

BASIC COMPUTER NETWORK

Week - 7

MAC Sub Layer

Universitas Kristen Wira Wacana Sumba
Lecturer - Fajar Hariadi

Contents

- 1 **The logical link control (LLC)**
- 2 **The medium access control (MAC)**
- 3 **Address Resolution Protocol (ARP)**

Pendahuluan

DATA LINK LAYER

LOGICAL LINK CONTROL (LLC)

Multiplexing /
Demultiplexing

Flow Control

Error Control

MEDIA ACCESS CONTROL (MAC)

Addressing

Encapsulation

Multiple Access
Resolution

- LLC digunakan untuk koordinasi dengan network layer agar dapat berkomunikasi antar perangkat jaringan
- MAC digunakan untuk berkoordinasi dengan physical layer untuk dapat mentransmisikan data

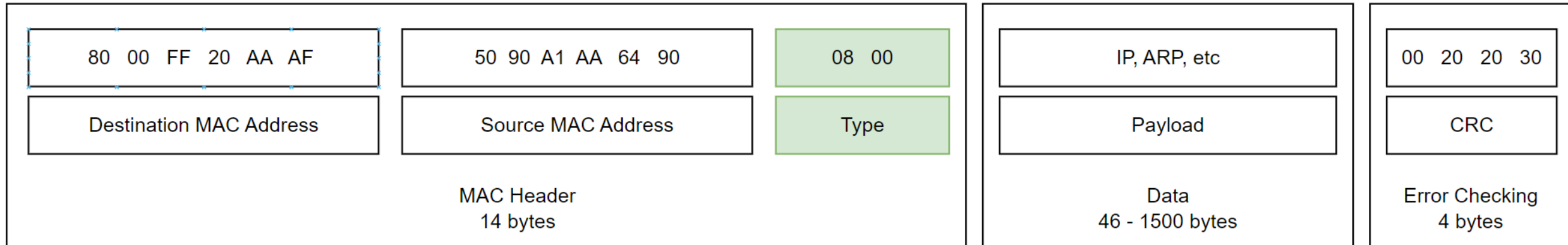
01

Logical Link Control (LLC)

Logical Link Control (LLC)

- logical link control (LLC) berfungsi untuk menghubungkan layanan pada data link layer (Layer 2 OSI) dengan network layer (layer 3 OSI)
- Fungsi utamanya adalah melakukan multiplexing dan demultiplexing terhadap protocol yang ada pada network layer, mengontrol aliran data frame antar perangkat serta mendeteksi error pada frame untuk dapat menyediakan layanan yang reliable

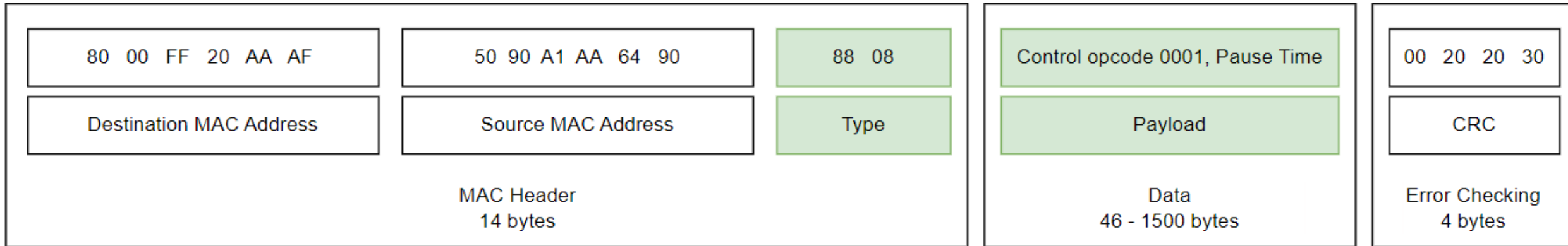
Multiplexing / Demultiplexing



EtherType values for some notable protocols^[7]

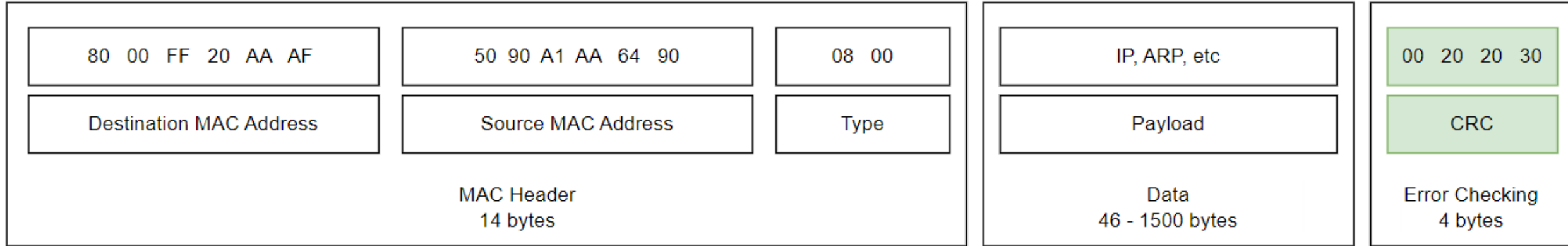
EtherType (hexadecimal)	Protocol
0x0800	Internet Protocol version 4 (IPv4)
0x0806	Address Resolution Protocol (ARP)
0x0842	Wake-on-LAN ^[8]
0x2000	Cisco Discovery Protocol ^[citation needed]
0x22EA	Stream Reservation Protocol
0x22F0	Audio Video Transport Protocol (AVTP)
0x22F3	IETF TRILL Protocol
0x6002	DEC MOP RC
0x6003	DECnet Phase IV, DNA Routing

