

MODUL 10

Multi Protocol Label Switching (MPLS)

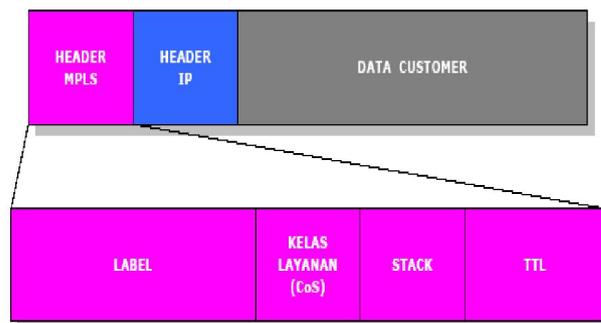
A. TUJUAN

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.

Tabel 1 Label Switching vs. konvensional IP routing

	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.

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).

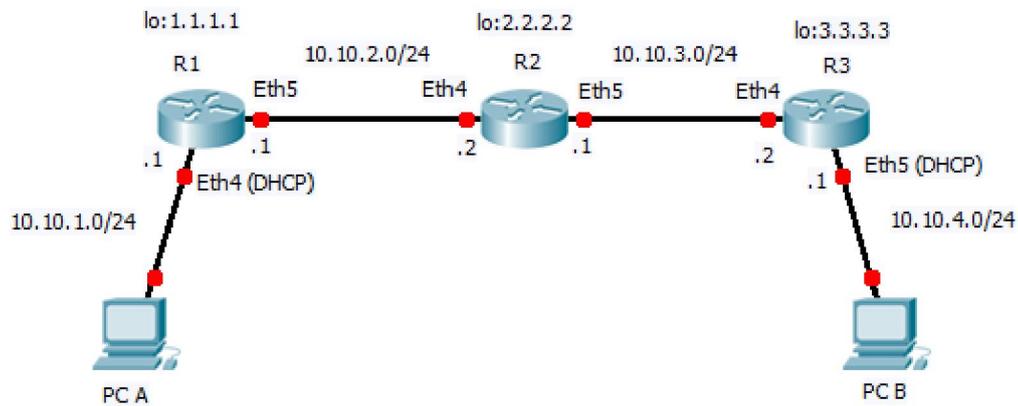
D. PERALATAN

- 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 :

- Setting interface loopback
- Membuat IP Address loopback
- Setting IP Address pada masing-masing interface
- Setting Dynamic Routing
- Setting MPLS dengan mengaktifkan LDP

E.2 Konfigurasi Router Mikrotik Tanpa MPLS

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

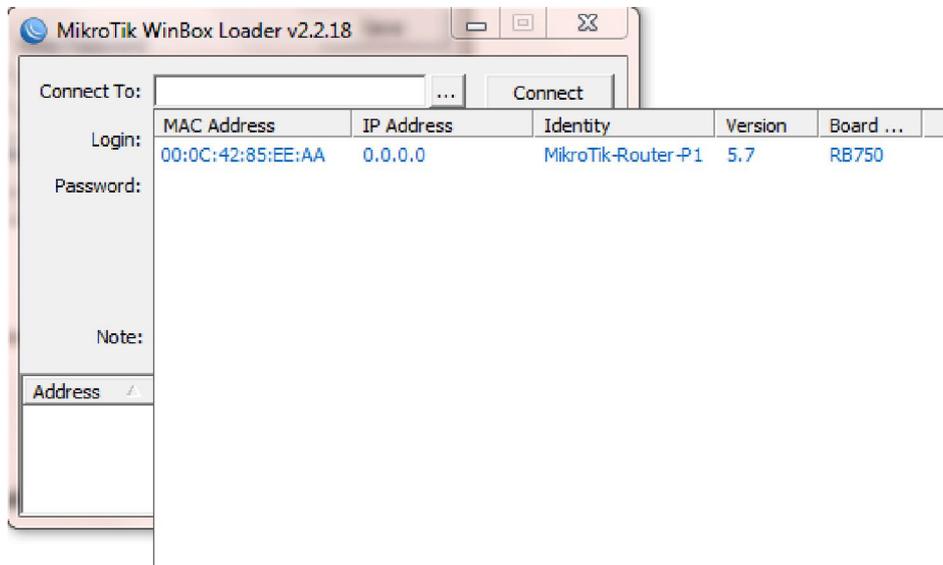
- Setting IP address pada masing-masing interface
- Setting Dynamic routing (OSPF)

