

MODUL MATA KULIAH

JARINGAN KOMPUTER

KP041/KP371 - 3 SKS



**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

**JAKARTA
JUNI 2020**

TIM PENYUSUN

Joko Christian Chandra, M.Kom
Reva Ragam Santika, M.Kom



MODUL PERKULIAHAN #6

JARINGAN KOMPUTER

Capaian Pembelajaran	:	Mahasiswa memahami dan mampu menjelaskan Layer network, yang mencakup : <ol style="list-style-type: none">1. Contoh protokol2. Karakteristik protokol IPv43. Karakteristik protokol IPv64. Konsep routing
Sub Pokok Bahasan	:	<ol style="list-style-type: none">1. Pengenalan Fungsi Network Layer2. contoh protokol Network Layer3. Karakteristik protokol IP: Connectionless, best effort, media independent4. Detail isi header IPv45. Keterbatasan IPv46. Karakteristik IPv67. Perbandingan header IPv4 dengan IPv68. Detail isi header IPv69. Routing table, Prinsip Penentuan rute ke remote host
Daftar Pustaka	:	<ol style="list-style-type: none">1. Cisco Networking Academy Curriculum. (2017). CCNA Routing and Switching version 6 – Introduction To Network. Available at : https://www.netacad.com/

	<p>[Accessed 10 Feb 2019].</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. IBM Think Academy.(2015). How It Works: Internet of Things [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=QSIPNhOiMoE [Accessed 10 Jan 2017]. 3. Hariharan. (2016). Internet of Things (IoT) Architecture for Beginners [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=EcWhxb77Gug&t=9s [Accessed 10 Jan 2017]. 4. Flanagan, Kelly. (2014). Life Simplified with connected devices [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=NjYTzvAVozo&t=7s [Accessed 26 Oct 2016] 5. Cisco.(2013).Cisco Telepresence Vision [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=NkW0hHIO7Jk [Accessed 23 Oct 2016] 6. Qualcomm.(2015). Jason Silva Says Why Wait for the Internet of Everything [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=ZLqXtwl_-YY [Accessed 17 Jan 2017] 7. Salesforce(2009). What is Cloud Computing? [online]. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=ae_DKNwK_ms [Accessed 17 Jan 2017]. 8. Rackspace.(2012). Understanding the Cloud Computing Stack: SaaS, PaaS and IaaS CloudU [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=RN5sg5Lnny8 [Accessed 17 Jan 2017]. 9. Messer.(2012). Understanding Unicast, Multicast, and Broadcast - CompTIA Network+ N10-005: 1.3 [online]. Available at:
--	--

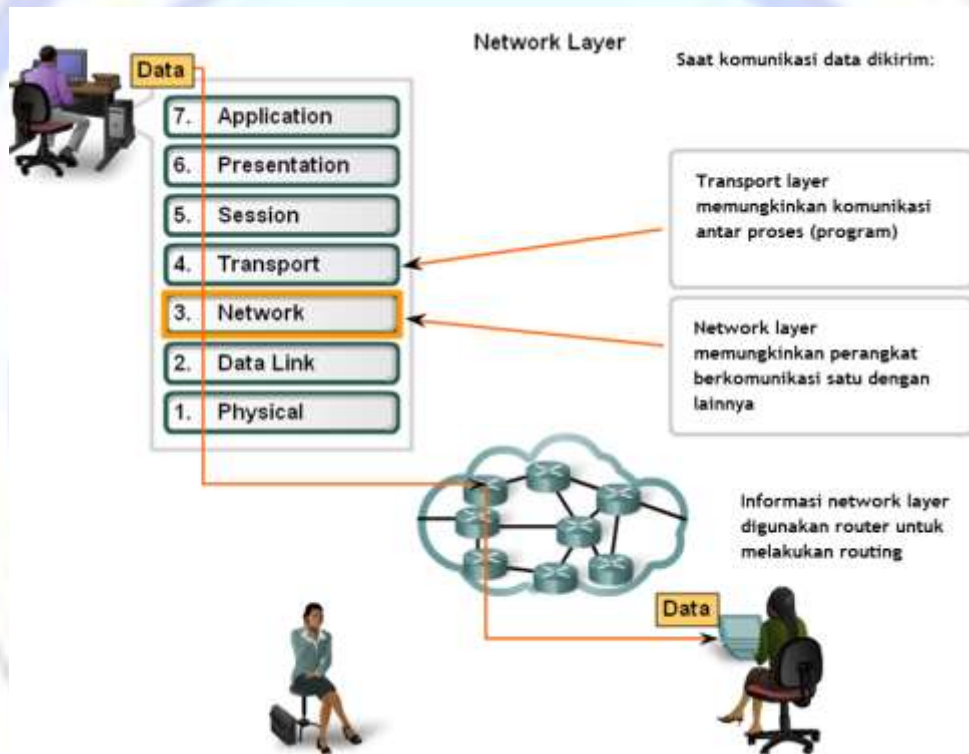
	<p>https://www.youtube.com/watch?v=Z6O__3UEItE [Accessed 23 Mar 2014].</p> <p>10. IEEEISTTV. (2012). What is IEEE? IEEE Day 2012 Edition [online]. Available at : https://www.youtube.com/watch?v=fcmCpEpg0lQ [Accessed 23 Mar 2014].</p> <p>11. IETF - Internet Engineering Task Force. (2013). Introducing the Internet Engineering Task Force (IETF) - Making The Internet Work Better [online]. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=Fpuzl9lvOSM [Accessed 23 Mar 2014].</p> <p>12. Sharma, Dinesh (2011). Understanding IP Address and Subnet Mask (A Historical Perspective) [online]. Available at : http://www.dscentral.in/2011/07/14/understanding-ip-address-and-subnet-mask/ [Accessed 17 March 2017]</p> <p>13. Pengalaman dosen pengampu saat mengerjakan proyek terkait implementasi / maintenance jaringan komputer.</p>
--	--

6 OSI NETWORK LAYER DAN KONSEP ROUTING

Pada bab ini, kita akan membahas layer network yang terdapat pada model OSI (layer internet pada model TCP/IP). Layer ini berperan penting dalam proses komunikasi antar host dan digunakan oleh perangkat intermediate, khususnya router untuk melakukan proses routing.

6.1 Network Layer

Network layer ada diantara transport layer dan data link layer. Fungsi utamanya adalah memungkinkan komunikasi antar perangkat pengirim dengan perangkat tujuan akhir.



Gambar 6.1 Peran Network Layer pada model OSI

Bahasa teknis yang dapat digunakan adalah network layer menyediakan layanan untuk pertukaran data individual pada perangkat yang dikenali dalam jaringan. Untuk mencapai ini ada 4 proses dasar:

1. Addressing

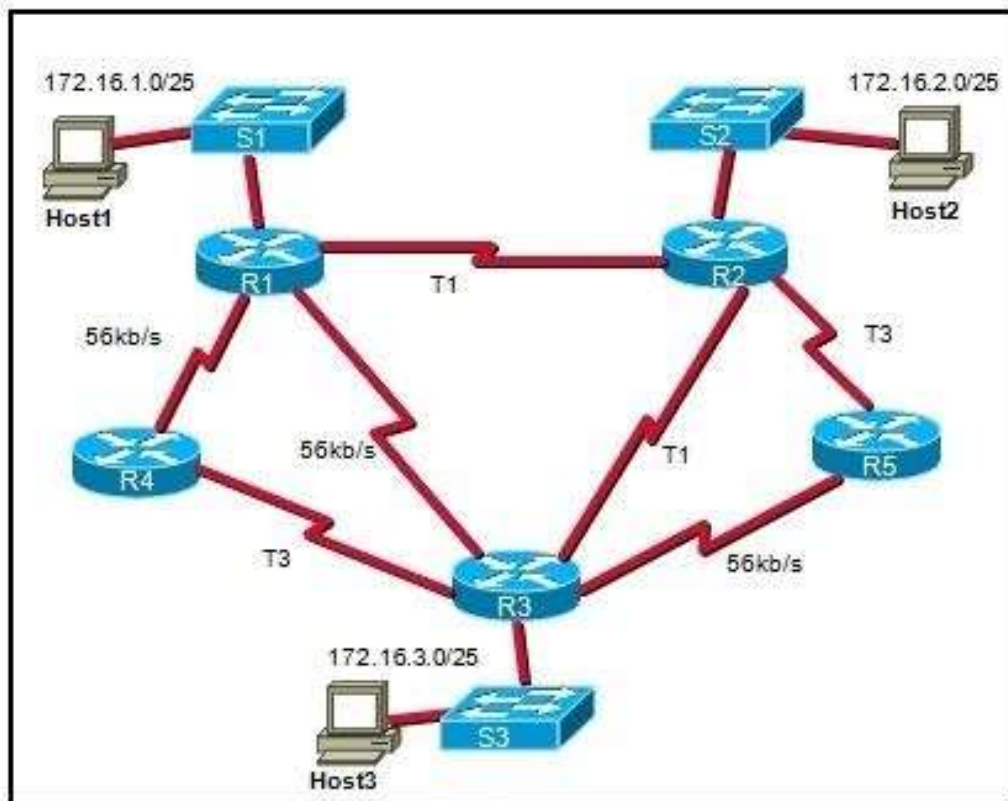
Network layer harus menyediakan mekanisme pengalamatan end devices. Jika potongan data individual akan dikirim ke sebuah end device, maka perangkat itu harus memiliki alamat unik. Pada jaringan IPv4, sebuah perangkat end device yang telah memiliki alamat disebut host.

