN menggunakan teknologi serial
- ❖ Peralatan jaringan tersebar pada area yang luas
- ❖ Contoh : jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara
- ❖ Contoh WAN adalah jaringan internet

Wide Area Network



Perbedaan antara LAN dan WAN

LAN

- Mempunyai kecepatan data yang lebih tinggi
- Meliputi wilayah geografi yang lebih sempit
- Tidak membutuhkan jalur telekomunikasi yang disewa dari operator telekomunikasi

WAN

- Memiliki kecepatan yang rendah
- Meliputi wilayah yang lebih luas
- Membutuhkan jalur telekomunikasi yang disewa dari operator

Klasifikasi JarKom/2

- Internet adalah jaringan dari jaringan (*network of networks*).
- Intranet adalah sebuah jaringan komputer berbasis protokol TCP/IP seperti internet hanya saja digunakan dalam internal perusahaan, kantor, bahkan warung internet (WARNET) pun dapat di kategorikan Intranet
- Jika sebuah badan usaha/ bisnis/ institusi mengekspose sebagian dari internal jaringannya ke komunitas di luar, hal ini di sebut ekstranet. Memang biasanya tidak semua isi intranet di dikeluarkan ke publik untuk menjadikan intranet menjadi ekstranet

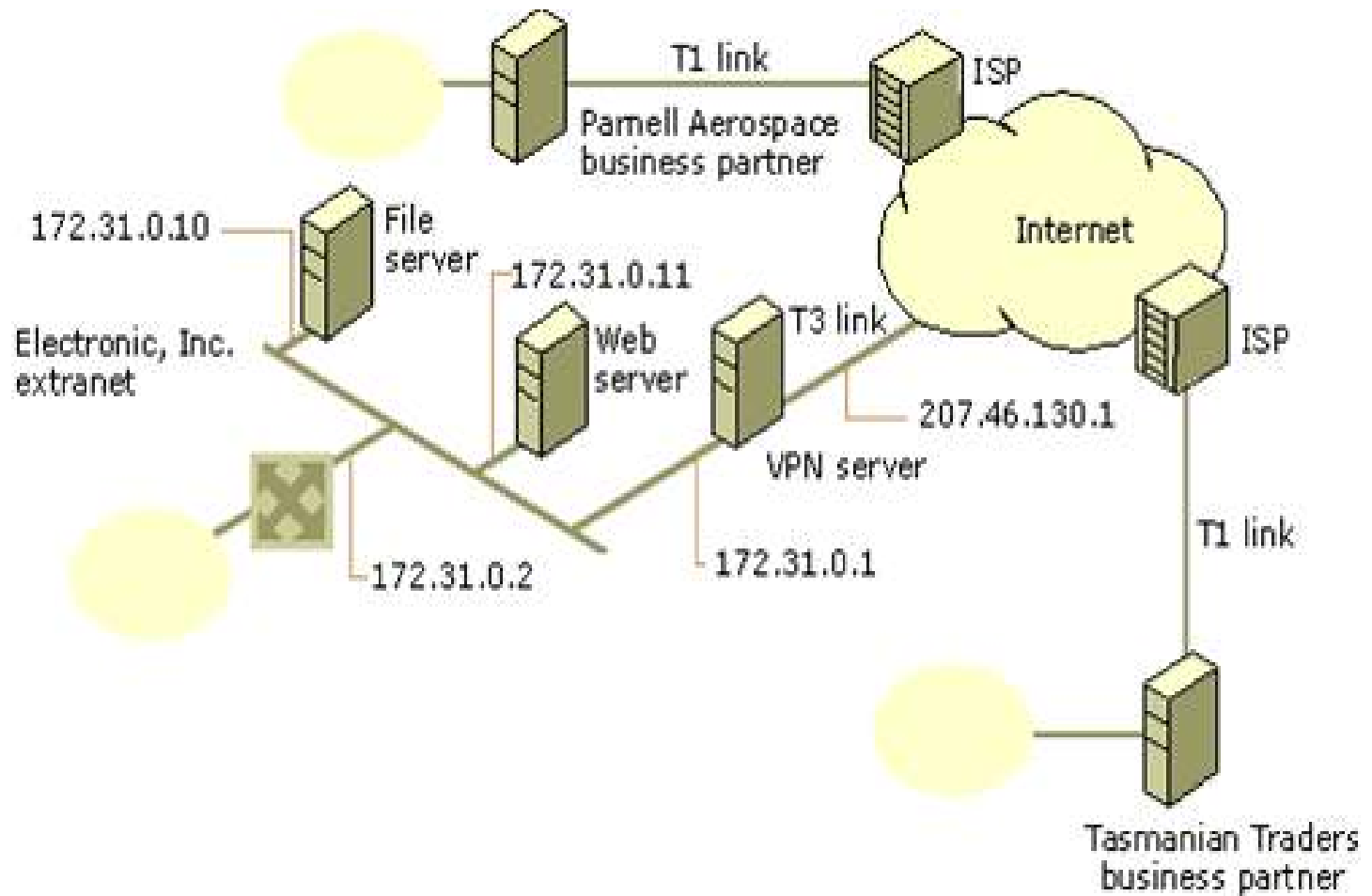
Internet



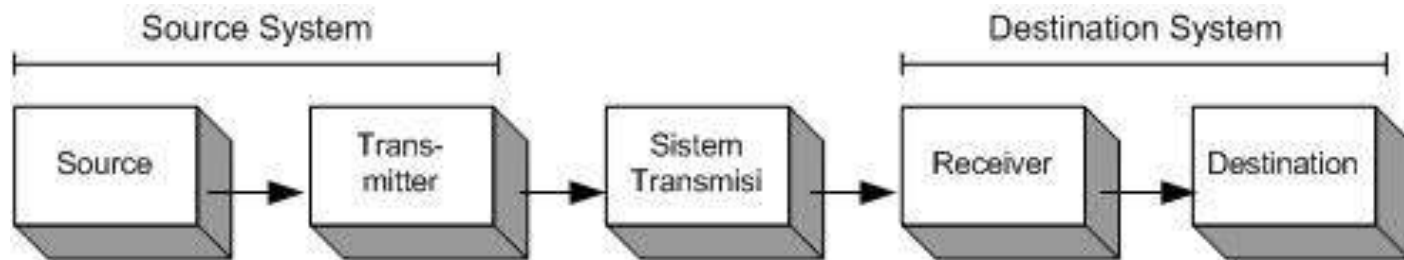
Intranet



Ekstranet



Model Komunikasi Data dalam Jarkom



(a) Diagram blok secara umum



(b) Contoh komunikasi

Komponen-Komponen Komunikasi Data

- ❑ **Source / Sumber** : Pihak yang mengirimkan informasi, misalnya pesawat telepon, telex, terminal, dll. Tugasnya adalah membangkitkan berita atau informasi dan menempatkannya pada media transmisi.
- ❑ **Transmitter / Pengirim** : mengkonversi/mentransformasi data dari sumber menjadi sinyal yang dapat dikirimkan melalui sistem transmisi, contohnya data dikonversi menjadi sinyal analog sehingga bisa dikirimkan via jalur telpon
- ❑ **Transmission System / Sistem Transmisi** : Pembawa data
- ❑ **Receiver / Penerima** : Pihak yang menerima informasi, misalnya pesawat telepon, telex, terminal, dll. Tugasnya adalah menerima berita atau informasi yang dikirimkan oleh pengirim berita.
- ❑ **Destination / Tujuan** : tujuan akhir dari pengiriman data.

Jaringan Komputer Berdasarkan Fungsi

Jaringan Client Server

- Server adalah komputer yang menyediakan fasilitas bagi komputer-komputer lain didalam jaringan
- Client adalah komputer-komputer yang menerima atau menggunakan fasilitas yang disediakan oleh server.
- Server di jaringan tipe client-server disebut dengan *Dedicated Server* karena murni berperan sebagai server yang menyediakan fasilitas kepada workstation dan server tersebut tidak dapat berperan sebagai workstation.

Jaringan Komputer Berdasarkan Fungsi / 2

Kelebihan Jaringan Client Server

- ✓ Kecepatan akses lebih tinggi karena penyediaan fasilitas jaringan dan pengelolaannya dilakukan secara khusus oleh satu komputer (server) yang tidak dibebani dengan tugas lain sebagai workstation.
- ✓ Sistem keamanan dan administrasi jaringan lebih baik, karena terdapat seorang pemakai yang bertugas sebagai administrator jaringan, yang mengelola administrasi dan sistem keamanan jaringan.
- ✓ Sistem backup data lebih baik, karena pada jaringan client-server backup dilakukan terpusat di server, yang akan membackup seluruh data yang digunakan di dalam jaringan.

Jaringan Berdasarkan Fungsi /3

Kekurangan Jaringan Client Server

- Biaya operasional relatif lebih mahal.
- Diperlukan adanya satu komputer khusus yang berkemampuan lebih untuk ditugaskan sebagai server.
- Kelangsungan jaringan sangat tergantung pada server. Bila server mengalami gangguan maka secara keseluruhan jaringan akan terganggu.

Jaringan Komputer Berdasarkan Fungsi / 4

Peer to Peer

- Server di jaringan tipe peer to peer diistilahkan *non-dedicated server*, karena server tidak berperan sebagai server murni melainkan sekaligus dapat berperan sebagai workstation.
- **Kelebihan Peer to Peer**
 - Antar komputer dalam jaringan dapat saling berbagi-pakai fasilitas yang dimilikinya seperti: harddisk, drive, fax/modem, printer.
 - Biaya operasional relatif lebih murah dibandingkan dengan tipe jaringan client-server, salah satunya karena tidak memerlukan adanya server yang memiliki kemampuan khusus untuk mengorganisasikan dan menyediakan fasilitas jaringan.
 - Kelangsungan kerja jaringan tidak tergantung pada satu server. Sehingga bila salah satu komputer/peer mati atau rusak, jaringan secara keseluruhan tidak akan mengalami gangguan.

Jaringan Komputer Berdasarkan Fungsi / 5

Kelemahan Peer to Peer

- Troubleshooting jaringan relatif lebih sulit, karena pada jaringan tipe peer to peer setiap komputer dimungkinkan untuk terlibat dalam komunikasi yang ada.
- Unjuk kerja lebih rendah dibandingkan dengan jaringan client-server, karena setiap komputer/peer disamping harus mengelola pemakaian fasilitas jaringan juga harus mengelola pekerjaan atau aplikasi sendiri.
- Sistem keamanan jaringan ditentukan oleh masing-masing user dengan mengatur keamanan masing-masing fasilitas yang dimiliki.
- Karena data jaringan tersebar di masing-masing komputer dalam jaringan, maka backup harus dilakukan oleh masing-masing komputer tersebut.