1. Setting untuk masuk ke mikrotik lewat Winbox

- Hubungkan PC ke mikrotik router menggunakan kabel UTP untuk konfigurasi.
- Buka aplikasi Winbox

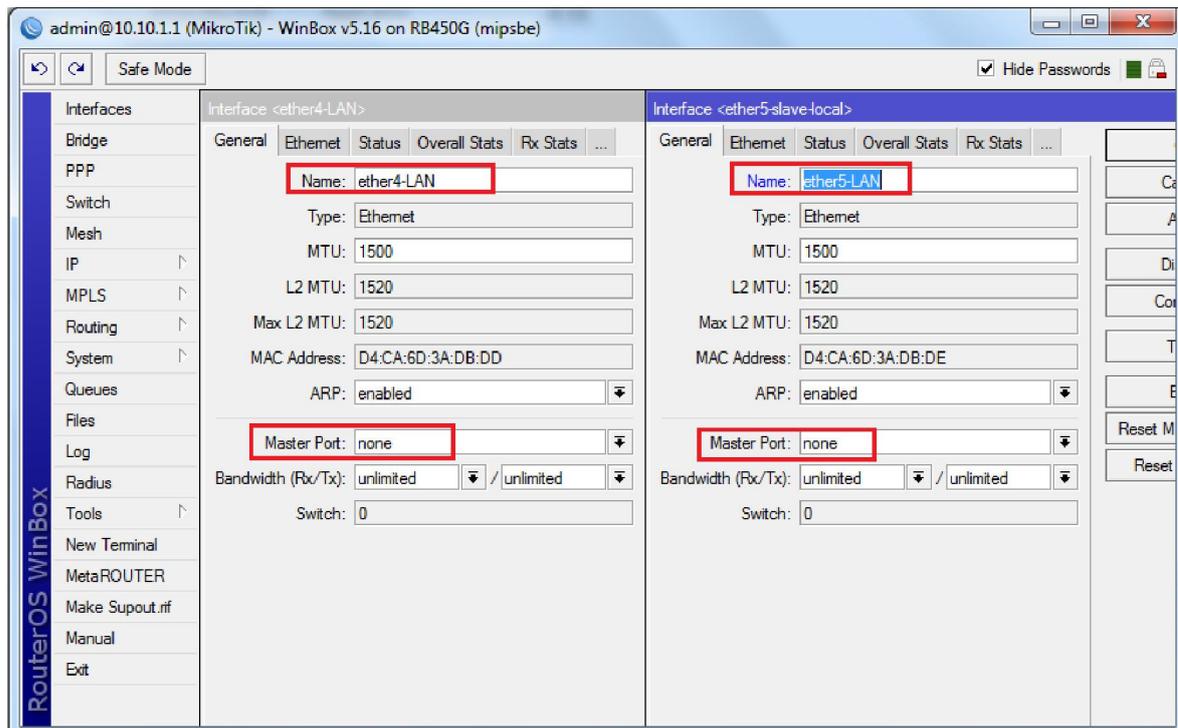


c. Lakukan koneksi ke Mikrotik Router melalui MAC Address-nya



