

Jaringan Komputer

Pertemuan 5



Prodi Informatika

1

Outline

- Overview of Network layer
 - data plane
 - control plane
- What's inside a router
- Internet Protocol
 - datagram format
 - fragmentation
 - IPv4 addressing



Prodi Informatika

2

Network layer

Tujuan:

- Memahami prinsip-prinsip di belakang layanan network layer, focus pada data plane:
 - network layer service models
 - forwarding versus routing
 - Bagaimana router bekerja
 - forwarding
- Memahami Protokol IP

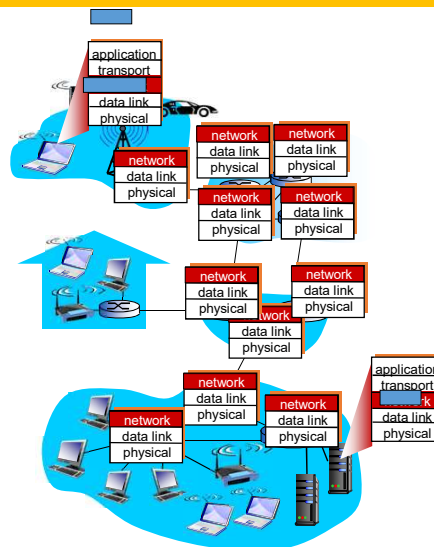


Network Layer 43 Prodi Informatika

3

Network layer

- Mengirimkan segment dari host pengirim ke host penerima
- Pada sisi pengirim mengenkapsulasi segment kedalam datagram
- Pada sisi penerima, mengirimkan segment ke transport layer
- network layer protocols berada pada setiap host, router
- router memeriksa field header di semua datagram IP yang melewatinya



Prodi Informatika

4

Dua Kunci Fungsi network-layer

network-layer functions:

- **forwarding:** memindahkan paket dari input router ke output router yang sesuai
- **routing:** menentukan rute yang diambil oleh paket-paket dari sumber ke tujuan
 - *routing algorithms*

analogy: taking a trip

- **forwarding:** proses melewati satu interchange (gate)
- **routing:** proses perencanaan perjalanan dari sumber ke tujuan



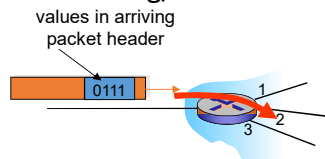
Prodi Informatika

5

Network layer: data plane, control plane

Data plane

- local, per-router function
- menentukan bagaimana datagram yang tiba di port input router diteruskan ke port output router
- Fungsi forwarding/meneruskan



Control plane

- network-wide logic
- menentukan bagaimana datagram dirutekan di antara router di sepanjang jalur ujung-ujung dari host sumber ke host tujuan
- Pendekatan dua control-plane:
 - **traditional routing algorithms:** diimplementasikan di router
 - **software-defined networking (SDN):** diimplementasikan di (remote) servers