2. Encapsulation

Pada enkapsulasi layer 3, segment (PDU layer 4) akan ditambahkan header sehingga menjadi paket (PDU layer 3). Isi header berupa alamat sumber (source address) dan tujuan (destination address).

3. Routing

Network layer harus menyediakan layanan untuk mengarahkan paket menuju destination host. Source and destination hosts tidak selalu terhubung pada jaringan yang sama, sehingga paket dapat melalui jaringan yang berbeda. Dalam perjalanannya, paket harus diarahkan oleh intermediary devices yang menghubungkan jaringan yang berbeda.



Gambar 6.2 Kalimat dengan aturan dan tanpa aturan

Perangkat ini adalah router yang menentukan jalur terbaik untuk mengirim sebuah paket, proses pengarahannya disebut routing.

Dalam perjalanannya, sebuah paket dapat melewati berbagai intermediary device. Setiap rute yang dilalui paket dalam perjalanannya menuju perangkat intermediary berikutnya disebut hop.

4. Decapsulation

Paket yang tiba pada destination host akan diverifikasi alamat tujuannya, jika benar, maka paket akan di dekapsulasi dan segment akan dikirim ke layer 4.

Tidak seperti layer 4 yang menangani transport data antar proses yang berjalan pada tiap host, layer 3 mendeskripsikan struktur paket dan proses untuk mengirim paket tersebut dari satu host ke host lain tanpa memperdulikan aplikasi apa yang menggunakan. Hal ini memungkinkan layer network mengirim paket dari berbagai jenis komunikasi antar berbagai host.

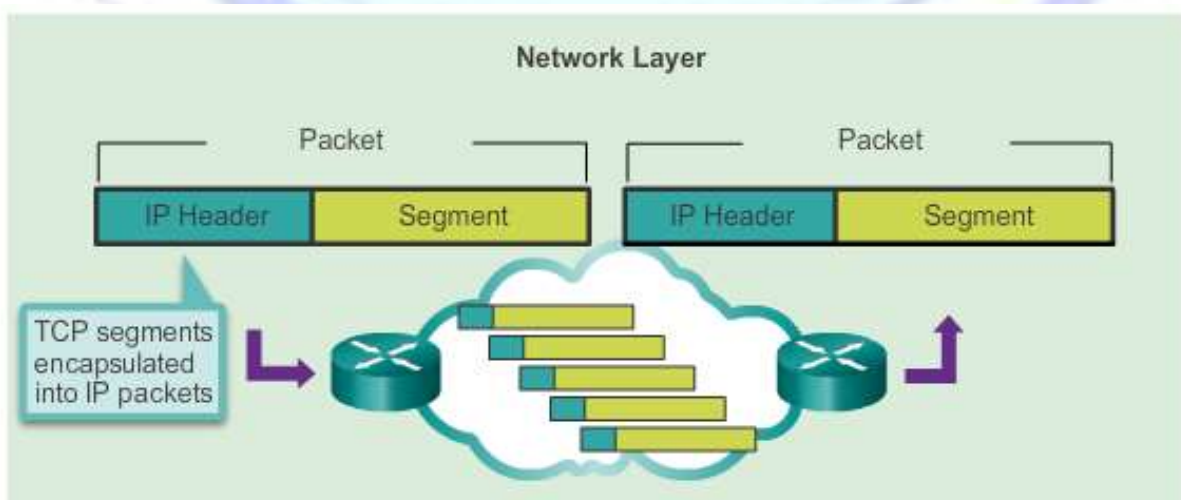
Terdapat banyak protokol yang bekerja pada layer network, diantaranya:

1. Internet Protocol version 4 (IPv4)
2. Internet Protocol version 6 (IPv6)
3. Novell Internetwork Packet Exchange (IPX)
4. AppleTalk
5. Connectionless Network Service (CLNS/DECNet)

Tetapi fokus kita pada protokol yang paling luas digunakan, yaitu IPv4 dan IPv6, sehingga protokol yang lain tidak akan dibahas.

6.2 IPv4

Internet Protocol di desain sebagai protokol dengan overhead rendah, menyediakan hanya fungsi yang penting untuk mengantarkan paket dari sumber ke tujuan. Protokol ini tidak melakukan "tracking" dan manajemen flow paket karena akan dilakukan oleh protokol layer lain (pada layer 4).



Gambar 6.3 Paket IP melintas di jaringan

6.2.1 Karakteristik dasar dari IPv4 adalah :

1. Connectionless
2. Best Effort (unreliable).
3. Media Independent.

6.2.1.1 Connectionless

Sifat connectionless pada protokol ini berarti tidak ada sesi pembukaan koneksi yang dibuat sebelum pengiriman. Overhead (beban jaringan) rendah, dengan karakteristik:

- Penerima tidak akan mengetahui kapan paket datang.
- Pengirim tidak akan tahu apakah penerima sedang aktif atau tidak (on atau off, terhubung jaringan atau tidak), dan apakah paket tiba hingga tujuan (lihat dari sudut pandang layer 3, karena dari layer 4 dengan protokol TCP, akan dibuat session sebelum pengiriman segment)
- Dapat mengakibatkan tibanya paket dalam urutan yang berbeda, ini harus dikoreksi oleh protokol pada layer di atasnya.

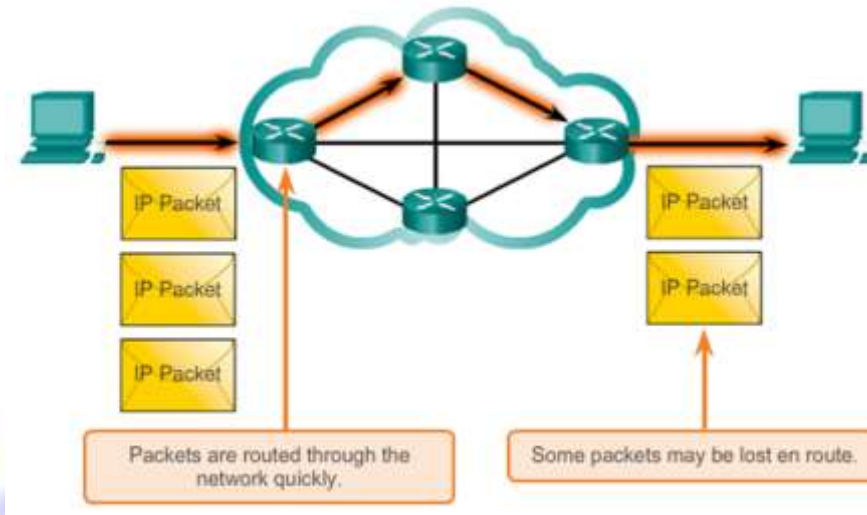


Gambar 6.4 Pengiriman paket connectionless IPv4

6.2.1.2 Best Effort

Pengiriman Ip akan menggunakan pendekatan "usaha terbaik" sehingga disebut unreliable. "Unreliable" disini dalam konteks bahwa IP tidak memiliki kapabilitas untuk melakukan manajemen dan penanganan paket yang tidak terkirim atau korup.

Tidak ada ack (acknowledgment / tanda terima) dari pengiriman paket, tidak ada kontrol error dan tidak ada bentuk apapun untuk "tracking" paket, oleh karena itu tidak ada transmisi ulang. Keuntungannya adalah tidak ada overhead untuk menjamin pengiriman paket.

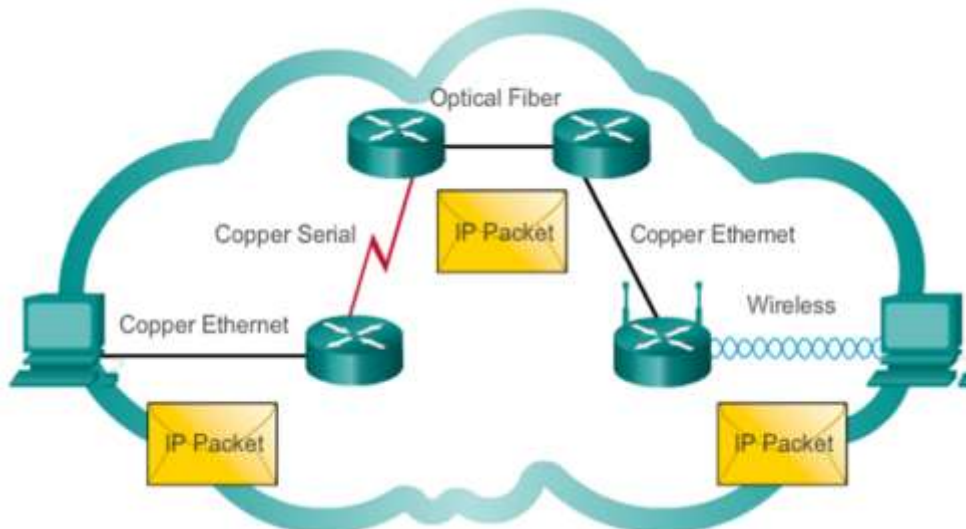


Gambar 6.5 Ilustrasi pengiriman best effort IPv4

6.2.1.3 Media Independent

Bekerja secara independent dari media (tidak terpengaruh jenis media), IPv4 juga tidak terbebani dengan karakteristik dari media yang berbeda-beda. Fungsi dan format IP tetap sama meskipun media yang digunakan berbeda-beda.