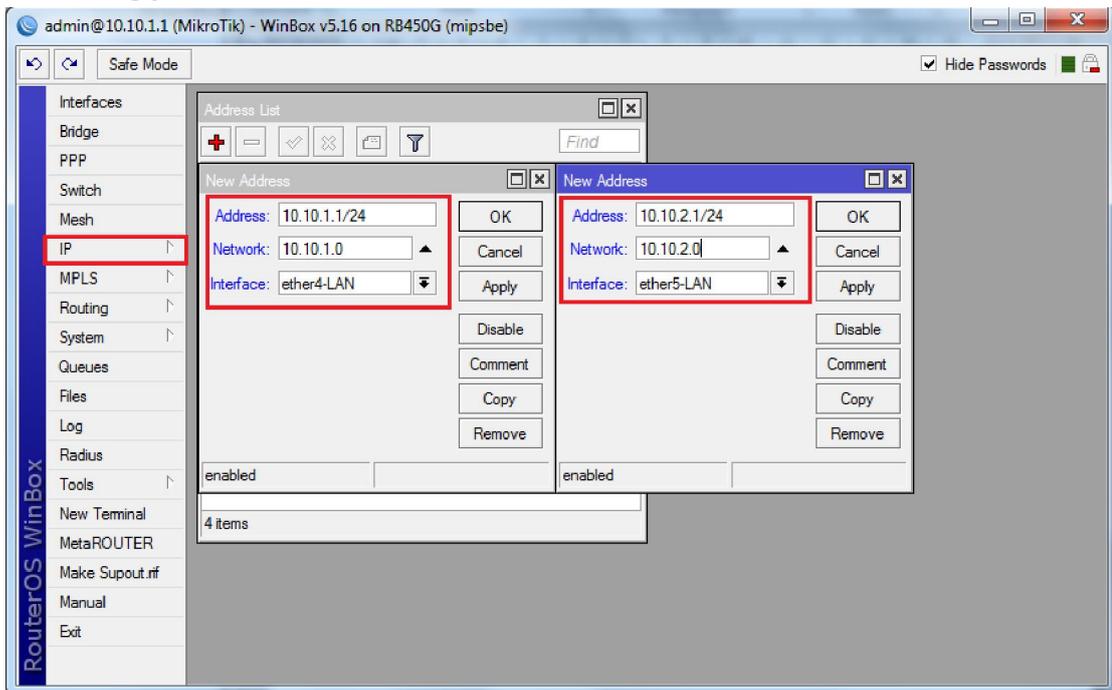
2. Setting IP Address

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



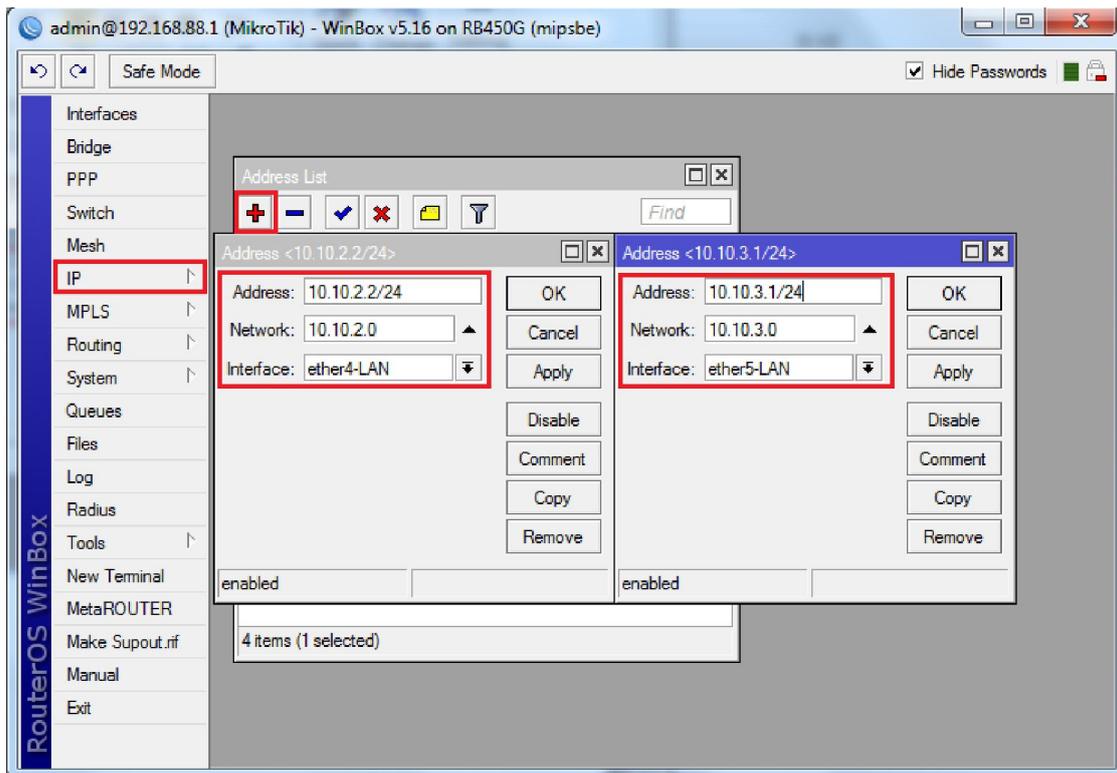
b. Setting IP address pada masing-masing interface

