

ROUTING JARINGAN MENGUNAKAN CISCO



Team Instruktur TKJ

TKJ Department

SMK INFORMATIKA WONOSOBO

Jl. Mayjend. Bambang Sugeng No. 1 Wonosobo

Telp. 0286-321625 - <https://smkinka-wsb.sch.id>

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena penulis dapat menyelesaikan penulisan buku ajar untuk modul mata pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan. Dimaksudkan untuk bisa dimanfaatkan sebagai referensi praktik lab di kelas routing oleh siswa dan guru pengajar di program kompetensi TKJ SMK Informatika Wonosobo.

Buku ajar ini berisi tentang materi pendukung yang berguna untuk mengetahui kompetensi baik umum maupun khusus dari topik teknik routing ini. Selanjutnya materi dijabarkan melalui pokok bahasan dan sub pokok bahasan.

Buku ini disusun sebagai bagian dari pelaksanaan Program Pembelajaran TKJ Pengembangan Mutu Pendidikan pada tingkat sekolah menengah kejuruan (SMK) dan Peningkatan minat belajar siswa dalam bidang teknologi jaringan komputer.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak manajemen di sekolah kami yang sudah memfasilitasi kegiatan ini dan juga seluruh pihak yang telah memberikan dukungannya selama ini.

Penyusun menyadari bahwa buku ini masih perlu masukan sehingga diharapkan akan menghasilkan perbaikan buku ajar yang memadai nantinya. Oleh karena itu penyusun berharap agar buku ajar ini dapat digunakan dengan baik dan kritik saran sangat diharapkan untuk perbaikannya.

Wonosobo, 23 Januari 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I. DASAR-DASAR ROUTING	6
Router	6
Fungsi Router	9
Praktik I	12
Rangkuman	14
Umpan Balik	15
BAB II. ROUTING STATIS.....	16
Pendahuluan	16
Routing Statis	16
Route Summary.....	17
Routing Statis Default	18
Praktik II	19
Rangkuman	21
Umpan Balik	22
BAB III. PROTOKOL ROUTING DINAMIS	23
Evolusi Protokol Routing Dinamis	23
Peran Protokol Routing Dinamis	24
Tujuan Protokol Routing Dinamis	25
Operasi Protokol Routing Dinamis	26
Klasifikasi Protokol Routing Dinamis.....	26
Metrik dan Administrative Distance	27
Rangkuman	29
Umpan Balik	30
BAB IV. PROTOKOL <i>DISTANCE VECTOR</i>	31
Tujuan Algoritma.....	31
Karakteristik Protokol Distance Vector	31
Routing Loop	33
Rangkuman	36
Umpan Balik	37
BAB V. ROUTING INFORMATION PROTOCOL.....	38

Sejarah RIP	38
Karakteristik RIP	39
Menggunakan RIP	39
Praktik III	40
Rangkuman	42
Umpan Balik	43
BAB VI. VLSM dan CIDR	44
Pengalaman <i>Classful</i> and <i>Classless</i>	44
<i>Variable Length Subnet Mask (VLSM)</i>	45
<i>Classless Inter-Domain Routing (CIDR)</i>	45
Rangkuman	46
Umpan Balik	47
BAB VII. RIP VERSI 2.....	48
Pendahuluan	48
Menggunakan RIPv2	49
Praktik IV	50
Rangkuman	51
Umpan Balik	52
BAB VIII. EIGRP	53
Dasar EIGRP.....	53
Autonomous System (AS).....	54
Menggunakan EIGRP	55
Praktik V	56
Rangkuman	58
Umpan Balik	59
BAB IX. PROTOKOL <i>LINK-STATE</i>	60
Pendahuluan	60
Operasi Link-State	60
Rangkuman	62
Umpan Balik	63
BAB X. OSPF.....	64
Pendahuluan	64
Operasi OSPF.....	64
Menggunakan OSPF	65

Praktik VI	66
Rangkuman	67
Umpan Balik	70

BAB I. DASAR-DASAR ROUTING

- Deskripsi** : Bab ini akan menjelaskan tentang operasi dari router, peran utama router, tabel routing, dan penentuan jalur routing. Termasuk juga konfigurasi dasar untuk router Cisco. Untuk mempelajari ini pembaca diharapkan sudah menguasai dasar-dasar jaringan komputer.
- Relevansi** : Mempelajari Bab ini akan sangat membantu pembaca untuk memahami dasar-dasar routing yang menjadi awal untuk mampu merancang sistem jaringan menggunakan router.
- Capaian Pembelajaran** : Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis *distance vector* dan *link state*, *classful* dan *classless*.
- Indikator Unjuk Kerja** :
1. Mampu menjelaskan tujuan dan operasi dari router;
2. Mampu menjelaskan peran utama dari router untuk menjembatani komunikasi antar jaringan;
3. Mampu menjelaskan tujuan dari tabel routing
Mahasiswa mampu menjelaskan bagaimana router menentukan jalur paket data.

Router

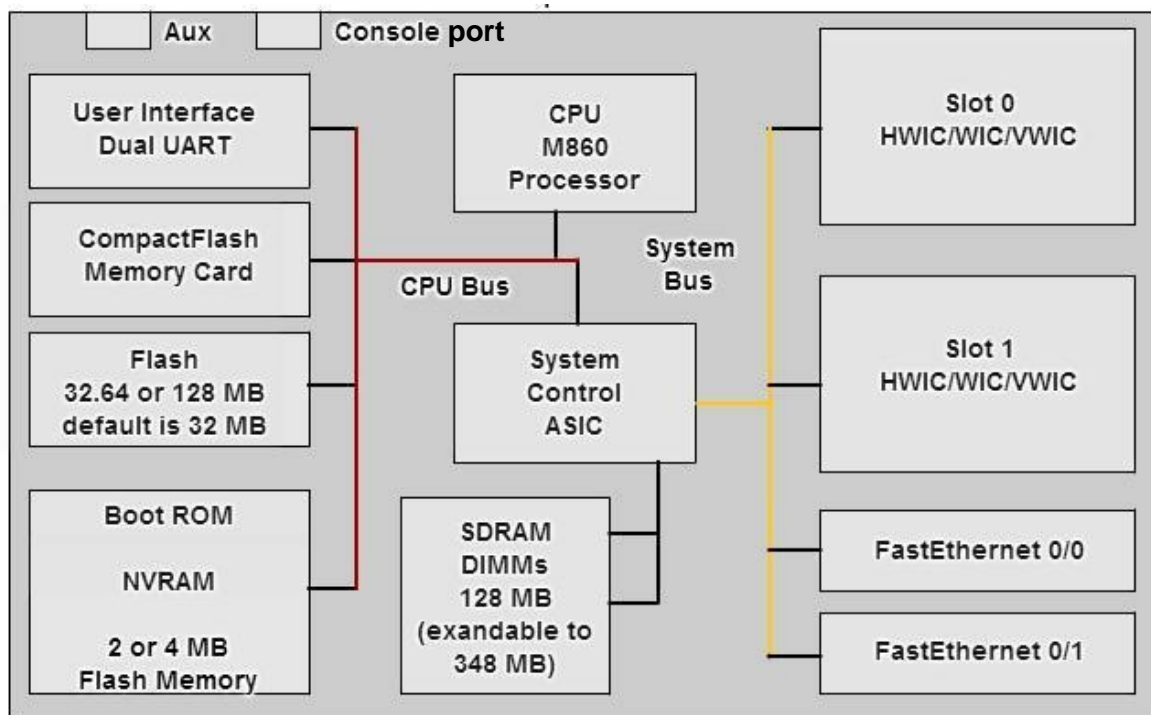
Sebuah router prinsipnya seperti sebuah komputer. Hal ini dikarenakan router memiliki komponen-komponen yang merepresentasikan sebuah komputer. Dengan kata lain router merupakan sebuah komputer yang ditugaskan secara khusus untuk menangani hal-hal yang terkait dengan proses routing. Beberapa komponen yang dimiliki router sebagaimana komputer adalah:

- ✓ **CPU**, yang bertugas mengeksekusi instruksi sistem operasi, seperti inisialisasi sistem, fungsi routing, dan fungsi switching.
- ✓ **RAM**, yang bertugas menyimpan instruksi dan data yang diperlukan untuk dieksekusi oleh CPU. RAM adalah memori volatile dan kehilangan isinya ketika router dimatikan atau *restart*. RAM digunakan untuk menyimpan komponen-komponen ini:
 - Sistem operasi: The Cisco IOS (Internetwork Operating System) disalin ke RAM saat boot up;

- Menjalankan File Konfigurasi, dengan beberapa pengecualian, semua perintah yang dikonfigurasi di router disimpan di RAM, dikenal sebagai *running-config*;
 - Tabel routing;
 - ARP Cache: Cache ini berisi pemetaan alamat IPv4 ke alamat MAC, mirip dengan cache ARP pada PC;
 - Buffer Paket: Paket disimpan sementara di buffer saat diterima pada sebuah antarmuka atau sebelum mereka keluar interface.
- ✓ **ROM**, merupakan bentuk penyimpanan permanen. ROM menggunakan *firmware*, yang merupakan perangkat lunak yang tertanam di dalam sirkuit terpadu (IC). *Firmware* meliputi perangkat lunak yang biasanya tidak perlu dimodifikasi atau ditingkatkan, seperti petunjuk boot up. Banyak fitur termasuk perangkat lunak ROM Monitor, akan dibahas dalam bagian lain. ROM tidak kehilangan isinya ketika router kehilangan daya atau *restart*. Perangkat Cisco menggunakan ROM untuk menyimpan:
- Petunjuk bootstrap;
 - Perangkat lunak diagnostik dasar;
 - Versi *scaled-down* dari IOS.
- ✓ **Memori Flash**, merupakan memori komputer yang *non-volatile* (tidak kehilangan isinya ketika router kehilangan daya atau *restart*) yang secara elektrik dapat disimpan dan dihapus. Flash digunakan sebagai penyimpanan permanen untuk sistem operasi, Cisco IOS. Dalam kebanyakan model router Cisco, IOS secara permanen disimpan dalam memori flash dan disalin ke RAM selama proses bootup, di mana ia kemudian dieksekusi oleh CPU. Beberapa model lama dari router Cisco menjalankan IOS langsung dari flash. Flash terdiri dari SIMM atau kartu PCMCIA, yang dapat ditingkatkan ukurannya untuk meningkatkan jumlah memori flash.
- ✓ **NVRAM**, (*Non-Volatile RAM*) merupakan RAM yang tidak kehilangan informasi ketika daya dimatikan. Hal ini berbeda dengan bentuk yang umum dari RAM, seperti DRAM yang membutuhkan daya yang terus-menerus untuk mempertahankan informasinya. NVRAM digunakan oleh IOS Cisco sebagai penyimpanan permanen untuk file konfigurasi (*startup-config*). Semua perubahan konfigurasi disimpan dalam file *running-config* di RAM, dan akan dieksekusi segera oleh IOS. Untuk menyimpan perubahan-perubahan dalam hal router di-*restart* atau kehilangan daya, *running-config* harus disalin ke NVRAM sebagai file *startup-config*.

- ✓ **IOS**(Internetwork Operating System), merupakan perangkat lunak sistem operasi yang digunakan di router Cisco. Seperti sistem operasi di komputer yang lain, Cisco IOS mengelola perangkat keras dan perangkat lunak sumber dari router, termasuk alokasi memori, proses, keamanan, dan sistem berkas (file). Cisco IOS adalah sistem operasi multitasking yang terintegrasi dengan fungsi routing, switching, internetworking, dan telekomunikasi. Seperti dengan sistem operasi lain Cisco IOS memiliki antarmuka pengguna sendiri. Meskipun beberapa router menyediakan antarmuka pengguna dengan grafis (GUI / *graphical user interface*), antarmuka dengan baris perintah (CLI / *command line interface*) adalah metode yang jauh lebih umum pada sistem konfigurasi router Cisco. CLI akan digunakan di seluruh contoh konfigurasi di buku ini.

Gambaran arsitektur internal dari model router Cisco (seri 1841) seperti tampak pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. Arsitektur logic Router Cisco

Proses bootup

Ada empat fase utama untuk proses bootup:

- 1) Melakukan *Power-On Self Test* (POST), POST adalah proses umum yang terjadi pada hampir setiap komputer saat bootup. Proses POST

digunakan untuk menguji hardware router. Ketika router dihidupkan, perangkat lunak pada chip ROM melakukan POST.

- 2) Memuat program bootstrap setelah POST. Program bootstrap disalin dari ROM ke RAM. Setelah di RAM, CPU mengeksekusi instruksi dalam program bootstrap. Tugas utama dari program bootstrap adalah untuk menemukan Cisco IOS dan memuatnya ke RAM.
- 3) Mencari dan memuat Cisco IOS. IOS biasanya disimpan dalam memori flash, tetapi juga dapat disimpan di tempat lain seperti TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) Server. Jika *image* IOS penuh tidak dapat ditemukan, versi *scaled-down* dari IOS disalin dari ROM ke RAM. Versi *scaled-down* IOS dapat digunakan untuk membantu mendiagnosa masalah dan untuk memuat versi lengkap dari IOS ke dalam RAM.
- 4) Menemukan dan memuat file konfigurasi. Menemukan file *startup-configuration*. Setelah IOS dimuat, pencarian program bootstrap dilanjutkan untuk file konfigurasi awal, yang dikenal sebagai *startup-config* di NVRAM.

Untuk melakukan proses verifikasi router bootup dapat menggunakan perintah ***show version***.

Fungsi Router

Sebuah router memiliki fungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan. Ini berarti bahwa ia memiliki beberapa *interface* yang masing-masing memiliki alamat IP yang berbeda jaringan. Contoh alamat IP 192.168.1.1/24 adalah berbeda jaringan dengan IP 192.168.2.1/24 tetapi berada dalam satu jaringan dengan IP 192.168.1.2/24. Ketika router menerima paket IP pada satu *interface*, maka router berkewajiban untuk menentukan *interface* mana yang akan digunakan untuk meneruskan paket ke tujuan.

Pada router, *interface* yang digunakan untuk menghubungkan beberapa jaringan tersebut umumnya dikategorikan untuk jaringan *Local Area Network* (LAN) dan *Wide Area Network* (WAN). Untuk jaringan LAN umumnya akan terhubung ke perangkat seperti PC, printer, dan server. *Interface* yang umum dipakai untuk koneksi ke jaringan LAN adalah *ethernet/fast-ethernet*. Sedangkan jaringan WAN digunakan untuk menghubungkan jaringan di wilayah geografis yang luas, misalnya digunakan untuk menghubungkan LAN ke Internet Service Provider (ISP) yang umumnya menggunakan *interface* serial. Contoh tampilan *interface* router tampak pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. *Interface* router 1841

Tanggung jawab utama dari router adalah untuk meneruskan paket, baik yang terhubung dengan jaringan lokal ataupun *remote* dengan :

- ✓ Menentukan jalur terbaik untuk mengirimkan paket;
- ✓ Meneruskan paket ke alamat tujuan.