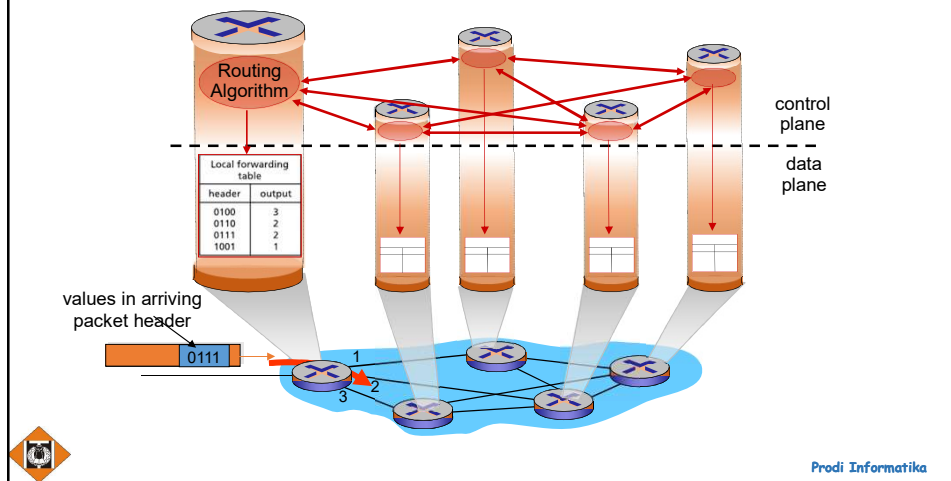


Prodi Informatika

6

Per-router control plane

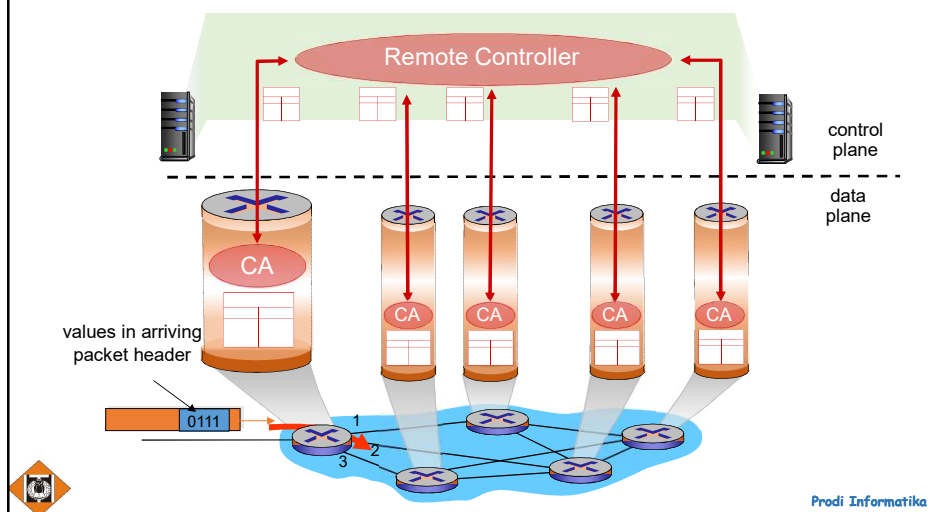
Komponen algoritma perutean individu di setiap dan setiap router berinteraksi di control plane



7

Logically centralized control plane

Kontroler yang berbeda (biasanya jarak jauh) berinteraksi dengan agen kontrol lokal (CA)



8

Network service model

Q: Model layanan apa untuk "saluran" yang memindahkan datagram dari pengirim ke penerima?

example services for individual datagrams:

- guaranteed delivery
- guaranteed delivery with less than 40 msec delay

example services for a flow of datagrams:

- in-order datagram delivery
- guaranteed minimum bandwidth to flow
- restrictions on changes in inter-packet spacing



Prodi Informatika

9

Network layer service models:

Network Architecture	Service Model	Guarantees ?				Congestion feedback
		Bandwidth	Loss	Order	Timing	
Internet	best effort	none	no	no	no	no (inferred via loss)
ATM	CBR	constant rate	yes	yes	yes	no congestion
ATM	VBR	guaranteed rate	yes	yes	yes	no congestion
ATM	ABR	guaranteed minimum	no	yes	no	yes
ATM	UBR	none	no	yes	no	no