TOPOLOGI JARINGAN

Topologi merupakan gambaran tentang bagaimana komputer dan peralatan jaringan tersusun dalam suatu jaringan

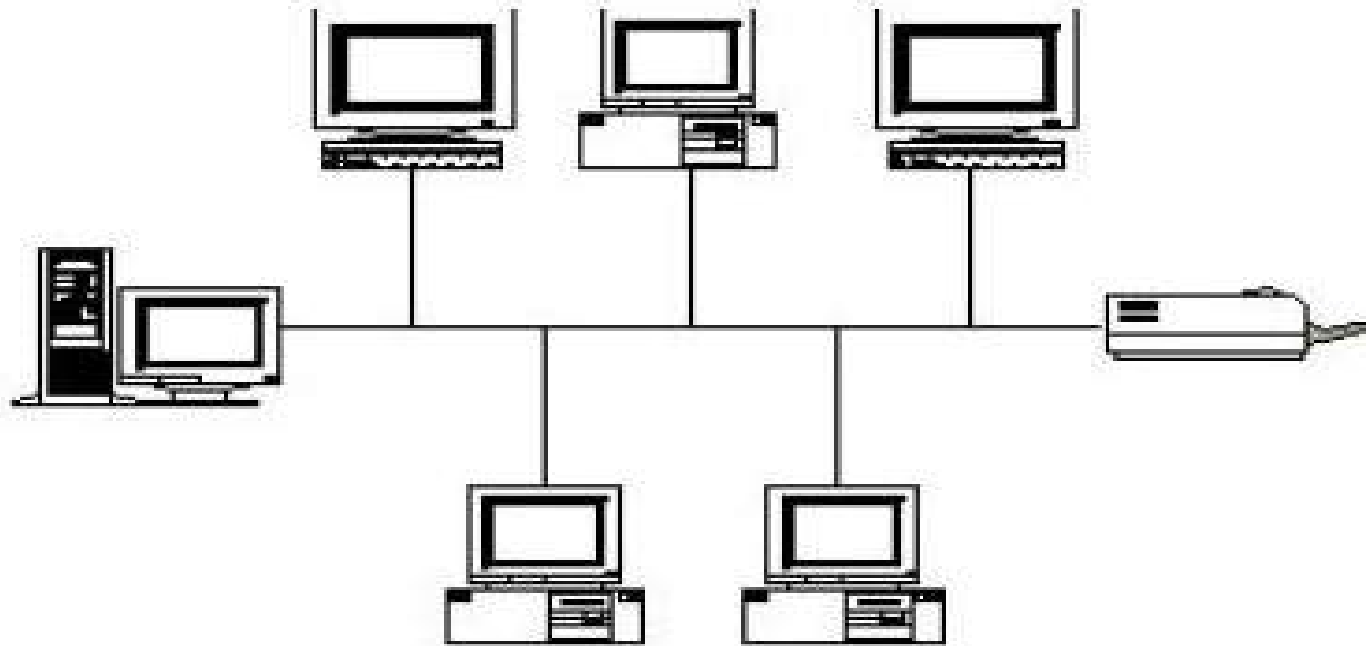
Topologi jaringan dibagi menjadi :

1. Fisik :
adalah bentuk layout topologi yang akan diimplementasikan pada jaringan.
2. Logika : adalah gambaran bagaimana aliran data dalam suatu jaringan

Topologi Bus

- ❖ Topologi bus adalah penggunaan bersama-sama satu kabel (shared cable) jenis coaxial di sepanjang node client dan biasa disebut sebagai **Backbone** (tulang punggung jaringan).
- ❖ Dan menggunakan terminator T connector yang ditempatkan pada ujung backbone untuk mencegah sinyal balik ke kabel dan menyebabkan interferensi.

Topologi Bus



Kelebihan topologi bus :

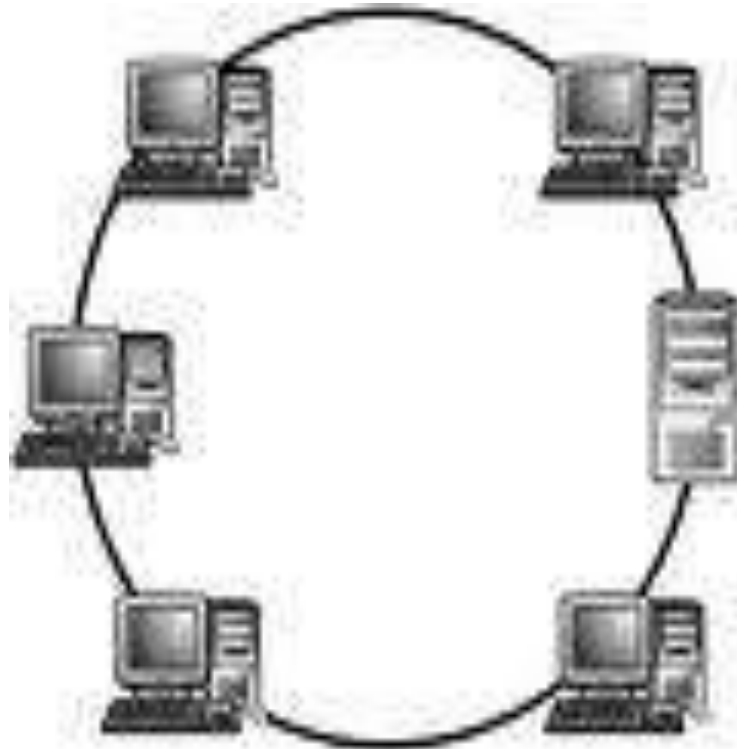
- Biaya instalasi sangat murah, karna hanya menggunakan sedikit kabel
- Kemudahan menambah client / workstation baru

Kekurangan topologi bus :

- Apabila salah satu kabel putus atau bermasalah, maka akan mengganggu komputer / workstation lainnya
- Proses sending dan receiving data kurang efisien. Bahkan sering terjadi tabrakan data pada topologi ini
- Topologi lama dan sulit untuk dikembangkan

Topologi Ring

Topologi yang menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya dalam satu buah rangkaian melingkar dengan memanfaatkan kartu jaringan (Lan Card)



Kelebihan topologi cincin :

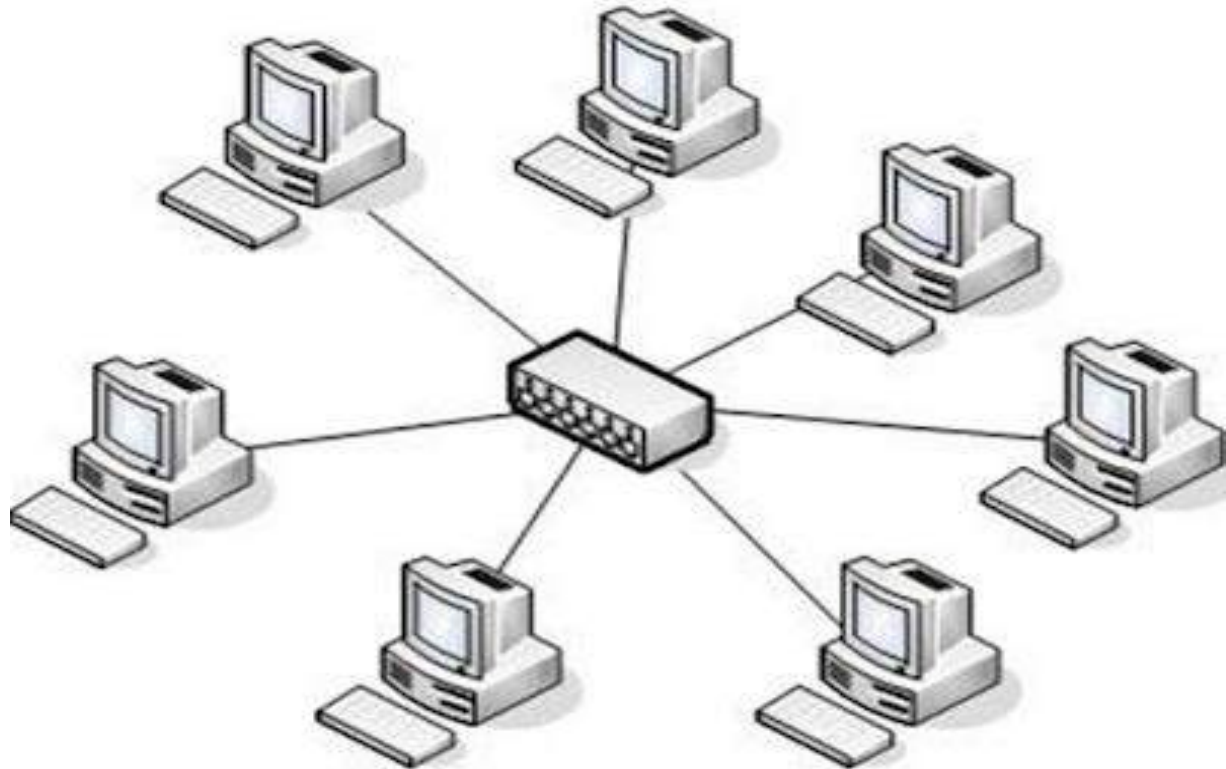
- Mudah diimplementasikan
- Konfigurasi ulang dan instalasi perangkat baru cukup mudah
- Biaya instalasi lumayan murah

Kerugian topologi cincin :

- Sulit dalam pengelolaan
- Kinerja komunikasi dinilai dari jumlah atau sejumlah titik/node
- Apabila salah satu koneksi putus, maka akan menyebabkan koneksi lainnya terputus
- Biasanya terjadi coalision

Topologi bintang(star)

Semua node bergabung pada satu titik konsentrator seperti hub / switch



Kelebihan Topologi Star

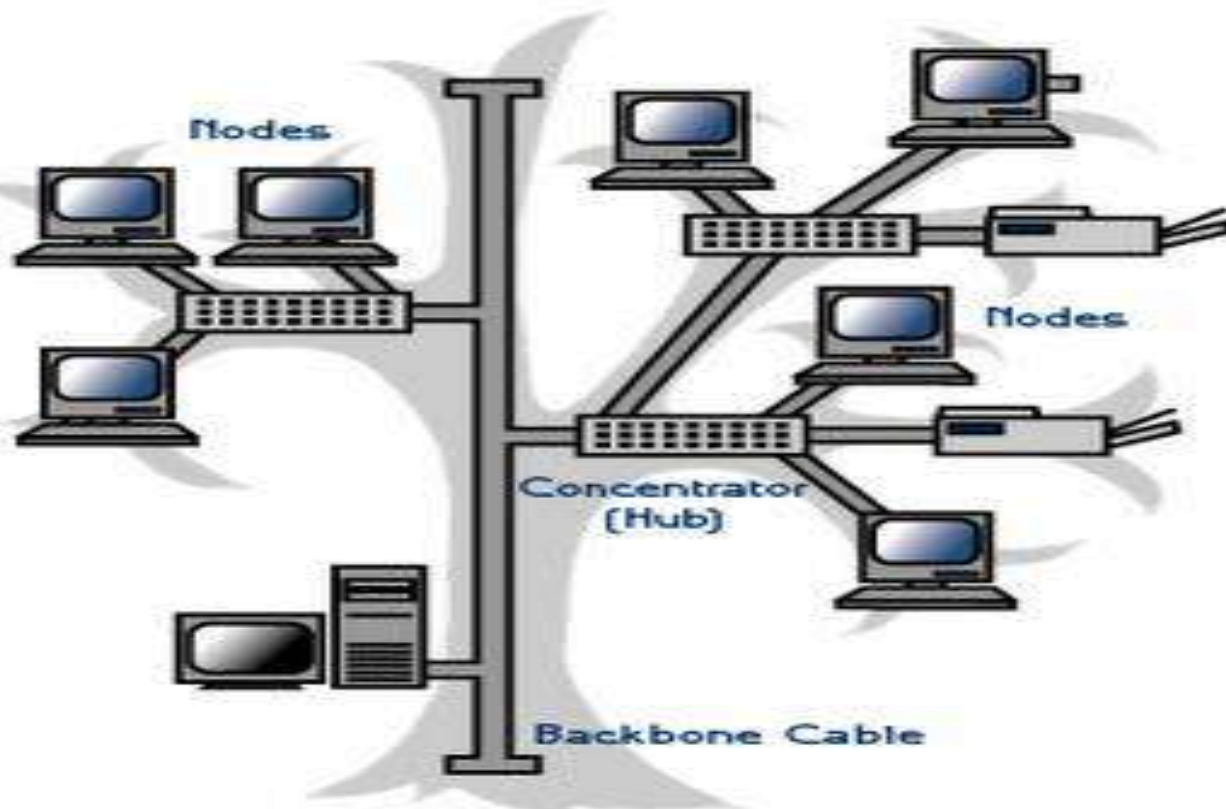
- Fleksibel
- Tingkat keamanan cukup baik dibanding bus
- Kemudahan deteksi masalah cukup mudah bila terjadi kerusakan pada jaringan