Flow Control - Ethernet



- Flow control pada LAN menggunakan protocol ethernet memakai mekanisme Pause Frame.
- Penerima yang sudah kewalahan dalam menerima data dapat mengirimkan pause frame (EtherType 0x8808) kepada pengirim untuk menghentikan sementara pengiriman data, sampai data sudah diproses baru pengiriman dilanjutkan kembali
- Pause time berukuran 2 byte dengan nilai 0 – 65535 pause quanta, dimana satu quanta bernilai 512 bit times, ukuran yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 bit

Error Control - Ethernet



- Error control pada LLC dilakukan dengan menggunakan bagian Cyclic Redundancy Check (CRC)
- CRC dilakukan di bagian pengirim dan penerima dengan menggunakan konsep polinomial dan modulo

Error Control - Ethernet

- Rumus polinomial yang digunakan harus disepakati antara kedua belah pihak baik pengirim maupun penerima
- Dalam polinomial setiap nilai x diganti dengan nilai 1 sesuai dengan pangkat polinomialnya Misal polinomial :

Contoh 1:

$$\text{Polinomial} = x^2 + x + 1$$

$$\text{Polinomial} = 1 \cdot x^2 + 1 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0$$

$$\text{Polinomial} = 1 \ 1 \ 1$$

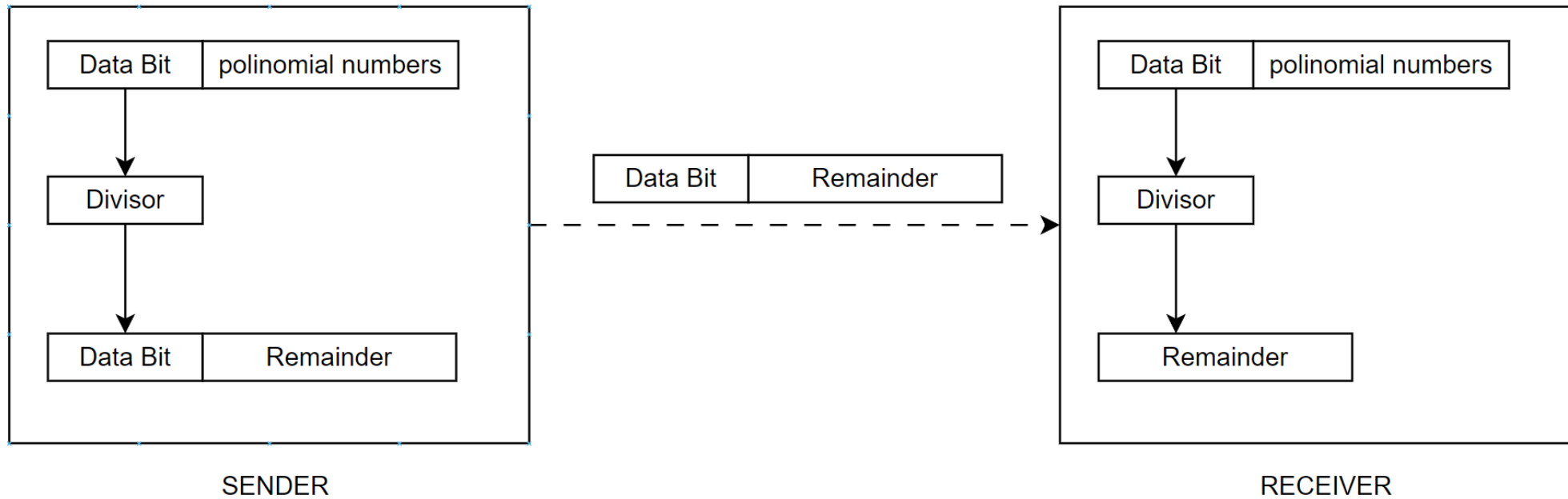
Contoh 2:

$$\text{Polinomial} = x^2 + 1$$

$$\text{Polinomial} = 1 \cdot x^2 + 0 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0$$

$$\text{Polinomial} = 1 \ 0 \ 1$$

Error Control - Ethernet



Source: <https://www.simplilearn.com/tutorials/networking-tutorial/what-is-cyclic-redundancy-check>

02

Medium Access Control (MAC)

Medium Access Control (MAC)