Prodi Informatika

10

Inside Router

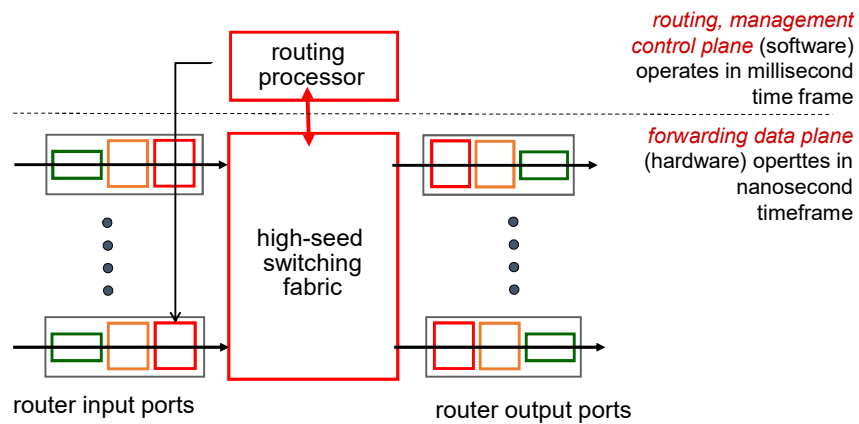


Prodi Informatika

11

Router architecture overview

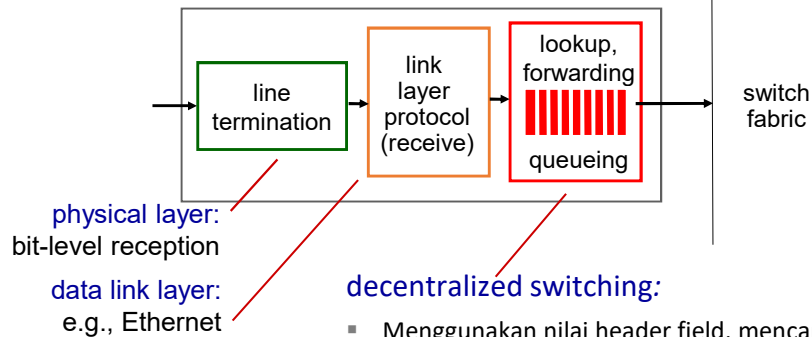
- high-level view of generic router architecture:



Prodi Informatika

12

Input port functions



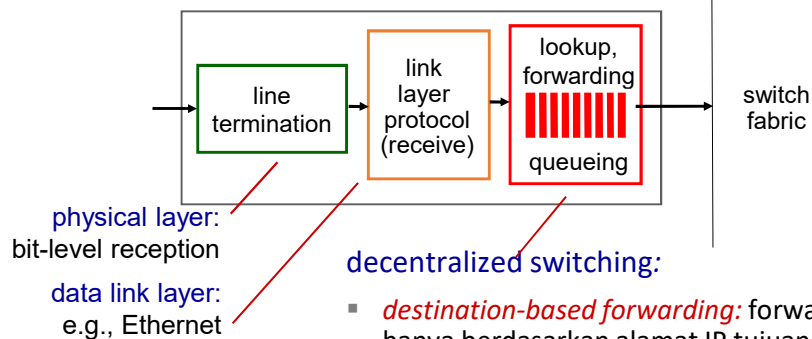
decentralized switching:

- Menggunakan nilai header field, mencari output port menggunakan forwarding table dalam input port memory (*"match plus action"*)
- *goal*: menyelesaikan pemrosesan port input pada kecepatan jalur
- *queueing*: jika datagram tiba lebih cepat dari tingkat penerusan ke fabric switch

Prodi Informatika

13

Input port functions



decentralized switching:

- *destination-based forwarding*: forward hanya berdasarkan alamat IP tujuan (tradisional)
- *generalized forwarding*: forward berdasarkan set nilai pada field header

Prodi Informatika

14

Destination-based forwarding

forwarding table

Destination Address Range	Link Interface
11001000 00010111 00010000 00000000 through 11001000 00010111 00010111 11111111	0
11001000 00010111 00011000 00000000 through 11001000 00010111 00011000 11111111	1
11001000 00010111 00011001 00000000 through 11001000 00010111 00011111 11111111	2
otherwise	3



Q: but what happens if ranges don't divide up so nicely?

Prodi Informatika

15

Longest prefix matching

longest prefix matching

saat mencari entri tabel penerusan untuk alamat tujuan yang diberikan, gunakan awalan alamat terpanjang yang cocok dengan alamat tujuan.

Destination Address Range	Link interface
11001000 00010111 00010*** *****	0
11001000 00010111 00011000 *****	1
11001000 00010111 00011*** *****	2
otherwise	3

examples:

DA: 11001000 00010111 00010110 10100001

which interface?

DA: 11001000 00010111 00011000 10101010

which interface?