Hanya ada satu karakteristik utama media yang harus dipertimbangkan protokol pada layer 3, yaitu ukuran maksimum PDU yang bisa dikirimkan melalui media. Karakteristik ini disebut dengan Maximum Transmission Unit (MTU) (bersumber dari layer 2).



Gambar 6.6 Ilustrasi konsep media independent IPv4

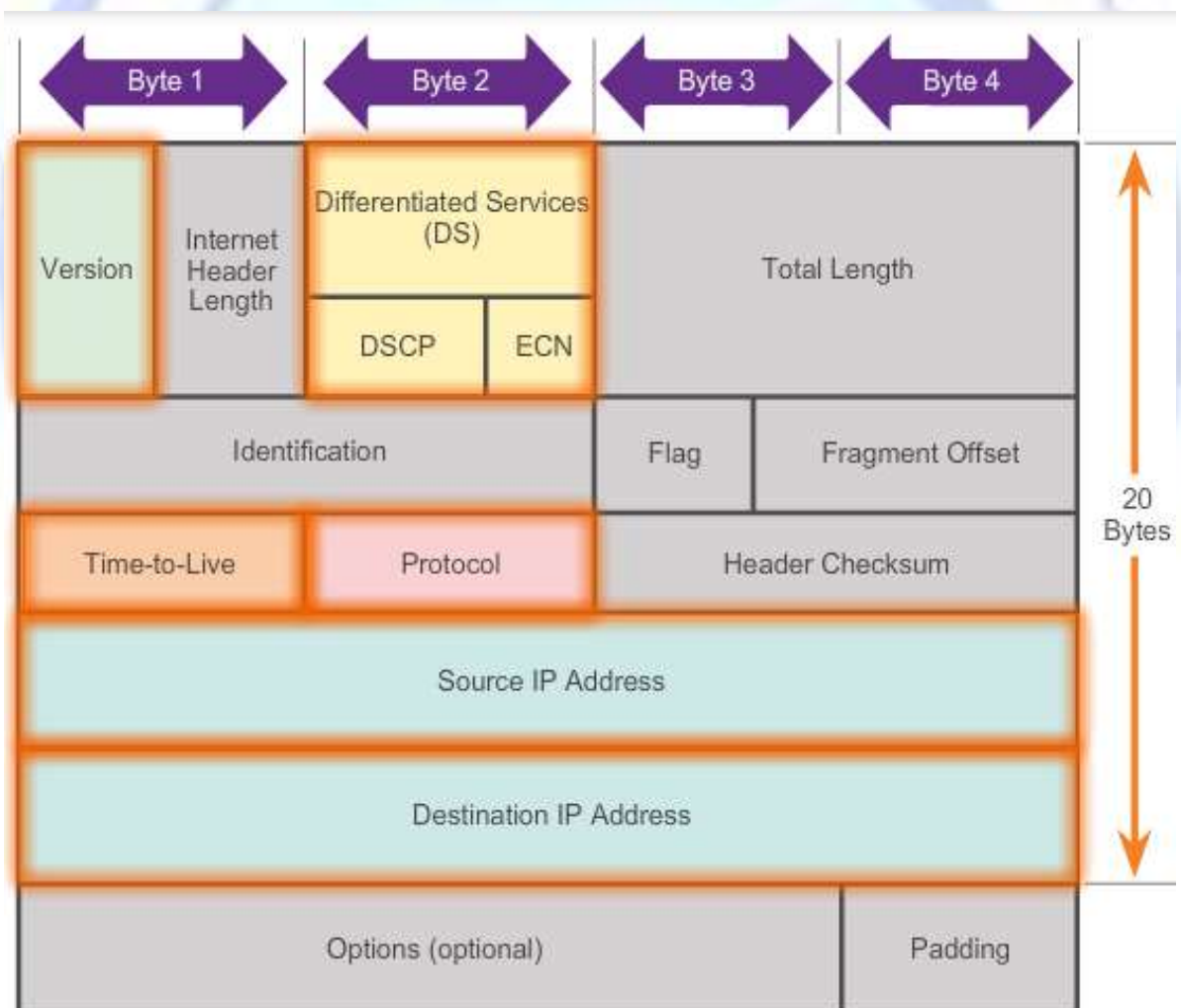
Terdapat komunikasi kontrol antara Data link layer dengan Network layer yang menginformasikan besarnya MTU yang dipakai. Pada beberapa kasus , sebuah

perangkat intermediary (khususnya router) harus membagi sebuah paket besar menjadi paket lebih kecil, proses ini disebut dengan fragmenting the packet atau fragmentation.

6.2.2 Struktur IPv4

IPv4 memiliki struktur dasar 2 bagian :

- Header
informasi yang ditambahkan oleh protokol IP saat enkapsulasi
- Payload
kargo berupa segment atau datagram yang dihasilkan oleh protokol di atasnya.



Gambar 6.7 Struktur header IPv4

Berikut adalah penjelasan lebih detail dari header IPv4

1. Version

Berukuran: 4 bit biner, dengan fungsi meng-identifikasikan versi paket IP (untuk IPv4 nilainya selalu 0100)

2. IP Destination Address: berisi 32 bit biner alamat tujuan

3. IP Source Address: berisi 32 bit biner alamat sumber

4. Time-to-Live

berisi 8 bit biner yang mengindikasikan "umur" paket. Nilai TTL akan berkurang tiap satu hop, saat nilainya menjadi 0, paket akan dibuang. Mekanisme ini mencegah paket di forward tanpa batas

5. Differentiated Service (DS)

Dahulu disebut dengan Type of Service (ToS), sepanjang 8 bit biner:

- 6 bit pertama disebut Differentiated Services Code Point (DSCP) yang digunakan oleh mekanisme QoS
- 2 bit berikutnya disebut Explicit Congestion Notification (ECN) yang digunakan untuk mencegah paket di drop saat lalu lintas padat.

6. Protocol

berisi 8 bit biner yang mengindikasikan jenis data yang dibawa paket. Nilai ini memungkinkan layer network mengirim paket ke protokol layer 4 yang tepat .

Contoh nilainya:

- 01 ICMP
- 06 TCP
- 17 UDP

7. Internet Header Length (IHL)

- Ukuran: 4 bit biner
- Fungsi : menyatakan panjang header paket.
- Satuan yang digunakan adalah word (1 word = 32 bit).
- Nilai minimum adalah 5 (0101) berarti sebesar $5 \times 32 = 160$ bits = 20 bytes
- Nilai maksimum adalah 15 (1111) berarti sebesar $15 \times 32 = 480$ bits = 60 bytes

8. Total Length

- Ukuran: 16 bit biner
- Fungsi : menyatakan panjang keseluruhan paket, termasuk header

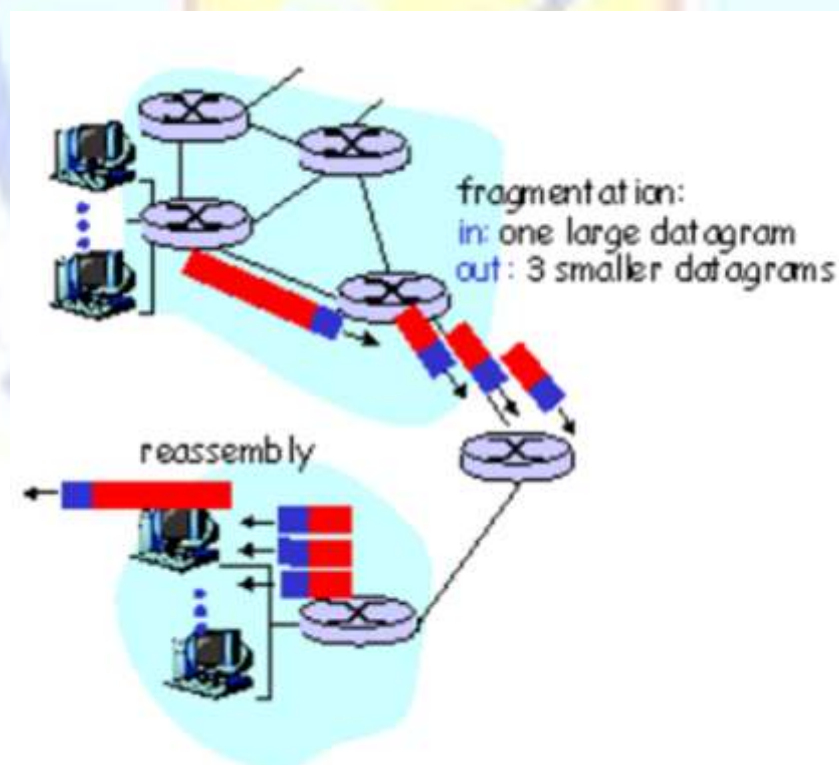
- Satuan yang digunakan adalah byte.
- Nilai minimum adalah 20 byte (20-byte header + 0 bytes data)
- Nilai maksimum adalah 65,535 bytes.