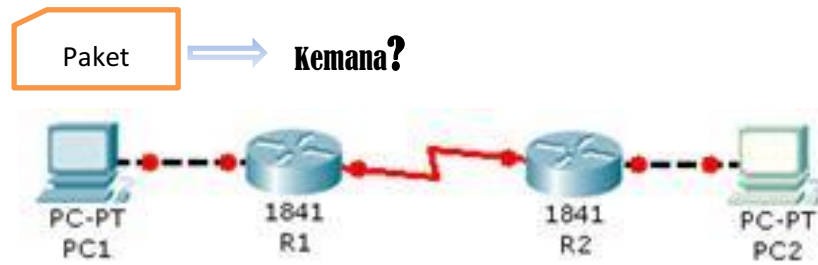
Router menggunakan tabel routing untuk menentukan jalur terbaik dalam meneruskan paket. Ketika router menerima paket, router akan mengkaji alamat IP tujuan dan menghitung data terbaik untuk menuju alamat jaringan dalam tabel routing. Setelah jalur terbaik ditemukan, router akan meneruskan paket menuju tujuan.

Sebuah router membuat keputusan *forwarding* yang utama di lapisan 3, tetapi router juga berpartisipasi dalam proses pada lapisan 1 dan lapisan 2 juga. Setelah router telah memeriksa tujuan alamat IP dari paket dan berpedoman pada tabel routing untuk membuat keputusan *forwarding*, ia dapat meneruskan paket ke *exit-interface* sesuai dengan tujuan. Router mengenkapsulasi paket IP di lapisan 3 ke dalam frame di lapisan 2 data link pada *exit-interface* yang tepat. Jenis frame dapat menjadi Ethernet, HDLC, atau beberapa enkapsulasi apa pun di lapisan 2. Enkapsulasi digunakan pada *interface* tertentu. Frame pada lapisan 2 dikodekan ke dalam lapisan 1 berupa sinyal fisik yang digunakan untuk mewakili bit melalui media fisik.

Dalam menjalankan tugasnya, router berdasarkan protokol yang digunakan secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi routing statis dan routing dinamis. Protokol routing ini salah satunya digunakan oleh router untuk belajar tentang jalur dan membangun tabel routing. Jenis-jenis protokol routing akan dibahas secara rinci dalam bab-bab selanjutnya.

Pada Gambar 1.3 diilustrasikan proses pengiriman paket dari PC 1 yang ditujukan kepada PC 2. Ketika paket memasuki *interface* LAN pada router R1 maka tugas router R1 selanjutnya adalah membuat keputusan untuk meneruskan paket ke arah *interface* yang sesuai dengan tujuan paket.

Keputusan penerusan paket dengan jalur terbaik ini didasarkan pada informasi yang terdapat pada tabel routing R1.

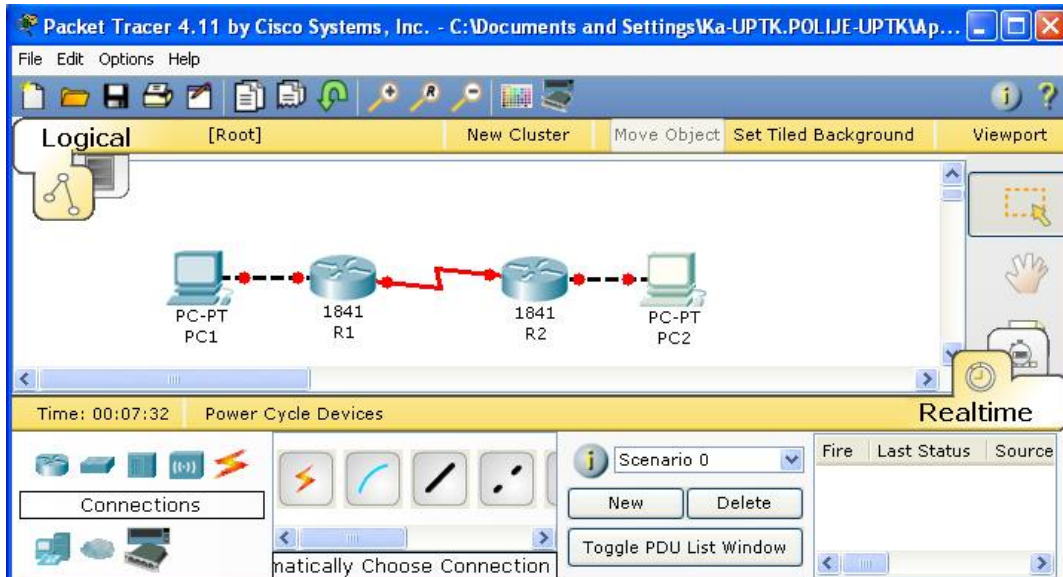


Gambar 1.3. Fungsi router

Praktik I

LANGKAH KERJA

Rancanglah topologi jaringan dengan paket tracer seperti berikut ini: (Gunakan Router 1841 dengan menambahkan modul WIC-2T)



Konfigurasi untuk masing-masing interface dengan rancangan seperti berikut. Untuk PC bisa dikonfigurasi melalui GUI (grafis), khusus untuk router dikonfigurasi melalui CLI.

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	So0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	N/A
	So0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	N/A	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

Konfigurasi Router 1

- ✓ Masuk ke mode privileged EXEC, tanda ">" berarti Router pada mode user.

Router>enable

- ✓ Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC

Router#config t

- ✓ Membuat password untuk masuk ke mode privileged EXEC
Router(config)#enable secret class
- ✓ Membuat nama untuk router
Router(config)#hostname Router1
- ✓ Membuat password untuk masuk melalui TELNET

```
Router1(config)#line vty 0 4
Router1(config-line)#password cisco
Router1(config-line)#login
Router1(config-line)#exit
```

- ✓ Membuat password untuk masuk melalui console

```
Router1(config)#line cons 0
Router1(config-line)#password cisco
Router1(config-line)#login
Router1(config-line)#exit
```

- ✓ Mengonfigurasi interface Router

```
Router1(config)#interface fa0/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#no shutdown
Router1(config-if)#exit
Router1(config)#interface s0/0/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#clock rate 64000
Router1(config-if)#no shutdown
Router1(config-if)#exit
```

Catatan: perintah *clock rate* dipergunakan untuk menyetel *interface* serial supaya bertindak sebagai DCE (*data communication equipment*). Disisi lain (*interface* serial router tetangga) sebagai DTE (*data terminal equipment*).

- ✓ Kembali pada global konfigurasi (Ctrl + Z)
Router1(config)#^Z
- ✓ Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router1#copy run start
- ✓ Melihat hasil konfigurasi
Router1#show run

Konfigurasi Router 2

```
Router>enable
Router#config t
Router(config)#enable secret class
Router(config)#hostname Router2
Router2(config)#line vty 0 4
Router2(config-line)#password cisco
Router2(config-line)#login
Router2(config-line)#exit

Router2(config)#line cons 0
Router2(config-line)#password cisco
Router2(config-line)#login
Router2(config-line)#exit

Router2(config)#interface fa0/0
Router2(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#exit
Router2(config)#interface s0/0/0
Router2(config-if)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#exit

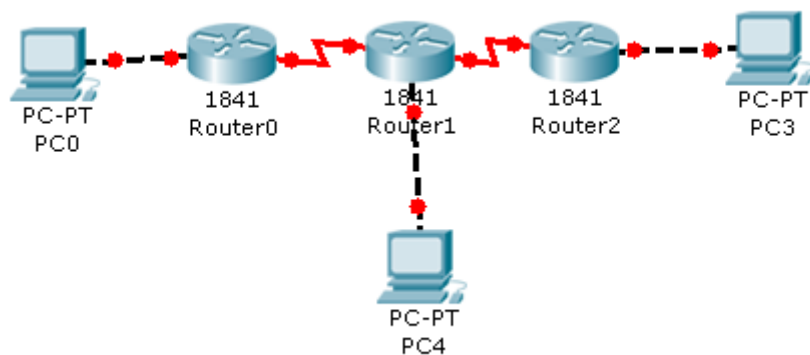
Router2(config)#^Z
Router2#copy run start
Router2#show run
```

Rangkuman

- 1) Router identik dengan komputer karena memiliki komponen:
 - ✓ CPU;
 - ✓ ROM;
 - ✓ RAM, dan
 - ✓ Sistem Operasi.
- 2) Router memiliki fungsi:
 - ✓ Menjembatani komunikasi antar jaringan;
 - ✓ Meneruskan paket ke tujuan yang tepat;
 - ✓ Menentukan jalur terbaik.
- 3) Tabel routing digunakan oleh router dalam menentukan jalur terbaik dalam meneruskan paket ke tujuan yang tepat
- 4) Ada empat fase utama untuk proses bootup router:
 1. Melakukan POST;
 2. Memuat program bootstrap;
 3. Mencari dan memuat perangkat lunak Cisco IOS;
 4. Mencari dan memuat file konfigurasi startup atau masuk setup mode.

Umpan Balik

1. Jelaskan perbedaan ROM, RAM, dan NVRAM!
2. Jelaskan perbedaan *startup-config* dan *running-config*!
3. Jelaskan proses routing secara sederhana!
4. Dari topologi dibawah ini buatlah:
 - a. Tabel IP
 - b. Konfigurasi IP untuk masing-masing perangkat
 - c. Tes koneksi antara PC dan gateway masing-masing



BAB II. ROUTING STATIS

Deskripsi	: Bab ini akan menjelaskan tentang operasi konsep routing statis, <i>route summary</i> , dan routing statis <i>default</i> . Dibagian akhir bab ini juga disajikan contoh konfigurasi untuk routing statis.
Relevansi	: Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep dan cara konfigurasi untuk routing statis yang bisa diimplementasikan baik untuk jaringan lokal maupun untuk routing ke ISP.
Capaian Pembelajaran	: Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis <i>distance vector</i> dan <i>link state</i> , <i>classful</i> dan <i>classless</i> .
Indikator Unjuk Kerja	: <ol style="list-style-type: none">1. Mampu menjelaskan konsep routing statis;2. Mampu menjelaskan mekanisme <i>route summary</i>;3. Mampu menjelaskan konsep routing statis <i>default</i>.

Pendahuluan

Seperti yang kita pelajari di bab sebelumnya, router akan melakukan tugasnya baik secara dinamis menggunakan protokol routing atau manual menggunakan routing statis. Dalam banyak kasus router menggunakan kombinasi kedua protokol routing dinamis dan routing statis. Bab ini hanya akan mempelajari routing statis.

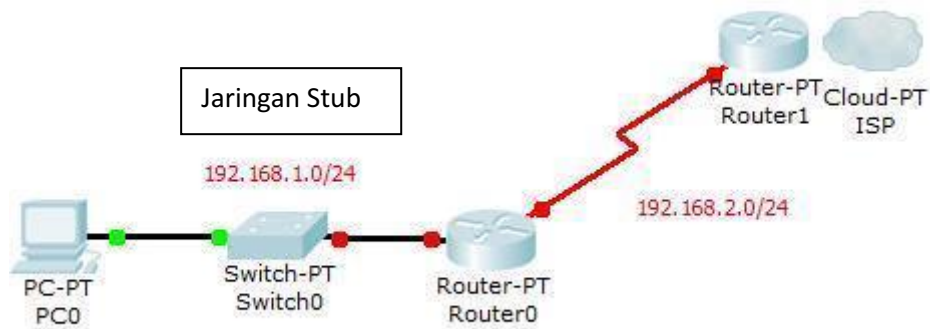
Routing statis sudah sangat umum digunakan. Jenis routing statis tidak memerlukan sumberdaya yang besar, berbeda pada protokol routing dinamis yang akan dibahas pada bab selanjutnya.

Routing Statis

Routing statis biasa digunakan ketika routing dari suatu jaringan stub ke jaringan WAN (ISP). Sebuah jaringan stub adalah jaringan yang diakses oleh satu rute. Sebagai contoh, diperlihatkan pada Gambar 2.1. Di situ tampak bahwa setiap jaringan LAN yang melekat pada Router0 hanya akan memiliki satu cara untuk mencapai tujuan lain, apakah ke jaringan yang melekat pada Router1 atau ke tujuan di luar Router1 (bisa diasumsikan itu sebuah ISP). Oleh karena itu, jaringan 192.168.1.0/24 adalah jaringan stub dan Router0 adalah router stub.

Menjalankan protokol routing (dinamis) antara Router0 dan Router1 merupakan pemborosan sumber daya karena Router0 hanya memiliki satu jalan keluar untuk mengirimkan lalu lintas non-lokal (WAN). Oleh karena itu,

routing statis lebih tepat dikonfigurasi untuk konektivitas jaringan tersebut. Namun demikian routing statis tidak terbatas hanya digunakan pada jaringan stub. Jaringan lokal skala kecil juga memungkinkan untuk mengimplementasikan routing statis.



Gambar 2.1. Contoh topologi routing statis

Beberapa perintah yang digunakan dalam proses konfigurasi routing statis adalah:

1. Perintah untuk mengaktifkan routing statis pada mode konfigurasi global (config):
ip route jaringan_tujuan subnet_mask (exit-interface / IP next-hop)
2. Perintah untuk menon-aktifkan routing statis pada mode konfigurasi global (config):
no ip route jaringan_tujuan subnet_mask (exit-interface / IP next-hop)
3. Perintah untuk mengecek tabel routing:
show ip route

Route Summary

Membuat tabel routing lebih kecil akan menjadikan proses pencarian tabel routing lebih efisien. Jika salah satu routing statis dapat digunakan sebagai pengganti dari beberapa routing statis yang lain, maka ukuran tabel routing akan berkurang. Dalam banyak kasus, routing statis tunggal dapat digunakan untuk mewakili puluhan, ratusan, atau bahkan ribuan routing.

Sebagai contoh beberapa alamat jaringan akan menggunakan alamat jaringan tunggal yang mewakili beberapa subnet. Misalnya, jaringan 10.0.0.0/16, 10.1.0.0/16, 10.2.0.0/16, 10.3.0.0/16, 10.4.0.0/16, 10.5.0.0/16, yang semuanya melalui 10.255.0.0/16 dapat diwakili oleh alamat jaringan tunggal: 10.0.0.0/8.

Beberapa routing statis dapat diringkas menjadi routing statis tunggal jika:

1. Jaringan tujuan dapat diringkas menjadi alamat jaringan tunggal, dan
2. Semua routing statis menggunakan *exit-interface* atau *next-hop* IP yang sama.