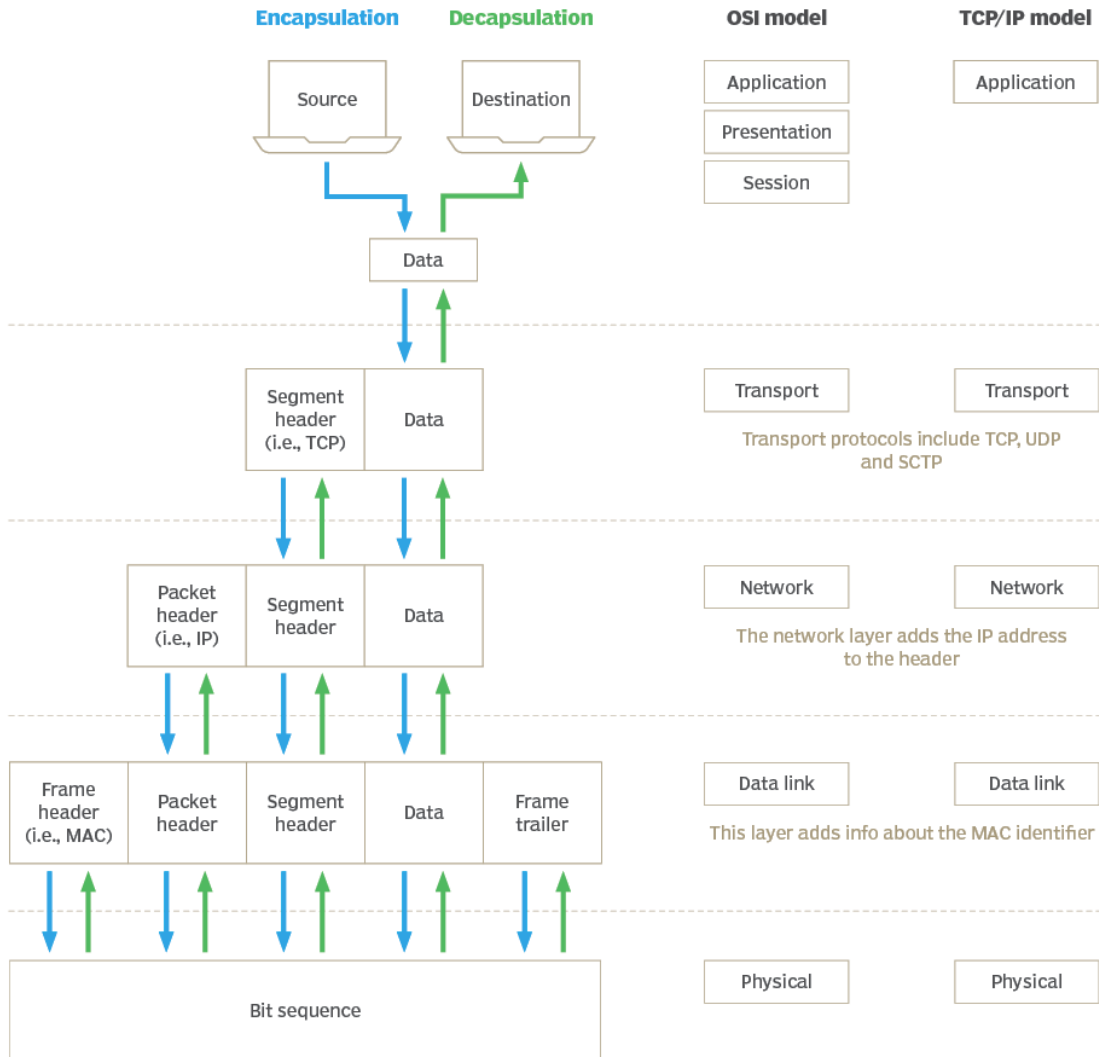
- Medium Access Control (MAC) berfungsi untuk menghubungkan layanan pada data link layer (Layer 2 OSI) dengan physical layer (layer 1 OSI)
- Fungsi utamanya adalah enkapsulasi (encapsulation), pengalamatan perangkat menggunakan Mac Address asal dan tujuan dari perangkat, mengatur multiple access resolution yang menentukan metode akses terhadap kanal transmisi, mengatur resolusi ketika terjadi tabrakan (collision) pada saat pengiriman frame.

Mac Address

- Mac Address merupakan alamat untuk mengidentifikasi perangkat jaringan, mac address terdapat pada Network Interface Card yang diberikan pada saat NIC tersebut dibuat oleh pabrikan oleh karena itu mac address sifatnya tetap tidak dapat dirubah-rubah.
- Mac address juga sering dikenal dengan physical address

```
Ethernet adapter Ethernet:  
  
Media State . . . . . : Media disconnected  
Connection-specific DNS Suffix . :  
Description . . . . . : Realtek PCIe GbE Family Controller  
Physical Address. . . . . : 6C-24-08-3F-0E-3D  
DHCP Enabled. . . . . : Yes  
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
```

Encapsulation / decapsulation



Proses encapsulation pada mac sub layer dilakukan di sisi pengirim dengan menerima paket dari network layer dan menambahkan bagian header berisi mac address asal, tujuan, dan type, serta penambahan bagian trailer berisi CRC

Proses decapsulation pada mac sub layer dilakukan di sisi penerima dengan menghapus bagian frame dan trailer kemudian menyerahkan hasil ekstraksinya kepada network layer

CSMA/CD

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection merupakan metode yang digunakan untuk penggunaan kanal transmisi secara bersama oleh beberapa komputer dalam mengirimkan data.
- CSMA/CD bekerja pada jaringan yang menggunakan media transmisi kabel
- CSMA/CD terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian yang melakukan deteksi collision dan bagian yang meresolusi ketika telah terjadi collision

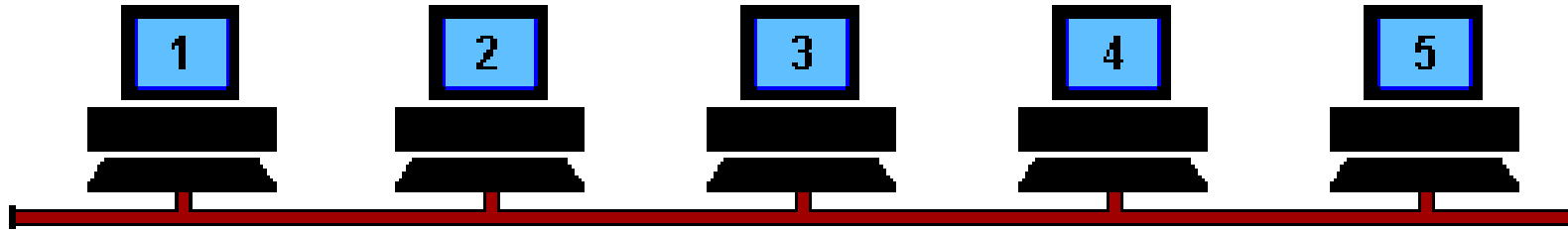
Collision Detection

- Komputer yang siap mengirimkan frame akan melakukan pengecekan kondisi apakah kanal transmisi sedang idle atau busy
- Jika kanal transmisi sedang digunakan maka pengiriman ditunda sampai kanal transmisi dalam posisi idle
- Selanjutnya komputer mentransmisikan frame tersebut sambil mendeteksi apakah terjadi collision selama pengiriman
- Jika tidak ada collision selama proses transmisi maka komputer akan mereser perhitungan retransmision
- Jika terjadi collision maka komputer akan melakukan algoritma resolusi collision