Kerugian topologi star :

- Membutukan banyak kabel
- Jika hub atau konsentrator rusak, maka fungsi jaringan tidak akan bekerja
- Investasi cukup mahal
- Jaringan sangat tergantung pada terminal pusat

Topologi Pohon /Tree

Topologi gabungan antara topologi star dan topologi bus, Umumnya difungsikan untuk interkoneksi antar sentral dengan hirarki yang berbeda-beda



Kelebihan Topologi Tree

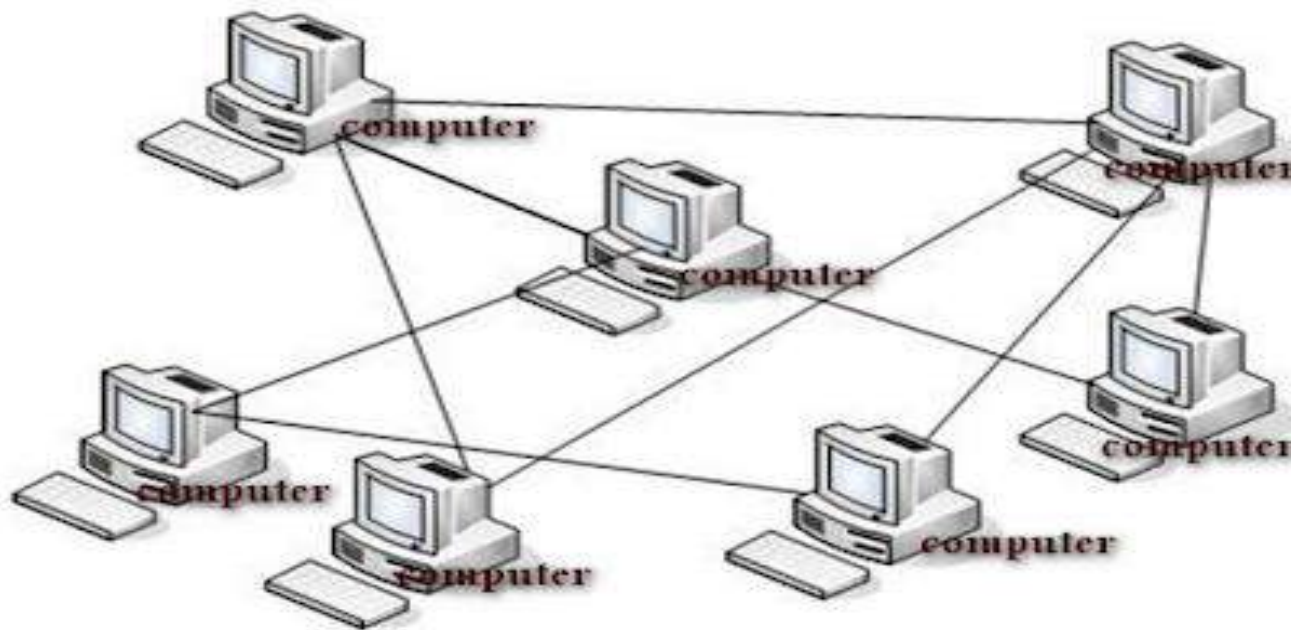
- Manajemen data lebih baik dan mudah
- Pengembangan dapat lebih luas lagi

Kerugian topologi tree :

- ✓ Jika jalur utama putus, seluruh bagian jaringan tidak bekerja
- ✓ Sulit dalam konfigurasi serta pengkabelannya
- ✓ Kinerja jaringan terbilang lambat

Topologi Mesh

Topologi dengan aspek pemilihan rute yang sangat banyak. Fungsi tersebut berfungsi sebagai jalur backup pada saat jalur lain mengalami masalah



Kelebihan Topologi Mesh

- Jalur pengiriman data yang diperlukan sangat banyak
- Keamanan terbilang cukup baik

Kekurangan Topologi Mesh

- Instalasi rumit
- Membutuhkan banyak kabel
- Biaya yang dikeluarkan sangat mahal

Faktor Pemilihan Topologi

Faktor-faktor yang perlu mendapat pertimbangan dalam pemilihan topologi adalah:

- Biaya
- Kecepatan
- Lingkungan
- Ukuran
- Konektifitas

IP ADDRESS

IP ADDRESS

- IP address (Internet Protocol) adalah alamat logika yang diberikan kepada perangkat jaringan yang menggunakan protocol TCP/IP.
- Protocol TCP/IP digunakan untuk meneruskan packet informasi (routing) dalam jaringan LAN, WAN dan internet.
- IP address dibuat untuk mempermudah dalam pengaturan atau pemberian alamat pada perangkat jaringan agar perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi.
- **Contoh sebuah IP Address : 192.168.1.1/24 ; 202.11.1.1 /26**

IP ADDRESS / 2

- Bersifat uniq Logical address
- Tersusun dari 32 bit(4 oktet) 1 oktet = 8 bit
- Terbagi menjadi 2 bagian :
 - Alamat jaringan/Netid(Network address)
 - Alamat Host/Hostid
- Tiap oktet dipisah dengan notasi dot (titik)
- Tiap oktet dirubah ke dalam angka desimal dan dipisah oleh dot

10000000 00001011 00000011 01111111

128

11

3

31

IPV4

- Terdiri dari 32 bit bilangan binary, yang ditulis dalam 4 kelompok oktat yang dipisahkan dengan tanda titik.
- **Contoh : 192.168.44.1**

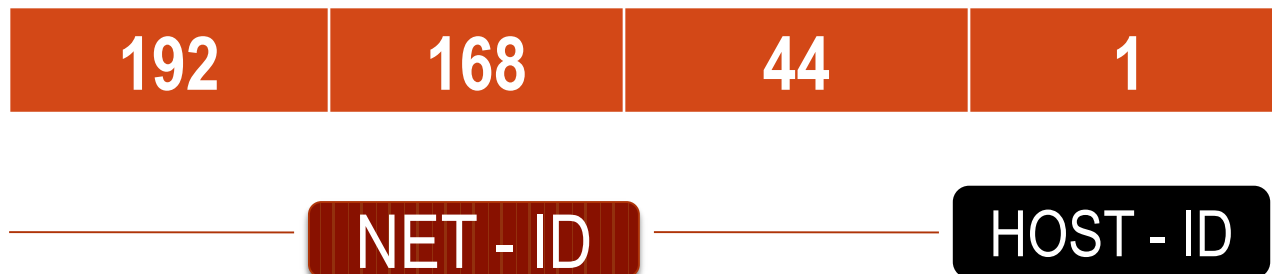
192	168	44	1
11000000	10101000	00101100	00000001

- Secara simbolik IP address dapat ditulis dengan kelompok huruf sebagai berikut :

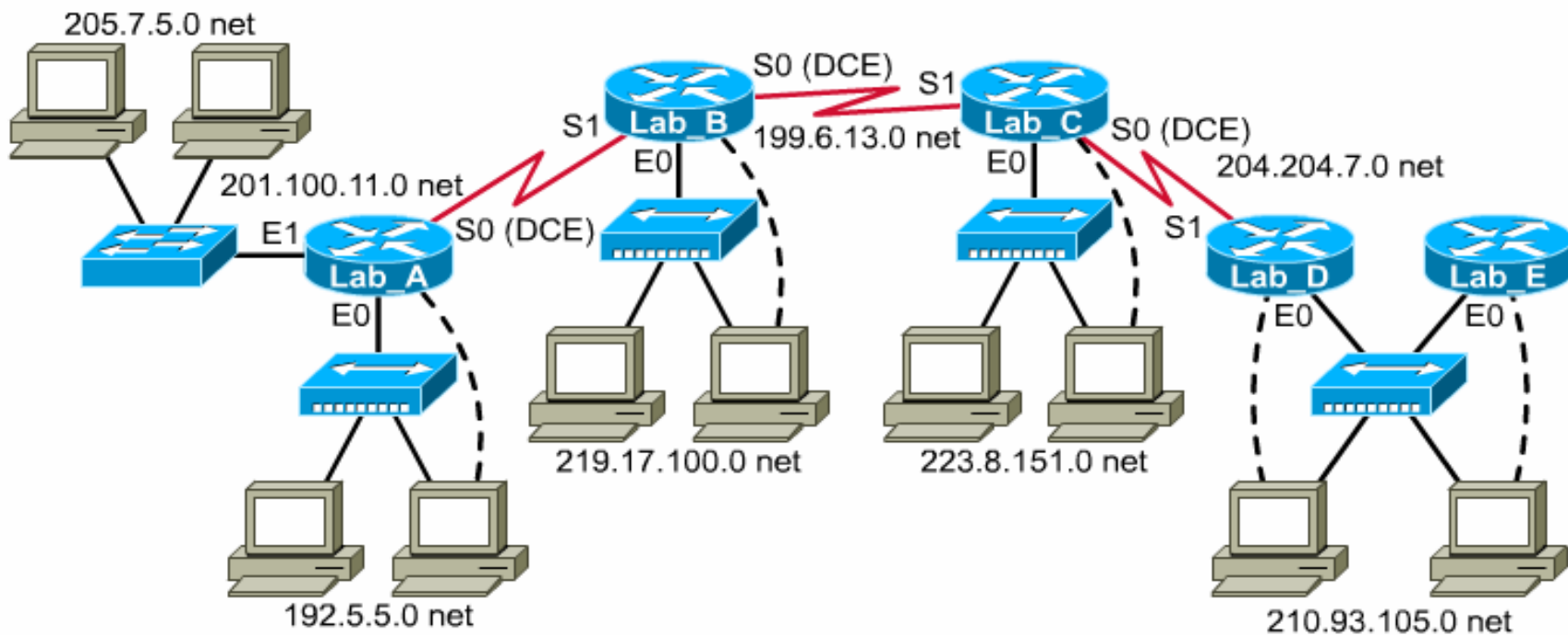
W	X	Y	Z
---	---	---	---

IPV4 / 2

- IP address terdiri dari dua bagian yaitu Network ID dan Host ID,
- Network ID merupakan alamat jaringan,
- Host ID merupakan alamat komputer.
- IP address memberikan alamat lengkap suatu komputer berupa gabungan alamat network dan alamat komputer.



