MODUL 10 Multi Protocol Label Switching (MPLS)

A. TUJUAN

- 1. Mengenalkan pada mahasiswa tentang konsep MPLS
- 2. Mahasiswa memahami cara kerja jaringan MPLS
- 3. Mahasiswa mampu menganalisa performansi antara jaringan IP dengan jaringan MPLS.

B. DASAR TEORI

Multi Protocol Label Switching (MPLS) merupakan sebuah teknik yang menggabungkan kemampuan manajemen *switching* yang ada dalam teknologi ATM dengan fleksibilitas *network layer* yang dimiliki teknologi IP.

Fungsi *label* pada MPLS adalah sebagai proses penyambungan dan pencarian jalur dalam jaringan komputer. MPLS menggabungkan teknologi *switching* di *layer 2* dan teknologi *routing* di *layer 3* sehingga menjadi solusi jaringan terbaik dalam menyelesaikan masalah kecepatan, *scalability, QOS (Quality of Service)*, dan rekayasa trafik. Tidak seperti ATM yang memecah paket-paket IP, MPLS hanya melakukan enkapsulasi paket IP, dengan memasang *header* MPLS. Header MPLS terdiri atas 32 bit data, termasuk 20 bit label, 2 bit eksperimen, dan 1 bit identifikasi stack, serta 8 bit TTL. Label adalah bagian dari *header*, memiliki panjang yang bersifat tetap, dan merupakan satu-satunya tanda identifikasi paket. Label digunakan untuk proses *forwarding*, termasuk proses *traffic engineering. Header* MPLS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Header MPLS

Dengan informasi *label switching* yang didapat dari *routing network layer*, setiap paket hanya dianalisa sekali di dalam *router* di mana paket tersebut masuk ke dalam jaringan untuk pertama kali. *Router* tersebut berada di tepi dan dalam jaringan MPLS yang biasa disebut dengan *Label Switching Router* (LSR).

Ide dasar teknik MPLS ini ialah mengurangi teknik pencarian rute dalam setiap *router* yang dilewati setiap paket, sehingga sebuah jaringan dapat dioperasikan dengan efisien dan jalannya pengiriman paket menjadi lebih cepat. Jadi MPLS akan menghasilkan high-speed routing dari data yang melewati suatu jaringan yang berbasis parameter quality of service (QoS). Berikut ini perbandingan dari label switching dan routing pada IP konvensional.

	Konvensional Routing	Label Switching
Analisis Header IP	Dilakukan pada tiap-tiap hop lintasan paket dari suatu jaringan	Dilakukan hanya sekali pada saat paket memasuki lintasan dari suatu jaringan
Support Unicast dan Multicast Data	Memerlukan algoritma forwarding dan routing multicast yang khusus	Memerlukan hanya sebuah algoritma forwarding
Penentuan Routing	Berdasarkan pada alamat tujuan yang terdapat pada header IP	Berdasarkan pada jumlah parameter, juga termasuk alamat tujuan pada header IP, seperti quality of service (QoS), type data (suara, gambar) dll.

 Tabel 1 Label Switching vs. konvensional IP routing

Komponen MPLS :

- 1. *Label Switched Path (LSP):* Merupakan jalur yang melalui satu atau serangkaian LSR dimana paket diteruskan oleh *label swapping* dari satu MPLS *node* ke MPLS *node* yang lain.
- 2. *Label Switching Router:* sebuah *router* dalam jaringan MPLS yang berperan dalam menetapkan LSP dengan menggunakan teknik *label swapping* dengan kecepatan yang telah ditetapkan. Dalam fungsi pengaturan trafik, LSR dapat dibagi dua, yaitu :
 - a. Ingress LSR

berfungsi mengatur trafik saat paket memasuki jaringan MPLS.

b. Egress LSR

berfungsi untuk mengatur trafik saat paket meninggalkan jaringan MPLS menuju ke LER. Sedangkan, LER (*Label Edge Router*) adalah suatu *router* yang menghubungkan jaringan MPLS dengan jaringan lainnya seperti *Frame Relay*, ATM dan *Ethernet*.

3. *Forward Equivalence Class (FEC):* representasi dari beberapa paket data yang diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan *resource* yang sama di dalam proses pertukaran data.