9. Header Checksum

- Ukuran :16-bit
- Fungsi : untuk melakukan check error dari header IP
- Nilai checksum dihitung oleh pengirim dan diletakkan disini, saat diterima, maka penerima akan melakukan proses checksum lagi dan membandingkan nilainya, jika sama maka paket dianggap valid, jika berbeda maka paket dianggap rusak dan akan dibuang

10. Identification

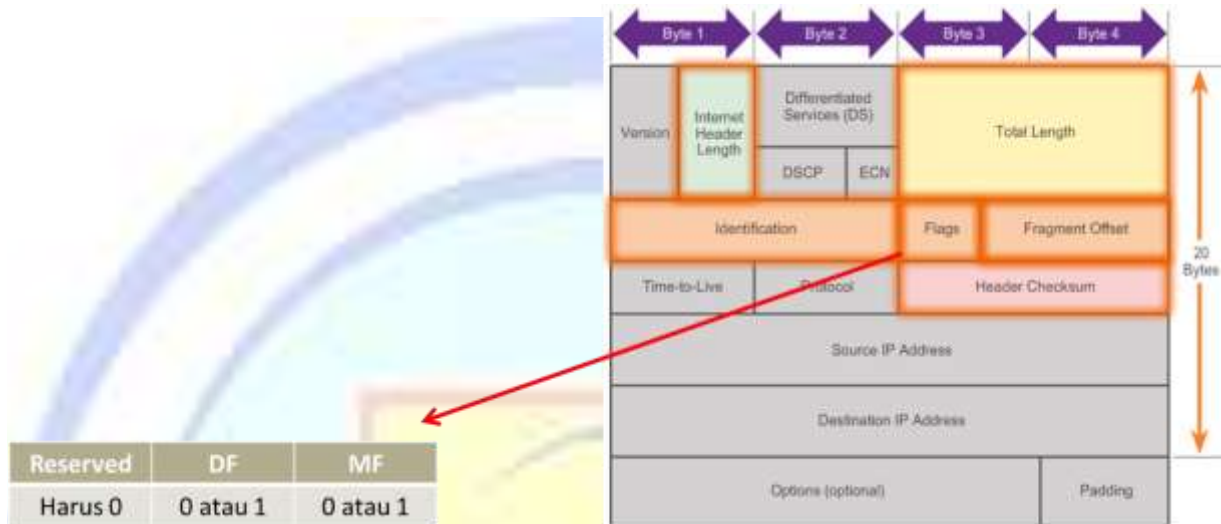
Dalam perjalanan sebuah paket, dapat melalui media yang berbeda-beda kapasitasnya. Saat sebuah paket yang diterima router harus dikirim melalui media yang memiliki bandwidth rendah (lebih rendah dari MTU-Maximum Transmission Unit paket), maka paket itu harus difragmentasi. Maka header identification dengan ukuran 16 bit digunakan untuk mengidentifikasi secara unik sebuah fragment dari paket IP original.



Gambar 6.8 Ilustrasi proses fragmentasi paket IP

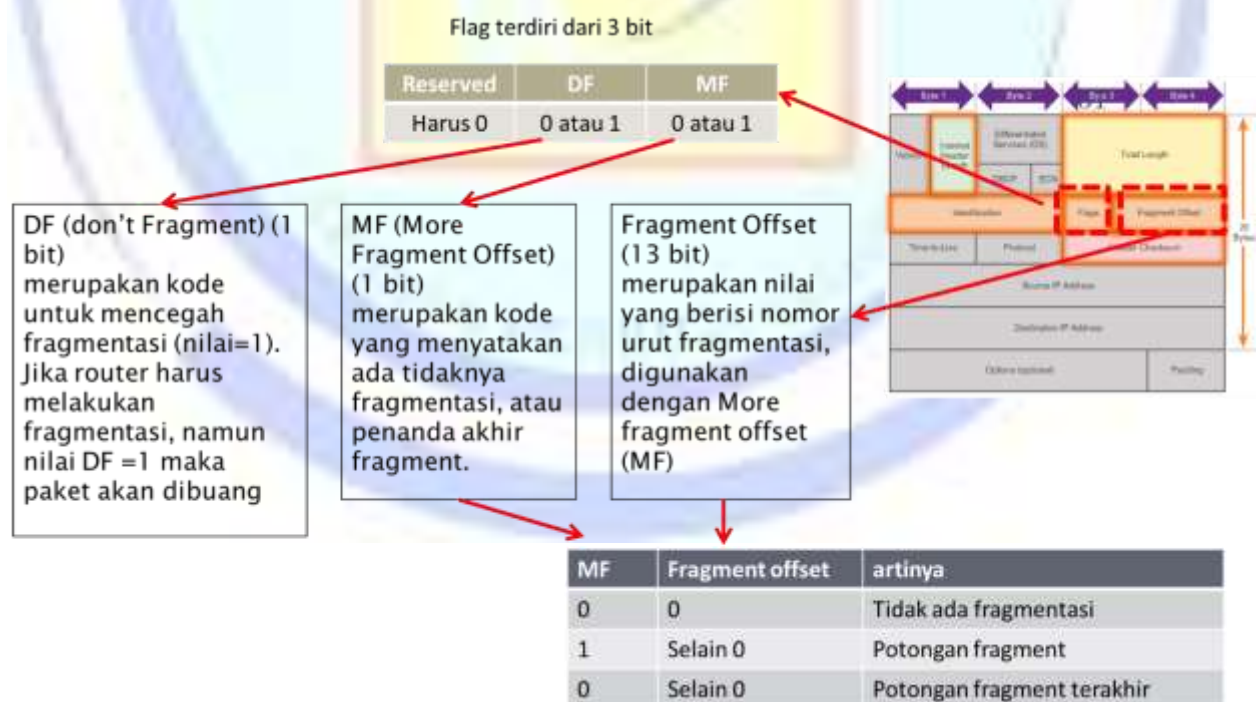
11. Flags dan fragment offset

Ukuran: 3-bit dengan fungsi untuk mengidentifikasi bagaimana sebuah paket terfragmentasi, sehingga membantu router penerima untuk merekonstruksi paket fragment menjadi paket utuh.



Gambar 6.9 Isi header Flag pada IPv4

Fragment offset sebagai bagian dari fungsi fragmentasi merupakan nomor urut fragmentasi.



Gambar 6.10 Penjelasan fungsi flag dan fragment offset pada header IPv4

12. Options dan padding

Jarang digunakan dan diluar dari bahasan materi ini. Daftar lengkap dapat dilihat di : <http://www.iana.org/assignments/protocol-numbers>

Berikut adalah contoh dari header paket IPv4 yang umum

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Ver=4	IHL=5	Type of Service	Total Length=472
Identification=111		Flag=0	Fragment Offset=0
Time=123	Protocol=6	Header Checksum	
Source Address			
Destination Address			
Options			
Data			
Data			
Data			

Gambar 6.11 Contoh nilai header IPv4

- Ver=4 ;Versi 4
- IHL = 5; ukuran header dalam 32 bit words (4 bytes). Header ini berukuran $5 \times 4 = 20$ bytes, nilai minimum yang valid.
- Total Length = 472; ukuran paket (header and data) is 472 bytes.
- Identification = 111; nomor identifier asli (diperlukan jika ada fragmentasi).
- Flag = 0; berarti paket boleh di fragmentasi jika diperlukan
- Fragment Offset = 0; menandakan bahwa saat ini paket tidak terfragmentasi (tidak ada nomor offset).
- Time to Live = 123; menyatakan jumlah hop sisa umur paket (berkurang setiap kali bertemu router).
- Protocol = 6; menyatakan bahwa isi paket berisi segment TCP.

6.2.3 Batasan IPv4

IPv4 tidak didesain untuk jumlah penggunaan seperti saat ini. Untuk mempertahankan menggunakan IPv4 telah dilakukan beberapa update seperti penggunaan Variable Length Subnet Mask(VLSM) dan Network Address Translation (NAT). Namun, meskipun dengan update tersebut, IPv4 masih mengalami 3 masalah utama:

1. Habisnya IPv4
2. Ekspansi routing table Internet
3. Hilangnya konektivitas end-to-end .

6.2.3.1 Habisnya IPv4

IPv4 memiliki kapasitas terbatas yang bisa dikombinasikan dari 32 bit biner. Meskipun secara teoritis mendukung 4.294.967.296 kombinasi IP, namun dalam desainnya diperlukan blok alamat tertentu tidak dapat digunakan, sehingga hanya dapat digunakan kurang dari nilai tersebut, sekitar 3,7 Milliar.