Contoh Penerapan IP Address



Router Name - Lab_A
 Router Type - 2514
 E0 = 192.5.5.1
 E1 = 205.7.5.1
 S0 = 201.100.11.1
 SM = 255.255.255.0

Router Name - Lab_B
 Router Type - 2503
 E0 = 219.17.100.1
 S0 = 199.6.13.1
 S1 = 201.100.11.2
 SM = 255.255.255.0

Router Name - Lab_C
 Router Type - 2503
 E0 = 223.8.151.1
 S0 = 204.204.7.1
 S1 = 199.6.13.2
 SM = 255.255.255.0

Router Name - Lab_D
 Router Type - 2501
 E0 = 210.93.105.1
 S1 = 204.204.7.2
 SM = 255.255.255.0

Router Name - Lab_E
 Router Type - 2501
 E0 = 210.93.105.2
 SM = 255.255.255.0

Kelas-Kelas IP Address

Kelas	NET - ID	HOST - ID	Default Subnet Mask
A	W.	X.Y.Z	255.0.0.0
B	W.X.	Y.Z	255.255.0.0
C	W.X.Y	Z	255.255.255.0

Net -ID dan Host ID

KELAS	NET - ID	HOST ID
A	8	24
B	16	16
C	24	8

- Network ID menunjukkan nomor network,
- Host ID mengidentifikasi host dalam satu network

Pengelompokan Kelas-Kelas IP Address

KELAS	RENTANG IP ADDRESS
A	1 - 126
B	128 - 191
C	192 - 223
D	224 - 239
E	240 - 247

IP PRIVATE

- IP address yang dapat dipakai tanpa pendaftaran (alamat pribadi) untuk dikelola sendiri.

KELAS	Kelompok IP Private Address
A	10.0.0.1 - 10.255.255.254
B	172.16.0.1 - 172.31.255.254
C	192.168.0.1 - 192.168.255.254

- IP Private address ini hanya dapat digunakan untuk jaringan pribadi dan tidak dikenal oleh internet.

Aturan Dasar IP

- Network ID tidak boleh sama dengan 127
Network ID 127 tidak dapat digunakan karena ia secara default digunakan dalam keperluan 'loop-back'. ('Loop-Back' adalah IP address yang digunakan komputer untuk menunjukan dirinya sendiri).
- Network ID dan host ID tidak boleh sama dengan 255 (seluruh bit diset 1)
Network ID dan host ID tidak boleh semua bitnya diset 1, karena akan diartikan sebagai alamat broadcast. ID broadcast merupakan alamat yang mewakili seluruh anggota jaringan. Pengiriman paket ke alamat ini akan menyebabkan paket ini didengarkan oleh seluruh anggota network tersebut.

Aturan Dasar IP / 2

- Network ID dan host ID tidak boleh sama dengan 0 (seluruh bit diset 0)

Karena IP address dengan host ID 0 diartikan sebagai alamat network. Alamat network adalah alamat yang digunakan untuk menunjuk suatu jaringan, dan tidak menunjukan suatu host

- Host ID harus unik dalam suatu network

Dalam satu network, tidak boleh ada dua host dengan host ID yang sama

Subnetting

Subnetting adalah pembagian suatu kelompok alamat IP menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi. Tujuan melakukan subnetting adalah:

- Membagi suatu kelas jaringan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.
- Keteraturan

Subnetting / 2

Pada dasarnya subnetting akan berkisar pada empat masalah yaitu :

- Jumlah subnet
- Jumlah host per subnet
- Blok Subnet
- Alamat host dan alamat broadcast yang valid

Contoh Subnetting 1

Lakukan subnetting terhadap network address 192.168.1.0/26

- Analisa 1 : Termasuk kelas C

Subnet mask /26 (255.255.255.192)

- Analisa 2 : Jumlah subnet = Menggunakan rumus $2^x = 2^2 = 4$
 - x adalah banyaknya binari 1 pada oktet terakhir subnet mask (1 oktet terakhir untuk kelas C, 2 oktet terakhir untuk kelas B, dan 3 oktet terakhir untuk kelas A)
- Analisa 3 : Jumlah host per subnet = Menggunakan rumus $2^y - 2 = 2^6 - 2 = 64 - 2 = 62$ host
- Analisa 4 : Blok subnet = 256 – nilai oktet terakhir subnet mask
 - $256 - 192 = 64$
 - Subnet berikutnya adalah $64 + 64 = 128$, dan $128 + 64 = 192$. Jadi subnet lengkapnya adalah **0, 64, 128, 192**

Contoh Subnetting 1 / lanjut

- Alamat host dan Alamat Broadcast

Host pertama adalah 1 angka setelah subnet, dan broadcast adalah 1 angka sebelum subnet berikutnya

Host terakhir adalah satu angka sebelum broadcast

Subnet	192.168.1.0	192.168.1.64	192.168.1.128	192.168.1.192
Host Pertama	192.168.1.1	192.168.1.65	192.168.1.129	192.168.1.193
Host Terakhir	192.168.1.62	192.168.1.126	192.168.1.190	192.168.1.254
Broadcast	192.168.1.63	192.168.1.127	192.168.1.191	192.168.1.255

Contoh Subnetting 2

Lakukan subnetting terhadap network address 192.168.1.0 255.255.255.224

- Analisa 1 : Termasuk kelas C
- Analisa 2 : Jumlah subnet = Menggunakan rumus $2^x = 2^3 = 8$
 - x adalah banyaknya binari 1 pada oktet terakhir subnet mask (1 oktet terakhir untuk kelas C, 2 oktet terakhir untuk kelas B, dan 3 oktet terakhir untuk kelas A)
- Analisa 3 : Jumlah host per subnet = Menggunakan rumus $2^y - 2 = 2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$ host
 - y adalah banyaknya binari 0 pada oktet terakhir subnet mask (1 oktet terakhir untuk kelas C, 2 oktet terakhir untuk kelas B, dan 3 oktet terakhir untuk kelas A)
- Analisa 4 : Blok subnet = $256 - \text{nilai oktet terakhir subnet mask}$
 - $256 - 224 = 32$
 - Subnet berikutnya adalah $32 + 32 = 64$, dan $64 + 32 = 96$.dst.
 - Jadi subnet lengkapnya adalah **0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224**

Contoh Subnetting 2 / lanjut

- Alamat host dan Alamat Broadcast

Host pertama adalah 1 angka setelah subnet,

Broadcast adalah 1 angka sebelum subnet berikutnya

Host terakhir adalah satu angka sebelum broadcast

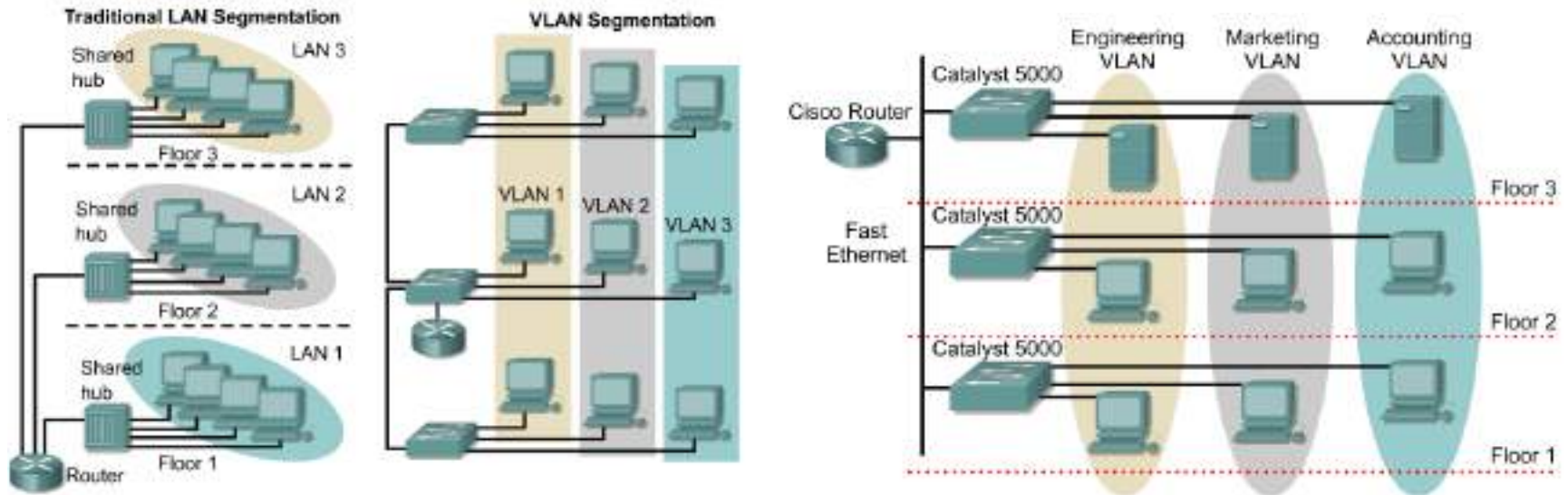
Subnet	192.168.1.0	192.168.1.32	192.168.1.64	192.168.1.96
Host Pertama	192.168.1.1	192.168.1.33	192.168.1.65	192.168.1.97
Host Terakhir	192.168.1.30	192.168.1.62	192.168.1.94	192.168.1.126
Broadcast	192.168.1.31	192.168.1.63	192.168.1.95	192.168.1.127

Virtual LAN (VLAN)

Overview

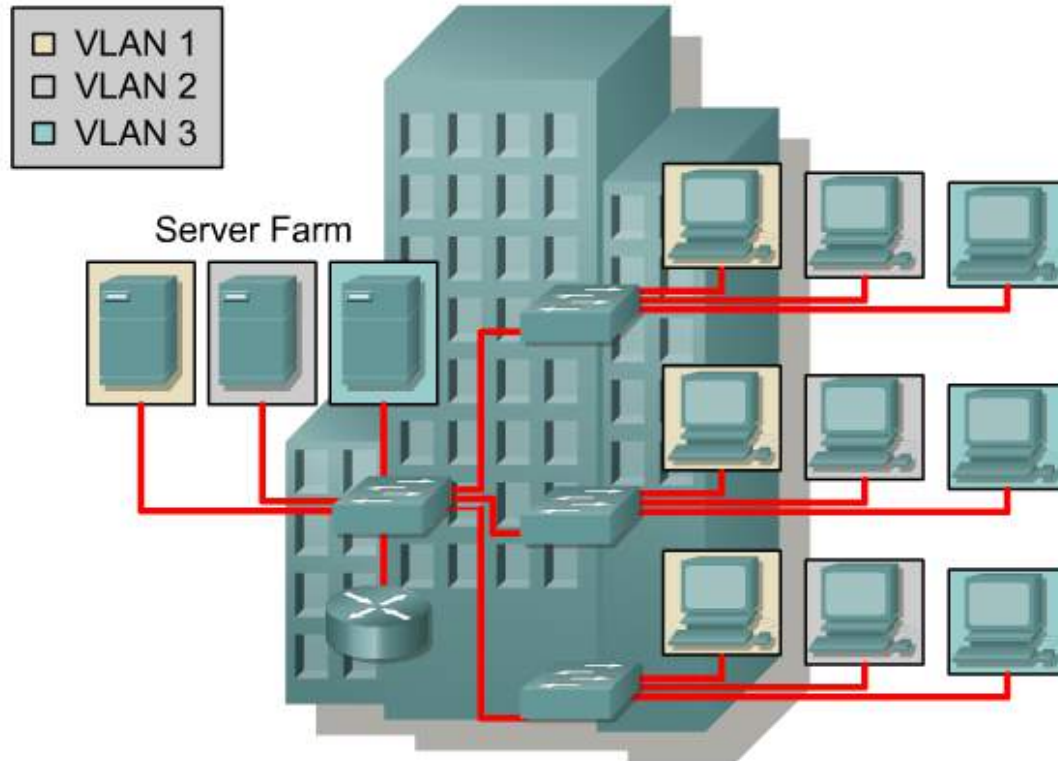
- Apa VLAN ?
- Keuntungan VLAN
- Bagaimana VLAN dapat membatasi broadcast domain?
- Menjelaskan bagaimana router digunakan untuk mengatur komunikasi antar VLAN
- Tipe-tipe VLAN