- 4. *Label:* deretan bit informasi yang ditambahkan pada *header* suatu paket data dalam jaringan MPLS. Label MPLS atau yang disebut juga MPLS *header* ini terletak diantara *header layer* 2 dan *header layer*3. Dalam proses pembuatan label ada beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu :
 - *a.* Metode berdasarkan topologi jaringan, yaitu dengan menggunakan *protocol* IP*routing* seperti OSPF dan BGP.
 - **b.** Metode berdasarkan kebutuhan *resource* suatu paket data, yaitu dengan menggunakan *protocol* yang dapat mengontrol trafik suatu jaringan seperti RSVP (*Resource Reservation Protocol*).
 - *c*. Metode berdasarkan besar trafik pada suatu jaringan, yaitu dengan menggunakan metode penerimaan paket dalam menentukan tugas dan distribusi sebuah *label*.
- 5. *Label Distribution Protocol (LDP): protocol* baru yang berfungsi untuk mendistribusikan informasi yang adalah pada label ke setiap LSR pada jaringan MPLS. *Protocol* ini digunakan untuk memetakan FEC ke dalam label, untuk selanjutnya akan dipakai untuk menentukan LSP. LDP *message* dapat dikelompokkan menjadi :
 - a. *Discovery Messages*, yaitu pesan yang memberitahukan dan memelihara hubungan dengan LSR yang baru tersambung ke jaringan MPLS.
 - b. *Session Messages*, yaitu pesan untuk membangun, memelihara dan mengakhiri sesi antara titik LDP.
 - c. *Advertisement Messages*, yaitu pesan untuk membuat, mengubah dan menghapus pemetaan label pada jaringan MPLS.
 - d. *Notification Messages,* yaitu pesan yang menyediakan informasi bantuan dan sinyal informasi jika terjadi *error*.

C. TUGAS PENDAHULUAN

- 1. Jelaskan prinsip kerja dari jaringan MPLS.
- 2. Sebutkan langkah-langkah dari operasi MPLS.
- 3. Jelaskan yang dimaksud dengan teknik *Differentiated services* (Diffserv) dan *Integrated Service* (IntServ).

D. PERALATAN

- 3 buah mikrotik sebagai router
- 2 buah computer sebagai host A dan host B
- 2 buah *Ethernet Card*
- Kabel UTP secukupnya

E. PERCOBAAN

E.1. Topologi Jaringan MPLS

Sebelum melakukan konfigurasi MPLS diharapkan menyusun topologi jaringan dasar MPLS sebagai berikut.



Gambar 1. Topologi Jaringan

Tahapan dalam mensetting MPLS di Mikrotik router :

- a. Setting interface loopback
- b. Membuat IP Address loopback
- c. Setting IP Address pada masing-masing interface
- d. Setting Dynamic Routing
- e. Setting MPLS dengan mengaktifkan LDP

E.2 Konfigurasi Router Mikrotik Tanpa MPLS

Tahapan dalam membuat jaringan menggunakan mikrotik router tanpa MPLS adalah sebagai berikut:

- a. Setting IP address pada masing-masing interface
- b. Setting Dynamic routing (OSPF)

1. Setting untuk masuk ke mikrotik lewat Winbox

a. Hubungkan PC ke mikrotik router menggunakan kabel UTP untuk konfigurasinya.

b. Buka aplikasi Winbox

MikroTik WinBox Loader v2.2.18				
Connect To:			Connect	
Login:	admin			
Password:	Keen Password Save			
	Secure Mode	Remove		
	✓ Load Previous Se	ession	Tools	
Note:	MikroTik-Router-P1			
Address 🛆	User	Note		

ſ	🔘 MikroTik V	VinBox Loader v2.2.1	8				
1	Connect To:			Connect			
1	Login	MAC Address	IP Address	Identity	Version	Board	
ł	Login.	00:0C:42:85:EE:AA	0.0.0.0	MikroTik-Router-P1	5.7	RB750	
	Password:						
-	Note:						
	Address A						

c. Lakukan koneksi ke Mikrotik Router melalui MAC Address-nya

- 2. Setting IP Address
- a. Sebelum dilakukan setting IP address maka lakukan penamaan interface terlebih dahulu seperti berikut ini untuk interface **Eth4** dan **Eth5**.