➤ **Setting pada router R1 :**

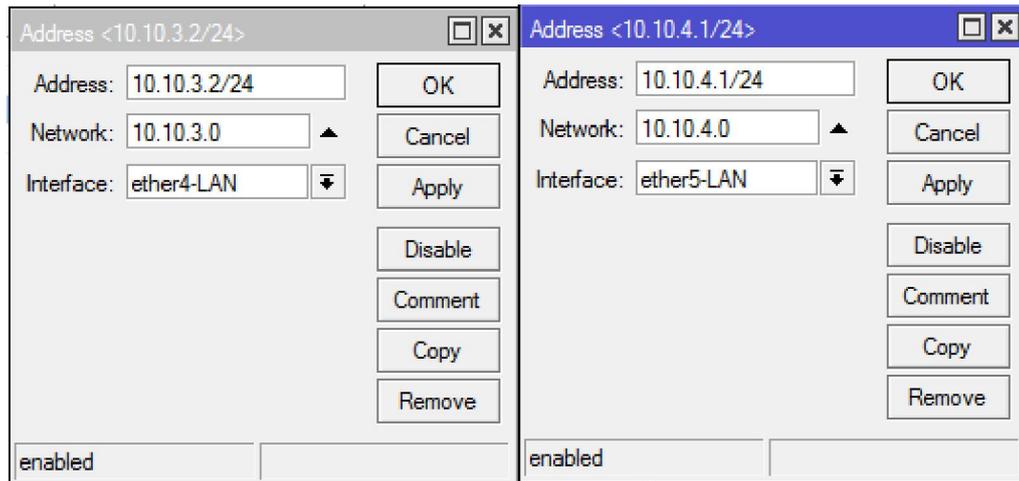


NB: Untuk Eth4 setting sebagai DHCP Server agar PC A mendapat IP dynamic dari Router.