Pengenalan VLAN



- VLAN digunakan untuk segmentasi berdasarkan pada “broadcast domain”
- Tujuan diterapkan VLAN adalah untuk mengurangi terjadinya collision dan mempermudah manajemen network dan security

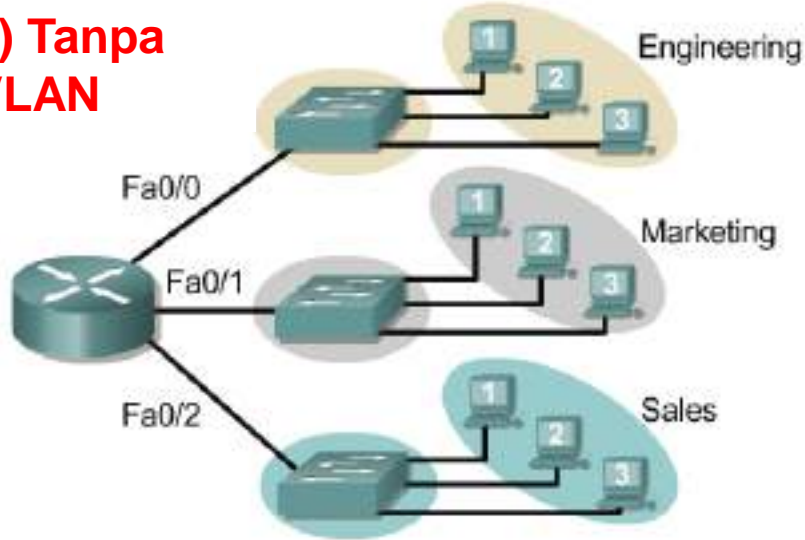
Broadcast domains pada VLAN dan Router dan VLAN



- **Setiap VLAN adalah satu broadcast**
- **Gambar diatas terdiri dari 3 broadcast domain.**

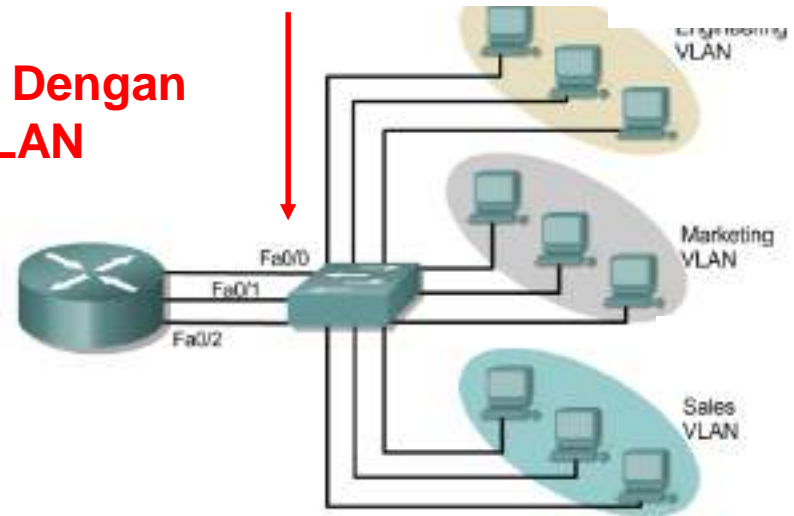
Broadcast domain dengan VLAN dan router

1) Tanpa VLAN



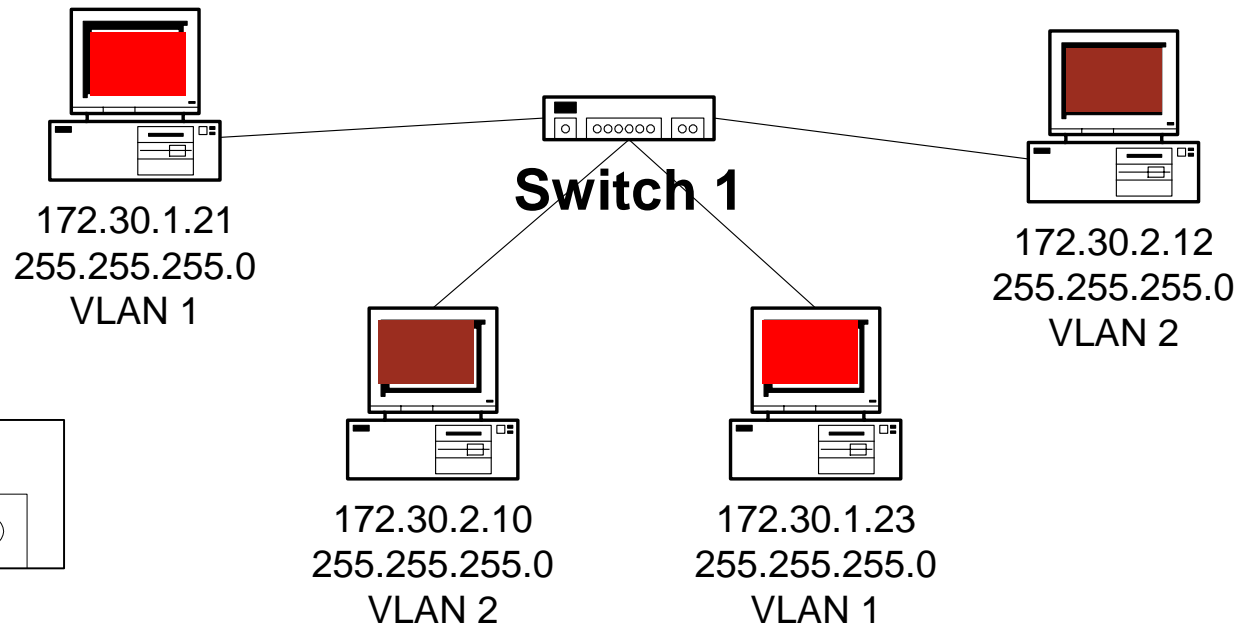
Satu link per VLAN atau single VLAN Trunk

2) Dengan VLAN



- 1) Tanpa VLAN
atau dengan kata lain satu VLAN. Satu network IP.
- 2) Dengan VLAN.
Switch di konfigurasi dimana tiap portnya dapat ditentukan menjadi sebuah VLAN.
- Bagaimana broadcast domain pada kedua macam network tersebut?

Cara kerja VLAN



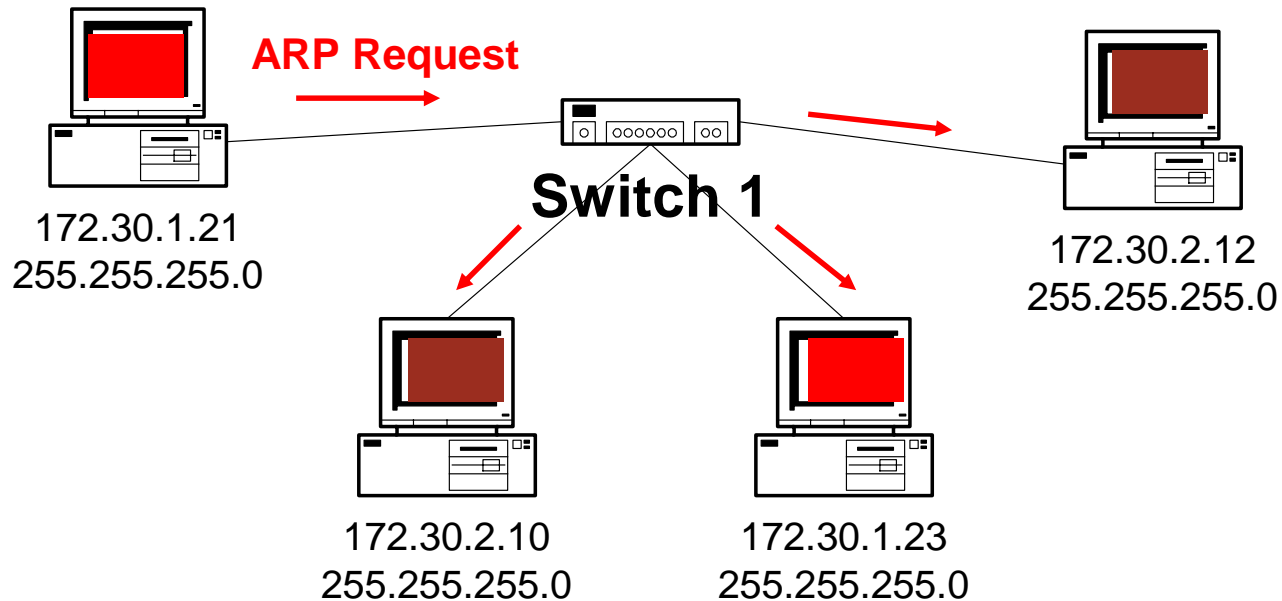
Two VLANs

- Two Subnets

Catatan penting VLAN:

1. VLAN dikonfigurasi pada tiap port dari switch. Bukan pada host (PC)
2. Untuk membuat host (PC) menjadi anggota sebuah VLAN, maka harus diberikan IP address dan subnet satu network dengan VLAN tersebut.