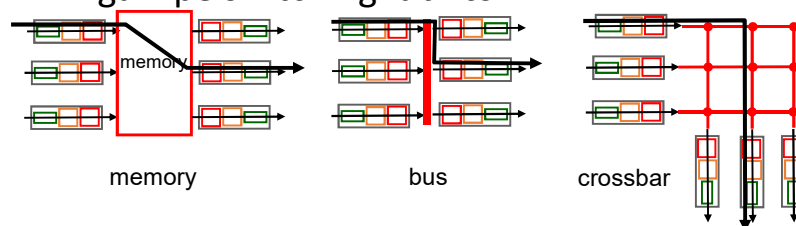


Prodi Informatika

16

Switching fabrics

- mentransfer paket dari buffer input ke buffer output yang sesuai
- switching rate: tingkat di mana paket dapat ditransfer dari input ke output
 - sering diukur sebagai kelipatan dari jalur input / output
 - N inputs: switching rate N kali line rate yang diinginkan
- Tiga Tipe switching fabrics



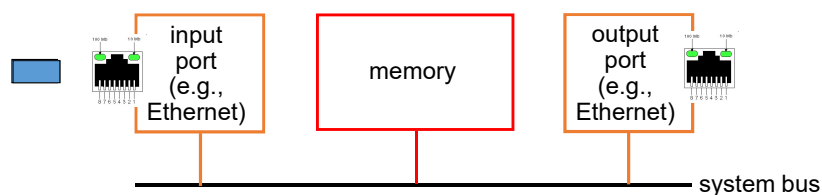
Prodi Informatika

17

Switching via memory

first generation routers:

- komputer tradisional dengan switching di bawah kendali langsung CPU
- Packet dicopy system's memory
- kecepatan dibatasi oleh bandwidth memori (2 bus penyeberangan per datagram)

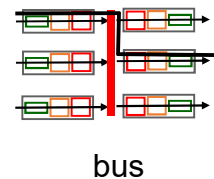


Prodi Informatika

18

Switching via a bus

- datagram dari memori port input ke memori port output melalui bus bersama
- **bus contention**: kecepatan switching dibatasi oleh bandwidth bus
- 32 Gbps bus, Cisco 5600: sufficient speed for access and enterprise routers

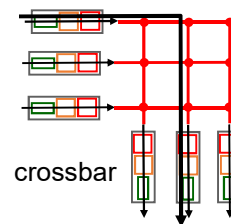


Prodi Informatika

19

Switching via interconnection network

- mengatasi keterbatasan bandwidth bus
- Bayan network, crossbar, jaring interkoneksi lainnya pada awalnya dikembangkan untuk menghubungkan prosesor dalam multiprosesor
- advanced design: fragmenting datagram into fixed length cells, switch cells through the fabric.
- Cisco 12000: switches 60 Gbps through the interconnection network

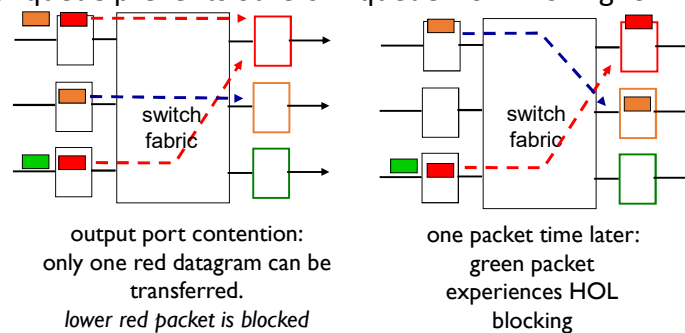


Prodi Informatika

20

Input port queuing

- fabric slower than input ports combined -> queueing may occur at input queues
 - *queueing delay and loss due to input buffer overflow!*
- **Head-of-the-Line (HOL) blocking:** queued datagram at front of queue prevents others in queue from moving forward

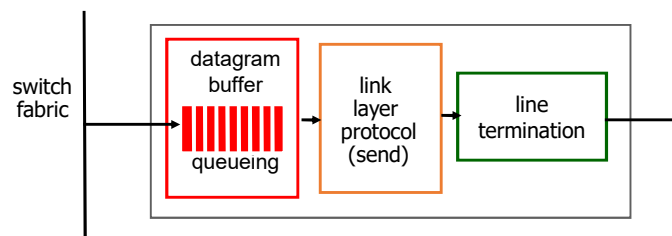


Prodi Informatika

21

Output ports

This slide is HUGEY important!