➤ **Setting untuk router R2**



➤ **Setting router R3**



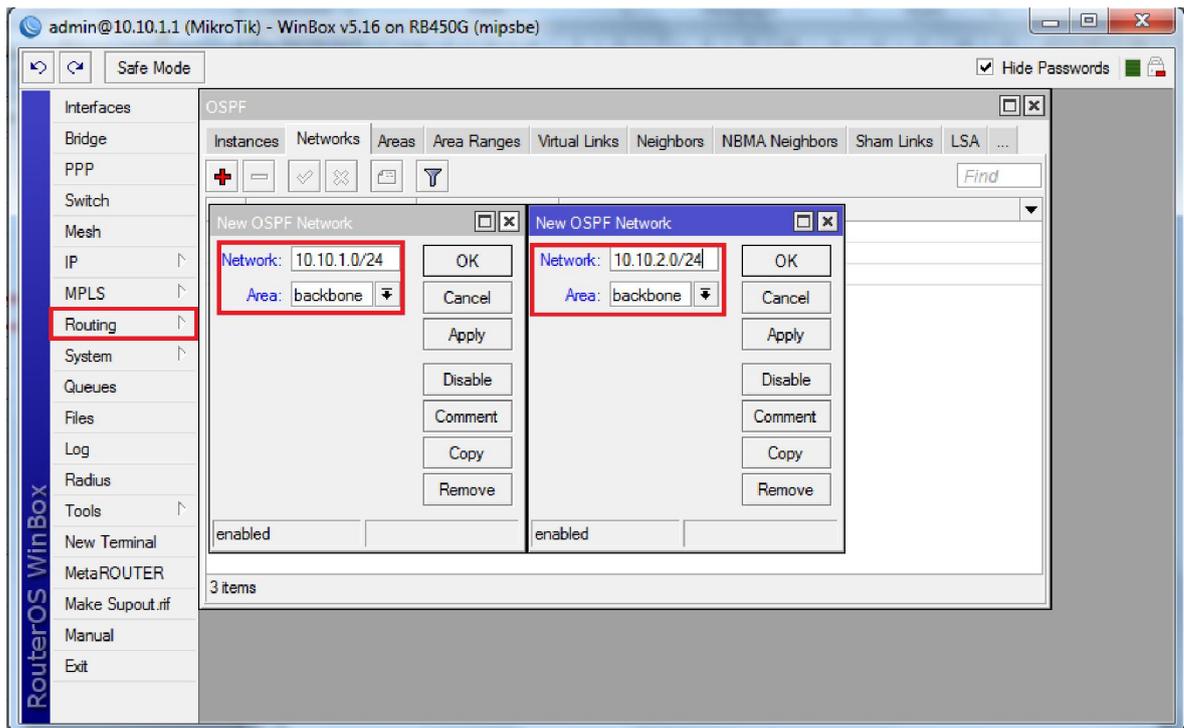
NB: Untuk Eth5 setting sebagai DHCP Server agar PC B mendapat IP dynamic dari Router.

3. Setting Dynamic Routing

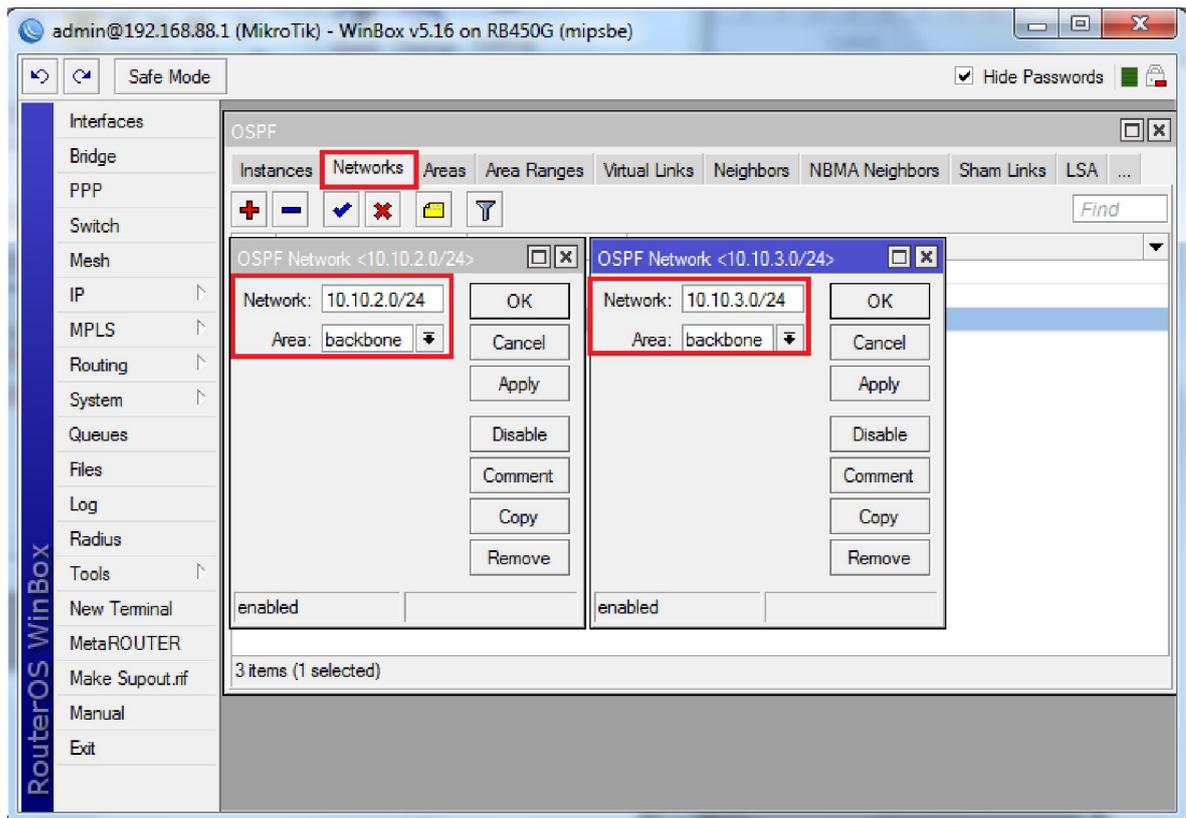
Agar bisa melakukan dynamic routing antara R1, R2 dan R3, maka buat protokol routing di masing-masing router dengan protokol OSPF.