tanpa VLAN = tanpa Broadcast Control

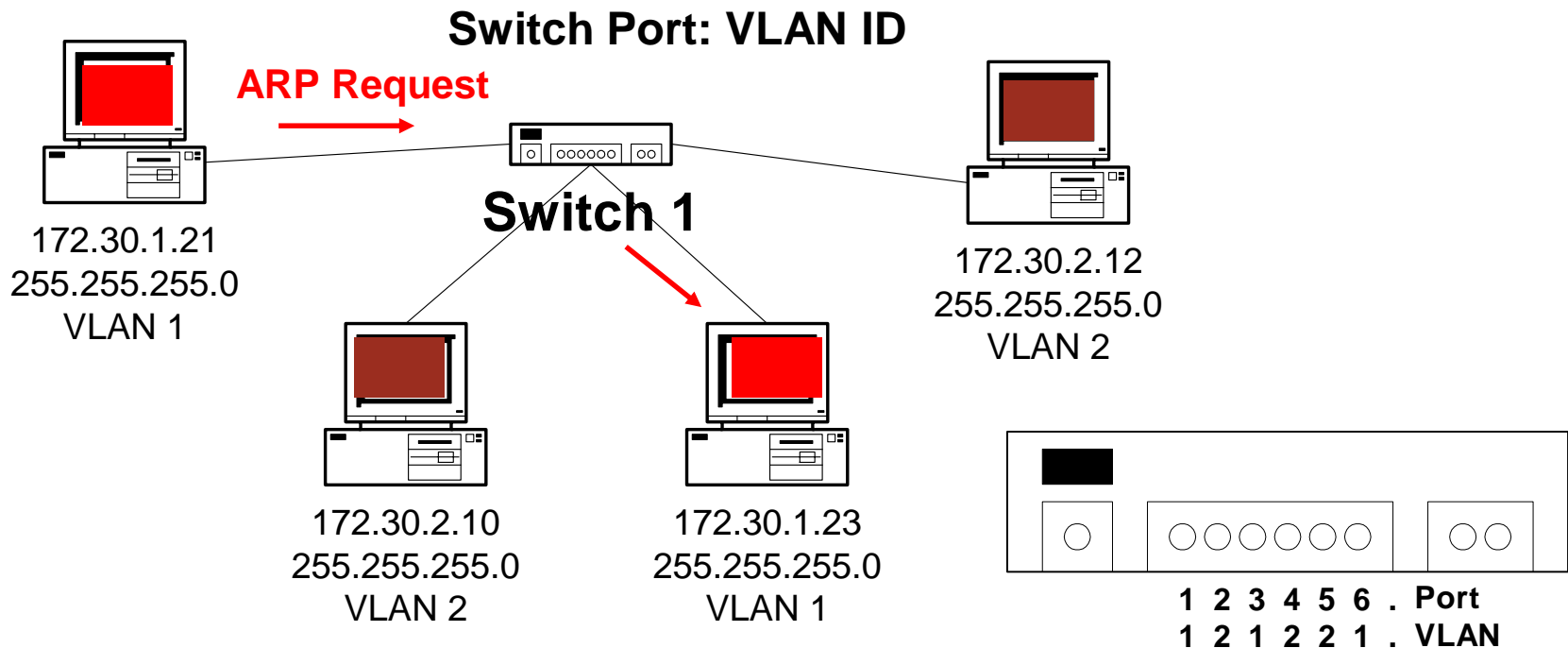


No VLANs

- Same as a single VLAN
- Two Subnets

- Tanpa VLAN, ARP Request akan dikirim ke semua host.
- Akan memakan bandwidth, dan sering terjadi tumbukan (collision).

dengan VLAN – Broadcast Control



Two VLANs

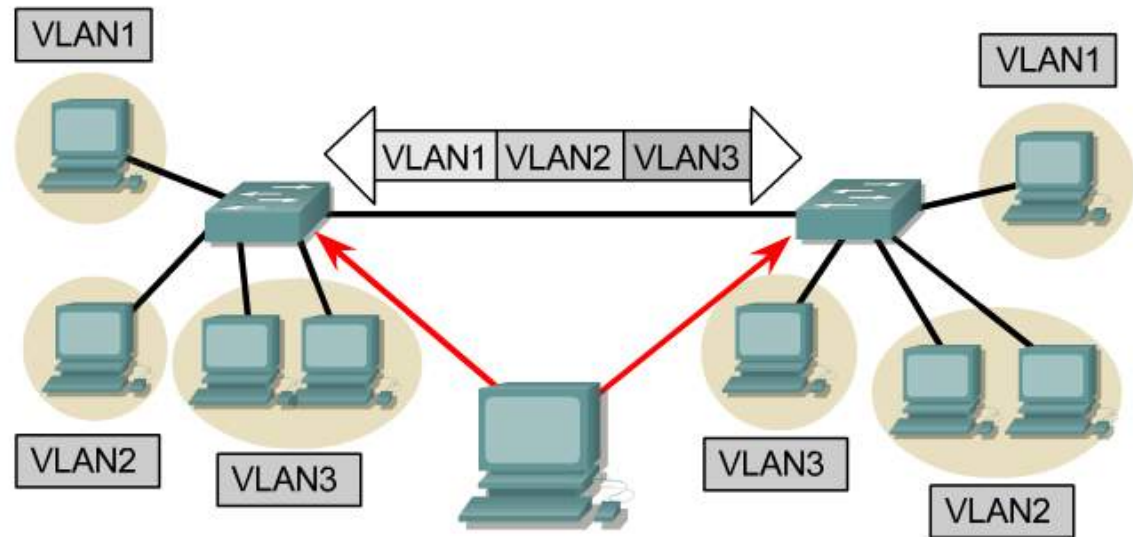
- Two Subnets

- Dengan VLAN, ARP Request akan dikirim hanya ke host anggota VLAN yang sama.
- Mengurangi terjadinya collision.

BAGAIMANA VLAN BEKERJA ?

- VLAN diklasifikasikan berdasarkan metode (tipe) yang digunakan untuk mengklasifikasikannya, baik menggunakan port ID, MAC addresses, protocol atau aplikasi.
- Semua informasi yang mengandung penandaan/pengalamatan suatu vlan (tagging) di simpan dalam suatu database (tabel), jika penandaannya berdasarkan port yang digunakan maka database harus mengindikasikan port-port yang digunakan oleh VLAN.
- Untuk mengaturnya maka biasanya digunakan switch/bridge yang manageable atau yang bisa di atur.

VLAN Tagging



- **VLAN Tagging digunakan bila sebuah link akan membawa paket data untuk lebih dari satu VLAN.**
- Packet tagging menghasilkan sebuah mekanisme yang mengontrol aliran broadcast dan aplikasi sehingga tidak terjadi interferensi baik di network dan aplikasi.
- Ini dikenal dengan trunk link atau VLAN trunking.

TIPE-TIPE VLAN

Keanggotaan dalam suatu VLAN dapat di klasifikasikan berdasarkan beberapa macam:

1. Port
2. MAC address
3. tipe protokol
4. Subnet
5. Aplikasi

1. Berdasarkan Port

Keanggotaan pada suatu VLAN dapat di dasarkan pada port yang di gunakan oleh VLAN tersebut. Sebagai contoh, pada bridge/switch dengan 4 port, port 1, 2, dan 4 merupakan VLAN 1 sedang port 3 dimiliki oleh VLAN 2, lihat tabel:

Port	1	2	3	4
VLAN1	1	1	2	1

Kelemahannya adalah user tidak bisa untuk berpindah pindah, apabila harus berpindah maka Network administrator harus mengkonfigurasi ulang.

2. Berdasarkan MAC Address

- Keanggotaan suatu VLAN didasarkan pada MAC address dari setiap workstation/komputer yang dimiliki oleh user.
- Switch mendeteksi/mencatat semua MAC address yang dimiliki oleh setiap Virtual LAN. MAC address merupakan suatu bagian yang dimiliki oleh NIC (Network Interface Card) di setiap workstation.
- Kelebihannya apabila user berpindah pindah maka dia akan tetap terkonfigurasi sebagai anggota dari VLAN tersebut.
- Sedangkan kekurangannya bahwa setiap mesin harus di konfigurasi secara manual , dan untuk jaringan yang memiliki ratusan workstation maka tipe ini kurang efisien untuk dilakukan.

Tabel MAC address dan VLAN

MAC ADDRESS	132516617738	272389579355	536666337777	24444125556
VLAN	10	20	30	40

3. Berdasarkan tipe protokol yang digunakan

Keanggotaan VLAN juga bisa berdasarkan protocol yang digunakan, lihat tabel :

Tabel Protokol dan VLAN

Protokol	Multicast	Unicast
VLAN	110	111

4. Berdasarkan Alamat Subnet IP

Subnet IP address pada suatu jaringan juga dapat digunakan untuk mengklasifikasi suatu VLAN.

Tabel IP Subnet dan VLAN

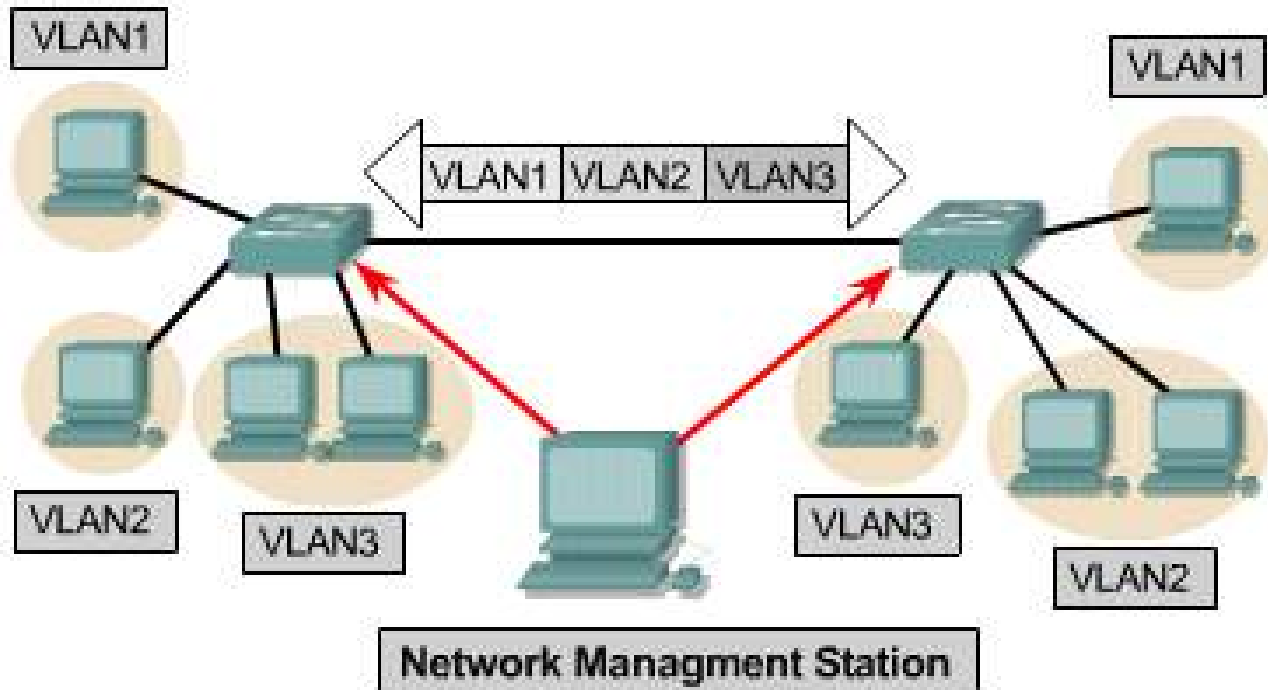
IP subnet	22.3.24	46.20.45
VLAN	1	2

- Konfigurasi ini tidak berhubungan dengan routing pada jaringan dan juga tidak memperlakukan fungsi router.
- IP address digunakan untuk memetakan keanggotaan VLAN.
- Keuntungannya seorang user tidak perlu mengkonfigurasi ulang alamatnya di jaringan apabila berpindah tempat, hanya saja karena bekerja di layer yang lebih tinggi maka akan sedikit lebih lambat untuk meneruskan paket di banding menggunakan MAC addresses.