Pembagian IPv4 public (yang bisa digunakan di internet) diatur oleh IANA (Internet Assigned Number Authority), yang kemudian mendelegasikan kembali ke region-region di dunia.

IANA sudah habis mendelegasikan blok alamat kepada region, dan hanya tersisa satu region yang masih memiliki sedikit IPv4 public untuk disewakan.

IANA Unallocated Address Pool Exhaustion:
03-Feb-2011

Projected RIR Address Pool Exhaustion Dates:

RIR	Projected Exhaustion Date
APNIC:	19-Apr-2011 (actual)
RIPE NCC:	14-Sep-2012 (actual)
LACNIC:	10-Jun-2014 (actual)
ARIN:	24 Sep-2015 (actual)
AFRINIC:	20-Jun-2018

6.2.3.2 Ekspansi routing table Internet

Routing table digunakan oleh router untuk mengambil keputusan routing yang terbaik. Setiap routing table berisi informasi alamat network IP yang bisa dihubungi oleh router tersebut. Seiring dengan jumlah server (node) yang terhubung ke internet semakin banyak, maka jumlah rute network pada routing table semakin

besar. Semakin besar routing table maka semakin membebani memori dan sumber daya pada internet router yang pada akhirnya menurunkan kinerja.

6.2.3.3 Hilangnya konektivitas end-to-end

Penggunaan NAT untuk memperpanjang penggunaan IPv4 sudah menjadi standar yang berlaku saat ini. NAT memungkinkan perangkat untuk berbagi sebuah IPv4 public dan terhubung ke internet.

Namun karena sebuah IP public digunakan secara berbagi, maka alamat IP internal terselubung. Hal ini akan menjadi masalah untuk teknologi yang memerlukan end-to-end connectivity (IP sumber dan IP tujuan akhir harus diketahui) seperti game, dan peer-to-peer.

6.3 IPv6

Di awal 1990an, Internet Engineering Task Force (IETF) mulai merasa risau terkait keterbatasan IPv4 an mulai mencoba mencari teknologi pengganti. Hal ini mendorong perkembangan IPv6. IPv6 mengatasi permasalahan yang ada di IPv4 dan lebih cocok untuk kebutuhan jaringan masa depan.

Peningkatan pada IPv6 termasuk :

1. Jumlah alokasi alamat yang lebih besar

dengan menggunakan kombinasi 128 bit biner, IPv6 secara teoritis dapat menyediakan 340 Undecillion alamat

IPv6 menyediakan kombinasi sebanyak 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 (yang kira-kira sebanyak jumlah butir pasir di bumi.

Number Name	Scientific Notation	Number of Zeros
1 Thousand	10 ³	1,000
1 Million	10 ⁶	1,000,000
1 Billion	10 ⁹	1,000,000,000
1 Trillion	10 ¹²	1,000,000,000,000
1 Quadrillion	10 ¹⁵	1,000,000,000,000,000
1 Quintillion	10 ¹⁸	1,000,000,000,000,000,000
1 Sextillion	10 ²¹	1,000,000,000,000,000,000,000
1 Septillion	10 ²⁴	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Octillion	10 ²⁷	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Nonillion	10 ³⁰	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Decillion	10 ³³	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Undecillion	10 ³⁶	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

Legend

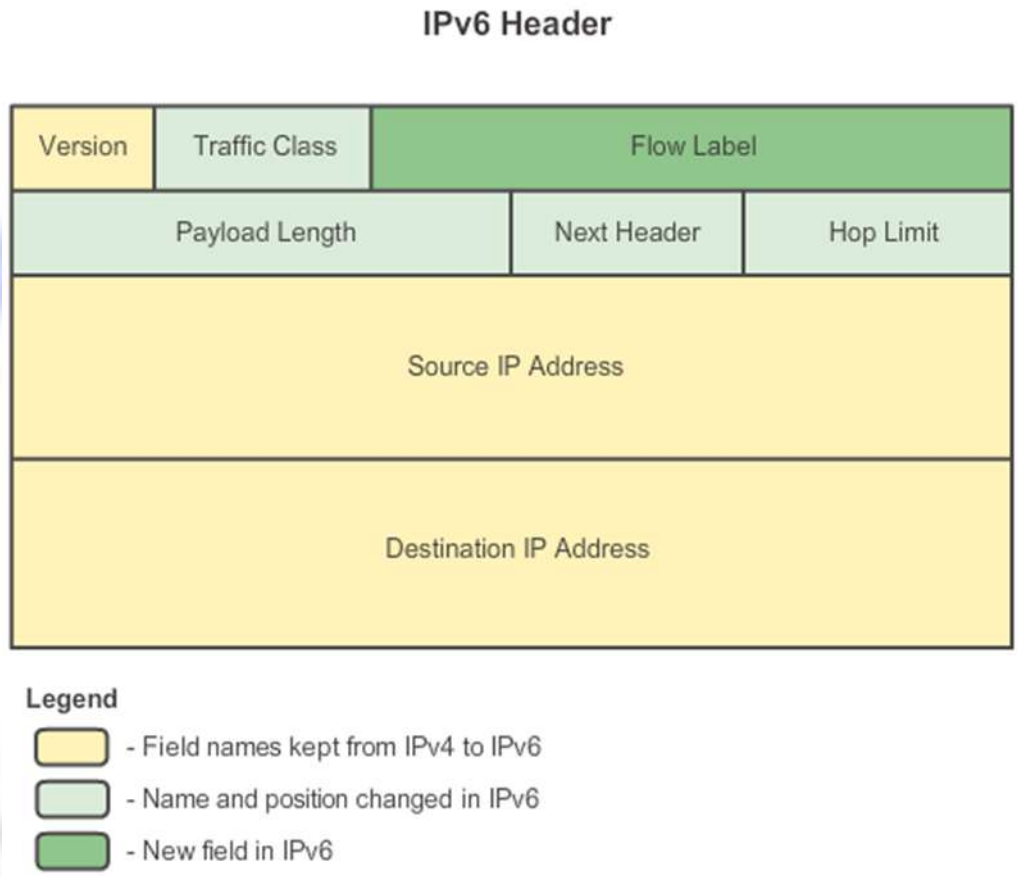
- There are 4 billion IPv4 addresses
- There are 340 undecillion IPv6 addresses

Gambar 6.12 Membandingkan kapasitas pengalamatan IPv4 dengan IPv6

2. Peningkatan packet handling. Header pada IPv6 lebih sederhana dan mempermudah pekerjaan router
3. Menghilangkan kebutuhan NAT. Memecahkan masalah end-to-end connectivity.

6.3.1 Struktur Header IPv6

Header IPv6 jauh lebih sederhana, meskipun ukurannya lebih besar karena pengalamatan 128 bit yang digunakan. Strukturnya dapat dilihat di gambar berikut:



Gambar 6.13 Header IPv6

Berikut adalah tabel perbandingan sederhana antara IPv4 dengan IPv6:

Struktur	IPv4	IPv6
Ukuran minimum	20 octet	40 octet
Ukuran maksimum	60 octet (jika option digunakan)	40 octet
Header fields	12 (diluar option dan padding)	8

Dan struktur header nya dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Version
 - Ukuran : 4 bit biner
 - Fungsi: mengidentifikasi versi dari paket IP
 - Nilai untuk IPV6 selalu 0110
2. Traffic Class
 - Ukuran: 8 bit biner
 - Fungsi : sama dengan field Differentiated Services (DS) pada IPv4
3. Flow Label
 - Ukuran : 20 bit biner
 - Fungsi: menampung nilai label yang digunakan untuk mengidentifikasi kelompok flow dari paket tersebut.
 - Paket yang tidak termasuk dalam sebuah flow akan memiliki nilai 0
 - Paket dengan flow label (selain nol) dan ip address sumber yang sama akan diarahkan oleh router IPv6 menggunakan sumber daya yang sama (rute yang sama)
 - Dengan rute yang sama, maka paket tidak perlu diurutkan ulang
 - Manajemen flow membutuhkan informasi tambahan yang diatur dengan control protocol seperti the RSVP (Resource reSerVation Protocol). (diluar cakupan materi ini
4. Payload Length
 - Ukuran : 16 bit biner
 - Fungsi: menampung besar (ukuran) paket tersebut.
 - Satuan dalam byte
5. Next Header
 - Ukuran : 8 bit biner
 - Fungsi : mengidentifikasi tipe protokol yang ada pada payload, juga digunakan jika ada tambahan (extension header)
6. Hop Limit
 - Ukuran : 8 bit biner
 - Fungsi : menyatakan umur maksimum sebuah paket. Berkurang setiap bertemu satu router.