➤ **Setting router R1**

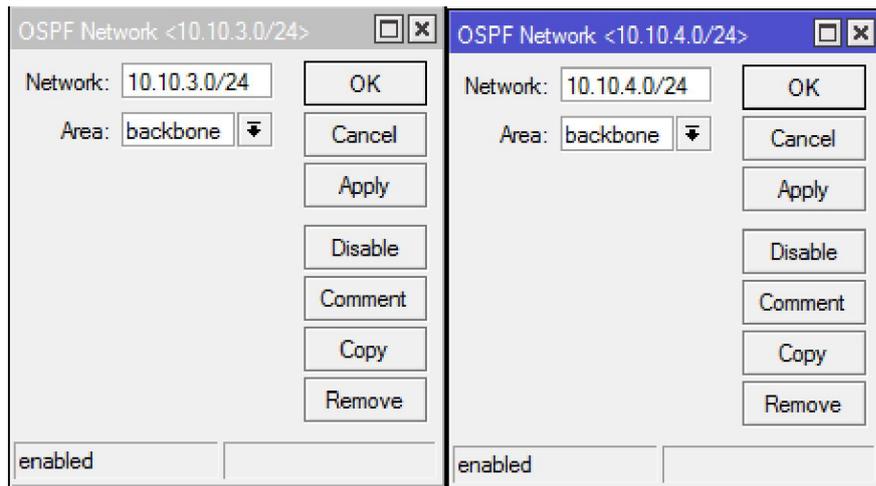
Praktikum MPLS – Jarkom 2



➤ Setting router R2



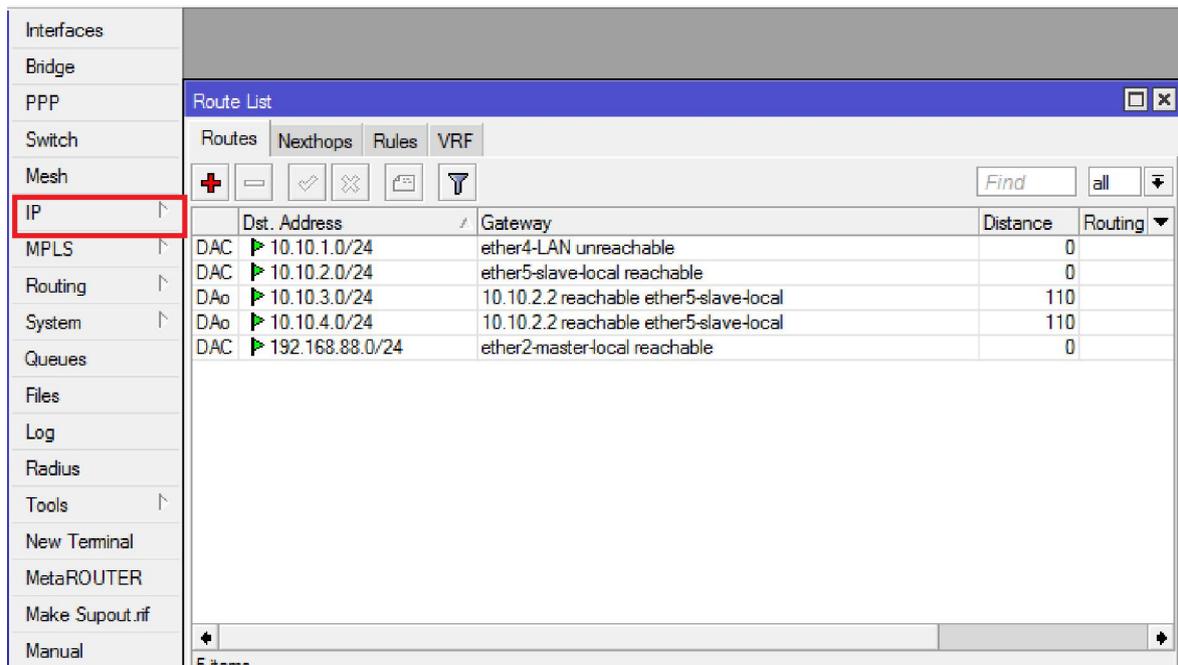
➤ **Setting router R3**



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**



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		
1 Gbps		