🕲 admin@10.10.1.1 (MikroTik) - WinBox v5.16 on RB450G (mipsbe)					
Safe Mode	🏟 🖓 Safe Mode 🖉 Hide Passwords				
Interfaces	Interface <ether4-lan:< th=""><th>></th><th>Interface <ether5-sla< th=""><th>ve-local></th><th></th></ether5-sla<></th></ether4-lan:<>	>	Interface <ether5-sla< th=""><th>ve-local></th><th></th></ether5-sla<>	ve-local>	
Bridge	General Ethernet	Status Overall Stats Rx Stats	General Ethernet	Status Overall Stats Rx Stats	
PPP	Name:	ether4-LAN	Name:	ether5-LAN	Ca
Switch	Type:	Ethemet	Type:	Ethemet	
Mesh	MTU:	1500	MTU:	1500	
	L2 MTU:	1520	L2 MTU:	1520	Di
Pauting N	Max L2 MTU:	1520	Max L2 MTU:	1520	Cor
System	MAC Address	D4-CA-6D-3A-DB-DD	MAC Address	D4:CA:6D:3A:DB:DF	Т
Queues	ARP	enabled -	ARP	enabled T	F
Files					Reset M
Log	Master Port:	none Ŧ	Master Port:	none	Deast
Radius	Bandwidth (Rx/Tx):	unlimited 🔻 / unlimited ∓	Bandwidth (Rx/Tx):	unlimited Ŧ / unlimited Ŧ	nesei
B Tools	Switch:	0	Switch:	0	
E New Terminal					
MetaROUTER					
Make Supout.rif					
Manual					
Dit					
₽2					

Teknik Telekomunikasi PENS (zenhadi@eepis-its.edu)

b. Setting IP address pada masing-masing interface

Cafe Mode					✓ Hide Passwords
Interfaces I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	Address List Address List New Address Address: 10.10.1.1/24 Network: 10.10.1.0 Interface: ether4-LAN enabled 4 items	Comment Copy Remove	Find X New Address Address: 10.10.2.1/24 Network: 10.10.2.0 Interface: ether5-LAN enabled	Concel Apply Disable Comment Copy Remove	

NB: Untuk Eth4 setting sebagai DHCP Server agar PC A mendapat IP dynamic dari Router.

Setting untuk router R2

0	🔘 admin@192.168.88.1 (MikroTik) - WinBox v5.16 on RB450G (mipsbe)				
ß	Cª Safe Mode	☑ Hide Passwords	9		
	Interfaces Bridge PPP Switch Mesh	Address List Image: Second system + - Image: Second system Address < 10.10.2.2/24> Image: Second system			
BoX	IP N MPLS N Routing N System N Queues N Files Log Radius N Tools N	Address: 10.10.2.2/24 OK Address: 10.10.3.1/24 OK Network: 10.10.2.0 Cancel Network: 10.10.3.0 Cancel Interface: ether4-LAN Apply Disable Apply Disable Comment Copy Remove Remove Remove			
RouterOS WinB	New Terminal MetaROUTER Make Supout.rif Manual Exit	enabled enabled 4 items (1 selected)			

> Setting router R3

Address <10.10.3.2/24>		Address <10.10.4.1/24>	
Address: 10.10.3.2/24	ОК	Address: 10.10.4.1/24	ОК
Network: 10.10.3.0	Cancel	Network: 10.10.4.0	Cancel
Interface: ether4-LAN	Apply	Interface: ether5-LAN Ŧ	Apply
	Disable		Disable
	Comment		Comment
	Сору		Сору
	Remove		Remove
enabled		enabled	

NB: Untuk Eth5 setting sebagai DHCP Server agar PC B mendapat IP dynamic dari Router.

3. Setting Dynamic Routing

Agar bisa melakukan dynamic routing antara R1, R2 dan R3, maka buat protokol routing di masing-masing router dengan protokol OSPF.

Setting router R1

0	Sadmin@10.10.1.1 (MikroTik) - WinBox v5.16 on RB450G (mipsbe)				
	Safe Mode	🗹 Hide Passwords 📕 🖗			
	Interfaces	OSPF 🛛			
	Bridge	Instances Networks Areas Area Ranges Virtual Links Neighbors NBMA Neighbors Sham Links LSA			
	PPP	+ =			
	Switch				
	Mesh				
	IP 🗅	Network: 10.10.1.0/24 OK Network: 10.10.2.0/24 OK			
	MPLS 🗅	Area: backbone Ŧ Cancel Area: backbone 🔻 Cancel			
	Routing D				
	System 🗅				
	Queues	Disable Disable			
	Files	Comment			
	Log	Сору			
\sim	Radius	Remove			
8	Tools 🗅				
<u> </u>	New Terminal	enabled			
\geq	MetaROUTER	2 žama			
SO	Make Supout.rif	5 Itellis			
PL(Manual				
Lt.	Exit				
R					

Setting router R2

> Setting router R3

OSPF Network <10.10.3.0/24;		OSPF Network <10.10.4.0/24	> 🗆 🗙
Network: 10.10.3.0/24	OK	Network: 10.10.4.0/24	OK
Area: backbone 🔻	Cancel	Area: backbone Ŧ	Cancel
	Apply		Apply
	Disable		Disable
	Comment		Comment
	Сору		Сору
	Remove		Remove
enabled		enabled	