7. Source IP address

- Ukuran : 128 bit biner
- Fungsi: identifier alamat pengirim

8. Destination IP address

- Ukuran : 128 bit biner
- Fungsi: identifier alamat penerima
- Untuk konsumsi manusia, alamat sumber dan tujuan pada IPv6 dapat ditampilkan dalam hexadesimal

9. Selain field header standar tersebut, sebuah paket IPv6 dapat diberikan extension header (EH) yang diletakkan antara header standar dengan payload. EH dapat digunakan pada fragmentasi, keamanan, dll (namun tidak akan dibahas pada mata kuliah ini)

6.3.2 Keunggulan IPv6 dibanding IPv4

Berikut adalah beberapa keunggulan dari header IPv6 yang lebih sederhana :

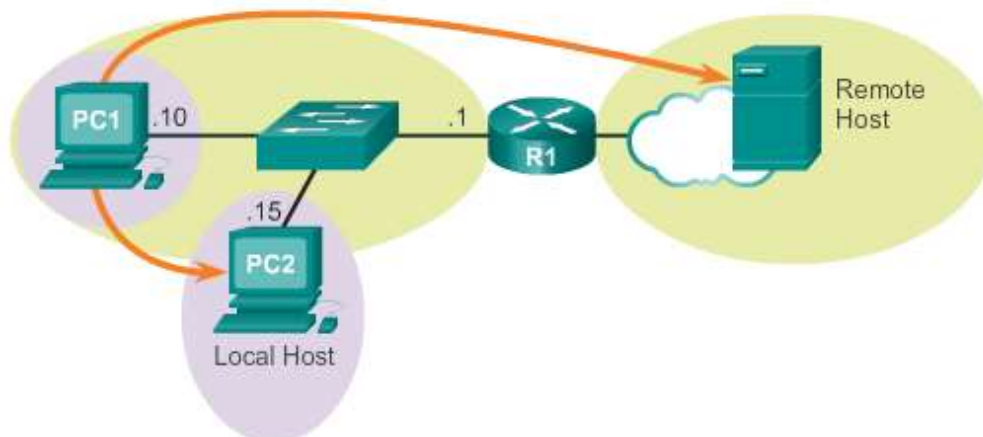
1. Efisiensi routing yang lebih baik untuk performansi dan forwarding-rate scalability
2. Tidak diperlukan untuk proses checksums (mengurangi beban tugas penerima)
3. Mekanisme ekstensi header yang lebih sederhana
4. Flow label memungkinkan pengenalan paket berbasis flow (aliran group) sehingga tidak perlu ada dekapsulasi untuk membaca isi paket dalam menentukan berbagai macam flow data → QoS

6.4 Routing

Peran dari network layer adalah memungkinkan proses mengarahkan paket dalam perjalanannya dari sumber ke tujuan. Sebuah host dapat mengirimkan paket ke :

1. Dirinya sendiri
ini disebut juga loopback address pada IPv4 tersedia network 127.0.0.0/8 untuk keperluan loopback
2. Local host
host pada network yang sama dengan host pengirim
3. Remote host

host yang berada pada network yang berbeda dari host



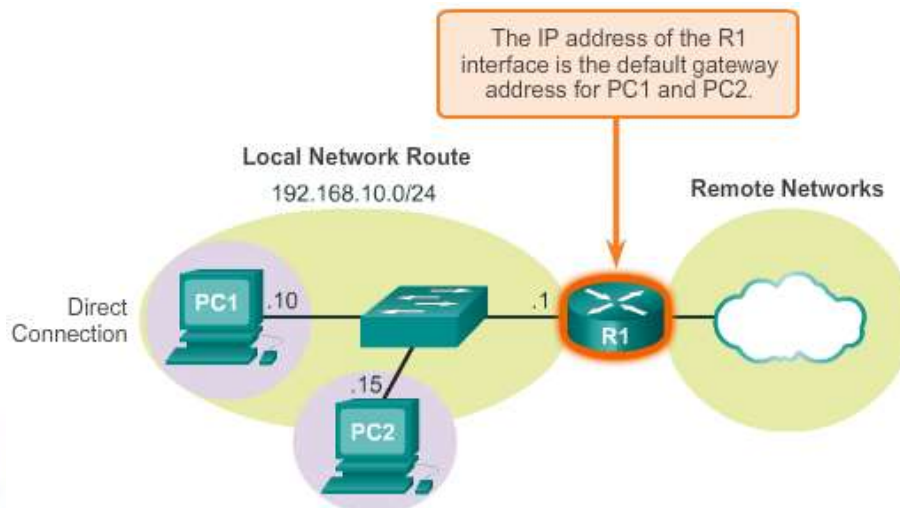
Gambar 6.14 Ilustrasi pengiriman paket ke remote host

Penentuan apakah sebuah paket dikirim ke local host atau remote host berdasarkan alamat IP dan subnet mask dari perangkat tujuan. Pada network kecil, umumnya semua perangkat terhubung ke sebuah switch, atau Access Point yang sama, dan memiliki alamat network yang sama, dalam kondisi ini tidak diperlukan router.

Jika perlu menghubungi host pada network lain, maka diperlukan router sebagai penjembaran antar network (atau antar media). Router yang terhubung pada local network akan disebut sebagai default gateway bagi perangkat end-devices yang memanfaatkan layanan router tersebut.

6.4.1 Routing table IPv4 pada host

Perhatikan gambar dibawah, Alamat IP dari interface R1 yang mengarah ke local network berfungsi sebagai default gateway bagi hosts yang ada pada network tersebut. Jika PC1 mengirimkan paket ke PC2, maka tidak memerlukan default gateway. Jika ada host yang ingin mengirimkan paket keluar dari network nya, maka default gateway diperlukan. Ini karena host tidak menyimpan informasi routing selain dari local network yang terhubung.



Gambar 6.15 Penggunaan alamat Gateway pada routing decision

Host tetap harus memiliki mekanisme untuk mengetahui apakah paket yang akan dikirim perlu melalui gateway atau tidak. Setiap host akan mempertahankan routing local table yang digunakan untuk menjamin paket dikirimkan dengan benar.

6.4.1.1 Host routing table

Local routing table host umumnya berisi::

1. Direct connection. Adalah rute ke interface loopback
2. Local network route.

Network local yang secara otomatis diisi ke routing table saat host terhubung

3. Local default route

adalah alamat IP dari gateway (router yang terhubung jaringan luar), informasinya bisa didapatkan secara manual (dientry user), atau dari protokol DHCP.

Pada PC dengan sistem operasi Windows, untuk menampilkan local routing table dapat digunakan perintah "netstat -r"

Terdiri dari 3 bagian:

1. Interface list
daftar MAC address dan nomor interface
2. IPv4 route table
routing table protokol IPv4
3. IPv6 route table
routing table protokol IPv6 (jika aktif)

Secara kolom, umumnya ada 5 informasi, yaitu:

1. Network destination (alamat network tujuan)
2. Netmask (nilai subnet mask dari network tujuan)
3. Gateway
alamat ip gateway untuk mengirimkan paket, jika network adalah local (terhubung langsung) maka akan bertuliskan "on-link"
4. Interface
daftar alamat interface fisik yang digunakan
5. Metric
biaya untuk setiap rute, dan digunakan untuk menentukan rute terbaik (jika tersedia lebih dari satu rute untuk network tujuan yang sama).

Berikut adalah contoh dari output routing table host:

```
C:\Users\PCI> netstat -r
<Output omitted>

IPv4 Route Table
-----
Active Routes:
Network Destination        Netmask          Gateway          Interface        Metric
-----
0.0.0.0                    0.0.0.0          192.168.10.1     192.168.10.10    25
127.0.0.0                  255.0.0.0        On-link          127.0.0.1         306
127.0.0.1                  255.255.255.255 On-link          127.0.0.1         306
127.255.255.255           255.255.255.255 On-link          127.0.0.1         306
192.168.10.0              255.255.255.0    On-link          192.168.10.10    281
192.168.10.10             255.255.255.255 On-link          192.168.10.10    281
192.168.10.255           255.255.255.255 On-link          192.168.10.10    281
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link          127.0.0.1         306
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link          192.168.10.10    281
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link          127.0.0.1         306
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link          192.168.10.10    281
-----
<Output omitted>
```