Dalam contoh kedua misalnya terdapat tiga routing statis.:

```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
```

Maka jaringan 172.16.1.0/24, 172.16.2.0/24 dan 172.16.3.0/24 dapat diringkas kedalam jaringan 172.16.0.0/22. Lihat ilustrasi tabel berikut untuk memperjelas penghitungan:

172.16.1.0	10101100.00010000.0000000 01 .00000000
172.16.2.0	10101100.00010000.000000 10 .00000000
172.16.3.0	10101100.00010000.000000 11 .00000000
172.16.0.0	10101100.00010000.000000 00 .00000000
255.255.252.0	11111111.11111111.111111 100 .00000000

Routing Statis Default

Jaringan stub seperti pada Gambar 2.1 juga merupakan contoh kondisi yang memungkinkan untuk dilakukan konfigurasi routing statis default. Routing statis default cocok digunakan:

- ✓ Bila tidak ada rute lain di tabel routing sesuai dengan alamat IP tujuan paket. Penggunaan yang paling umum adalah ketika menghubungkan router perusahaan ke jaringan ISP.
- ✓ Ketika router hanya memiliki satu router lain yang terhubung. Kondisi ini dikenal sebagai router stub.

Perintah untuk mengaktifkan routing statis default pada mode konfigurasi global (config):

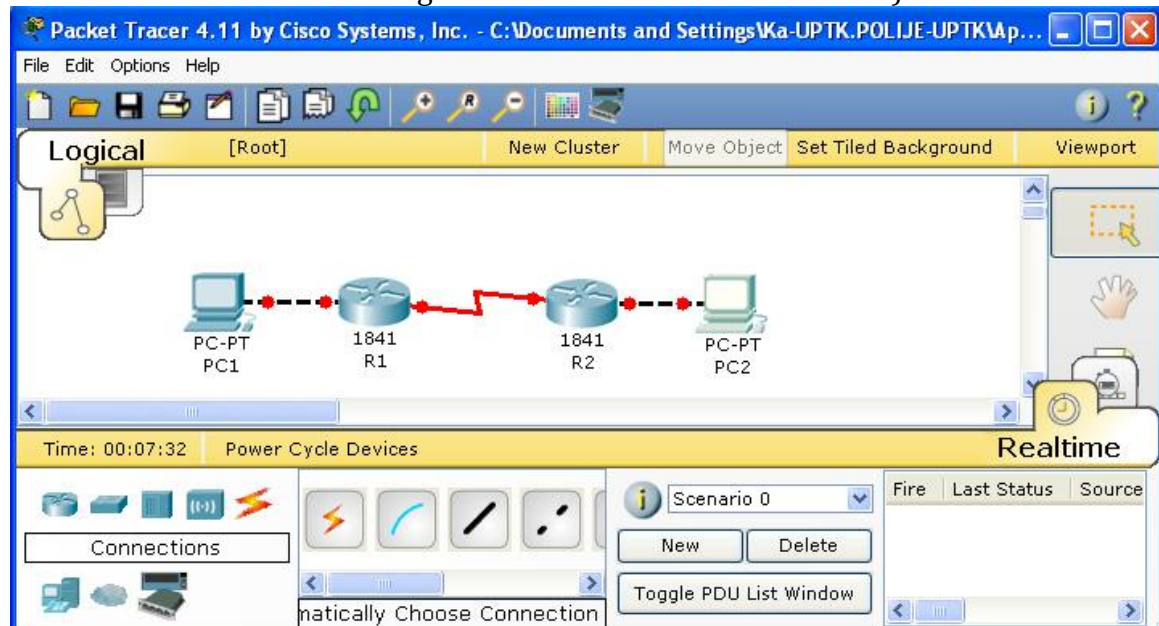
```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 (exit-interface / IP next-hop)
```

Jika diperhatikan maka alamat jaringan *0.0.0.0 0.0.0.0* itu merupakan bentuk route summary yang merangkum semua jaringan diluar jaringan lokal. Biasa disebut "quad-zero".

Praktik II

LANGKAH KERJA

1. Rancanglah topologi jaringan dengan paket tracer seperti berikut ini: (Gunakan Router 1841 dengan menambahkan modul WIC-2T).



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	N/A	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

2. Konfigurasi routing static pada Router 1

- Masuk ke mode privileged EXEC, tanda ">" berarti Router pada mode user

```
Router1>enable
```

- Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC

```
Router1#config t
```

- Mengonfigurasi interface Router

```
Router1(config)#interface fa0/0
```

```
Router1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

```
Router1(config-if)#no shutdown
```

```
Router1(config)#interface s0/0/0
```

```
Router1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
Router1(config-if)#clock rate 64000
```