4. Tes konfigurasi

Untuk melakukan pengujian terhadap konfigurasi yang telah dibuat, maka lakukan beberapa pengujian seperti di bawah ini :

- a. Ping dan traceroute antara PC A dan PC B
- b. Cek tabel routing pada masing-masing router dengan cara klik : IP | Routes

Interfaces		
Bridge		
PPP	Route List	
Switch	Routes Nexthops Rules VRF	
Mesh		Find all Ŧ
IP 🗅	Dst. Address 🗸 Gateway	Distance Routing -
MPLS D	DAC 10.10.1.0/24 ether4-LAN unreachable	0
Bouting D	DAC 10.10.2.0/24 ether5-slave-local reachable	0
- Notering	DAo 10.10.3.0/24 10.10.2.2 reachable ether5-slave-local	110
System D	DAo 10.10.4.0/24 10.10.2.2 reachable ether5-slave-local	110
Queues	DAC P 192.168.88.0/24 ether2-master-local reachable	0
Files		
Log		
Radius		
Tools 🗅		
New Terminal		
MetaROUTER		
Make Supout.rif		
Manual	5 itame	•

NB: Pastikan sudah mengenali semua NetID dalam jaringan tersebut.

c. Lakukan transfer file dari PC A ke PC B dengan menggunakan ftp, dan isikan data hasil pengukuran dalam tabel berikut:

File	Waktu (s)	Throughput (Kbps)
500Mbps		
1Gbps		
2Gbps		

E.2 Konfigurasi Router Mikrotik dengan MPLS

Pada konfigurasi jaringan ini, agar semua router menggunakan MPLS sebagai protokol transportnya, ada beberapa langkah dalam pembuatannya yaitu:

- a. Setting interface loopback
- b. Membuat IP address loopback
- c. Menambahkan IP loopback pada protokol OSPF
- d. Setting MPLS dengan mengaktifkan LDP

1. Setting *Loopback IP Address*

Pada RouterOS Mikrotik *Loopback IP Address* dapat dikonfigurasi dengan membuat *interface bridge* tanpa menambahkan alamat port. Tujuan membuat *Loopback IP Address* adalah:

- a. Hanya ada satu sesi LDP antara 2 router, tidak peduli berapa banyak *link* menghubungkan mereka, *loopback IP address* memastikan bahwa sesi LDP tidak terpengaruh oleh perubahan *interface* atau *IP Address*.
- b. Penggunaan *loopback IP address* sebagai alamat LDP transportasi memastikan kedua *hop* bekerja dengan baik ketika beberapa label melewatkan paket-paket data.

Berikut adalah cara setting **Router** lewat winbox, yaitu: **Interfaces | Interface | klik '+' | Bridge**

0	admin@10.10.1.1 (N	likroTik) - WinBo	x v5.16 on RB450G (m	nipsbe)				
Ю	C ⁴ Safe Mode						✓ Hide Pas	swords 📕 🔒
	Interfaces		r.					
	Bridge	Interface List	New Interface					
	PPP	Interface Ether	General STP Statu	us Traffic	1	ОК		
	Switch	+ 🖉	Name:	lobridge		Cancel	Find	
	Mesh	Name	Type:	Bridge		Apply	Pac Tx Drops 🔻	
	IP N	♦ ether1-g	MTU:	1500			0 0	
	MPLS D	≮ ≯ether3-ra	L2 MTU			Disable	0 0	
	Routing 1	R *>ether4-L	LZ MTO.			Comment	3 0	
	System 1	R Alobridge	MAC Address:			Сору	0 0	
	Queues		ARP:	enabled	Ŧ	Remove		
	Files		Admin. MAC Address:		-			
	Log					Torch		
×	Radius							
B	Tools 1							
/in	New Terminal							
8	MetaROUTER	•					•	
0S	Make Supout.rif	6 items						
en e	Manual							
out	Exit							
R			enabled	running	slave			
				4				

2. Membuat IP Address Loopback

Pada interface loopback di atas, berikan IP address sesuai dengan topologi jaringan yang akan dibuat. Caranya : IP | Addresses | klik '+' | pilih interface lobridge

Setting Router R1

C Safe Mode		
Interfaces	Address List	
Bridge		Find
PPP		ndr Interface 💌
Switch	New Address	
Mesh	New Address	
IP 🗅	Address: 1.1.1.1	OK ster-lo
MPLS 🗅	Network: 1.1.1.1	▲ Cancel
Routing D	Interface: lobridge	∓ Apply
System 🗅		
Queues		Disable
Files		Comment
Log		Сору
Radius		Remove
Tools 🗅		
New Terminal	enabled	
MetaROUTER	4 items	
Make Supout.rif		
Manual		
Ev#		