Gambar 6.16 Contoh isi routing table IPv4 komputer

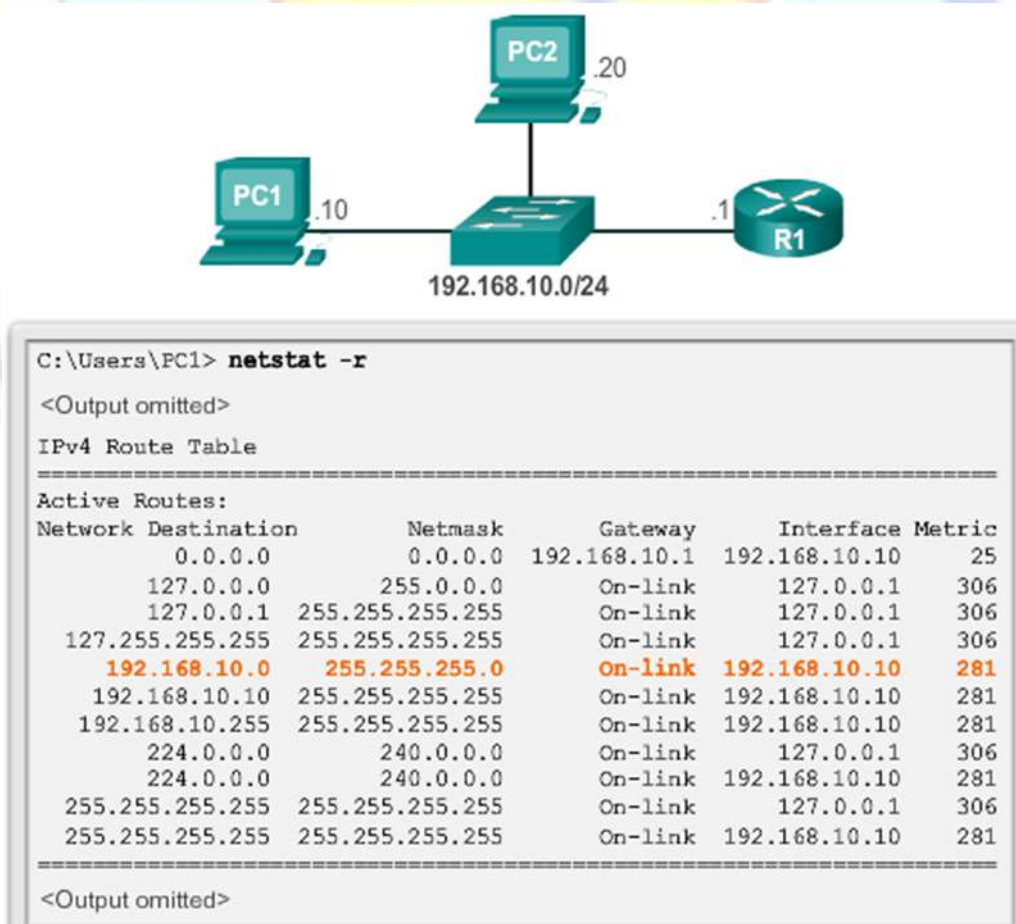
Penjelasan:

- 0.0.0.0
adalah rute local default, semua paket yang tidak memenuhi alamat lain yang terdaftar akan melalui rute ini, tercantum alamat ip gateway
- 127.0.0.0 – 127.255.255.255
adalah alamat loopback

- 192.168.10.0 – 192.168.10.255
adalah network local yang terhubung langsung
 - 192.168.10.0
alamat network
 - 192.168.10.10
alamat host itu sendiri
 - 192.168.10.255
alamat broadcast network
- 224.0.0.0 untuk pengalamatan multicast
- 255.255.255.255 (ada 2)
 - Alamat broadcast untuk loopback
 - Alamat broadcast untuk local net

6.4.1.2 Bagaimana host melakukan routing

Perhatikan gambar berikut :

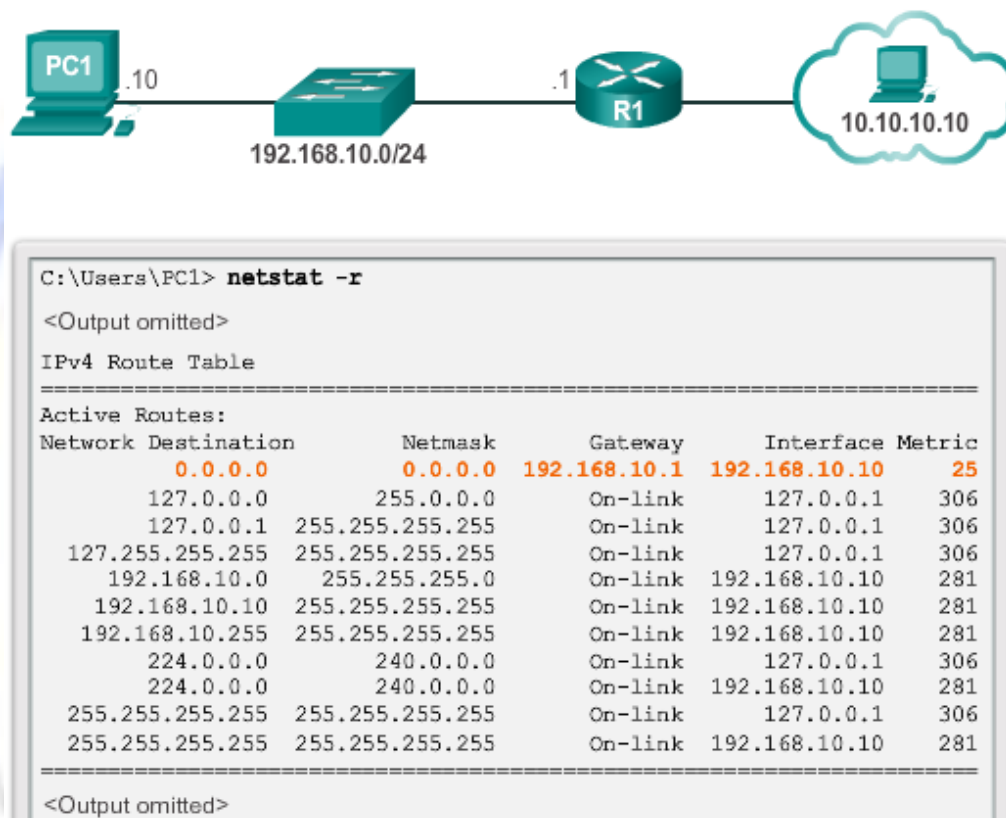


Gambar 6.17 Contoh topologi dengan informasi routing table (1)

Sebagai contoh, jika PC 1 ingin mengirim paket pada 192.168.10.20, maka yang dilakukan adalah :

1. Mencari ke routing table
2. Ditemukan bahwa 192.168.10.0 adalah jaringan "On link"
3. PC1 akan mengirim paket menggunakan local interface 192.168.10.10

Perhatikan gambar berikut :



Gambar 6.18 Contoh topologi dengan informasi routing table (2)

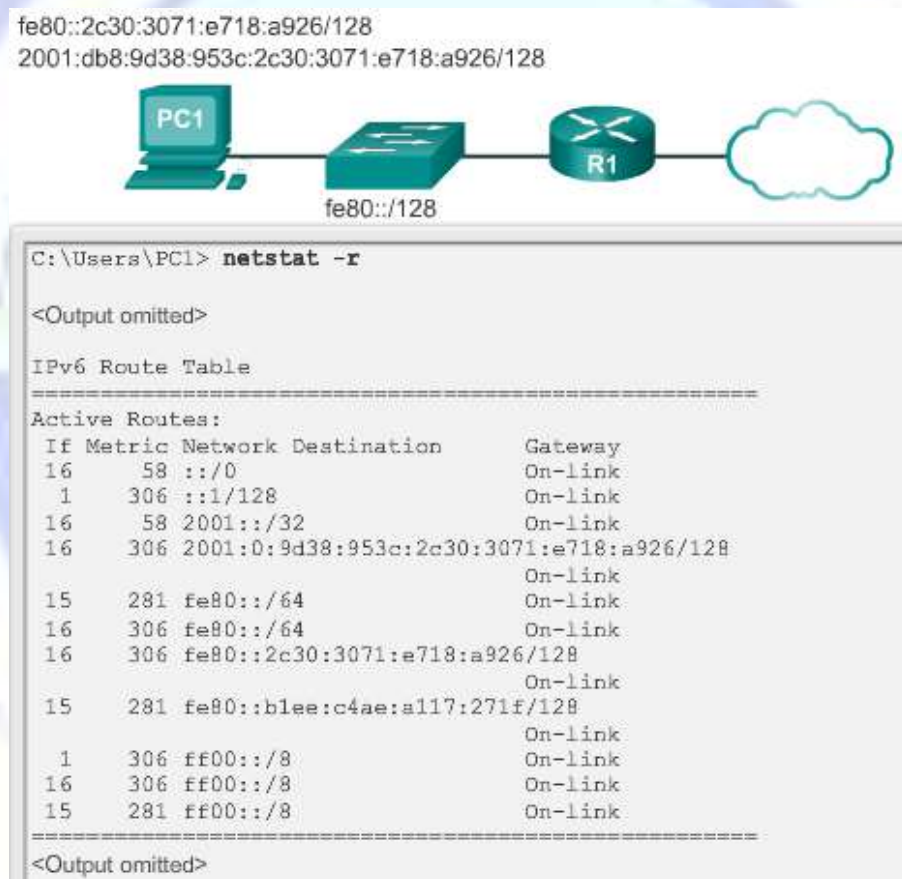
Sebagai contoh, jika PC 1 ingin mengirim paket ke 10.10.10.10, maka yang dilakukan adalah :

1. Mencari ke routing table
2. Tidak ditemukan kecocokan
3. Default route (0.0.0.0) digunakan, dengan tujuan 192.168.10.1
4. PC1 akan mengirim paket menggunakan local interface 192.168.10.10 dengan menyertakan informasi gateway pada paket

6.4.2 Routing table IPv6 pada host

Pada routing table IPv6, informasi berikut tersedia :

1. If
adalah interface number dapat berupa Ethernet atau wifi, atau Bluetooth
2. Metric (biaya tiap rute)
3. Network Destination
daftar jaringan yang dapat dihubungi
4. Gateway
Daftar alamat yang digunakan local host untuk memforward paket, On link menunjukkan terhubung langsung