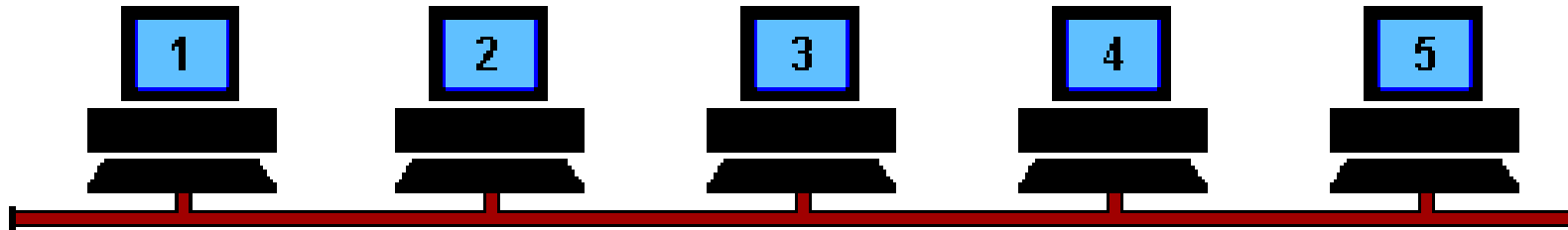
Collision Resolution

- Ketika terjadi collision untuk memastikan semua komputer tidak mengirimkan sinyal transmisi maka komputer yang mendeteksi collision akan mengirimkan jam signal
- Komputer tersebut kemudian menaikkan jumlah counter retransmission
- Jika jumlah counter retransmission telah tercapai tapi frame yang dikirimkan belum terkirim maka komputer akan membatalkan pengiriman
- Jika belum tercapai maka komputer akan menunggu selama waktu periode random untuk mencoba mengirimkan kembali sinyal transmisi

CSMA/CD



Transmisi tanpa collision



Transmisi dengan collision

Source: <https://engineeringtutorial.com/ethernet-bus-animation/>

CSMA/CA

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance merupakan metode yang digunakan untuk penggunaan kanal transmisi secara bersama oleh beberapa komputer dalam mengirimkan data.
- CSMA/CA bekerja pada jaringan yang menggunakan media transmisi wireless
- CSMA/CA bekerja dengan proses pendeteksian sinyal sebelum mentransmisikan frame, jika terdeteksi ada sinyal maka komputer yang hendak mengirimkan frame perlu menunggu dalam jumlah waktu random sebelum mencoba lagi untuk mengirimkan sinyal transmisi

03

Address Resolution Protocol (ARP)

Address Resolution Protocol

- Address Resolution Protocol adalah protokol lapisan 2 (lapisan tautan data) yang digunakan untuk menemukan alamat MAC dari alamat IP yang diketahui
- ARP bekerja dengan cara mem-broadcast permintaan MAC address dengan mengirimkan IP Address yang diketahui, jika ada komputer di dalam jaringan yang memiliki IP Address yang sesuai, maka komputer tersebut akan mengirimkan Mac Addressnya kepada komputer yang meminta

Address Resolution Protocol

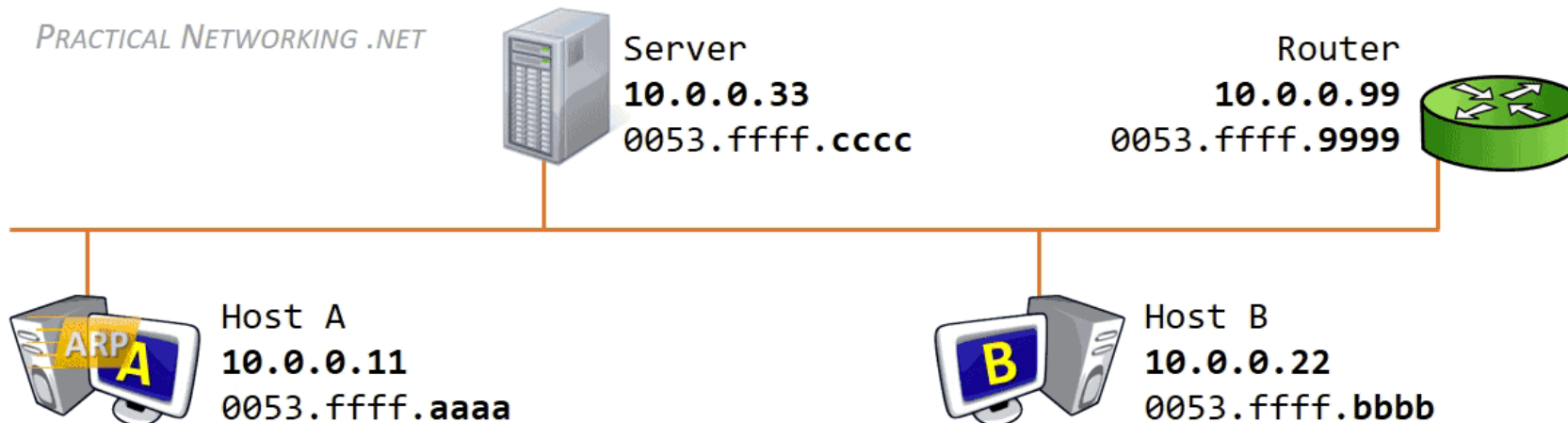
- Untuk dapat bekerja secara efisien ARP mengkoordinasikan beberapa hal:
 - ARP Cache yang merupakan sebuah tabel berisi IP Address dan pasangan Mac Address beserta tipenya. Jika mac address diperoleh secara dynamic melalui pertukaran data yang pernah dilakukan maka tipenya adalah dynamic, sedangkan jika mac address ditambahkan secara manual maka tipenya adalah static

```
C:\Users\fajar>arp -a
```

```
Interface: 192.168.159.1 --- 0x12
  Internet Address      Physical Address      Type
  192.168.159.254      00-50-56-ff-9b-ed    dynamic
  192.168.159.255      ff-ff-ff-ff-ff-ff    static
```