Setting Router R2 & R3

Address List	
+ - * * - 7	Find
Address <2.2.2>	
Address: 2.2.2.2	ОК
Network: 2.2.2.2	Cancel
Interface: lobridge Ŧ	Apply
	Disable
	Comment
	Сору
	Remove
enabled	
4 items (1 selected)	

Address <3	.3.3.3>		
Address:	3.3.3.3		OK
Network:	3.3.3.3	•	Cancel
Interface:	lobridge	Ŧ	Apply
			Disable
			Comment
			Сору
			Remove
enabled			

3. Setting dynamic routing pada interface Loopback : Routing | OSPF, pilih tab Networks Setting Router R1

0	admin@10.10.1.1 (N	fikroTik) - WinBox v5.16 on RB450G (mipsbe)
0	Cafe Mode	🖌 Hide Passwords 📕 🛱
	Interfaces	OSPF 🛛
	Bridge	Instances Networks Areas Area Ranges Virtual Links Neighbors NBMA Neighbors Sham Links LSA
	PPP	
	Switch	
	Mesh	New OSPF Network
	IP D	Network: 1.1.1.1 OK
	MPLS N	Area: backbone 🔻 Cancel
	Routing P	Apply
	System 🗅	
	Queues	Disable
	Files	Comment
	Log	Сору
×	Radius	Remove
B	Tools ト	
'in	New Terminal	enabled
\leq	MetaROUTER	2 items
0 S	Make Supout.rif	
er	Manual	
out	Exit	
R		

Setting Router R2 & R3

OSPF Network <2.2.2.2>		OSPF Network <3.3.3.3>	
Network: 2.2.2.2	OK	Network: 3.3.3.3	OK
Area: backbone 🔻	Cancel	Area: backbone Ŧ	Cancel
	Apply		Apply
	Disable		Disable
	Comment		Comment
	Сору		Сору
	Remove		Remove
enabled		enabled	

4. Setting MPLS

Langkah selanjutnya adalah menambahkan dan mengonfigurasi sistem MPLS. Dalam rangka untuk mendistribusikan label untuk rute, LDP harus diaktifkan. Kemudian semua interface yang digunakan di MPLS perlu ditambahkan.

a. LDP Setting: MPLS | MPLS | klik tab 'LDP Interface' | klik LDP Settings → Setting R1

0	admin@10.10.1.1 (N	/likroTik) - WinBox v5.16 on RB450G (mipsbe)
0	Call Safe Mode	🗹 Hide Passwords 📕 🚍
	Interfaces	OSPF 🔲 🗶
	Bridge	Instances Networks Areas Area Ranges Virtual Links Neighbors NBMA Neighbors Sham Links LSA
	PPP	MPLS DIX
	Switch	LDP Interface LDP Neighbor Accept Filter Advertise Filter Forwarding Table MPLS Interface Local Bindings
	Mesh	Image: Provide the setting of the
	IP D	LDP Settings
	MPLS 🗅	yes
	Routing D	
	System 1	Cancel
	Queues	Transport Address: 1.1.1.1 Apply
	Files	Path Vector Limit: 255
	Log	Hop Limit: 255
\times	Radius	Loop Detect
l 2	Tools 🗅	Use Explicit Null
E.	New Terminal	Distribute For Default Route
\geq	MetaROUTER	2
SOS	Make Supout.rif	
er.	Manual	1 item
E	Exit	
Ro		

LSR ID dan Transport Address diambil dari no IP pada lobridge.

Setting R2 dan R3

LDP Settings			LDP Settings	
	✓ Enabled	ОК	Enabled	ОК
LSR ID:	2.2.2.2	Cancel	LSR ID: 3.3.3.3	Cancel
Transport Address:	2.2.2.2	Apply	Transport Address: 3.3.3.3	Apply
Path Vector Limit:	255		Path Vector Limit: 255	
Hop Limit:	255		Hop Limit: 255	
	Loop Detect		Loop Detect	
	Use Explicit Null		Use Explicit Null	
	Distribute For Default Route		Distribute For Default Route	

- b. Membuat Interface LDP MPLS: MPLS | MPLS | klik tab 'LDP Interface' | klik '+' Setting ini hanya pada interface yang digunakan untuk mengirim paket MPLS saja.
 - Setting R1