```
Router1(config-if)#no shutdown
```

```
Router1(config-if)#exit
```

- Mengonfigurasi routing statis (dengan next-hop IP)
Router1(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.2
- Atau bisa dengan exit-interface (pilih salah satu cara)
Router1(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 s0/0/0
- Kembali pada global konfigurasi
Router1(config)#^Z
- Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router1#copy run start
- Melihat hasil konfigurasi routing
Router1#show ip route
.....
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S 192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2

3. Konfigurasi routing static pada Router 2

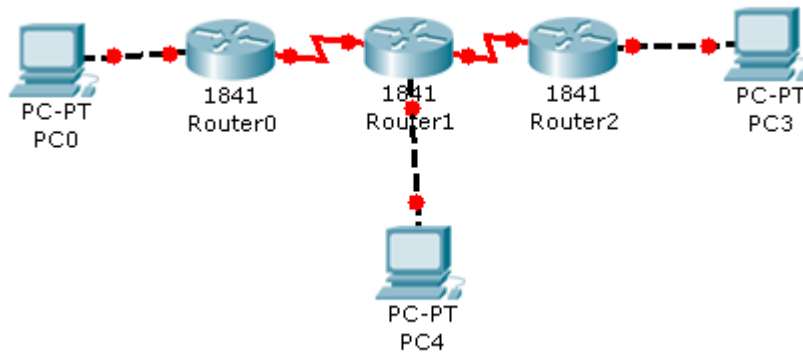
- Masuk ke mode privileged EXEC, tanda ">" berarti Router pada mode user
Router2>enable
- Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC
Router2#config t
- Mengonfigurasi interface Router
Router2(config)#interface fa0/0
Router2(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#exit
Router2(config)#interface s0/0/0
Router2(config-if)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#exit
- Mengonfigurasi routing statis
Router2(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.2.1
- Atau bisa dengan exit-interface (pilih salah satu cara)
Router2(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 S0/0/0
- Kembali pada global konfigurasi
Router2(config)#^Z
- Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router2#copy run start
- Melihat hasil konfigurasi routing
Router2#show ip route
.....
S 192.168.1.0/24 [1/0] via 192.168.2.1
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

Rangkuman

1. Routing statik umum digunakan untuk menghubungkan jaringan stub.
2. Routing statik tidak banyak memerlukan sumberdaya selama proses routing.
3. Untuk meng-efisienkan proses routing maka tabel routing bisa diringkas dengan route summary.
4. Routing statik default banyak digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal ke ISP.

Umpan Balik

1. Jelaskan penggunaan routing statis!
2. Jelaskan apa yang dimaksud route summary!
3. Rangkumlah beberapa alamat jaringan berikut menjadi jaringan tunggal!
 - a. 192.168.10.0/24
 - b. 192.168.100.0/24
 - c. 192.168.200.0/24
4. Jelaskan penggunaan routing statis default!
5. Konfigurasilah topologi berikut ini menggunakan routing statis dengan langkah:
 1. Membuat tabel IP;
 2. Memasang IP pada interface
 3. Mengaktifkan routing statis.
 4. Tes koneksi untuk memastikan semua PC bisa terhubung satu sama lain.



BAB III. PROTOKOL ROUTING DINAMIS

Deskripsi	: Bab ini akan menjelaskan tentang konsep dasar mengenai klasifikasi routing dinamis.
Relevansi	: Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis sebelum mengimplementasikan pada sistem jaringan.
Capaian Pembelajaran	: Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis <i>distance vector</i> dan <i>link state</i> , <i>classful</i> dan <i>classless</i> .
Indikator Unjuk Kerja	: <ol style="list-style-type: none">1. Mampu menjelaskan konsep dasar routing dinamis;2. Mampu menjelaskan klasifikasi routing dinamis;3. Mampu menjelaskan konsep metrik.

Evolusi Protokol Routing Dinamis

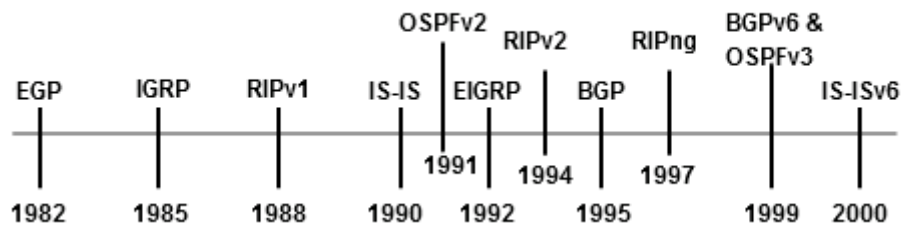
Protokol routing dinamis telah digunakan dalam jaringan sejak awal 1980-an. Versi pertama dari salah satu jenis protokol routing dinamis dirilis pada tahun 1982, tetapi beberapa algoritma dasar dalam protokol ini telah digunakan pada ARPANET sejak 1969.

Salah satu protokol routing yang paling awal adalah Routing Information Protocol (RIP). RIP telah berkembang menjadi versi yang lebih baru yaitu RIPv2 (RIP versi 2). Namun, versi yang lebih baru dari RIP masih tidak skalabel untuk diimplementasikan pada jaringan yang lebih besar. Untuk mengatasi kebutuhan jaringan yang lebih besar, dua protokol routing yang lebih baik dikembangkan yaitu *Open Shortest Path First* (OSPF) dan *Intermediate System-to-Intermediate System* (IS-IS). Sedangkan Cisco mengembangkan *Interior Gateway Routing Protocol* (IGRP) dan *Enhanced-IGRP* (EIGRP), yang juga skalabel untuk diimplementasikan pada jaringan yang lebih besar.

Selain itu, ada kebutuhan untuk menghubungkan *internetwork* yang berbeda dan mengimplementasikan routing di antara mereka. *Border Gateway Routing Protocol* (BGP) sekarang digunakan untuk routing antar ISP serta antara ISP dan klien skala besar untuk bertukar informasi routing.

Dengan munculnya berbagai perangkat yang menggunakan IP, ruang pengalamatan IPv4 (IP versi 4) hampir habis. Sehingga IPv6 (IP versi 6) telah muncul. Untuk mendukung komunikasi berdasarkan IPv6, versi yang lebih baru

dari routing protokol telah dikembangkan untuk mendukungnya. Gambar 3.1 memberikan ilustrasi dari evolusi protokol routing dinamis.



Gambar 3.1. Evolusi protokol routing dinamis

Peran Protokol Routing Dinamis

Apa sebenarnya protokol routing dinamis?. Protokol routing digunakan untuk memfasilitasi pertukaran informasi routing antara router. Protokol routing dinamis memungkinkan router untuk secara dinamis berbagi informasi tentang jaringan dan secara otomatis menambahkan informasi ini ke tabel routing mereka sendiri.

Routing protokol menentukan jalur terbaik untuk setiap jaringan yang kemudian ditambahkan ke tabel routing. Salah satu manfaat utama untuk menggunakan protokol routing dinamis adalah bahwa router akan melakukan pertukaran informasi routing secara otomatis manakala ada perubahan topologi. Pertukaran ini memungkinkan router untuk secara otomatis belajar tentang jaringan baru dan juga untuk menemukan jalur alternatif ketika terjadi kegagalan koneksi ke jaringan yang ada saat ini.

Dibandingkan dengan routing statis, protokol routing dinamis memerlukan *overhead* sumberdaya (CPU, bandwidth). Untuk lebih lanjut dari kedua jenis protokol routing ini terdapat keuntungan dan kerugian pada masing-masingnya:

Jenis protokol routing	Keuntungan	Kekurangan
Routing Statis	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Minimal sumberdaya ✓ Mudah bagi adminsitrator memahami ✓ Mudah mengonfigurasi 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Konfigurasi dan pemeliharaan butuh banyak waktu ✓ Konfigurasi rawan kesalahan ✓ Dibutuhkan intervensi administrator jika akan merubah informasi routing

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Membutuhkan informasi yang lengkap dari seluruh topologi ✓ Tidak cocok untuk jaringan skala besar
Routing Dinamis	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lebih efisien bagi administrator untuk konfigurasi dan perawatan ✓ Otomatis bereaksi ketika terjadi perubahan topologi ✓ Tidak rawan salah konfigurasi ✓ Mudah dikembangkan dan cocok untuk jaringan skala besar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Membutuhkan lebih banyak sumberdaya ✓ Diperlukan pengetahuan yang lebih banyak untuk konfigurasi, perawatan, dan mengatasi permasalahan.

Tujuan Protokol Routing Dinamis

Sebuah protokol routing adalah seperangkat proses, algoritma, dan pesan yang digunakan untuk bertukar informasi routing dan mengisi tabel routing dengan pilihan protokol routing untuk menentukan jalur terbaik. Tujuan dari protokol routing meliputi:

1. Penemuan jaringan *remote*
2. Mempertahankan informasi routing yang *up-to-date*
3. Memilih jalur terbaik ke jaringan tujuan
4. Menemukan jalan terbaik baru jika jalan saat ini tidak lagi tersedia

Apa saja komponen dari protokol routing?

Struktur data - Beberapa protokol routing menggunakan tabel dan / atau database untuk operasinya. Informasi ini disimpan dalam RAM.

Algoritma - Algoritma adalah daftar langkah yang digunakan dalam menyelesaikan tugas. Routing protokol menggunakan algoritma untuk memfasilitasi informasi routing dan penentuan jalur terbaik.

Pesan - Protokol Routing menggunakan berbagai jenis pesan untuk menemukan router tetangga, pertukaran informasi routing, dan tugas-tugas lain untuk mengetahui dan menjaga informasi yang akurat tentang jaringan.

Operasi Protokol Routing Dinamis

Semua protokol routing memiliki tujuan yang sama yaitu untuk belajar tentang jaringan *remote* dan cepat beradaptasi setiap kali ada perubahan topologi. Metode yang menggunakan protokol routing untuk mencapai hal ini tergantung pada algoritma yang dipakai dan karakteristik operasional dari protokol itu. Operasi protokol routing dinamis bervariasi tergantung pada jenis protokol routing itu sendiri. Secara umum, operasi protokol routing dinamis dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Router mengirim dan menerima pesan routing pada *interface*-nya.
2. Router membagi pesan routing dan informasi routing dengan router lain yang menggunakan protokol routing yang sama.
3. Router bertukar informasi routing untuk belajar tentang jaringan jarak jauh.
4. Ketika router mendeteksi perubahan topologi, protokol routing akan beriklan (*advertising*) mengenai perubahan ini pada router lainnya.

Klasifikasi Protokol Routing Dinamis

Protokol routing dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok yang berbeda sesuai dengan karakteristik mereka. Protokol routing yang paling umum digunakan berdasar klasifikasinya adalah seperti pada tabel berikut:

Jenis	Interior Routing		Exterior Routing
	Distance vector	Link State	
<i>Classful</i>	RIP IGRP		EGP
<i>Classless</i>	RIPv2 EIGRP	OSPFv2 IS-IS	BGPv4
IPv6	RIPng EIGRP for IPv6	OSPFv3 IS-ISv3	BGPv4 for IPv6

Keterangan:

- ✓ RIP : *Routing Information Protocol*
- ✓ IGRP : *Interior Gateway Routing Protocol (proprietary Cisco)*
- ✓ EIGRP : *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (proprietary Cisco)*
- ✓ OSPF : *Open Shortest Path First*
- ✓ IS-IS : *Intermediate System- Intermediate System*
- ✓ BGP : *Border Gateway Routing Protocol*

Catatan: IS-IS dan BGP tidak dibahas dalam buku ini.

Kelompok protokol routing interior terdiri dari jenis *distance vector* dan *link state*. Pada jenis *distance vector* pemilihan jalur terbaik berdasarkan pertimbangan jarak, yang dalam hal ini direpresentasikan oleh metrik yang berupa hop (jarak satu router dengan router tetangga langsung). Algoritma Belman-Ford digunakan untuk jenis ini.

Sedangkan pada jenis *link state* penentuan jalur terbaik ditentukan berdasarkan peta topologi yang telah dibuat sebelumnya. Update informasi hanya terjadi ketika topologi berubah. Algoritma Dijkstra salah satu yang digunakan untuk protokol jenis ini.

Selain itu, protokol routing juga dikelompokkan menjadi jenis *classful* dan *classless*. Jenis *classful* menyertakan informasi subnet mask pada saat proses pengiklanan (*advertising*) dan jaringan dalam satu topologi memiliki subnet yang sama. Sedangkan jenis *classless* telah mendukung penggunaan subnet yang berbeda dalam satu topologi jaringan.

Metrik dan Administrative Distance

Salah satu pertimbangan protokol routing dalam menentukan jalur terbaik ditentukan oleh metrik. Metrik yang digunakan oleh salah satu protokol routing tidak sama dengan metrik yang digunakan oleh protokol routing yang lain. Dua protokol routing yang berbeda mungkin memilih jalan yang berbeda untuk tujuan yang sama karena menggunakan metrik yang berbeda.

Metrik yang digunakan dalam protokol routing meliputi:

hop - Sebuah metrik sederhana yang menghitung jumlah router yang dilewati.

Bandwidth - Memilih jalur dengan bandwidth tertinggi.

Beban - Mempertimbangkan pemanfaatan lalu lintas dari link tertentu.

Delay - Mempertimbangkan waktu yang diperlukan sebuah paket untuk melintasi jalur.

Keandalan - Menilai probabilitas kegagalan link.

Biaya - Sebuah nilai yang ditentukan baik oleh IOS atau oleh administrator jaringan untuk menunjukkan preferensi routing. Biaya dapat mewakili metrik, kombinasi dari metrik atau kebijakan jaringan.

Metrik untuk setiap protokol routing:

RIP: Hop count - Jalur terbaik dipilih oleh ruter dengan jumlah hop terendah.

IGRP dan EIGRP: Bandwidth, Delay, Reliability, dan Load - Jalur terbaik dipilih oleh router dengan nilai metrik komposit terkecil dihitung dari beberapa parameter. Secara default, hanya bandwidth dan delay yang digunakan.

IS-IS dan OSPF: Biaya - Jalan terbaik dipilih oleh router dengan biaya terendah.

Administrative distance (AD)

Administrative distance (AD) mendefinisikan preferensi atau tingkat kepercayaan sumber routing. Router Cisco menggunakan fitur AD untuk memilih jalur terbaik ketika menentukan jaringan tujuan yang sama dari dua atau lebih sumber routing yang berbeda.

AD adalah nilai integer dari 0 sampai 255. Semakin rendah maka nilai tersebut lebih dipercaya. Jarak administratif 0 adalah yang paling dipercaya. Hanya jaringan yang terhubung langsung yang memiliki jarak administratif 0, dan tidak dapat diubah. Sebaliknya AD dengan nilai 255 berarti router tidak akan percaya sumber itu dan itu tidak akan dimasukkan dalam tabel routing. Berikut tabel AD untuk beberapa protokol routing:

Protokol	Nilai AD
Terhubung langsung	0
Routing statis	1
EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
RIP	120
External EIGRP	170
Tidak diketahui	255

Rangkuman

1. Protokol routing dinamis yang digunakan oleh router secara otomatis belajar tentang jaringan *remote* dari router lainnya.
2. Protokol routing dinamis dapat diklasifikasikan sebagai classful atau classless, baik distance vector maupun link-state dan apakah protokol routing adalah protokol interior gateway atau protokol eksterior gateway.
3. Protokol routing tidak hanya menemukan jaringan *remote*, tetapi juga memiliki prosedur untuk menjaga informasi jaringan secara akurat. Ketika ada perubahan topologi maka protokol routing akan menginformasikan ke router lainnya tentang perubahan ini.
4. Metrik digunakan oleh protokol routing untuk menentukan jalur terbaik atau jalur terpendek untuk mencapai jaringan tujuan. Protokol routing yang berbeda bisa jadi menggunakan metrik yang berbeda. Biasanya, metrik yang lebih rendah berarti jalan yang lebih baik.
5. Router Cisco menggunakan nilai administrative distance untuk menentukan tingkat kepercayaan sumber routing. Setiap protokol routing dinamis memiliki nilai administratif yang unik.

Umpan Balik

1. Jelaskan perbedaan routing statis dan dinamis!
2. Jelaskan cara kerja routing dinamis!
3. Jelaskan klasifikasi protokol routing dinamis!
4. Jelaskan konsep metrik dan administrative distance!

BAB IV. PROTOKOL *DISTANCE VECTOR*

Deskripsi	: Bab ini akan menjelaskan lebih spesifik tentang konsep dasar mengenai routing dinamis jenis <i>distance vector</i> .
Relevansi	: Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis untuk lebih rinci mempelajari protokol routing jenis <i>distance vector</i> .
Capaian Pembelajaran	: Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis <i>distance vector</i> dan <i>link state</i> , <i>classful</i> dan <i>classless</i> .
Indikator Unjuk Kerja	: <ol style="list-style-type: none">1. Mampu menjelaskan tujuan algoritma <i>distance vector</i>;2. Mampu menjelaskan karakteristik protokol routing <i>distance vector</i>;3. Mampu menjelaskan <i>routing loop</i>.

Tujuan Algoritma

Inti dari protokol *distance vector* adalah algoritma. Algoritma yang digunakan untuk menghitung jalur terbaik dan kemudian mengirim informasi ke router tetangga.

Sebuah algoritma adalah prosedur untuk melaksanakan tugas tertentu, mulai dari keadaan awal yang diberikan dan mengakhiri dalam keadaan akhir yang ditetapkan. Routing protokol yang berbeda menggunakan algoritma yang berbeda untuk memasang jalur dalam tabel routing, mengirim update ke tetangga, dan membuat keputusan penentuan jalur.

Algoritma yang digunakan untuk protokol routing mendefinisikan proses berikut:

- ❖ Mekanisme untuk mengirim dan menerima informasi routing.
- ❖ Mekanisme untuk menghitung jalur terbaik dan memasang jalur dalam tabel routing.
- ❖ Mekanisme untuk mendeteksi dan bereaksi terhadap perubahan topologi.

Karakteristik Protokol Distance Vector

Protokol routing dinamis membantu administrator jaringan mengatasi permasalahan waktu proses mengkonfigurasi dan memelihara tabel routing dibanding routing statis. Sesuai namanya, *distance vector* berarti bahwa routing yang diiklankan (*advertising*) sebagai vektor jarak dan arah. Jarak didefinisikan

dalam hal metrik seperti jumlah hop dan arah adalah *next-hop* atau *exit interface* dari router. Sebuah router yang menggunakan protokol routing *distance vector* tidak memiliki pengetahuan tentang seluruh jalan ke jaringan tujuan. Sebaliknya router hanya tahu:

- ❖ Arah atau *interface* di mana paket harus diteruskan, dan
- ❖ Jarak atau seberapa jauh routing itu ke jaringan tujuan

Protokol routing dapat dibandingkan berdasarkan karakteristik berikut:

- ❖ **Waktu untuk konvergensi** - Waktu untuk konvergensi mendefinisikan seberapa cepat router dalam topologi jaringan berbagi informasi routing dan mencapai keadaan pengetahuan jaringan yang konsisten. Semakin cepat konvergensi, maka protokol itu lebih baik. *Routing loop* dapat terjadi ketika tabel routing yang inkonsisten tidak diperbarui ketika jaringan berubah dan akan memperlambat konvergensi.
- ❖ **Skalabilitas** - Skalabilitas mendefinisikan seberapa besar jaringan dapat berkembang berdasarkan protokol routing yang digunakan. Semakin besar jaringan yang bisa didukung, semakin baik protokol routing itu.
- ❖ **Classless atau Classful** - protokol routing *classless* memasukkan subnet mask kedalam update informasi routing. Fitur ini mendukung penggunaan *Variable Length Subnet Masking (VLSM)*. Berbeda dengan protokol routing *classful* yang tidak memasukan subnet mask dan tidak dapat mendukung VLSM.
- ❖ **Penggunaan Sumber Daya** - penggunaan sumber daya termasuk persyaratan protokol routing seperti ruang memori, penggunaan CPU, dan pemanfaatan bandwidth. Kebutuhan sumber daya yang lebih tinggi memerlukan hardware yang lebih kuat untuk mendukung operasi protokol routing.
- ❖ **Implementasi dan Pemeliharaan** - implementasi dan pemeliharaan menggambarkan tingkat pengetahuan yang diperlukan bagi administrator jaringan untuk menerapkan dan memelihara jaringan berdasarkan protokol routing digunakan.

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa beberapa protokol routing yang termasuk jenis *distance vector* adalah RIP, IGRP, dan EIGRP.

RIP

Routing Information Protocol (RIP) pada awalnya ditentukan dalam RFC 1058. RIP ini memiliki karakteristik utama sebagai berikut:

- ❖ Hop digunakan sebagai metrik untuk penentuan jalur.
- ❖ Jika jumlah hop untuk jaringan lebih besar dari 15, RIP tidak dapat menyediakan routing ke jaringan itu.

- ❖ Update routing disiarkan (broadcast atau multicast) secara default setiap 30 detik.

IGRP

Interior Gateway Routing Protocol (IGRP) adalah sebuah protokol *proprietary* yang dikembangkan oleh Cisco. IGRP memiliki karakteristik utama sebagai berikut:

- ❖ Metrik komposit dihitung berdasarkan Bandwidth, delay, beban dan kehandalan.
- ❖ Update routing yang disiarkan secara default setiap 90 detik.

IGRP adalah pendahulu dari EIGRP.

EIGRP

Enhanced-IGRP (EIGRP) adalah protokol routing *distance vector* yang Cisco *proprietary*. EIGRP memiliki karakteristik kunci:

- ❖ Dapat melakukan *load balancing*.
- ❖ Menggunakan *Diffusing Update Algoritma* (DUAL) untuk menghitung jalur terpendek.
- ❖ Tidak ada update periodik seperti RIP dan IGRP. Routing update dikirim hanya jika ada perubahan dalam topologi.

Routing Loop

Routing *loop* adalah suatu kondisi di mana sebuah paket secara terus menerus ditransmisikan dalam suatu rangkaian router tanpa pernah mencapai jaringan tujuan yang telah ditetapkan. Sebuah routing *loop* dapat terjadi ketika dua atau lebih router memiliki informasi routing yang tidak benar untuk menjangkau tujuan.

Loop mungkin terjadi akibat dari:

- ❖ Konfigurasi routing statis yang tidak tepat.
- ❖ Konfigurasi redistribusi yang salah.
- ❖ Tabel routing yang tidak konsisten akibat lambatnya waktu konvergensi ketika topologi berubah.
- ❖ Pemutusan jalur routing yang salah.

Implikasi dari *routing loop*

Sebuah *routing loop* dapat memiliki dampak buruk pada jaringan, sehingga menghasilkan kinerja jaringan yang buruk atau bahkan jaringan menjadi *down*. Sebuah *routing loop* dapat menciptakan kondisi berikut:

- ❖ Bandwidth link akan digunakan untuk lalu lintas perulangan bolak-balik antara router dalam satu lingkaran (*loop*).
- ❖ CPU router akan bekerja berat karena perulangan paket.
- ❖ CPU router akan dibebani dengan paket *forwarding* tidak berguna yang akan berdampak negatif pada konvergensi jaringan.
- ❖ *Routing update* mungkin tersesat atau tidak diproses secara tepat waktu.
- ❖ Paket mungkin tersesat di "lubang hitam."

Triggered Update

Untuk mempercepat konvergensi ketika ada perubahan topologi, RIP menggunakan *triggered update*. Sebuah *triggered update* adalah update tabel routing yang dikirim langsung untuk menanggapi perubahan routing. *Triggered update* tidak menunggu waktu *update* berakhir. Router yang mendeteksi perubahan segera mengirimkan pesan update ke router berdekatan. Router menerima, pada gilirannya, menghasilkan *triggered update* yang memberitahu tetangga mereka jika telah terjadi perubahan.

Triggered update tidak terjadi secara instan. Ada kemungkinan bahwa sebuah router yang belum menerima *triggered update* akan mengeluarkan *periodic update* pada waktu yang salah yang menyebabkan jalur yang salah tetap dimasukkan dalam router tetangga yang sudah menerima *triggered update*.

Hold Down Timer

Hold down timer digunakan untuk mencegah pesan *periodic update* dari waktu yang tidak tepat. *Hold down timer* menginstruksikan router untuk menahan perubahan yang mungkin akan mempengaruhi jalur untuk jangka waktu tertentu (yang mungkin disebabkan oleh jaringan yang *down* atau putus-sambung). *Hold down timer* bekerja dengan cara berikut:

1. router menerima update dari tetangga yang menunjukkan bahwa jaringan yang sebelumnya diakses sekarang tidak lagi dapat diakses.
2. Router menandai sebagai jaringan yang mungkin *down* dan memulai *holddown timer*.
3. Jika *update* metrik yang lebih baik diterima dari setiap router tetangga selama periode *holddown*, jaringan dipulihkan dan *holddown timer* dihapus.

4. Jika *update* dari setiap tetangga lainnya diterima selama periode *holddown* dengan metrik yang sama atau lebih buruk untuk jaringan itu, maka *update* yang diabaikan.
5. Router masih meneruskan paket ke jaringan tujuan yang ditandai sebagai jaringan yang mungkin *down*. Jika jaringan tujuan benar-benar tidak tersedia dan paket diteruskan, lubang hitam routing dibuat dan berlangsung sampai *holddown timer* berakhir.

Route Poisoning

Route Poisoning digunakan untuk menandai jalur tidak terjangkau (*unreachable*) yang di *update* oleh router dan dikirim ke router lainnya. Tidak terjangkau ditafsirkan sebagai metrik yang diatur secara maksimal. Untuk RIP, Route poisoning memiliki metrik bernilai 16.

Split Horizon dengan Poison Reverse

Poison reverse dapat dikombinasikan dengan teknik *split horizon*. Metode ini disebut *split horizon* dengan *poison reverse*. Aturan untuk *split horizon* dengan *poison reverse* adalah membuat kondisi ketika mengirim *update* keluar pada *interface* tertentu, ditujukan untuk semua jaringan yang belajar dari *interface* sebagai jalur yang tidak terjangkau (*unreachable*).

Time to Live (TTL)

Time to Live (TTL) adalah 8-bit dalam header IP yang membatasi jumlah hop paket untuk dapat melintasi jaringan sebelum dibuang. Tujuan dari TTL adalah untuk menghindari situasi di mana sebuah paket yang terkirim terus beredar di jaringan tanpa henti. TTL akan berkurang satu setiap melewati router pada jalur ke tujuan. Jika TTL mencapai nol sebelum paket tiba di tempat tujuan, paket akan dibuang dan router mengirimkan pesan kesalahan *Internet Control Message Protocol (ICMP)* yang dikembalikan ke sumber dari paket IP.

Rangkuman

1. Protokol routing dapat diklasifikasikan sebagai *distance vector*, *link state*.
2. protokol routing *distance vector* meliputi:RIPv1, RIPv2, IGRP, EIGRP
3. Router yang menggunakan protokol routing *distance vector* menentukan jalur terbaik ke jaringan remote berdasarkan informasi yang mereka pelajari dari tetangga mereka.
4. Salah satu kelemahan dari protokol routing *distance vector* adalah potensi untuk routing loop. Routing loop dapat terjadi ketika jaringan dalam keadaan tidak konvergen.
5. Protokol routing *distance vector* menggunakan *holddown timer*, *Split horizon* dan *split horizon* dengan *poison reverse*, dan TTL juga digunakan oleh router untuk membantu mencegah routing loop

Umpan Balik

1. Jelaskan karakteristik protokol routing jenis *distance vector*!
2. Jelaskan secara singkat jenis protokol routing berikut:
 - a. RIPv1
 - b. RIPv2
 - c. IGRP
 - d. EIGRP
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan routing loop!
4. Jelaskan mekanisme mengatasi rotuing loop!

BAB V. ROUTING INFORMATION PROTOCOL

- Deskripsi** : Bab ini akan menjelaskan lebih rinci mengenai konsep protokol routing RIP versi 1. Dibagian akhir bab ini juga disajikan contoh konfigurasi jaringan dengan menggunakan protokol routing RIPv1.
- Relevansi** : Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis khususnya protoko routing RIP versi 1 sebelum mengimplementasikan pada sistem jaringan.
- Capaian Pembelajaran** : Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis *distance vector* dan *link state*, *classful* dan *classless*.
- Indikator Unjuk Kerja** :
1. Mampu menjelaskan konsep dasar protokol routing RIP;
2. Mampu menjelaskan karakteristik RIP;
3. Mampu mengonfigurasi protokol routing RIP.

Sejarah RIP

RIP adalah protokol routing *distance vector* yang paling awal. Meskipun RIP kurang canggih dibanding protokol routing yang lebih baru, kesederhanaan dan penggunaan yang luas adalah bukti bahwa RIP masih bisa dipakai. RIP bukanlah sebuah protokol yang sudah tidak dikembangkan. Bahkan, bentuk RIP untuk mendukung IPv6 disebut RIPng (generasi) sekarang juga sudah tersedia.

RIP berevolusi dari protokol sebelumnya yang dikembangkan di Xerox, disebut *Gateway Information Protocol* (GWINFO). Dengan perkembangan dari Xerox Network System (XNS), GWINFO berkembang menjadi RIP. Hal itu kemudian semakin mendapatkan popularitas karena juga dikembangkan di *Berkeley Software Distribution* (BSD) sebagai daemon yang diberi nama *routed* (diucapkan "rout-di"). Berbagai vendor lainnya membuat sesuai versi mereka sendiri dengan implementasi yang sedikit berbeda dari RIP. Untuk kebutuhan standarisasi protokol, Charles Hedrick menulis RFC 1058 pada tahun 1988, di mana ia mendokumentasikan protokol yang ada dan dibuat beberapa perbaikan. Sejak itu, RIP telah ditingkatkan versinya dengan RIP versi 2 (RIPv2) pada tahun 1994 dan dengan RIPng pada tahun 1997.

Versi pertama dari RIP sering disebut RIPv1 untuk membedakannya dari RIPv2. Namun, kedua versi memiliki banyak fitur yang sama. Ketika membahas fitur umum untuk kedua versi, kita akan mengacu ke RIP. Ketika membahas

fitur unik untuk setiap versi, kita akan menggunakan RIPv1 dan RIPv2. RIPv2 dibahas dalam bab berikutnya.

Karakteristik RIP

RIPv1 memiliki karakteristik utama berikut:

- ❖ RIP adalah jenis protokol routing *distance vector*.
- ❖ RIP menggunakan jumlah hop sebagai metrik untuk pemilihan jalur.
- ❖ Jumlah hop lebih dari 15 tidak akan terjangkau.
- ❖ Pesan disiarkan (*broadcast*) setiap 30 detik.
- ❖ RIP adalah routing protokol yang *classful*. RIPv1 tidak mengirim informasi subnet mask saat update. Karena keterbatasan ini RIPv1 tidak dapat menerapkan VLSM.
- ❖ RIP memiliki AD default 120.
- ❖ Mendukung *split horizon* dan *split horizon* dengan *route poisoning* untuk mencegah routing loop.

Menggunakan RIP

Untuk mengaktifkan sebuah protokol routing dinamis RIPv1, masuk ke bagian mode konfigurasi global dan gunakan perintah router.