5. Berdasarkan aplikasi atau kombinasi lain

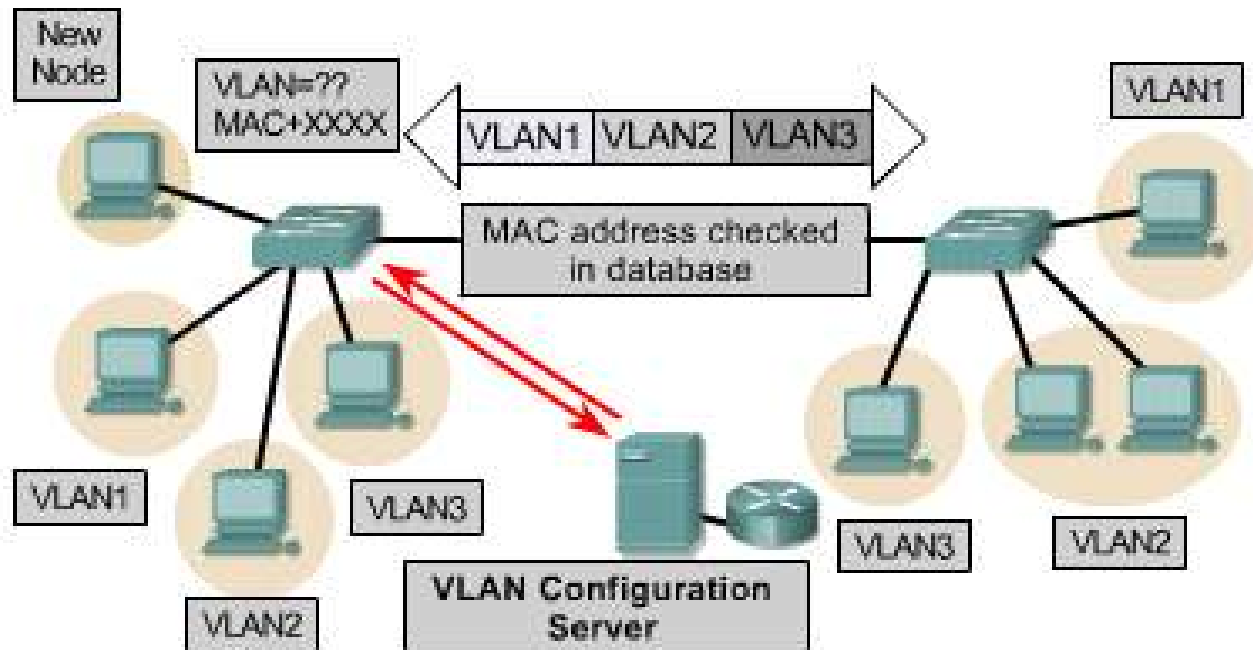
Sangat dimungkinkan untuk menentukan suatu VLAN berdasarkan aplikasi yang dijalankan, atau kombinasi dari semua tipe di atas untuk diterapkan pada suatu jaringan. Misalkan: aplikasi FTP (file transfer protocol) hanya bisa digunakan oleh VLAN 1 dan Telnet hanya bisa digunakan pada VLAN 2.

Static VLANs



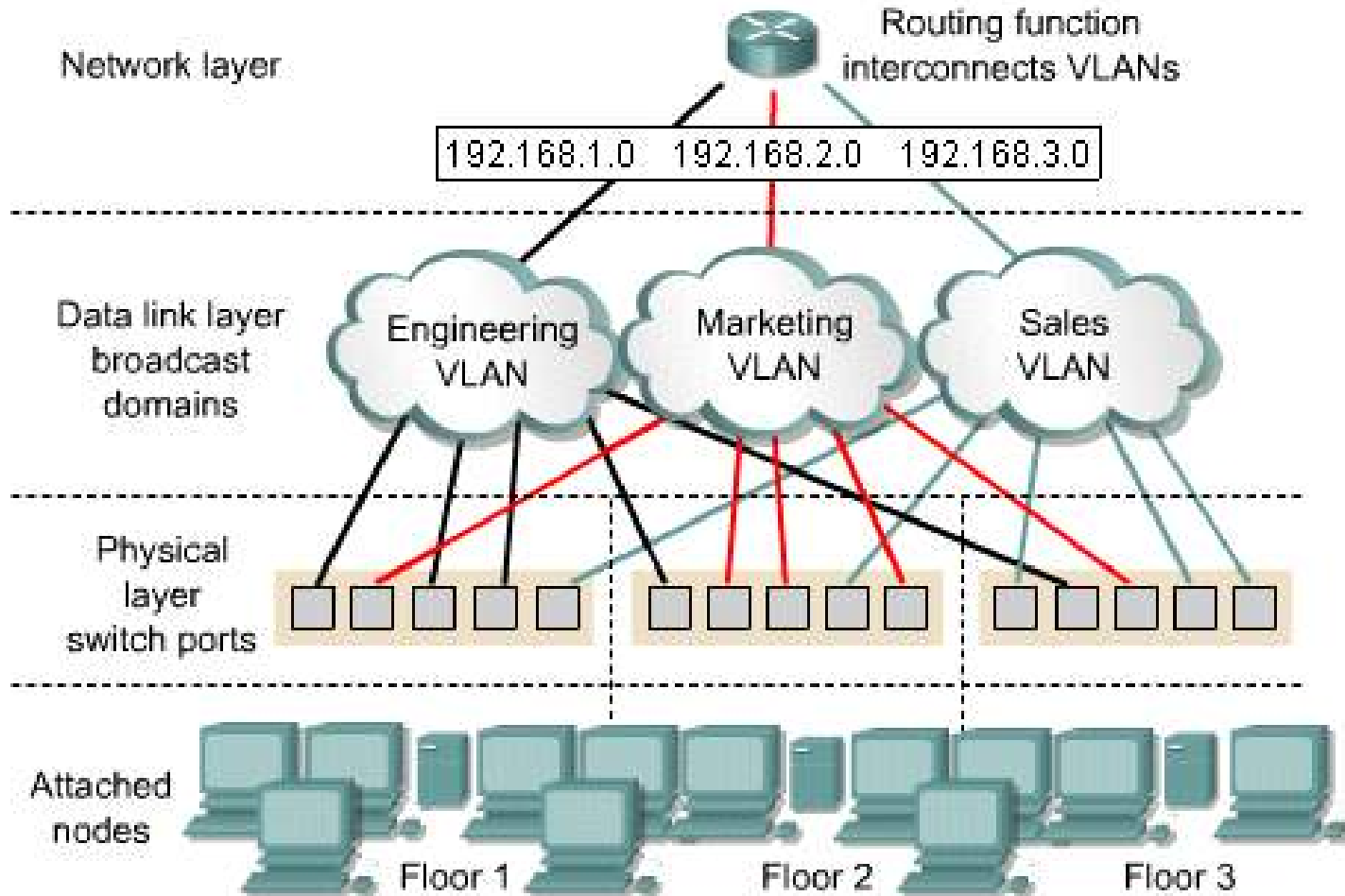
- Assign ports (port-centric)
- Static VLANs are secure, easy to configure and monitor

Dynamic VLANs



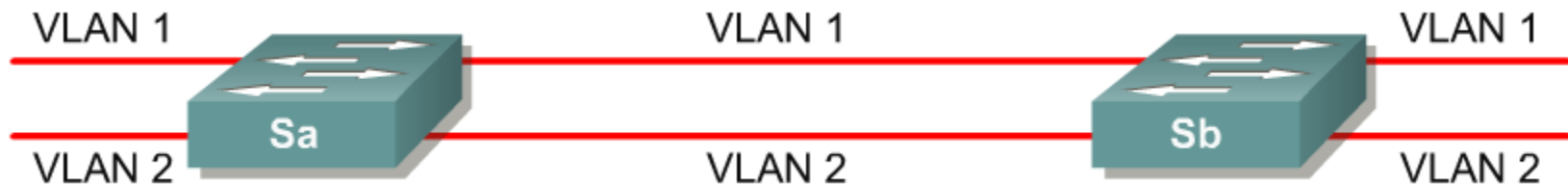
- VLANs assigned using centralized VLAN management application
- VLANs based on MAC address, logical address, or protocol type
- Less administration in wiring closet
- Notification when unrecognized user is added to network

Port-Centric VLANs

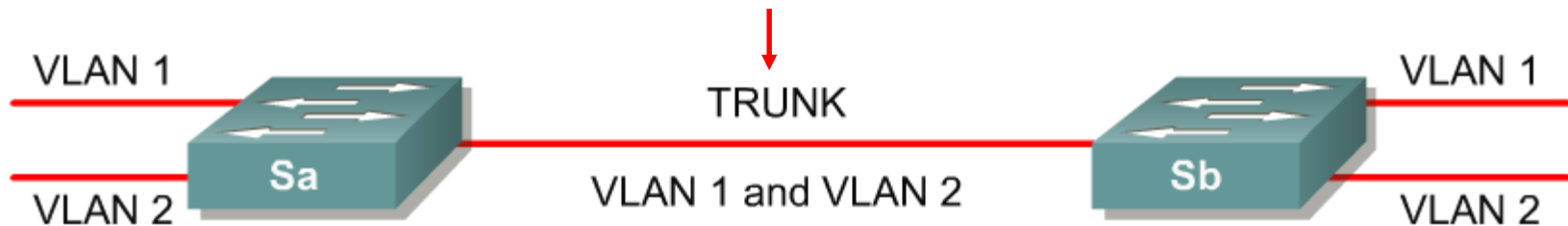


VLAN Tagging

Tanpa VLAN Tagging

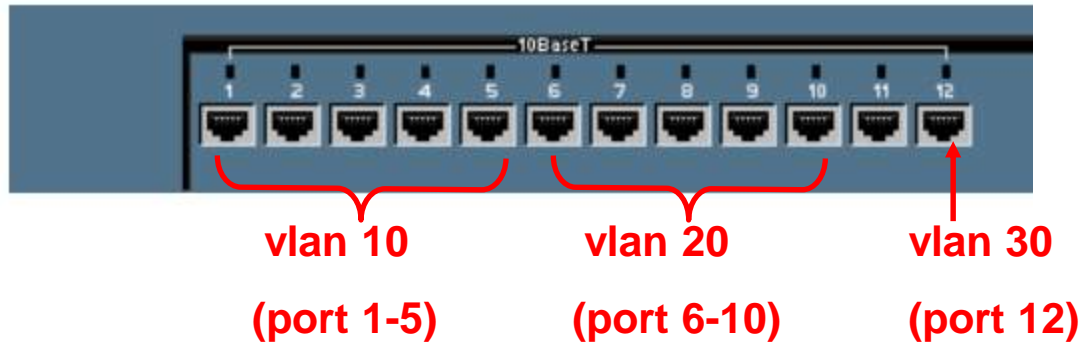


Dengan VLAN Tagging



- VLAN Tagging digunakan bila sebuah link digunakan untuk membawa traffick untuk lebih dari satu VLAN.

Membuat VLAN



- **VLAN10 terdiri dari port 1 s/d 5**
satu radio Akses Point (AP) dapat dihubungkan pada port tersebut.
- **VLAN20 terdiri dari port 6 s/d 10**
satu radio Akses Point (AP) yang lain dapat dihubungkan pada port tersebut.

VLAN Trunking Protocol (VTP)

- Fungsi dari VTP adalah memudahkan administrator dalam mengelola semua VLAN yang telah dikonfigurasi pada sebuah internetwork switch.
- Dengan menggunakan fasilitas VTP, memungkinkan seorang administrator untuk menambah, mengurangi dan mengganti VLAN, dimana informasi VLAN tersebut kemudian disebarluaskan ke semua switch lainnya di domain VTP tersebut.