> Setting R2

MPLS Interface <eth< th=""><th>ner4-LAN></th><th>MPLS Interface <et< th=""><th>ner5-LAN></th><th></th></et<></th></eth<>	ner4-LAN>	MPLS Interface <et< th=""><th>ner5-LAN></th><th></th></et<>	ner5-LAN>	
Interface:	ether4-LAN	Interface:	ether5-LAN	ОК
Hello Interval:	00:00:05	Hello Interval:	00:00:05	Cancel
Hold Time:	00:00:15	Hold Time:	00:00:15	Apply
Transport Address:	•	Transport Address:	▼	Disable
	Accept Dynamic Neighbors		Accept Dynamic Neighbors	Comment
				Commerie
				Сору
				Remove
enabled		enabled		

> Setting R3

MPLS Interface <eth< th=""><th>er4-LAN></th><th></th></eth<>	er4-LAN>	
Interface:	ether4-LAN	ОК
Hello Interval:	00:00:05	Cancel
Hold Time:	00:00:15	Apply
Transport Address:	▼ Accest Description	Disable
	Accept Dynamic Neighbors	Comment
		Сору
		Remove
enabled		

- 5. Cek dan Tes Konfigurasi MPLS, catat dan amati hasilnya.a. Cek tabel routing : IP | Routes

Route	List			
Route	es Nexthops Rules VRF			
+	- 🖉 🗶 🖻 🍸		Find	all Ŧ
	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing •
DAC	▶ 1.1.1.1	lobridge reachable	0	
DAo	2.2.2.2	10.10.2.2 reachable ether5-LAN	110	
DAo	> 3.3.3.3	10.10.2.2 reachable ether5-LAN	110	
DAC	10.10.1.0/24	ether4-LAN reachable	0	
DAC	10.10.2.0/24	ether5-LAN reachable	0	
DAo	10.10.3.0/24	10.10.2.2 reachable ether5-LAN	110	
DAo	10.10.4.0/24	10.10.2.2 reachable ether5-LAN	110	
DAC	192.168.88.0/24	ether2-master-local unreachable	0	

NB: Pastikan semua netID dan loopback interface sudah dikenali.

b. Cek konfigurasi MPLS➢ Pada router R1

MPL	S								
LDP	Interface LDF	^p Neighbor	Accept Filter	Advertise Filte	r Forwarding	Table	MPLS Interface	Local Bindings	
÷			7						Find
	Transport	△ Send	Peer	Lo	cal Transport	Addre	sses		-
DO	2.2.2.2	no	2.2.2.2:0	1.1	.1.1	2.2.2	2, 10.10.2.2, 10		

MPL	.S							[
LD	P Neighbor	Accept Filter	Advertise Filter	Forwarding Table	MPLS Interface	Local Bindings	Remote Bind	lings	
7								Find	
	In Label	Out Labels	Interface	e Nextho	p Destin	ation	Bytes	Packets	-
	expl-null						0		0
L	16		ether5-L	AN 10.10.2	2.2 2.2.2.	2	0		0
L	17	17	ether5-L	AN 10.10.2	2.2 10.10	4.0/24	0		0
L	18		ether5-L	AN 10.10.2	2.2 10.10	.3.0/24	0		0
L	19	18	ether5-L	AN 10.10.2	2.2 3.3.3.	3	0		0
	10	10	CINCI S E	10.10.	0.0.0.				

MPLS	;					
LDP	Neighbor Accept Filter	Advertise	Filter Forwarding Table	MPLS Interface	Local Bindings	Remote Bindings
÷	- / * 4	T				Find
	Dst. Address	Label	Advertised Path	Peers		•
DAE	1.1.1.1	impl-null	empty	2.2.2.2:0		· · · · ·
DAG	2.2.2.2	16	empty	2.2.2.20		
DAG	3.3.3.3	19	empty	2.2.2.20		
DAE	10.10.1.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0		
DAE	10.10.2.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0		
DAG	10.10.3.0/24	18	empty	2.2.2.2:0		
DAG	10.10.4.0/24	17	empty	2.2.2.2:0		
DAE	192.168.88.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0		