```
Router(config)# router rip
```

Catat bahwa pada perubahan konfigurasi global yang di ikuti **Router(config-router)#**

Jika akan menghapus protokol routing RIP, tulis perintah: **no router rip**. Perintah ini akan menghentikan proses RIP dan menghapus semua konfigurasi RIP yang tersisa

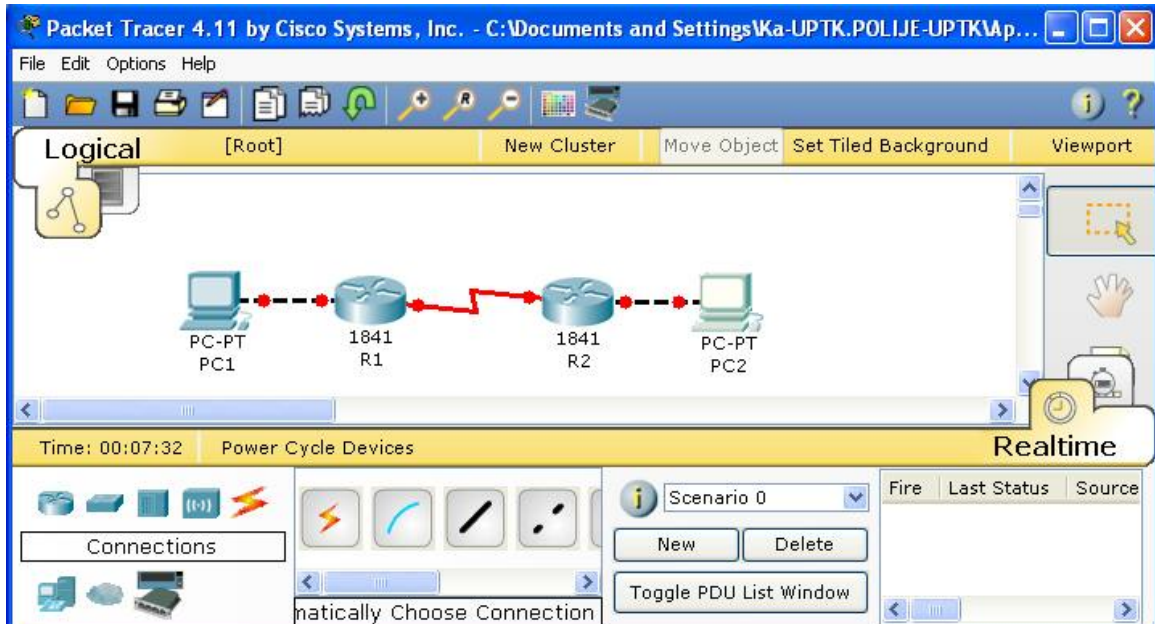
Dengan masuk kedalam mode router RIP, router mendapatkan instruksi untuk menjalankan RIP. Tetapi router tetap harus tahu dimana jaringan lokal yang harus digunakan untuk berkomunikasi antar router. Untuk menghidupkan routing RIP untuk sebuah jaringan, gunakan perintah **network** pada mode konfigurasi router dan masukkan alamat untuk setiap jaringan yang terkoneksi langsung.

```
Router(config-router)#network directly-connected-classful-network-address
```

Praktik III

LANGKAH KERJA

1. Rancanglah topologi jaringan dengan paket tracer seperti berikut ini: (Gunakan Router 1841 dengan menambahkan modul WIC-2T).



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	N/A	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

2. Konfigurasi RIPv1 pada Router 1

- Masuk ke mode privileged EXEC mode
Router1>enable
- Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC
Router1#config t
- Mengonfigurasi interface Router
Router1(config)#interface fa0/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#no shutdown
Router1(config-if)#exit


```
Router1(config)#interface s0/0/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#clock rate 64000
Router1(config-if)#no shutdown
Router1(config-if)#exit
```

- Jika dalam routing table masih menyimpan konfigurasi routing static yang lama (anda bisa cek dengan **show ip route**), maka hapuslah konfigurasi tersebut:

```
Router1(config)#no ip route [destination net] [netmask]
[next-hop/exit interface]
```

- Konfigurasi routing dengan RIP
Router1(config)# router rip
- Konfigurasi jaringan yang terhubung langsung
Router1(config-router)#network 192.168.1.0
Router1(config-router)#network 192.168.2.0
- Kembali pada global konfigurasi
Router1(config)#^Z
- Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router1#copy run start
- Melihat hasil konfigurasi routing
Router1#show ip route

.....

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08,
Serial0/0/0
```

Catatan: nilai 120 pada **[120/1]** menunjukkan nilai AD dari RIP, sedangkan nilai 1 menunjukkan besaran metrik.

3. Konfigurasi RIPv1 pada Router 2

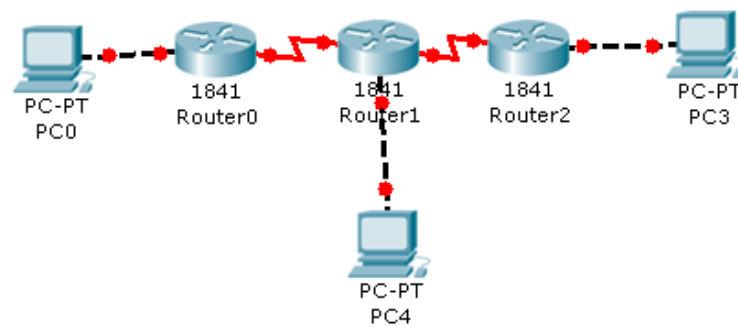
Lakukan konfigurasi seperti pada konfigurasi router 1.

Rangkuman

1. Protokol routing RIP merupakan protokol routing dinamis yang paling awal dikembangkan.
2. Protokol routing RIP merupakan protokol routing jenis *distance vector* yang classfull.
3. RIP menggunakan hop sebagai metrik dengan maksimum hop sebesar 15
4. RIP memiliki periodic update 30 detik.

Umpan Balik

1. Jelaskan perkembangan protokol RIP!
2. Jelaskan karakteristik protokol RIP!
3. Konfigurasilah topologi berikut ini menggunakan routing RIP dengan langkah:
 1. Membuat tabel IP;
 2. Memasang IP pada interface
 3. Mengaktifkan routing RIP.
 4. Tes koneksi untuk memastikan semua PC bisa terhubung satu sama lain.



BAB VI. VLSM dan CIDR

- Deskripsi** : Bab ini akan menjelaskan tentang konsep dasar *Classless Inter-Domain Routing* (CIDR) dan *variable length subnet mask* (VLSM) yang akan digunakan untuk protokol routing jenis *classless*.
- Relevansi** : Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis khususnya jenis *classless*.
- Capaian Pembelajaran** : Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis *distance vector* dan *link state*, *classful* dan *classless*.
- Indikator Unjuk Kerja** :
1. Mampu menjelaskan konsep VLSM;
2. Mampu melakukan perhitungan VLMS;
3. Mampu menjelaskan konsep CIDR.

Pengalaman *Classful* and *Classless*

Sebelum 1981, alamat IP yang digunakan hanya 8 bit pertama untuk menentukan alamat jaringan, kemudian dikenal sebagai ARPANET - untuk 256 jaringan. Dengan kondisi itu bisa dikatakan bahwa ruang alamat ini tidak akan cukup. Pada tahun 1981, RFC 791 memodifikasi alamat IPv4 menjadi 32-bit untuk memungkinkan tiga kelas yang berbeda atau ukuran dari jaringan: kelas A, kelas B, dan kelas alamat C. Kelas A digunakan 8 bit untuk bagian dari alamat jaringan, kelas B digunakan 16 bit, dan kelas C digunakan 24 bit. Format ini dikenal sebagai IP *classful*.

Pengembangan pada tahap awal dari pengalaman *classful* memecahkan masalah batas 256 jaringan untuk sementara waktu. Satu dekade kemudian, disadari bahwa ruang alamat IP menipis dengan cepat. Sebagai tanggapan, *Internet Engineering Task Force* (IETF) memperkenalkan *Classless Inter-Domain Routing* (CIDR), yang menggunakan *Variable Length Subnet Masking* (VLSM) untuk membantu menghemat ruang alamat. Dengan diperkenalkannya CIDR dan VLSM, ISP sekarang bisa menetapkan satu bagian dari jaringan *classful* untuk satu pelanggan dan bagian yang berbeda untuk pelanggan lain.