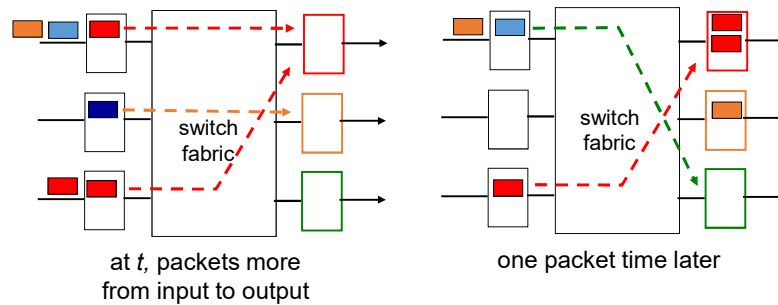
- **buffering** required from fabric faster than Datagram (packets) can be lost due to congestion, lack of buffers
- **scheduling discipline** chooses among queued datagrams Priority scheduling – who gets best performance, network neutrality



Prodi Informatika

22

Output port queueing



- buffering when arrival rate via switch exceeds output line speed
- *queueing (delay) and loss due to output port buffer overflow!*



Prodi Informatika

23

How much buffering?

- RFC 3439 rule of thumb: average buffering equal to “typical” RTT (say 250 msec) times link capacity C
 - e.g., C = 10 Gbps link: 2.5 Gbit buffer
- recent recommendation: with N flows, buffering equal to

$$\frac{RTT \cdot C}{\sqrt{N}}$$



Prodi Informatika

24

IP : Internet Protocol

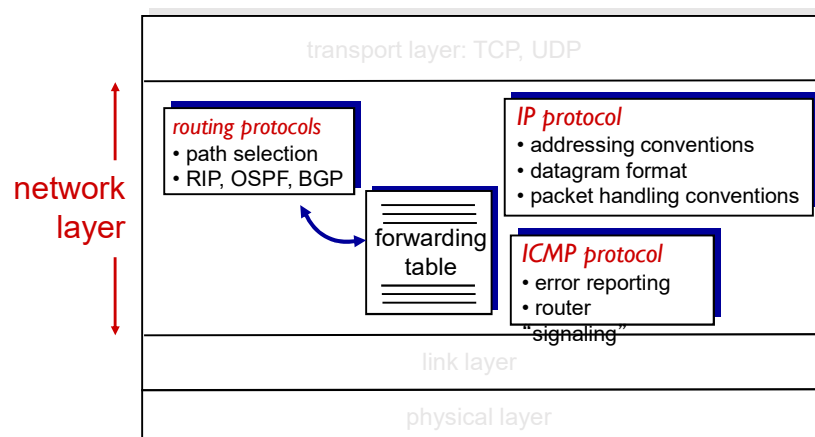


Prodi Informatika

25

The Internet network layer

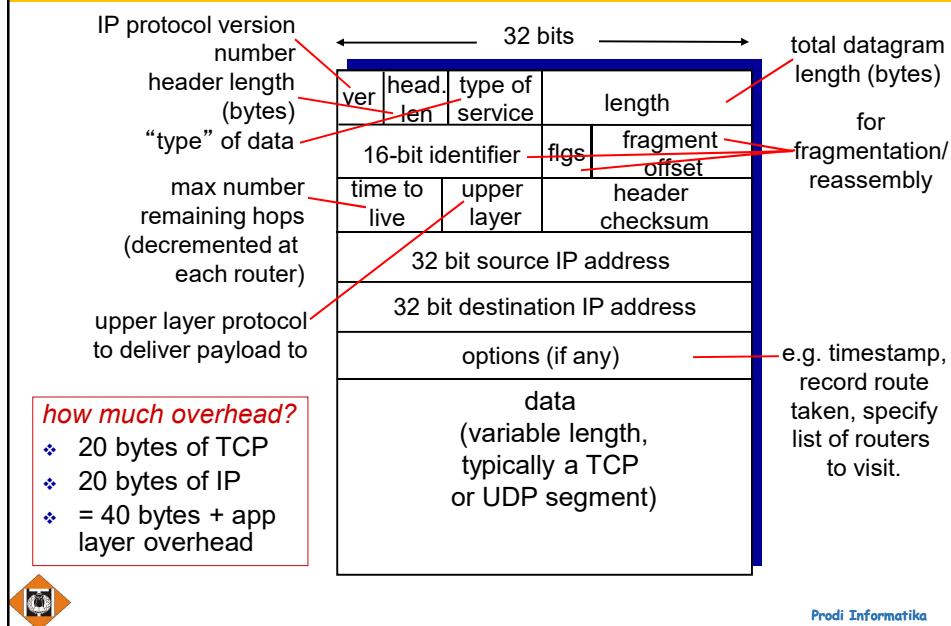
host, router network layer functions:



Prodi Informatika

26

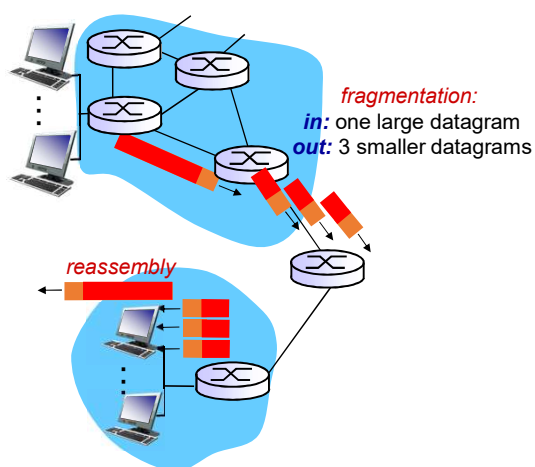
IP datagram format



27

IP fragmentation, reassembly

- network links have MTU (max.transfer size) - largest possible link-level frame
 - different link types, different MTUs
- large IP datagram divided ("fragmented") within net
 - one datagram becomes several datagrams
 - "reassembled" only at final destination
 - IP header bits used to identify, order related fragments



Prodi Informatika

28

IP fragmentation, reassembly

example:

- ❖ 4000 byte datagram
- ❖ MTU = 1500 bytes

1480 bytes in
data field

offset =
1480/8

length	ID	fragflag	offset
=4000	=x	=0	=0

*one large datagram becomes
several smaller datagrams*

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=0

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=185

length	ID	fragflag	offset
=1040	=x	=0	=370

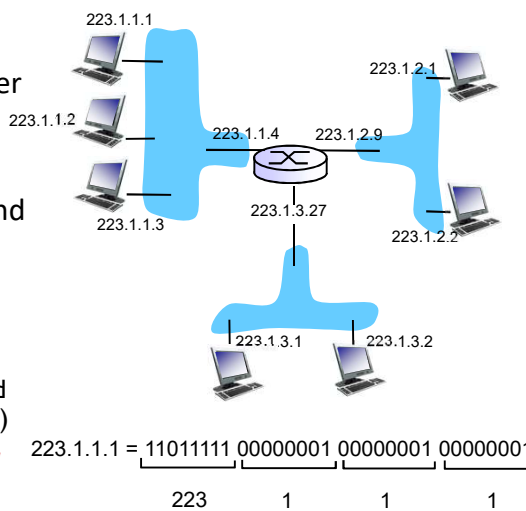


Network Layer Prodi Informatika 4-29

29

IP addressing: introduction

- **IP address:** 32-bit identifier for host, router interface
- **interface:** connection between host/router and physical link
 - router's typically have multiple interfaces
 - host typically has one or two interfaces (e.g., wired Ethernet, wireless 802.11)
- **IP addresses associated with each interface**



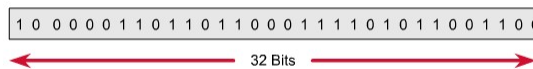
Prodi Informatika

30

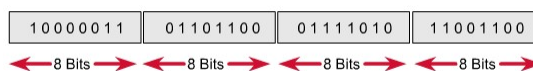
Skema IP Addressing

IP Address terdiri 32 bits.