MPL:	5							
LDP	Neighbor Accept Filter	Advertise Filte	r Forwarding T	Table	MPLS Interface	Local Bindings	Remote Binding	s
+	- 🗸 💥 🖽	T						Find
	Dst. Address	Label Ne	exthop	Peer		Path		•
D	1.1.1.1	16 0.	D.O.O	2.2.2	.2:0	empty		
DA	2.2.2.2	impl-null 10	.10.2.2	2.2.2	.2:0	empty		
DA	3.3.3.3	18 10	.10.2.2	2.2.2	.2:0	empty		
D	10.10.1.0/24	21 0.	0.0.0	2.2.2	.2:0	empty		
D	10.10.2.0/24	impl-null 0.	D. O.O	2.2.2	.2:0	empty		
DA	10.10.3.0/24	impl-null 10	.10.2.2	2.2.2	.2:0	empty		
DA	10.10.4.0/24	17 10	.10.2.2	2.2.2	.2:0	empty		
D	192.168.88.0/24	impl-null 0.	D.O.O	2.2.2	.2:0	empty		
8 iter	ns							

Pada router R2

MPL:	S										
LDF	Interface LI	DP Ne	ighbor	Accept Filter	Advertise F	Filter	Forwarding	Table	MPLS	Interface	
÷		8	- 1	r							Find
	Transport	A	Send	Peer		Local	Transport	Addre	sses		
DO	1.1.1.1		no	1.1.1.1:0		2.2.2.	2	1.1.1.	1, 10.1	0.1.1, 10	
DO	3.3.3.3		no	3.3.3.3:0		2.2.2.	2	3.3.3.	3, 10.1	0.3.2, 10	

Acc	ept Filter	Ad	lvertise Filter	Forwarding Table	MPLS Interface	Local Bindings	Remote Bindings		
7								Fin	d
	In Label	7.	Out Labels	Interface	Nexthop	Destin	ation	Bytes	Pa
	expl-null							()
L	16			ether4-LAN	10.10.2	1 1.1.1.	1	()
L	17			ether5-LAN	10.10.3	2 10.10.	4.0/24	10564	1
L	18			ether5-LAN	10.10.3	2 3.3.3.3	3	()

MPLS	s							
Acc	ept Filter Advertise Filter	Forwarding	g Table	MPLS Interface	Local Bindings	Remot	te Bindings	
+	- 🖉 🗶 🖻	T						Find
	Dst. Address	Label	Adverti	sed Path	Peers			•
DAG	1.1.1.1	16	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	:0		
DAE	2222	impl-null	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	:0		
DAG	3.3.3.3	18	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	0		
DAE	10.10.2.0/24	impl-null	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	0		
DAE	10.10.3.0/24	impl-null	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	0		
DAG	10.10.4.0/24	17	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	0		
DAE	192.168.88.0/24	impl-null	empty		1.1.1.1:0, 3.3.3.3	0		

MPLS	3				
Acce	ept Filter Advertise Filter	Forwarding	Table MPLS Inte	erface Local Bindings	Remote Bindings
÷	- * * #	7			Find
	Dst. Address	Label	Nexthop	Peer	Path 🔻
DA	1.1.1.1	impl-null	10.10.2.1	1.1.1.1:0	empty
D	1.1.1.1	17	0.0.0.0	3.3.3.30	empty
D	2.2.2.2	16	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
D	2.2.2.2	16	0.0.0.0	3.3.3.30	empty
D	3.3.3.3	19	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
DA	3.3.3.3	impl-null	10.10.3.2	3.3.3.30	empty
D	10.10.1.0/24	impl-null	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
D	10.10.2.0/24	impl-null	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
D	10.10.2.0/24	18	0.0.0.0	3.3.3.3:0	empty
D	10.10.3.0/24	18	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
D	10.10.3.0/24	impl-null	0.0.0.0	3.3.3.3:0	empty
D	10.10.4.0/24	17	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
DA	10.10.4.0/24	impl-null	10.10.3.2	3.3.3.30	empty
D	192.168.88.0/24	impl-null	0.0.0.0	1.1.1.1:0	empty
D	192.168.200.0/24	impl-null	0.0.0.0	3.3.3.30	empty
15 ite	ms				

Pada router R3

MPLS	5							
LDP	Interface LDP N	eighbor	Accept Filter	Advertise Filter	Forwarding	Table	MPLS Interface	
÷	- * *	- 1	7					Find
	Transport /	Send	Peer	Loca	l Transport	Addre	sses	•
DO	2.2.2.2	no	2.2.2.2:0	3.3.3	.3	2.2.2	2, 10.10.2.2, 10	