Routing protokol *classless* yang dibahas dalam buku ini adalah RIPv2, EIGRP dan OSPF. Dengan diperkenalkannya VLSM dan CIDR, administrator jaringan harus menggunakan keterampilan subnetting tambahan. Selain

subnetting, beberapa yang mungkin juga bisa dilakukan adalah meringkas jaringan *classful* menjadi rute agregat, atau supernet.

Variable Length Subnet Mask (VLSM)

Variable Length Subnet Mask (VLSM) memungkinkan penggunaan subnet mask yang berbeda untuk setiap subnet. Setelah alamat jaringan tersubnet, subnet tersebut dapat lebih lanjut disubnet lagi. Sehingga bisa diartikan VLSM merupakan subnetting sederhana dari sebuah subnet. VLSM dapat dianggap sebagai sub-subnetting.

Misalkan jaringan 10.0.0.0/8 yang telah tersubnet menggunakan subnet mask /16, yang menghasilkan 256 subnet:

10.0.0.0/16

10.1.0.0/16

10.2.0.0/16

10.255.0.0/16

Semua subnet /16 ini dapat disubnet lebih lanjut. Misalnya, subnet 10.1.0.0/16 disubnet lagi menggunakan subnet mask /24, dan hasilnya dalam subnet tambahan berikut:

10.1.1.0/24

10.1.2.0/24

10.1.3.0/24

10.1.255.0/24

Misalnya juga subnet 10.2.0.0/16 juga tersubnet lagi dengan subnet mask /24. Subnet 10.3.0.0/16 disubnet lagi dengan subnet mask /28, dan subnet 10.4.0.0/16 disubnet lagi dengan subnet mask /20.

Penggunaan VLSM dalam jaringan akan sangat mengefisienkan pemakaian ruan alamat IP. Sebagai contoh koneksi antar IPS dan klien yang hanya membutuhkan 2 alamat IP maka cukup dengan subnet mask /30 yang menghasilkan 2 *usable* IP.

Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*) telah dikenalkan pada tahun 1993 menggantikan generasi sebelumnya dari IP address syntax - model jaringan *classful*. CIDR memungkinkan untuk penggunaan yang lebih efisien dari ruang alamat IPv4, yang dikenal sebagai *route summary* atau supernetting.

Dengan CIDR, alamat kelas-kelas(kelas A, kelas B, kelas C) menjadi tidak berarti. Alamat jaringan sudah tidak ditentukan lagi oleh nilai octet pertama, tapi ditandai panjang awalnya(subnet mask). Ruang alamat, nomor dari host pada jaringan, sekarang bisa diberikan awalan khusus tergantung nomor dari host yang membutuhkan jaringan itu.

CIDR menggunakan VLSM(*Variable Length Subnet Mask*) untuk mengalokasikan alamat IP ke sub jaringan sesuai dengan kebutuhan bukan lagi berdasar kelas. VLSM memungkinkan untuk beberapa subnet untuk lebih lanjut melakukan subnet kedalam subnet yang lebih kecil.

CIDR mengizinkan untuk supernetting. Supernet adalah kelompok jaringan besar yang diringkar (*summarized*) menjadi jaringan tunggal dengan subnet mask yang lebih kecil dari pada subnet default-nya.

Rangkuman

1. VLSM dan CIDR mampu menjadikan penggunaan ruang alamat IPv4 lebih efisien
2. VLSM secara sederhana adalah melakukan subnet dari subnet.
3. CIDR memungkinkan untuk membuat supernet.
4. VLSM dan CIDR digunakan pada protokol routing jenis classless

Umpan Balik

1. Jelaskan konsep VLSM!
2. Jelaskan konsep CIDR!
3. Diberikan satu blok alamat jaringan kelas C 192.168.1.0/24, lengkapi tabel VLSM berikut:

Jumlah Host	Subnet	Alamat Subnet	Alamat host	Alamat broadcast
61	/		Sd.	
50	/		Sd.	
35	/		Sd.	
13	/		Sd.	
4	/		Sd.	
2	/		Sd.	

BAB VII. RIP VERSI 2

Deskripsi	: Bab ini akan menjelaskan tentang konsep dasar mengenai routing RIP bersi 2 yang merupakan pengembangan dari RIP versi 1.
Relevansi	: Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis jenis <i>classless</i> .
Capaian Pembelajaran	: Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis <i>distance vector</i> dan <i>link state</i> , <i>classful</i> dan <i>classless</i> .
Indikator Unjuk Kerja	: <ol style="list-style-type: none">1. Mampu menjelaskan konsep dasar perbedaan routing protokol RIP versi 1 dan versi 2;2. Mampu menjelaskan cara kerja RIPv2;3. Mampu mengonfigurasi RIPv2.

Pendahuluan

RIP Versi 2 (RIPv2) didefinisikan dalam RFC 1723. Protokol routing ini merupakan protokol routing *classless* yang dibahas pertama dalam buku ini. Meskipun RIPv2 adalah protokol routing yang cocok untuk beberapa lingkungan, namun popularitasnya masih kalah bila dibandingkan dengan protokol routing lain seperti EIGRP, OSPF, dan IS-IS, yang menawarkan lebih banyak fitur dan keunggulan.

Meskipun mungkin kurang populer dibandingkan protokol routing lain, kedua versi RIP ini masih bisa diimplementasikan dalam beberapa situasi. Meskipun RIP tidak memiliki kemampuan sebagaimana protokol yang lebih baru, kesederhanaan dan kompatibilitas untuk digunakan secara luas di beberapa sistem operasi membuat RIP masih layak dibahas.

Bab ini akan fokus pada perbedaan antara routing protocol *classful* (RIPv1) dan protokol routing *classless* (RIPv2). Keterbatasan utama dari RIPv1 adalah bahwa ia adalah protokol routing jenis *classful*. Seperti diketahui, protokol routing *classful* tidak menyertakan subnet mask dengan alamat jaringan pada saat *update* routing, yang dapat menyebabkan masalah ketika diimplementasikan pada jaringan yang menggunakan *Variable-Length Subnet Masking* (VLSM). Sebaliknya, karena RIPv2 adalah protokol routing *classless*, subnet mask termasuk dalam update routing, membuat RIPv2 lebih kompatibel dengan lingkungan routing yang modern.

RIPv2 sebenarnya merupakan pengembangan dan perluasan dari fitur RIPv1 bukan protokol yang benar-benar baru. Beberapa fitur yang disempurnakan meliputi:

- ❖ alamat hop berikutnya termasuk dalam *routing update*
- ❖ Penggunaan alamat *multicast* dalam mengirimkan *update*
- ❖ Tersedia pilihan otentikasi

Seperti RIPv1, RIPv2 adalah protokol routing jenis *distance vector*. Kedua versi dari RIP memiliki kesamaan fitur dan keterbatasan berikut:

- ❖ Penggunaan *hold down timer* untuk membantu mencegah *routing loop*.
- ❖ Penggunaan *split horizon* atau *split horizon* dengan *reverse poisoning* juga membantu mencegah *routing loop*.
- ❖ Menggunakan *triggered update* ketika ada perubahan topologi agar konvergensi lebih cepat.
- ❖ Batas hop maksimum adalah 15 hop, nilai hop 16 menandakan jaringan yang tidak dapat dijangkau.

Menggunakan RIPv2

Secara default, ketika protokol RIP dikonfigurasi pada router Cisco, ia akan menjalankan RIP versi 1. Tetapi meskipun router hanya mengirim pesan RIPv1, tetapi sebenarnya router tersebut tetap bisa menerjemahkan pesan RIPv1 dan RIPv2. Untuk mengaktifkan protokol routing RIP versi 2 dapat menggunakan perintah:

```
Router(config)# router rip
```

```
Router(config)# version 2
```

Sebagai protokol routing jenis classless, maka RIPv2 pada dasarnya tidak memerlukan *route summary* sebagaimana yang bisa dilakukan pada jenis *classful*(RIPv1). Oleh karena itu summary otomatis bisa dimatikan dengan perintah:

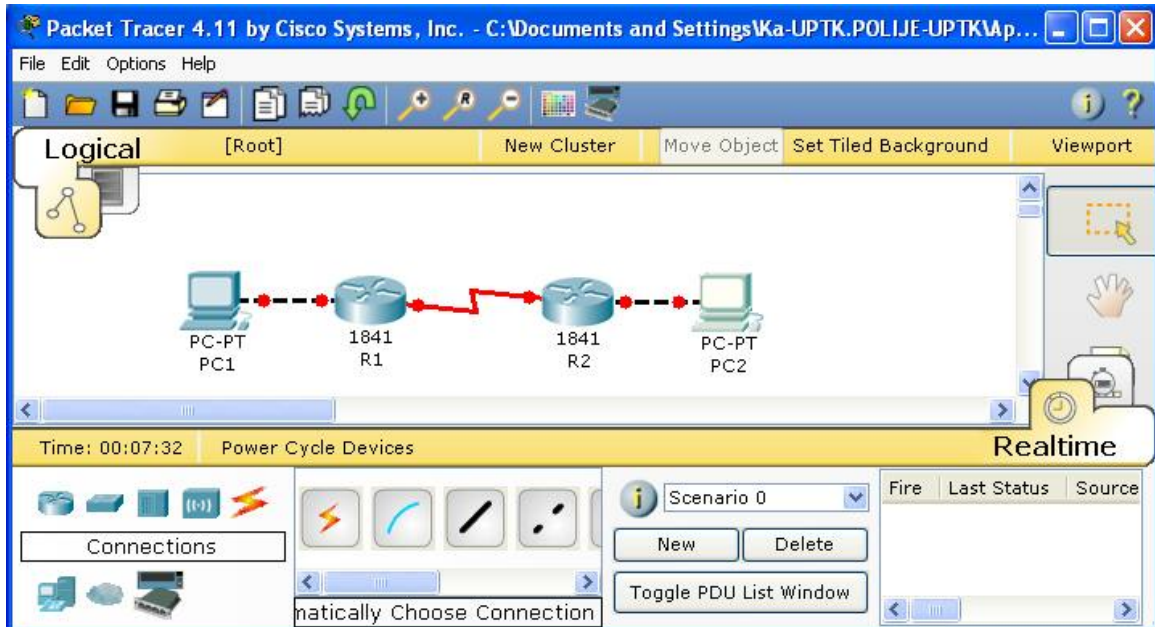
```
no auto-summary
```

Pada RIPv1, perintah tersebut tidak akan berdampak.

Praktik IV

LANGKAH KERJA

- Rancanglah topologi jaringan dengan paket tracer seperti berikut ini: (Gunakan Router 1841 dengan menambahkan modul WIC-2T).



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	N/A	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

5. Konfigurasi RIPv2 pada Router 1

- Masuk ke mode privileged EXEC mode
Router1>enable
- Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC
Router1#config t
- Mengonfigurasi interface Router
Router1(config)#interface fa0/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#no shutdown
Router1(config-if)#exit

```
Router1(config)#interface s0/0/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#clock rate 64000
Router1(config-if)#no shutdown
Router1(config-if)#exit
```

- Konfigurasi routing dengan RIP
Router1(config)# router rip
Router1(config)# version 2
- Konfigurasi jaringan yang terhubung langsung
Router1(config-router)#network 192.168.1.0
Router1(config-router)#network 192.168.2.0
- Kembali pada global konfigurasi
Router1(config)#^Z
- Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router1#copy run start
- Melihat hasil konfigurasi routing
Router1#show ip route
.....

6. Konfigurasi RIPv2 pada Router 2

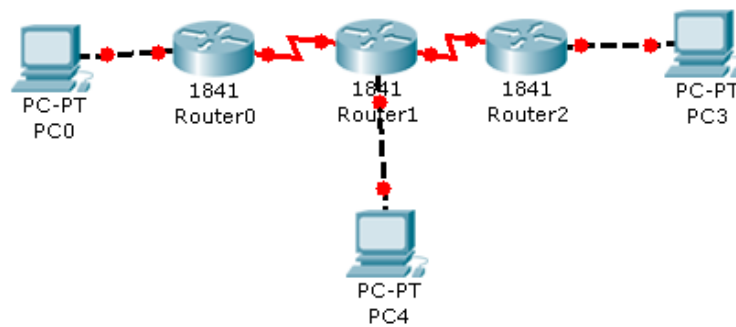
Lakukan konfigurasi seperti pada konfigurasi router 1.

Rangkuman

1. RIP Versi 2 (RIPv2) didefinisikan dalam RFC 1723. Protokol routing ini merupakan protokol routing *classless*.
2. RIP Versi (RIPV v2) bukanlah protokol yang benar-benar baru, tetapi merupakan pengembangan RIPv1.
3. Secara default, ketika protokol RIP dikonfigurasi pada router Cisco, ia akan menjalankan RIP versi 1. Tetapi meskipun router hanya mengirim pesan-pesan RIPv1, tetapi sebenarnya router tersebut tetap bisa menerjemahkan pesan RIPv1 dan RIPv2

Umpan Balik

1. Jelaskan perbedaan protokol RIPv1 dan RIPv2!
2. Jelaskan cara aktivasi protokol RIPv2!
3. Konfigurasilah topologi berikut ini menggunakan routing RIPv2 dengan langkah:
 1. Membuat tabel IP;
 2. Memasang IP pada interface
 3. Mengaktifkan routing RIPv2.
 4. Tes koneksi untuk memastikan semua PC bisa terhubung satu sama lain.



BAB VIII - EIGRP

- Deskripsi** : Bab ini akan menjelaskan tentang konsep dasar mengenai protokol routing *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP). Dibagian akhir buku ini juga disajikan latihan praktik konfigurasi EIGRP.
- Relevansi** : Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis khususnya yang cisco *proprietary*.
- Capaian Pembelajaran** : Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis *distance vector* dan *link state*, *classful* dan *classless*.
- Indikator Unjuk Kerja** :
1. Mampu menjelaskan konsep dasar protokol routing EIGRP;
2. Mampu menjelaskan konsep *autonomous system* (AS) dan *wildcard*;
3. Mampu mengonfigurasi protokol EIGRP.

Dasar EIGRP

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) adalah protokol routing jenis *distance vector* yang *classless* dan dirilis pada tahun 1992 dengan IOS versi 9.21. Seperti namanya, EIGRP merupakan pengembangan dari IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*). Keduanya merupakan protokol proprietary dan hanya beroperasi pada router Cisco.