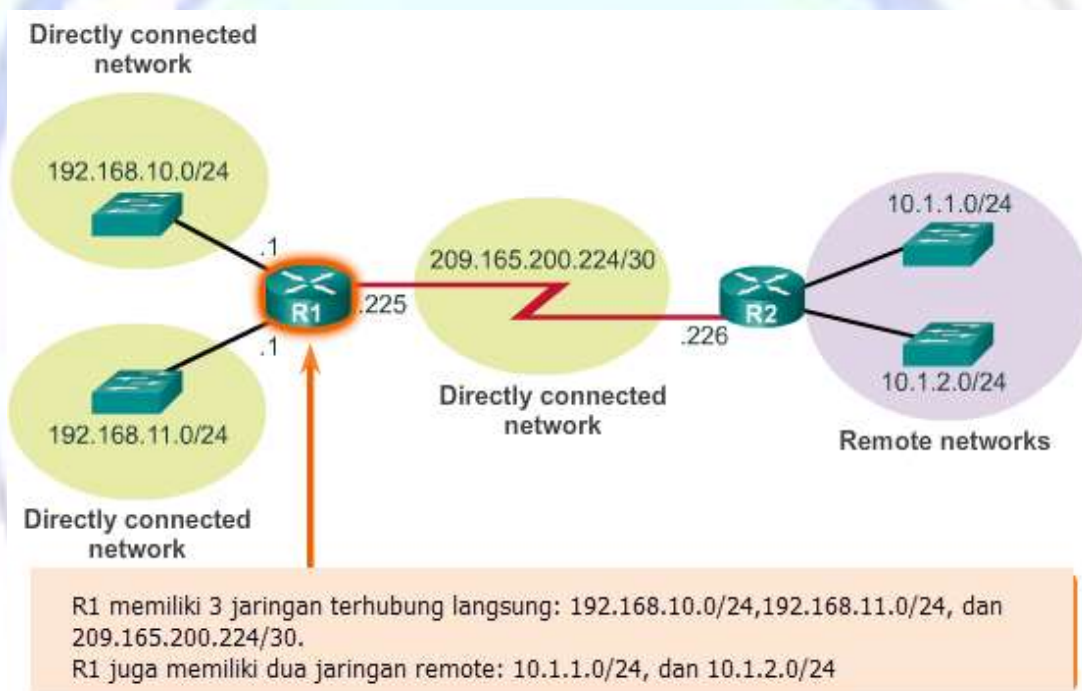
Gambar 6.19 Contoh isi routing table IPv6 komputer

6.4.3 Router Packet Forwarding Decision

Saat sebuah host mengirimkan paket ke host lain, dia akan menggunakan routing table untuk menentukan kemana paket akan dikirim. Jika network tujuan adalah remote network, maka paket diforward ke perangkat gateway.

Apa yang terjadi saat paket dikirim ke perangkat gateway? Router akan mencari routing table nya untuk menentukan kemana paket akan di forward. Routing table pada router akan menyimpan informasi terkait:

1. Jaringan terhubung langsung
rute ini berasal dari interface router yang aktif dan terhubung, setiap ip interface adalah bagian dari sebuah jaringan terhubung langsung
2. Jaringan Remote
rute ini adalah berasal dari jaringan yang tidak terhubung langsung (misalnya terhubung di router tetangga). Rute pada kategori ini dapat dimasukkan secara manual atau secara dinamis menggunakan routing protocol.



Gambar 6.20 Contoh jaringan terhubung langsung dan remote pada router

Secara kolom, umumnya ada 4 kategori informasi utama, yaitu:

1. Sumber informasi
2. Destination network
3. Metric (biaya sebuah jalur)
4. Next hop address (alamat ip dari perangkat berikutnya yang akan memproses paket tersebut) dan Gateway (pintu keluar untuk forward paket)

Pada router cisco, perintah untuk menampilkan routing table ipv4 adalah "show ip route" dan outputnya dapat dilihat pada gambar berikut:



```

R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia -
         IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D   10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05,
    Serial0/0/0
D   10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05,
    Serial0/0/0

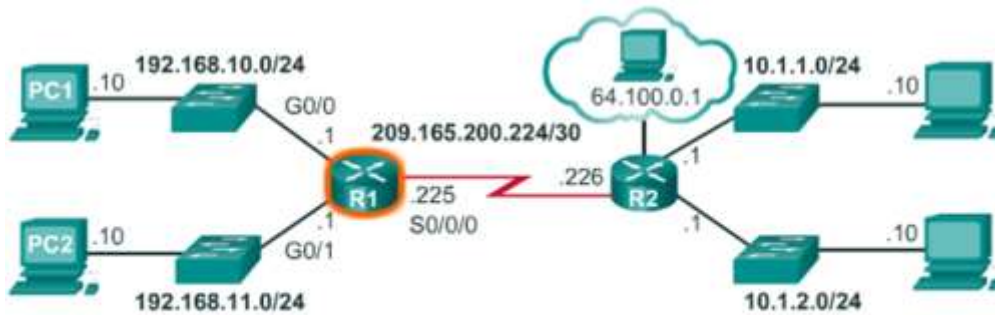
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C   192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L   192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C   192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C   209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
L   209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0

R1#
  
```

Gambar 6.21 Isi routing table IPv6 pada router Cisco

Penjabarannya menggunakan potongan routing tabel pada gambar berikut:



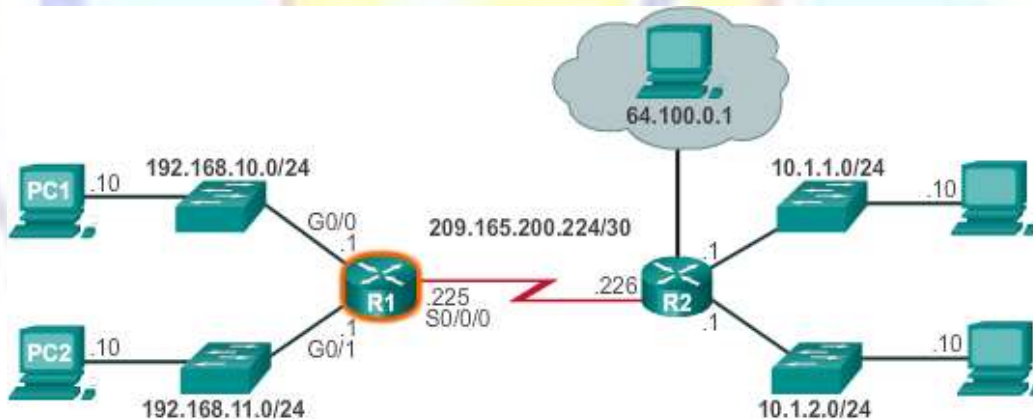
D	10.1.1.0/24	[90/2170112]	via	209.165.200.226,	00:00:05,	Serial0/0/0
---	-------------	---------------	-----	------------------	-----------	-------------

Legend

- Mengidentifikasi sumber info
- Mengidentifikasi alamat network tujuan
- Mengidentifikasi biaya administrative
- Mengidentifikasi metric (biaya) rute tersebut
- Mengidentifikasi nexthop IP address
- Mengidentifikasi waktu yang berlalu sejak kabar terakhir
- Mengidentifikasi nama interface keluar

Gambar 6.22 Penjelasan kolom pada routing table

Penjelasan tambahan bisa melihat gambar berikut:



A	B	C
C	192.168.10.0/24 is directly connected,	GigabitEthernet0/0
L	192.168.10.1/32 is directly connected,	GigabitEthernet0/0

Legend

- Identifies how the network was learned by the router.
- Identifies the destination network and how it is connected.
- Identifies the interface through which the routers reaches the destination network.

Gambar 6.23 Contoh isi routing table pada router

- Kolom A adalah sumber informasi:
 - a. Kode C artinya jaringan terhubung langsung
 - b. Kode L artinya alamat IP interface itu sendiri
- Baik kode C maupun L akan dinyatakan terhubung langsung pada kolom B
- Pada kolom C akan tertera nama interface yang terhubung ke rute tersebut.

6.5 Assessment

Kerjakan soal-soal berikut ini:

1. Jelaskan fungsi dari network layer!
2. Sebutkan 3 nama protokol yang bekerja pada network layer!
3. Tuliskan 3 karakteristik kerja dari protokol IP dan jelaskan singkat!
4. Apa isi dari sebuah paket IP?
5. Mengapa perlu dilakukan fragmentasi? Sebutkan field apa saja pada header IPv4 yang mendukung fungsi tersebut!
6. Berapa banyak pengalamatan yang didukung oleh IPv6? Dan berapa besar header nya (dalam Byte)?
7. Apa kendala yang "memaksa" migrasi dari IPv4 ke IPv6?
8. Apa fungsi dari routing table pada host (komputer) dan pada router?
9. Tuliskan informasi apa saja yang disimpan pada routing table router!
10. Apa perbedaan dari jaringan terhubung langsung dan jaringan remote? Bagaimana direpresentasikan pada routing table sebuah router?



FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Pesanggrahan
Jakarta Selatan, 12260
Telp: 021-5853753 Fax : 021-5853752
<http://fti.budiluhur.ac.id>