Konfigurasi VLAN

- Proses konfigurasi diperlukan untuk mengaktifkan fungsi dari device tersebut
- **Tingkatan access pada switch**
- User Mode (**switch >**)
 - Ditujukan untuk melihat status router
 - Mode ini tidak bisa mengubah konfigurasi router
- Privileged Mode (**switch#**)
 - Pada mode ini, network administrator bisa mengubah konfigurasi router
- Global Configuration mode (**switch(config)#**)
 - Ditujukan untuk melakukan keseluruhan konfigurasi

Konfigurasi VLAN / 2

- Tahapan konfigurasi meliputi:
 - ✓ Pengaktifan interface
 - ✓ Pemberian hostname
 - ✓ Pemberian password
 - ✓ Setting IP Address VLAN
 - ✓ Setting Trunking pada port yang terkoneksi dengan perangkat lain
 - ✓ Setting Port untuk didaftarkan pada suatu VLAN

Konfigurasi VLAN / 3

Setelah switch di boot up, biasanya akan ditampilkan pertanyaan seperti di bawah ini, jawab saja dengan No

```
Would you like to enter the initial  
configuration dialog [yes] : no  
Switch>
```

Pengaktifan interface

```
switch>enable  
switch#
```

Konfigurasi VLAN / 4

c. Masuk ke mode Konfigurasi switch

```
switch#Configure terminal
```

d. Pemberian nama pada switch

- switch(config)#hostname Tokyo
- Tokyo(config)#

Konfigurasi VLAN / 5

e. Konfigurasi Password

```
switch(config)#enable password <password >  
switch(config)#enable secret <password >
```

```
switch(config)#line console 0  
switch(config-line)#password <password >  
Switch(config-line)#login  
switch(config-line)#exit  
switch(config)#
```

```
switch(config)#line vty 0 4  
switch(config-line)#password <password >  
switch(config-line)#login  
switch(config-line)#exit  
switch(config)#
```

Konfigurasi VLAN / 6

- **Tahap inisialisasi VLAN**

```
Switch>enable
```

```
Switch#vlan database
```

```
Switch(vlan)#vlan nomor vlan name nama vlan
```

```
Switch(vlan)#exit
```

```
Switch>enable  
Switch#vlan database  
Switch(vlan)#vlan 100 name lab_a  
Switch(vlan)#exit
```

Konfigurasi VLAN / 7

- Tahap inisialisasi port (Pendaftaran port pada VLAN)

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#interface fa 0/X
```

```
Switch(config-if)#switchport mode access
```

```
Switch(config-if)#switchport access vlan nomor vlan
```

```
Switch(config-if)#exit
```

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#interface fa 0/2
```

```
Switch(config-if)#switchport mode access
```

```
Switch(config-if)#switchport access vlan 100
```

```
Switch(config-if)#exit
```

Konfigurasi VLAN / 8

- Insialisasi gateway switch pada router

```
Router>enable
```

```
Router #configure terminal
```

```
Router(config)#interface fa 0/0.nomor vlan
```

```
Router(config-subif)#encapsulation dot1q nomor vlan
```

```
Router(config-subif)#ip address ip address subnet mask
```

```
Router(config-subif)#exit
```

```
Router(config)#interface fa 0/0
```

```
Router(config)#no shutdown
```

Konfigurasi VLAN / 9

- Contoh setting IP address untuk VLAN (Pada Router)

```
Router >enable
```

```
Router #configure terminal
```

```
Router(config)#interface fa 0/0.200
```

```
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 200
```

```
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
```

```
Router(config-subif)#exit
```

```
Router(config)#interface fa 0/0
```

```
Router(config)#no shutdown
```

Konfigurasi VLAN / 10

- Setting Mode Trunk Pada VLAN

Switch#configure terminal

Switch(config)#interface fa 0/X

Switch(config)#switchport mode trunk

Switch(config)#exit

Contoh :

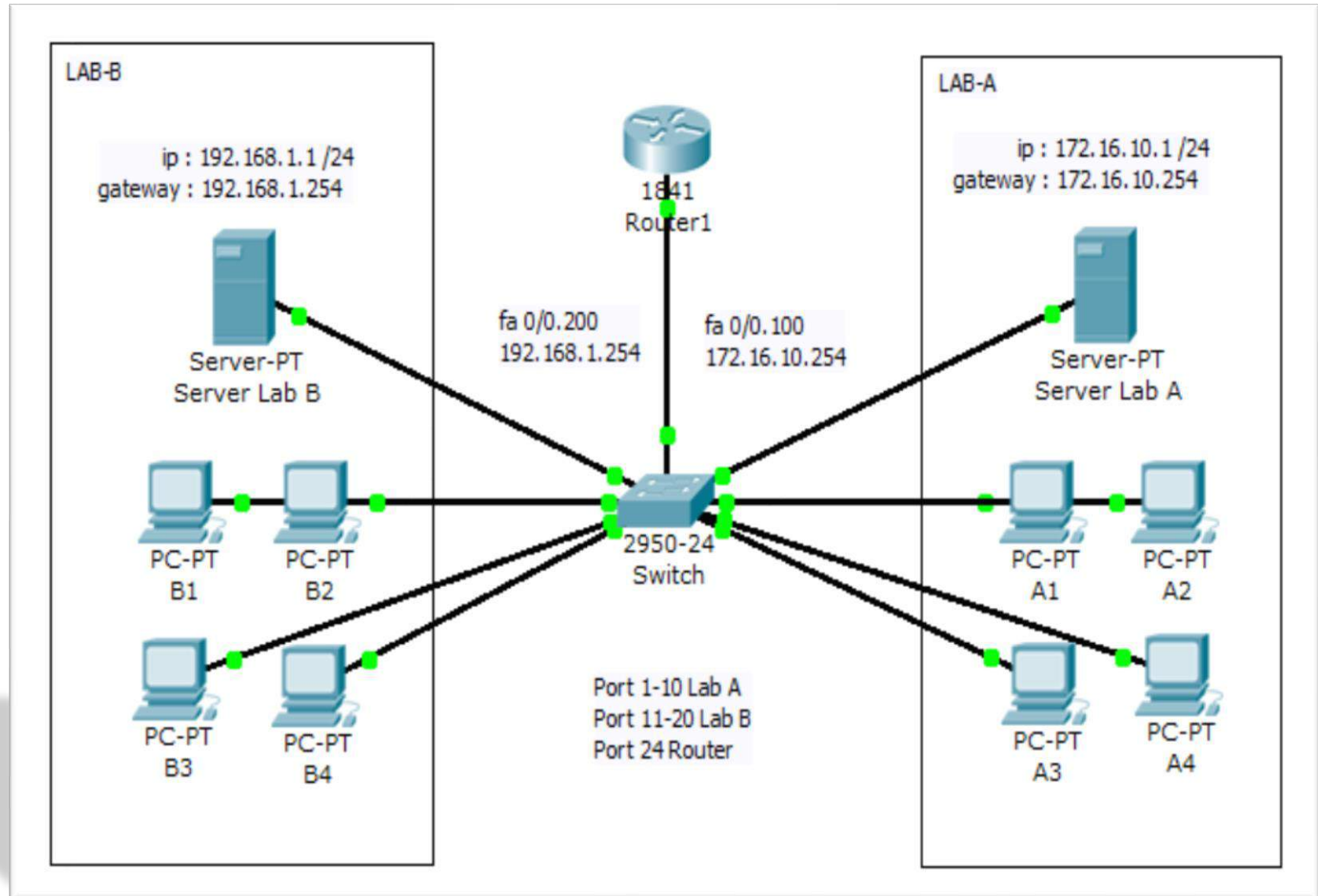
Switch#configure terminal

Switch(config)#interface fa 0/24

Switch(config)#switchport mode trunk

Switch(config)#exit

Konfigurasi VLAN



Konsep Dasar Routing

- Routing adalah Proses yang dialami datagram untuk mencapai tujuan di jaringan TCP/IP.
- Konsep routing adalah hal yang utama pada lapisan internet di jaringan TCP/IP. Hal ini karena pada lapisan internet terjadi proses pengalamatan.

Konsep Dasar Routing

- Data-data dari device yang terhubung ke internet dikirim dalam bentuk datagram, yaitu paket data yang didefinisikan oleh IP. Datagram memiliki alamat tujuan paket data. Internet Protokol memeriksa alamat ini untuk menyampaikan datagram dari device asal ke device tujuan.
- Jika alamat tujuan datagram tersebut terletak satu jaringan dengan device asal, datagram tersebut langsung disampaikan.
- Jika alamat tujuan datagram tidak terdapat di jaringan yang sama, datagram akan disampaikan kepada router yang paling tepat.
- Router berfungsi sebagai penghubung dua buah jaringan yang berbeda, tepatnya mengarahkan rute yang terbaik untuk mencapai network yang diharapkan.
- Router menjadi perangkat yang berfungsi meneruskan datagram IP pada network layer. Router memiliki lebih dari satu NIC dan dapat meneruskan datagram dari satu NIC ke NIC yang lain

Jenis-jenis routing

- Routing Statik
 - Entri-entri dalam forwarding table route diisi dan dihapus secara manual.
- Routing Dinamik
 - Proses pengisian data routing di table secara otomatis.
 - Cara yang digunakan untuk melepaskan kewajiban mengisi entri-entri forwarding table secara manual.
 - Protokol routing mengatur router-router sehingga dapat berkomunikasi satu dengan yang lain dan saling memberikan informasi routing yang routing yang dapat mengubah isi forwarding table, tergantung keadaan jaringannya.
 - Dengan cara ini, router-router mengetahui keadaan jaringan yang terakhir dan mampu meneruskan datagram ke arah yang benar.

Perbedaan Routing Statik dan dinamik

Routing Statik	Routing Dinamik
Berfungsi pada protokol IP	Berfungsi pada inter-routing protokol
Routing tidak dapat membagi informasi routing	Router membagi informasi routing secara otomatis
Routing tabel dibuat dan dihapus secara manual	Routing tabel dibuat dan dihapus secara dinamis oleh router
Tidak menggunakan routing protokol	Terdapat routing protokol, seperti RIP atau OSPF
Microsoft mendukung multihomed system seperti router	Microsoft mendukung RIP untuk IP dan IPX/SPX

Tabel Routing

- Tabel routing terdiri atas entri-entri rute dan setiap rute setidaknya terdiri atas IP address, tanda untuk menunjukkan routing langsung atau tidak, alamat router dan nomor interface.

Protokol-protokol Routing

- Interior Gateway Protocol (IGP)
 - Protokol yang menangani routing jaringan pada sebuah *autonomous system*, Terdiri dari
 - Routing Information Protocol (RIP)
 - Open Shortest Path First (OSPF)
- Exterior Gateway Protocol (EGP)
 - Protokol yang menangani routing antar *autonomous system*, Terdiri dari :
 - Border Gateway Protocol (BGP)

Karakteristik RIP & OSPF

RIP	OSPF
Menggunakan algoritma <i>distance-vector</i> (Bellman-Ford)	Menggunakan algoritma <i>link-state</i>
Dapat menyebabkan <i>routing loop</i>	Membutuhkan waktu CPU dan memori yang besar
Diameter jaringan terbatas	Tidak menyebabkan <i>routing loop</i>
Lambat mengetahui perubahan jaringan	Dapat membentuk heirarki routing menggunakan konsep area
Menggunakan metrik tunggal	Cepat mengetahui perubahan pada jaringan dan dapat menggunakan bebarapa macam metrik