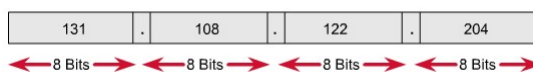
Terbagi menjadi dua bagian Bagian networkID dan Bagian HostID, hal ini tergantung dari subnetmask (akan dibicarakan lebih lanjut).



32 bit dibagi menjadi 4 bagian setiap bagian terdiri dari 8 bit.



Untuk kemudahan dikonversi menjadi desimal.



Prodi Informatika

31

Netmask

- Pada Pengalamatan Logik, selain butuh nomor IP dibutuhkan netmask atau subnetmask.
- Netmask besarnya sama dengan nomor IP yaitu 32 bit.
- Ada tiga pengelompokan besar subnet mask :
 - **255.0.0.0**
 - **255.255.0.0**
 - **255.255.255.0.**
- Hal tadi biasa disebut class, dikenal tiga class :
 - **Class A**, adalah semua nomor IP yang mempunyai subnetmask 255.0.0.0
 - **Class B**, adalah semua nomor IP yang mempunyai subnetmask 255.255.0.0
 - **Class C**, adalah semua nomor IP yang mempunyai subnetmask 255.255.255.0



Prodi Informatika

32

IP Dan Netmask...

- Pengalamatan Logik merupakan Gabungan antara IP dan Netmask
- Penulisan biasanya sebagai berikut :
 - IP : 202.95.151.129
 - Netmask : 255.255.255.0
- Perhitungan antara IP dan Netmask akan menghasilkan NetworkID



Prodi Informatika

33

IP Addresses



Terdiri dari 2 bagian:

- **Nomor network, Biasa disebut NetworkID (NetId)**
 - ✓ Dalam satu jaringan NetID untuk semua jaringan sama
- **Nomor host (HostId)**
 - ✓ Ini yang biasa disebut IP Address, dalam satu jaringan tidak ada yang nomor IP-nya sama



Prodi Informatika

34

Network ID atau Porsi Network

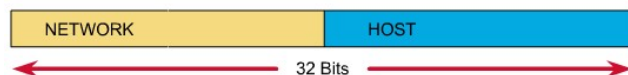
- Host/Komputer pada sebuah jaringan pada dasarnya hanya bisa berkomunikasi secara langsung dengan perangkat yang satu jaringan dengan komputer tersebut. **NetID harus sama.**
- **Subnet mask** yang menentukan NetworkID dan yang mana sebagai porsi nomor komputer/host
- **Biasanya semua yang bernilai 0 pada pengalamatan jaringan itulah yang disebut NetworkID (Tapi tidak selalu)**
- Peralatan jaringan layer 3, Routers menggunakan NetworkID ketika dia butuh untuk memforward data ke Jaringan yang lain



Prodi Informatika

35

Penggunaan Subnet Mask



- Subnet mask sebenarnya merupakan alat yang dipakai untuk melihat dalam IP address mana bagian dari NetID dan HostID.
- Untuk melihat NetID pada jaringan kita lakukan operasi AND antara Netmask dan IP Address
- Misal :
 - 10.252.240.6 Netmask 2155.255.255.0
 - Konversi menjadi biner dan AND-kan
 - 00001010.11111100.11110000.00000110
 - 11111111.11111111.11111111.00000000 AND
 - 00001010.11111100.11110000.00000000
 - Jadi NetID kita adalah 10.252.240.0
- **Dalam satu jaringan NetID akan sama**



Prodi Informatika

36

Pembagian Subnet Mask

- **Class A**, adalah semua nomor IP yang mempunyai subnetmask 255.0.0.0
- **Class B**, adalah semua nomor IP yang mempunyai subnetmask 255.255.0.0
- **Class C**, adalah semua nomor IP yang mempunyai subnetmask 255.255.255.0



Prodi Informatika

37

Pembagian Subnet Mask

IP Address	Network	Host	Host	Host
Netmask Class A	11111111	00000000	00000000	00000000