Address Resolution Protocol

- ARP Request merupakan pesan broadcast yang dibuat oleh komputer yang ingin mengetahui mac address dari ip address tertentu jika di dalam arp chace belum terdaftar
- Arp Reply merupakan pesan unicast berisi mac address yang merupakan pesan balasan ARP Request oleh komputer yang memiliki ip address yang dicari



Source: <https://www.practicalnetworking.net/series/arp/traditional-arp/>

Address Resolution Protocol

At Device: 192.168.0.1 /24
Source: 192.168.0.1 /24
Destination: 192.168.0.2 /24

In Layers

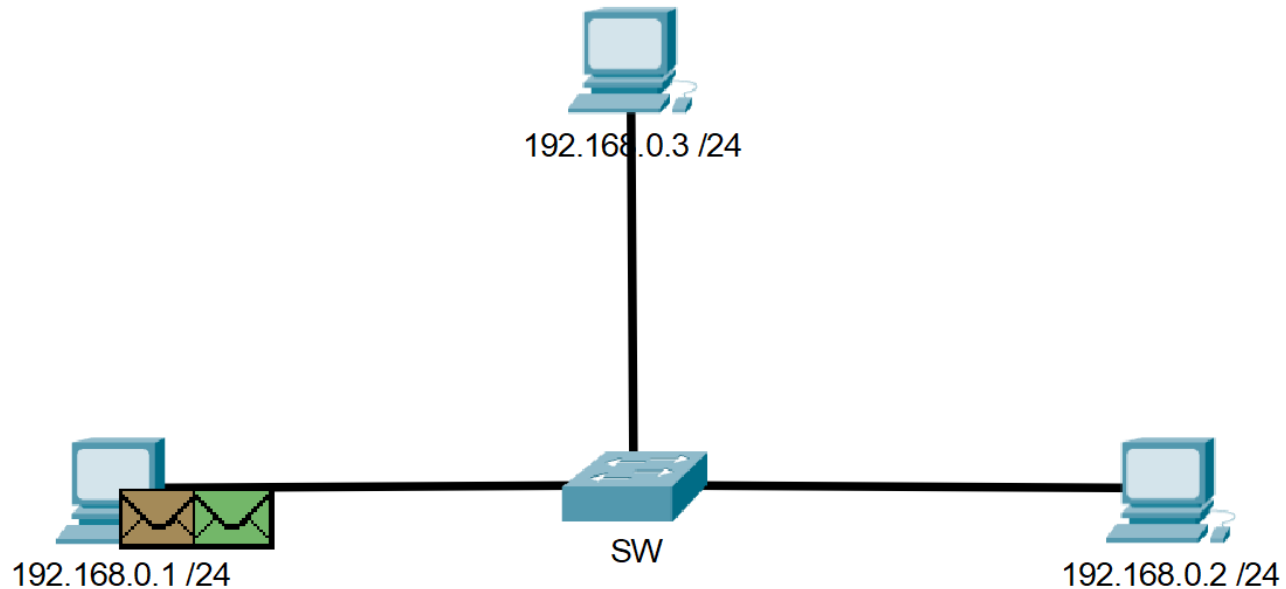
Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer2
Layer1

Out Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.0.1,
Dest. IP: 192.168.0.2 ICMP Message Type:
8
Layer 2:
Layer1

Yang terjadi ketika sebuah komputer 192.168.0.1 /24 mengirimkan data ke 192.168.0.2 /24

Paket yang keluar berisi alamat ip asal dan tujuan pada layer 3, namun belum memiliki mac address tujuan pada layer 2



Address Resolution Protocol

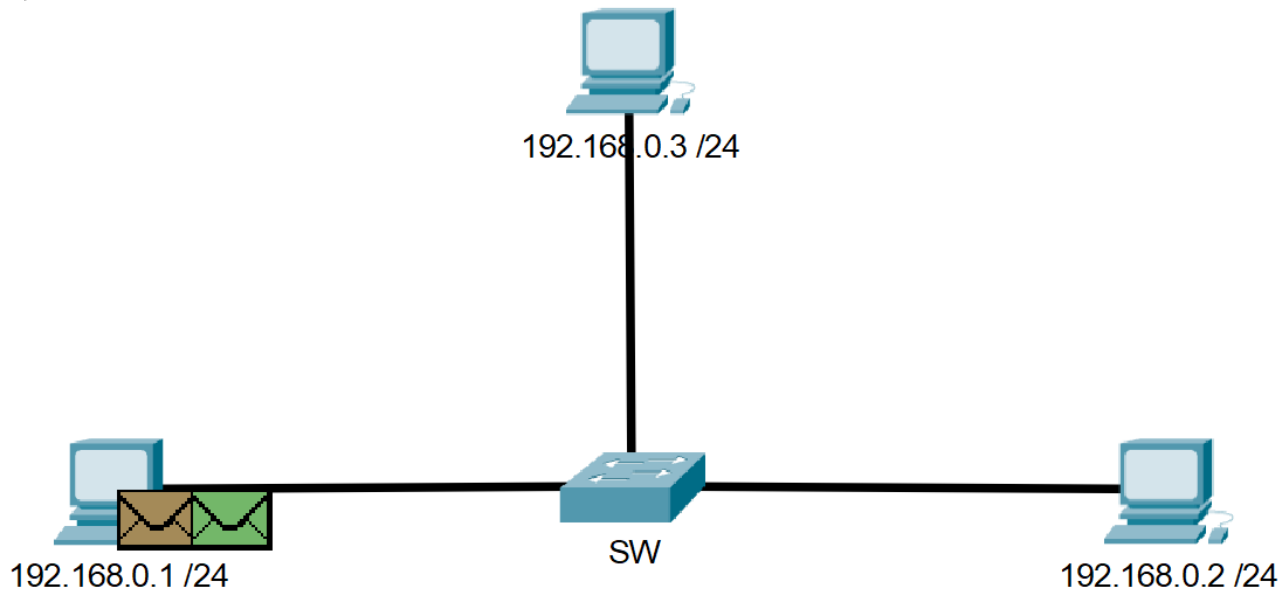
At Device: 192.168.0.1 /24
Source: 192.168.0.1 /24
Destination: Broadcast

In Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer2
Layer1

Out Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header
0002.16C3.2DEC >> FFFF.FFFF.FFFF ARP
Packet Src. IP: 192.168.0.1, Dest. IP:
192.168.0.2
Layer 1: Port(s): FastEthernet0



Selanjutnya komputer akan meminta bantuan protocol ARP untuk mencari tahu mac address dari ip address tujuan

Pertama kali dicari dalam arp chace, jika ada langsung diberikan kepada frame, namun jika tidak ada maka arp akan mencari tahu dengan membroadcast ARP Request dengan tujuan mac Address FFFF.FFF.FFF

Address Resolution Protocol

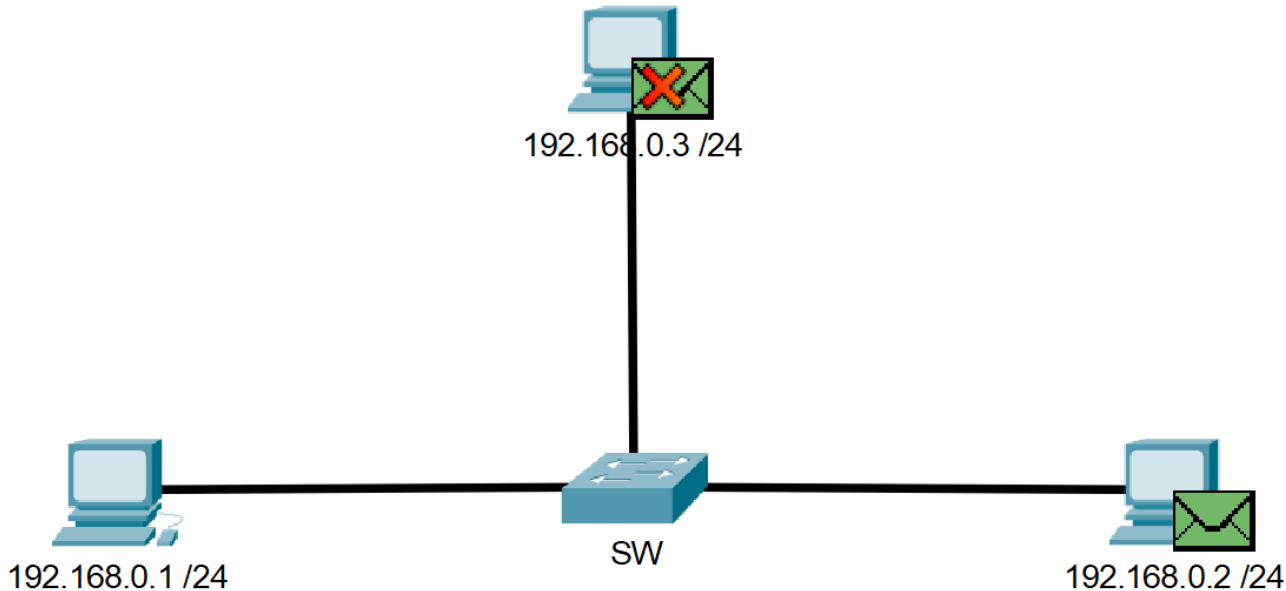
At Device: 192.168.0.1 /24
Source: 192.168.0.1 /24
Destination: Broadcast

In Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer2
Layer1

Out Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header
0002.16C3.2DEC >> FFFF.FFFF.FFFF ARP
Packet Src. IP: 192.168.0.1, Dest. IP:
192.168.0.2
Layer 1: Port(s): FastEthernet0



Semua komputer akan menerima arp request tersebut, tapi hanya komputer yang memiliki ip address yang sama dengan dst address saja yang memproses ARP Request tersebut dengan mengirimkan balasan berupa ARP Reply

Address Resolution Protocol

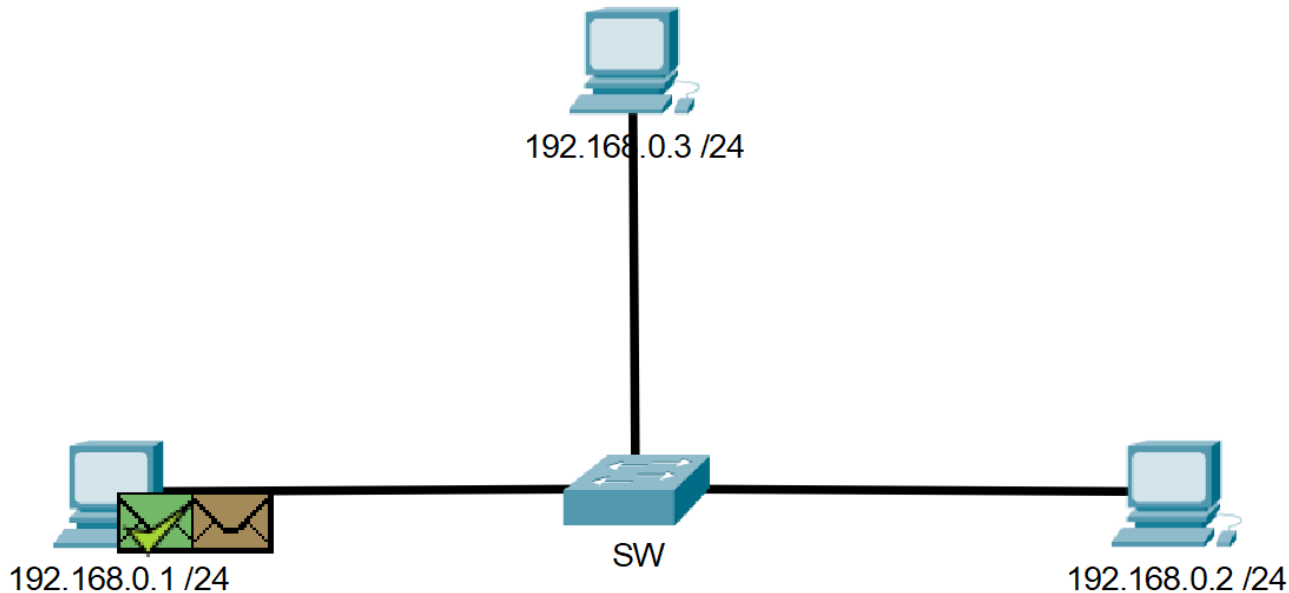
At Device: SW
Source: 192.168.0.1 /24
Destination: 192.168.0.2 /24

In Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header
0002.16C3.2DEC >> 0003.E4D0.D836
Layer 1: Port FastEthernet0/1

Out Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header
0002.16C3.2DEC >> 0003.E4D0.D836
Layer 1: Port(s): FastEthernet0/2

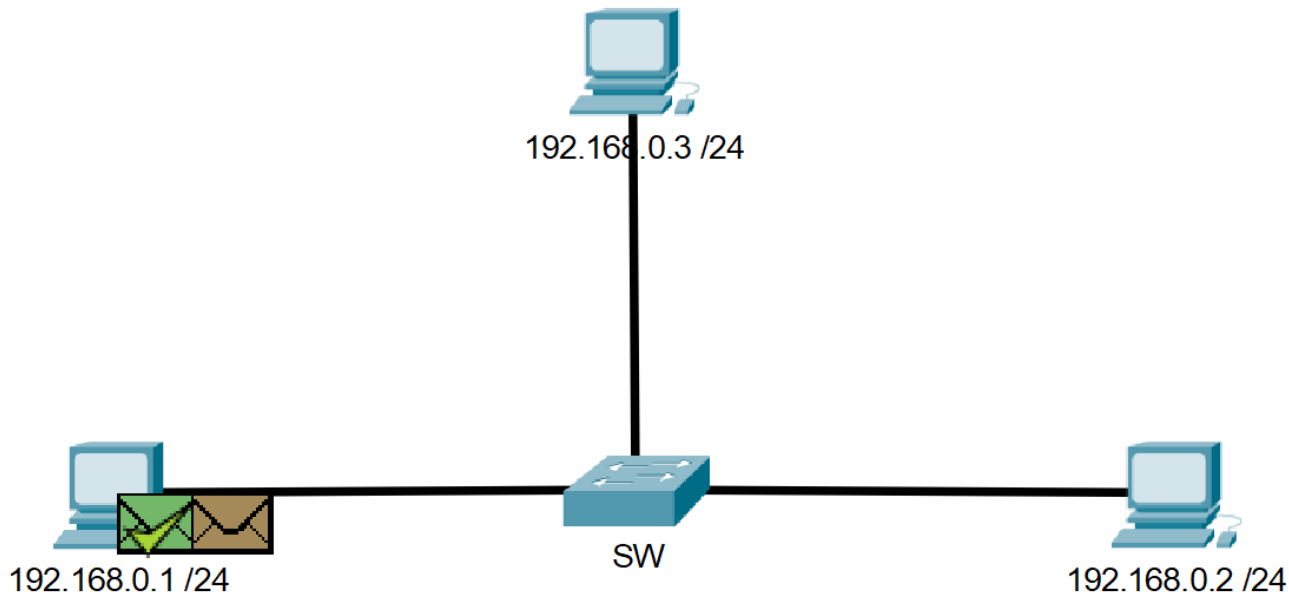


Ketika balasan ARP Reply sudah diterima komputer yang meminta, maka komputer tersebut jadi mengetahui mac address dari dst ip address, dan mencantumkananya ke pesan yang akan dikirim

Address Resolution Protocol

```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
192.168.0.2           0003.e4d0.d836       dynamic
```

Selain mencantumkan mac address ke pesan yang dikirim, arp juga akan mencatat pengetahuan terkait pasangan ip address dan mac address ke dalam arp chace



Address Resolution Protocol

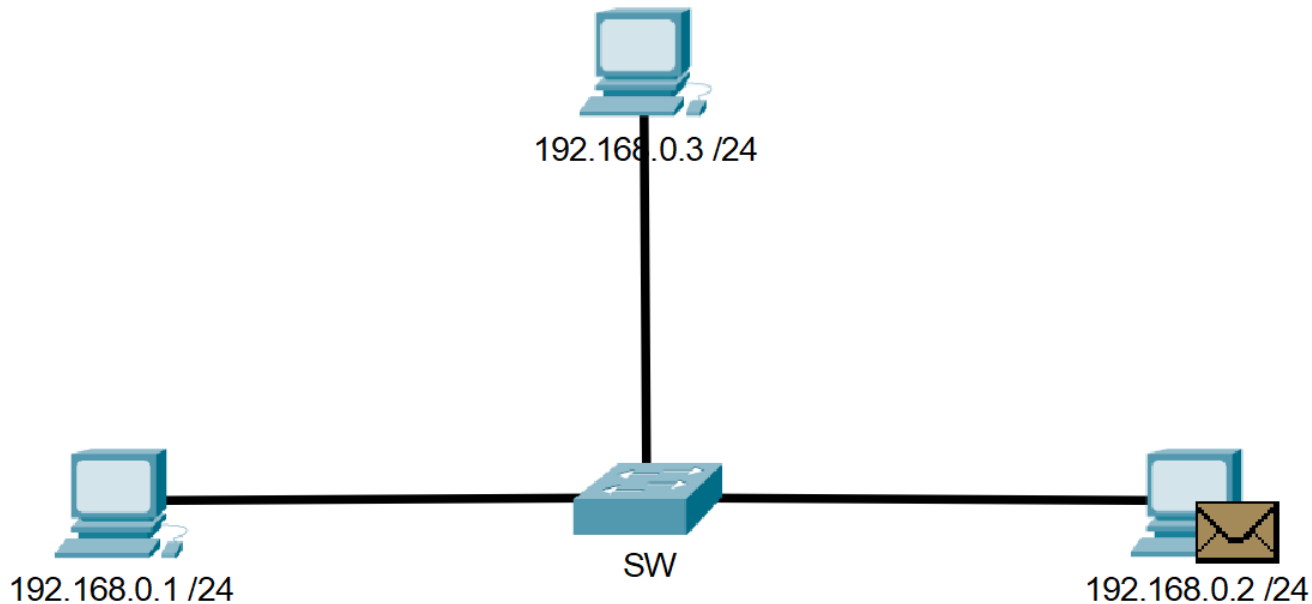
At Device: 192.168.0.2 /24
Source: 192.168.0.1 /24
Destination: 192.168.0.2 /24

In Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.0.1,
Dest. IP: 192.168.0.2 ICMP Message Type:
8
Layer 2: Ethernet II Header
0002.16C3.2DEC >> 0003.E4D0.D836
Layer 1: Port FastEthernet0

Out Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.0.2,
Dest. IP: 192.168.0.1 ICMP Message Type:
0
Layer 2: Ethernet II Header
0003.E4D0.D836 >> 0002.16C3.2DEC
Layer 1: Port(s): FastEthernet0

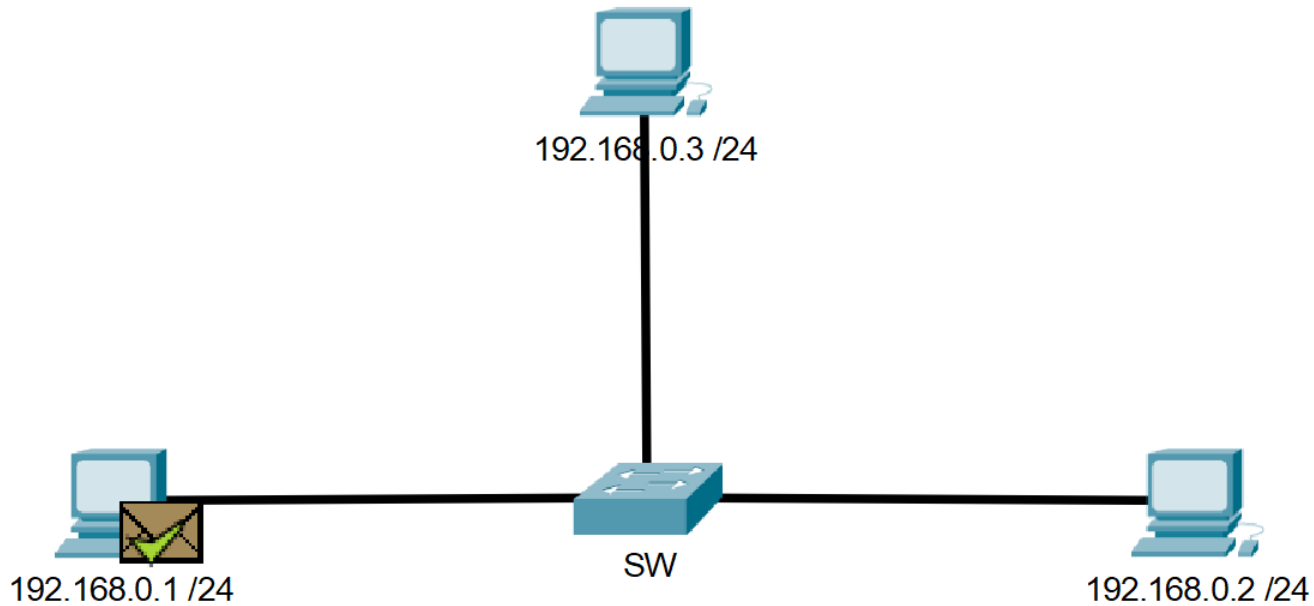


Selanjutnya pesan dapat langsung dikirim ke komputer tujuan

Pada komputer tujuan pengetahuan terkait ip address maupun mac address sudah langsung bisa diisi karena sebelumnya telah terjadi pertukaran data ARP

Address Resolution Protocol

```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
192.168.0.1           0002.16c3.2dec       dynamic
```



Pengetahuan terkait itu juga disimpan dalam arp chace pada komputer yang menerima data yang dikirimkan

Referensi

- Computer Networks A System Approach, Larry L. Petterson, Morgan Kaufmann Elsevier, 2021
- Wikipedia (Accessed: 2024, October 20). EtherType.
https://en.wikipedia.org/wiki/EtherType#cite_note-ethtypes-7
- Anmol Kapoor (Accessed: 2024, October 20). What Is Cyclic Redundancy Check (CRC), and It's Role in Checking Error. <https://www.simplilearn.com/tutorials/networking-tutorial/what-is-cyclic-redundancy-check>
- David Jacobs (Accessed: 2024, October 20). Intro to encapsulation and decapsulation in networking. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/tip/Intro-to-encapsulation-and-decapsulation-in-networking>
- Practical Networking (Accessed: 2024, October 20). Traditional ARP. <https://www.practicalnetworking.net/series/arp/traditional-arp/>
- Bharadwaj (Accessed: 2024, October 20). Ethernet Bus Animation. <https://engineeringtutorial.com/ethernet-bus-animation/>

Week 7

Evaluasi Tengah Semester (ETS)