Tujuan utama dalam pengembangan EIGRP adalah untuk membuat versi *classless* dari IGRP. EIGRP mencakup beberapa fitur yang tidak ditemukan dalam protokol routing *distance vector* lain seperti RIP (RIPv1 dan RIPv2) dan IGRP. Fitur-fitur itu antara lain:

- ❖ Reliable Transport Protocol (RTP)
- ❖ Bounded Updates
- ❖ Diffusion Update Algorithm (DUAL)
- ❖ Membangun adjacencies
- ❖ Tabel topologi dan topologi

Meskipun EIGRP mampu bekerja seperti protokol routing *link-state*, tetapi EIGRP masih tetap merupakan protokol routing *distance vector*. Pada beberapa sumber istilah protokol routing hybrid kadang-kadang digunakan untuk mendefinisikan EIGRP. Namun, istilah ini tidak tepat karena EIGRP bukan

hybrid antara protokol routing *distance vector* dan *link-state*. Oleh karena itu, Cisco tidak lagi menggunakan istilah hybrid untuk menyebut EIGRP.

Dalam bab ini, akan diuraikan bagaimana mengkonfigurasi EIGRP dan memverifikasi konfigurasi EIGRP dengan perintah-perintah. Disini juga diberikan rumus yang digunakan oleh EIGRP untuk menghitung metrik komposit.

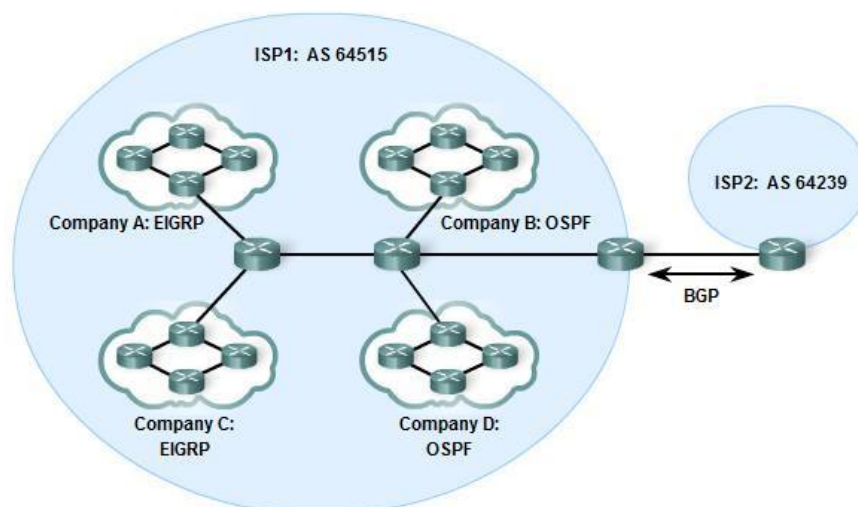
Yang unik dari EIGRP adalah *Reliable Transport Protocol*-nya (RTP) yang menyediakan pengiriman yang handal untuk paket EIGRP. Selain itu, EIGRP membangun hubungan dengan router yang terhubung langsung yang juga diaktifkan untuk EIGRP. hubungan tetangga/router lain digunakan untuk melacak status tetangga tersebut.

Sebagai mesin komputasi EIGRP, *Diffusion Update Algorithm* (DUAL) berada di pusat protokol routing, menjamin jalur bebas *loop* dan jalur cadangan untuk seluruh domain routing.

Seperti RIPv2, EIGRP dapat beroperasi baik seperti protokol routing yang *classful* ataupun *classless*.

Autonomous System (AS)

Autonomous System (AS) adalah kumpulan dari jaringan di bawah kontrol administratif dari satu kesatuan yang menghadirkan kebijakan routing umum ke Internet. Misalkan, perusahaan A, B, C, dan D adalah semua di bawah kontrol administratif ISP1. ISP1 "memberikan kebijakan umum routing" untuk semua perusahaan-perusahaan ini ketika akan melakukan routing ke ISP2. Gambar 8.1 mengilustrasikan AS ini.



Gambar 8.1. *Autonomous system* (AS)

Pedoman untuk pembuatan, pemilihan, dan pendaftaran AS dijelaskan dalam RFC 1930. Nomor AS diterbitkan oleh *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA), otoritas yang sama yang memberikan ruang alamat IP. Sebelum tahun 2007, nomor AS hanya terdiri 16-bit, mulai dari 0 sampai 65535. Sekarang 32-bit nomor AS yang dipakai, hal ini untuk meningkatkan jumlah nomor AS yang tersedia sampai lebih dari 4 miliar.

Siapa yang membutuhkan nomor AS? Biasanya ISP (*Internet Service Provider*), penyedia backbone internet, dan lembaga-lembaga besar untuk menghubungkan ke entitas lain yang juga memiliki nomor AS. ISP dan institusi besar menggunakan protokol *exterior gateway routing* yang berupa *Border Gateway Protocol* (BGP), untuk menyebarkan informasi routing. BGP adalah satu-satunya protokol routing yang menggunakan nomor AS yang sebenarnya.

Sebagian besar perusahaan dan institusi dengan jaringan IP tidak memerlukan nomor AS karena jaringan mereka berada di bawah kendali dari entitas yang lebih besar seperti ISP. Perusahaan-perusahaan ini menggunakan protokol *interior gateway routing* seperti RIP, EIGRP, OSPF, dan IS-IS untuk me-routing paket dalam jaringan mereka sendiri. ISP bertanggung jawab untuk routing paket dalam AS dan antar AS lainnya.

Konfigurasi Routing EIGRP di Cisco Router

Konfigurasi router EIGRP dilakukan pada mode konfigurasi global. Parameter AS adalah nomor yang dipilih oleh administrator jaringan antara 1 dan 65535. Nomor yang dipilih menjadi proses ID dan semua router di EIGRP dengan routing domain yang sama harus menggunakan proses ID nomor (nomor AS) yang sama pula. Perintah dan parameternya adalah:

```
Router (config)# router eigrp nomor_ID/AS
```

Perintah *network* di EIGRP memiliki fungsi yang sama seperti dalam routing protokol IGP yang lain. Interface pada router ini yang sesuai dengan alamat jaringan yang diberikan perintah *network* akan diaktifkan untuk mengirim dan menerima update EIGRP. Jaringan ini (atau subnet) akan dimasukkan dalam routing update EIGRP. Perintah jaringan yang digunakan dalam modus konfigurasi router.

```
Router (config-router)# network network-address
```

Secara default, ketika menggunakan perintah *network* dan alamat jaringan *classful* seperti 172.16.0.0, semua antarmuka pada router yang dimiliki alamat jaringan *classful* akan diaktifkan untuk EIGRP. Namun, mungkin ada saat-saat ketika administrator jaringan tidak ingin menyertakan semua

interface dalam jaringan ketika menggunakan EIGRP. Untuk mengkonfigurasi EIGRP agar mengiklankan subnet tertentu, dapat menggunakan opsi *wildcard-mask* dengan perintah jaringan:

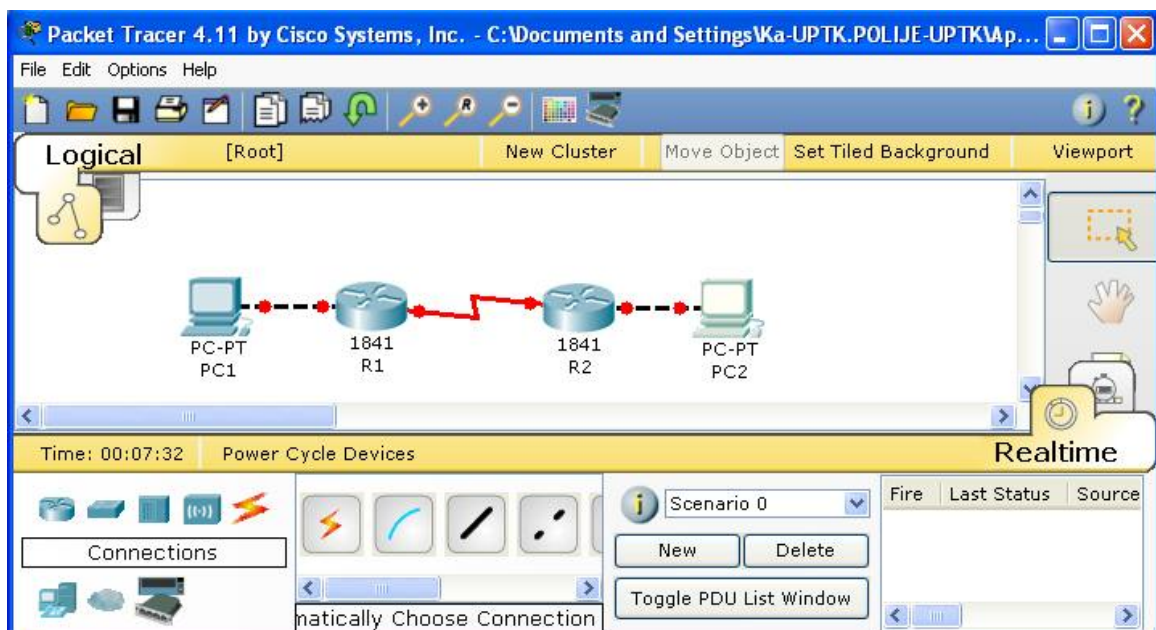
Router (config-router) #network network-address [wildcard-mask]

Wildcard-mask merupakan kebalikan dari subnet mask. Kebalikan dari subnet mask 255.255.255.252 adalah 0.0.0.3. Untuk menghitung kebalikan dari subnet mask, kurangi subnet mask dari 255.255.255.255 dengan 255.255.255.252 maka akan didapatkan 0.0.0.3

Praktik V

LANGKAH KERJA

1. Rancanglah topologi jaringan dengan paket tracer seperti berikut ini: (Gunakan Router 1841 dengan menambahkan modul WIC-2T).
Konfigurasi dasar IOS dan IP mengacu pada modul sebelumnya.



Device	Interface	IP address	SubnetMask	Wildcard	Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.248	0.0.0.7	
	S0/0/0	192.168.1.17	255.255.255.252	0.0.0.3	
R2	Fa0/0	192.168.1.9	255.255.255.248	0.0.0.7	
	S0/0/0	192.168.1.18	255.255.255.252	0.0.0.3	
PC1	N/A	192.168.1.2			192.168.1.1
PC2	N/A	192.168.1.10			192.168.1.9

2. Konfigurasi EIGRP pada Router 1

- Masuk ke mode privileged EXEC mode
Router1>enable
- Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC
Router1#config t
- Konfigurasi routing dengan EIGRP, nomor ID atau AS misalnya 100
Router1(config)# router eigrp 100
- Konfigurasi jaringan yang terhubung langsung (bisa ditambahkan wildcard)
Router1(config-router)#network 192.168.1.0
Router1(config-router)#network 192.168.2.0
- Kembali pada global konfigurasi
Router1(config)#^Z
- Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router1#copy run start
- Melihat hasil konfigurasi routing
Router1#show ip route

.....