IP Address	Network	Network	Host	Host
Netmask Class B	11111111	11111111	00000000	00000000

IP Address	Network	Network	Network	Host
Netmask Class C	11111111	11111111	11111111	00000000

- Misal 192.168.2.3 dan netmask 255.255.255.0
- yang bitnya 1 pada netmask berarti pada IP itulah NetID komputer kita.
- Bit 0 pada Netmask berhubungan dengan nomor Host
- NetID 192.168.2.0
- Nomor Hostnya 3

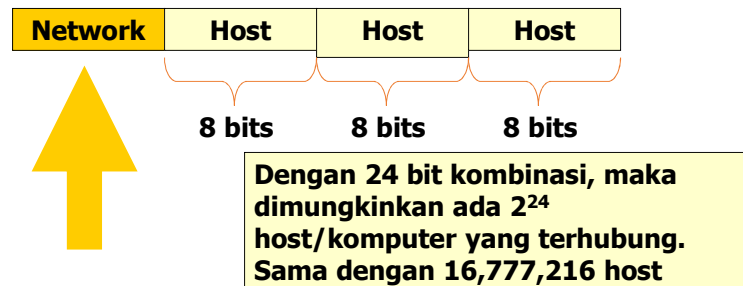


Prodi Informatika

38

Jangkauan Network ID

- Pada satu Jaringan NetID akan selalu sama
- Class A, misal Penomoran Host merupakan kombinasi 24 bit

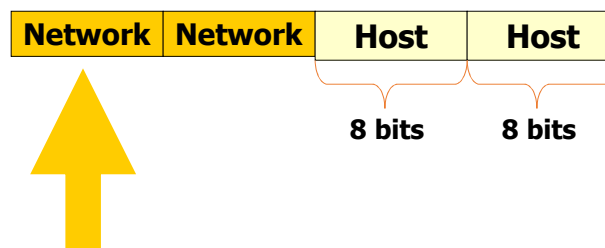


Prodi Informatika

39

Jangkauan Network ID...

- Class B, terdapat 16 bit kombinasi untuk host, dimungkin untuk kelas B sebanyak 65,536 dalam satu jaringan

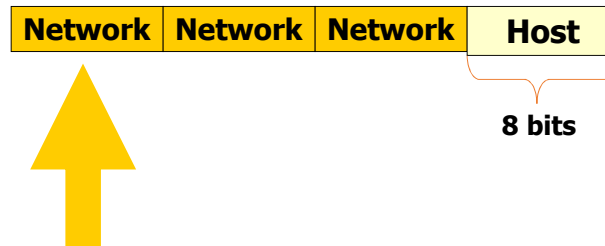


Prodi Informatika

40

Jangkauan Network ID

- Class C dimungkin ada 254 komputer yang bisa terhubung ke jaringan
- Misal 192.168.16.0 Maka host bisa diberi nomor IP 192.168.16.1 – 192.168.16.254
- Nomor terakhir yaitu 192.168.16.255 disebut broadcast



Prodi Informatika

41

Broadcast

- Alamat yang digunakan untuk mengirim/menerima informasi yang harus diketahui oleh seluruh *host* yang ada pada suatu jaringan
- Jika suatu host ingin mengirim paket kepada seluruh host yang ada pada jaringannya, tidak perlu membuat replikasi paket sebanyak jumlah *host* tujuan, Host cukup mengirim ke alamat *broadcast*, maka seluruh *host* yang ada pada *network* akan menerima paket tersebut
- Seluruh *host* pada jaringan yang sama harus memiliki *broadcast address* yang sama dan alamat tersebut tidak boleh digunakan sebagai nomor IP untuk *host* tertentu
- Nomor Broadcast biasanya adalah nomor terakhir IP pada suatu jaringan (Segment host yang nilai bitnya 1)



Prodi Informatika

42

Broadcast...

- Misal ID Jaringan 192.168.16.0 Netmask 255.255.255.0
- Broadcast 192.168.16.255

- Misal ID Jaringan 192.168.0.0 Netmask 255.255.0.0
- Broadcast 192.168.255.255

- Berikan Kesimpulan dari data diatas?



Prodi Informatika