Accept Filter Advertise Filter Forwarding Table MPLS Interface Local Bindings Remote Bindings In Label / Out Labels Interface Nexthop Destination Bindings expl-null									5	MPL
In Label ≠ Out Labels Interface Nexthop Destination By expl-null L 16 ether4-LAN 10.10.3.1 2.2.2.2 I 17 16 ether4-I AN 10.10.3.1 1.1.1.1	S2112	Remote Bindings	al Bindings	e L	MPLS Interf	rwarding Table	ertise Filter Forw	٨d	ept Filter	Acc
In Label ∠ Out Labels Interface Nexthop Destination B expl-null B B B B B <	Find									7
expl-null expl-null L 16 ether4-LAN 10.10.3.1 2.2.2.2 L 17 16 ether4-LAN 10.10.3.1 1.1.1.1	ytes 🖡 🔻	ation Byte	Destina	р	Nex	Interface	out Labels	∠ (In Label	
L 16 ether4-LAN 10.10.3.1 2.2.2.2	0								expl-null	
I 17 16 ether4-I AN 10.10.3.1 1.1.1.1	0		2.2.2.2	3.1	10.1	ether4-LAN			16	L
E LA SALATION DE LA CALLA SALA	0		1.1.1.1	3.1	10.1	ether4-LAN	6		17	L
L 18 ether4-LAN 10.10.3.1 10.10.2.0/24	0	2.0/24	10.10.3	3.1	10.1	ether4-LAN			18	L

MPLS					
Acce	ept Filter Advertise Filter	Forwarding	Table MPLS Interface	Local Bindings Remo	te Bindings
+		T			Find
	Dst. Address	Label	Advertised Path	Peers	•
DAG	1.1.1.1	17	empty	2.2.2.2:0	
DAG	2.2.2.2	16	empty	2.2.2.2:0	
DAE	3.3.3.3	impl-null	empty	2.2.2.2:0	
DAG	10.10.2.0/24	18	empty	2.2.2.2:0	
DAE	10.10.3.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0	
DAE	10.10.4.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0	
DAE	192.168.200.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0	

Acc	ept Filter Advertise Filt	er Forwardi	ng Table MPLS	S Interface Local Bindings	Remote Bindings
÷	- / * E	T			Find
	Dst. Address	∆ Label	Nexthop	Peer	Path
DA	1.1.1.1	16	10.10.3.1	2.2.2.2:0	empty
DA	2.2.2.2	impl-null	10.10.3.1	2.2.2.2:0	empty
D	3.3.3.3	18	0.0.0.0	2.2.2.2:0	empty
DA	10.10.2.0/24	impl-null	10.10.3.1	2.2.2.2:0	empty
D	10.10.3.0/24	impl-null	0.0.0.0	2.2.2.2:0	empty
D	10.10.4.0/24	17	0.0.00	2.2.2.2:0	empty
D	192.168.88.0/24	impl-null	0.0.0.0	2.2.2.2:0	empty

c. Dengan traceroute, dari perintah : Tools | Traceroute Lakukan traceroute dari mikrotik Router R1 ke PC B

S admin@10.10.1.1 (MikroTik) - WinBox v5.16 on RB450G (mipsbe)											
5	C ⁴ Safe Mode								✓ Hide Pa	isswords 📕	a
	Interfaces	Traceroute									
	Bridge	Traceroute To:	10.10.4.253					Start			
	PPP	Packet Size:	56					Stop			
	Switch	vitch Timeout: 1000					ms	Close	Find		
	Mesh	Protocol:	cmp				Ŧ		Pac Tx Drops		
	MPLS D	Port:	33434					New Window	0 0		
	Routing	C 411					7_		3 0		
	System D	Src. Address:					▼		3 0		
	Queues	Interface:							0 0		
	Files	DSCP:					_ -				
	Log	Routing Table:					•				
×	Radius	# Host		Time 1	Time 2	Time 3	Statu	IS 🗸 🗸			
6	Tools D	0 10.10	.2.2	1ms	1ms	1ms	<mpi< th=""><th>LS:L=17,E=0></th><th></th><th></th><th></th></mpi<>	LS:L=17,E=0>			
<u>.</u>	New Terminal	2 10.10	1.3.2 14 253	1ms	Ims Ims	1ms					
\geq	MetaROUTER	-		IIIIS	inia	ma			•		
0S	Make Supout.rif										
e L	Manual										
but	Exit										
Å											

d. Lakukan pengambilan data dengan menggunakan ftp. Catat hasilnya. Lakukan pengambilan data dari PC A ke PC B. Dan isilah data pengukuran berikut ini.

File	Waktu (s)	Throughput (Kbps)
500Mbps		
1Gbps		
2Gbps		

Bandingkan hasilnya dengan jaringan tanpa MPLS, mana yang lebih bagus.

LAPORAN RESMI

Daftar Pertanyaan

- 1. Berikan kesimpulan hasil praktikum yang anda lakukan.
- 2. Tugas akan diberikan pada waktu praktikum.