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
D 192.168.3.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.2, 00:00:16,
Serial0/0/0
```

3. Konfigurasi EIGRP pada Router 2

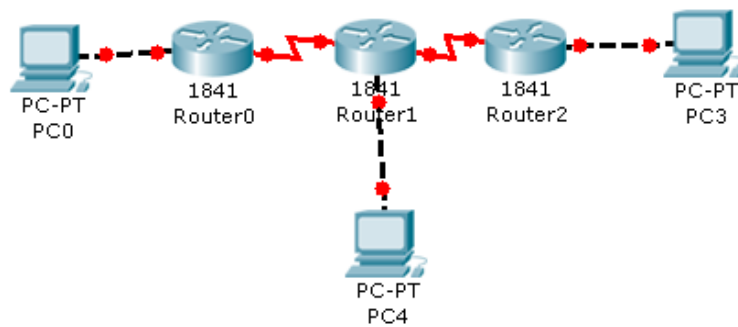
Lakukan konfigurasi seperti pada konfigurasi router 1.

Rangkuman

1. *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP) adalah protokol routing jenis *distance vector* yang *classless*.
2. Meskipun EIGRP mampu bekerja seperti protokol routing *link-state*, tetapi EIGRP masih tetap merupakan protokol routing *distance vector*.
3. *Autonomous System* (AS) adalah kumpulan dari jaringan di bawah kontrol administratif dari satu kesatuan yang menghadirkan kebijakan routing umum ke Internet

Umpan Balik

1. Jelaskan konsep protokol routing EIGRP!
2. Jelaskan tentang AS dan wildcard.
3. Konfigurasilah topologi berikut ini menggunakan routing EIGRP dengan langkah:
 1. Membuat tabel IP (lengkapi dengan wildcard-mask);
 2. Memasang IP pada interface
 3. Mengaktifkan routing EIGRP dengan ID/AS 10.
 4. Tes koneksi untuk memastikan semua PC bisa terhubung satu sama lain.



BAB IX

PROTOKOL LINK STATE

- Deskripsi** : Bab ini akan menjelaskan tentang konsep dasar mengenai protokol routing jenis *link-state*.
- Relevansi** : Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis jenis *link-state* sebagai dasar mempelajari OSPF pada bab selanjutnya.
- Capaian Pembelajaran** : Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis *distance vector* dan *link state*, *classful* dan *classless*.
- Indikator Unjuk Kerja** :
1. Mampu menjelaskan konsep dasar protokol routing jenis *link-state*;
2. Mampu menjelaskan operasional *link-state*;
3. Mampu menjelaskan algoritma SPF/Dijkstra.

Pendahuluan

Dalam operasionalnya protokol routing *link-state* mengambil pendekatan yang berbeda. Protokol routing *link-state* lebih seperti peta jalan karena *link-state* membuat peta topologi jaringan dan setiap router menggunakan peta ini untuk menentukan jalur terpendek ke setiap jaringan. Sama seperti jika kita melihat peta untuk menemukan rute ke kota tujuan, router *link-state* menggunakan peta untuk menentukan jalur terbaik untuk mencapai tujuan.

Router yang menjalankan protokol routing *link-state* mengirim informasi tentang keadaan link untuk router lain dalam domain routing yang sama. Keadaan link tersebut merujuk pada jaringan yang terhubung langsung dan mencakup informasi tentang jenis jaringan dan setiap router tetangga pada jaringan-jaringan, maka dari itu dinamai protokol routing *link-state*.

Tujuan utamanya adalah bahwa setiap router menerima semua informasi *link-state* tentang semua router lain di dalam domain routing. Dengan informasi *link-state* ini, setiap router dapat membuat peta topologi jaringan sendiri dan mandiri menghitung jalur terpendek ke setiap jaringan.

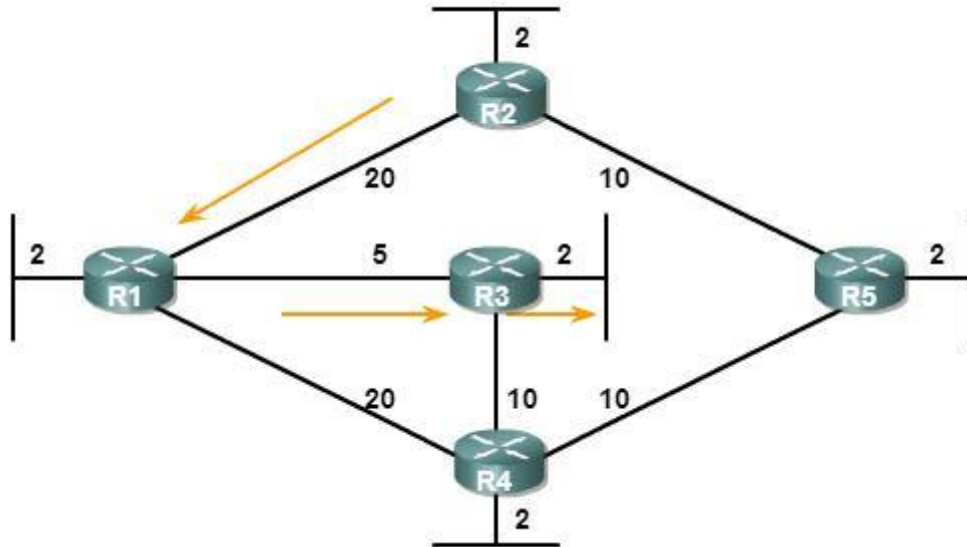
Cara Kerja Protokol Link State

Bagaimana protokol routing *link-state* bekerja? Protokol routing *link-state* secara umum melalui tahapan berikut untuk mencapai keadaan konvergensi:

1. Setiap router belajar tentang link-nya sendiri, termasuk jaringan yang terhubung langsung. Hal ini dilakukan dengan mendeteksi bahwa sebuah *interface* dalam keadaan aktif (*up*).
2. Setiap router bertanggung jawab untuk menemukan tetangga pada jaringan yang terhubung langsung. Mirip dengan EIGRP, router *link state* melakukan ini dengan bertukar paket "Hello" dengan router *link-state* yang lain pada jaringan yang terhubung langsung.
3. Setiap router membangun *Link-State Packet* (LSP) yang berisi keadaan setiap link yang terhubung langsung. Hal ini dilakukan dengan merekam semua informasi terkait masing-masing tetangga, termasuk ID tetangga, jenis link, dan bandwidth.
4. Setiap router mengirimkan LSP untuk semua tetangga, yang kemudian menyimpan semua LSP yang diterima dalam database. Tiap router menyalin setiap LSP yang diterima dari tetangganya dalam database lokal.
5. Setiap router menggunakan database untuk membangun peta lengkap topologi dan menghitung jalur terbaik ke setiap jaringan tujuan. Seperti memiliki peta jalan, sekarang router memiliki peta lengkap untuk semua tujuan dalam topologi dan rute untuk menjangkau tujuannya tersebut

Algoritma SPF digunakan untuk membangun peta topologi dan untuk menentukan jalur terbaik ke setiap jaringan. Algoritma **Dijkstra** sering disebut sebagai algoritma Shortest Path First (SPF). Algoritma ini mengakumulasi semua beban biaya setiap jalur, dari sumber ke tujuan. Gambar 9.1 memperlihatkan topologi jaringan yang akan menggunakan algoritma SPF. Untuk menuju ke LAN pada R3 dari R2 maka SPF akan menghitung biaya terendah yaitu :

$$\begin{array}{ll}
 (R2-R1) & =20 \\
 (R1-R3) & =5 \\
 (R3- LAN R3) & = 2 \\
 \textbf{Total SPF} & = \textbf{27}
 \end{array}$$



Gambar 9.1. Contoh topologi SPF

Rangkuman

1. Protokol routing link-state menentukan jalur terbaik ke tujuan berdasarkan peta topologi yang dibangun.
2. Masing-masing router bertukar paket "Hello" dan LSP untuk membangun peta topologi.
3. Untuk membangun peta topologi jaringan, protokol routing *link-state* memanfaatkan algoritma SPF / Dijkstra.

Umpan Balik

1. Jelaskan konsep protokol routing *link-state*!
2. Jelaskan operasional *link-state* dalam membangun peta topologi!
3. Jelaskan konsep algoritma SPF/Dijkstra!

BAB X

ROUTING OSPF

- Deskripsi** : Bab ini akan menjelaskan tentang konsep dasar mengenai protokol routing *Open Shortest Path First*(OSPF).
- Relevansi** : Bab ini akan sangat membantu pembaca yang sedang mempelajari konsep routing dinamis khususnya OSPF sebelum mengimplementasikan pada sistem jaringan.
- Capaian Pembelajaran** : Setelah mempelajari seluruh buku ini, pembaca/mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang dasar-dasar routing, protokol routing, routing jenis *distance vector* dan *link state*, *classful* dan *classless*.
- Indikator Unjuk Kerja** :
1. Mampu menjelaskan konsep dasar protokl routing OSPF;
2. Mampu menjelaskan operasi OSPF;
3. Mampu mengonfigurasi OSPF.

Pendahuluan

Pengembangan awal OSPF dimulai pada tahun 1987 oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) sebuah kelompok kerja internet untuk akademik dan penelitian yang didanai oleh pemerintah AS.

Pada tahun 1989, spesifikasi untuk OSPFv1 diterbitkan di RFC 1131. Ada dua implementasi yang ditulis, yaitu : untuk proses di router dan yang lainnya untuk proses di workstation UNIX. OSPFv1 adalah routing protokol eksperimental dan tidak pernah digunakan.

Pada tahun 1991, OSPFv2 diperkenalkan di RFC 1247 oleh John Moy. OSPFv2 menawarkan perbaikan teknis yang signifikan atas OSPFv1. Pada saat yang sama, ISO bekerja pada protokol routing *link-state* mereka sendiri, yaitu *Intermediate Sistem-to-Intermediate System* (IS-IS). Tidak mengherankan, IETF memilih OSPF sebagai IGP (*Interior Gateway Protocol*) yang direkomendasikan.

Pada tahun 1998, spesifikasi OSPFv2 telah diupdate di RFC 2328. Pada tahun 1999 OSPFv3 untuk IPv6 diterbitkan dalam RFC 2740. RFC 2740 ditulis oleh John Moy, Rob Coltun, dan Dennis Ferguson. OSPFv3 tidak dibahas dalam buku ini.

Cara Kerja OSPF

Dalam bab sebelumnya, telah diperkenalkan *Link-State Paket* (LSP). OSPF memiliki lima paket dengan tujuan tertentu dalam proses routing OSPF diantaranya yaitu :

Hello - Paket "Hello" digunakan untuk membangun dan memelihara keterhubungan (*adjacency*) dengan router OSPF lainnya.

DBD - Paket *Database Description* (DBD) berisi daftar singkat database *link-state* router pengirim dan digunakan oleh router penerima untuk memeriksa terhadap database *link-state* lokal.

LSR - Paket *Link-State Request* (LSR) dapat dikirimkan oleh router penerima untuk meminta informasi lebih lanjut tentang salah entri dalam DBD.

LSU - Paket *Link-State Update* (LSU) digunakan untuk membalas LSR serta untuk mengumumkan informasi baru. LSUs berisi tujuh jenis *Link_State Advertisement* (LSA).

LSAck - Ketika sebuah LSU diterima, router mengirimkan *Link-State Acknowledgement* (LSAck) untuk mengkonfirmasi penerimaan LSU.

Menggunakan Routing OSPF

Konfigurasi router OSPF mirip dengan EIGRP yang dilakukan pada mode konfigurasi global. Parameter AS adalah nomor yang dipilih oleh administrator jaringan antara 1 dan 65535. Nomor yang dipilih menjadi proses ID dan semua router di OSPF dengan routing domain yang sama harus menggunakan proses ID nomor (nomor AS) yang sama pula. Perintah dan parameternya adalah:

```
Router (config)# router OSPF nomor_ID/AS
```

Perintah *network* di OSPF memiliki fungsi yang sama seperti dalam routing protokol IGP yang lain. Interface pada router ini yang sesuai dengan alamat jaringan yang diberikan perintah *network* akan diaktifkan untuk mengirim dan menerima update OSPF. Jaringan ini (atau subnet) akan dimasukkan dalam routing update OSPF. Perintah jaringan yang digunakan dalam modus konfigurasi router. OSPF menggunakan *wildcard-mask* dan *area* dengan perintah jaringan:

```
Router (config-router) #network network-address wildcard-mask area_id
```

Wildcard-mask merupakan kebalikan dari subnet mask. Kebalikan dari subnet mask 255.255.255.252 adalah 0.0.0.3. Untuk menghitung kebalikan dari subnet mask, kurangi subnet mask dari 255.255.255.255 dengan 255.255.255.252 maka akan didapatkan 0.0.0.3

Sedangkan *area-id* mengacu pada daerah OSPF. Sebuah daerah OSPF merupakan sekelompok router yang berbagi informasi *link-state*. Semua router OSPF di daerah yang sama harus memiliki informasi *link-state* dalam database

link-state mereka yang sama. Jika semua router OSPF diatur dalam satu daerah maka ini dikenal sebagai *single-area* OSPF.

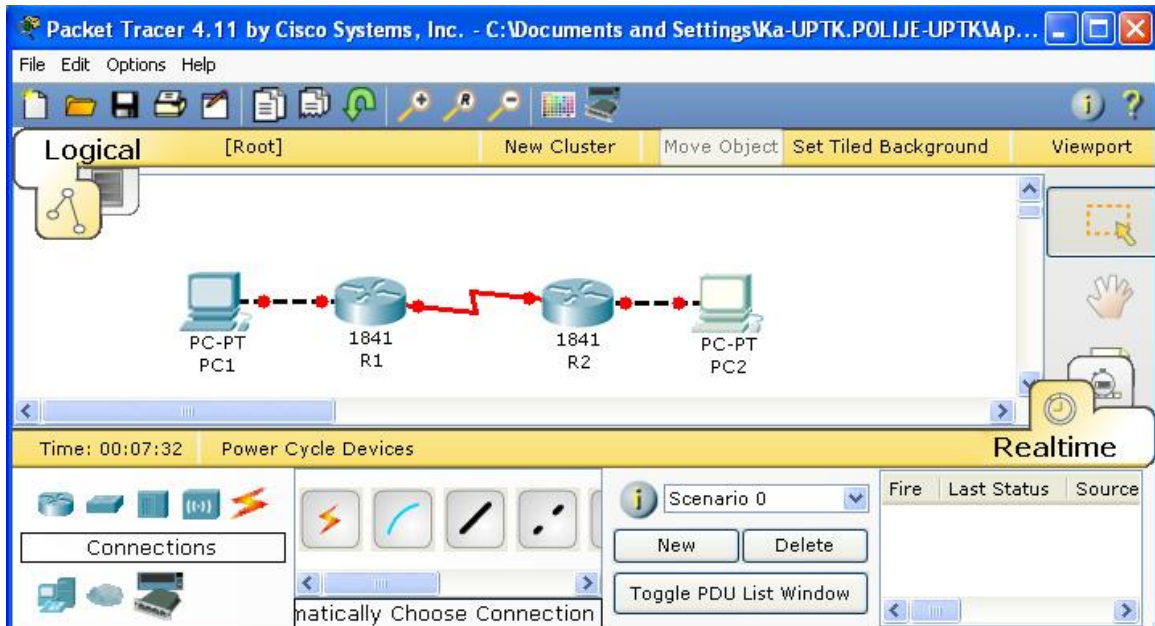
Selain itu untuk topologi yang terhubung ke ISP dan menggunakan routing statis default “quad zero” 0.0.0.0/0, maka perlu ditambahkan perintah redistribusi yaitu:

Router(config-router)#default-information originate

Praktik VI

LANGKAH KERJA

1. Rancanglah topologi jaringan dengan paket tracer seperti berikut ini: (Gunakan Router 1841 dengan menambahkan modul WIC-2T). **Konfigurasi dasar IOS dan IP mengacu pada modul sebelumnya.**



Device	Interface	IP address	SubnetMask	Wildcard	Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.248	0.0.0.7	
	S0/0/0	192.168.1.17	255.255.255.252	0.0.0.3	
R2	Fa0/0	192.168.1.9	255.255.255.248	0.0.0.7	
	S0/0/0	192.168.1.18	255.255.255.252	0.0.0.3	
PC1	N/A	192.168.1.2	255.255.255.248		192.168.1.1
PC2	N/A	192.168.1.10	255.255.255.248		192.168.1.9

2. Konfigurasi OSPF pada Router 1

- Masuk ke mode privileged EXEC mode
Router1>enable
- Lakukan global konfigurasi terminal pada mode privileged EXEC
Router1#config t
- Konfigurasi routing dengan OSPF, process id misalnya 10
Router1(config)#router ospf 10
- Konfigurasi jaringan yang terhubung langsung dengan area 0
Router1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.7 area 0
Router1(config-router)#network 192.168.1.16 0.0.0.3 area 0
- Kembali pada global konfigurasi
Router1(config)#^Z
- Menyimpan konfigurasi pada NVRAM
Router1#copy run start
- Melihat hasil konfigurasi routing
Router1#show ip route

3. Konfigurasi RIPv1 pada Router 2

Lakukan konfigurasi seperti pada konfigurasi router 1.

- Konfigurasi routing dengan OSPF, process id misalnya 10
Router2(config)#router ospf 10
- Konfigurasi jaringan yang terhubung langsung dengan area 0
Router2(config-router)#network 192.168.1.16 0.0.0.3 area 0
Router2(config-router)#network 192.168.1.8 0.0.0.7 area 0

Rangkuman

1. OSPF merupakan protokol routing jenis link-state yang menggunakan algoritma SPF.
2. OSPF memiliki 5 paket LSP (Hello, DBD, LSU, LSR, LSAck)
3. OSPF menggunakan nomor ID proses/AS serta ID area dalam konfigurasinya.

UMPAN BALIK

1. Jelaskan perkembangan OSPF!
2. Jelaskan paket yang digunakan dalam operasi OSPF!
3. Sebuah organisasi memiliki 3 unit kerja A,B, dan C. Unit A mempunyai 14 komputer, unit B mempunyai 5 komputer dan unit C mempunyai 20 komputer. Ketiga LAN unit A, B, dan C dihubungkan dengan 3 buah router. Konfigurasilah koneksi ketiga unit tersebut dengan OSPF. Ingat hubungan serial antar router hanya butuh 2 IP. Tiap LAN diwakili oleh satu PC saja. Jumlah komputer diatas hanya menunjukkan bagaimana anda akan mengatur subnetting-nya.