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:

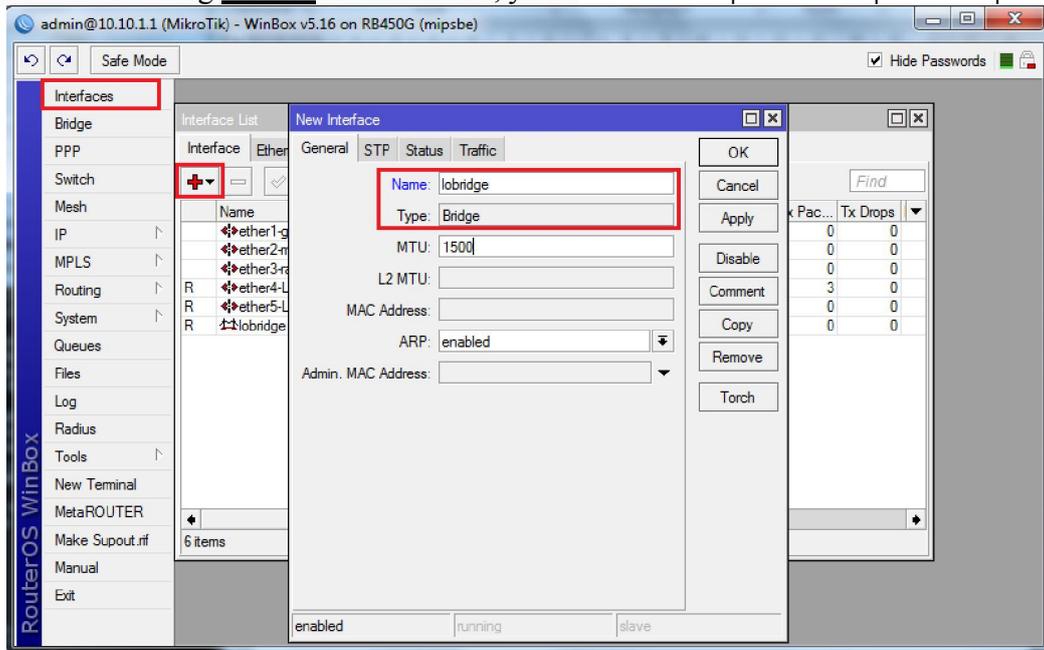
- a. Setting interface loopback
- b. Membuat IP address loopback
- c. Menambahkan IP loopback pada protokol OSPF
- d. Setting MPLS dengan mengaktifkan LDP

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 melewati paket-paket data.

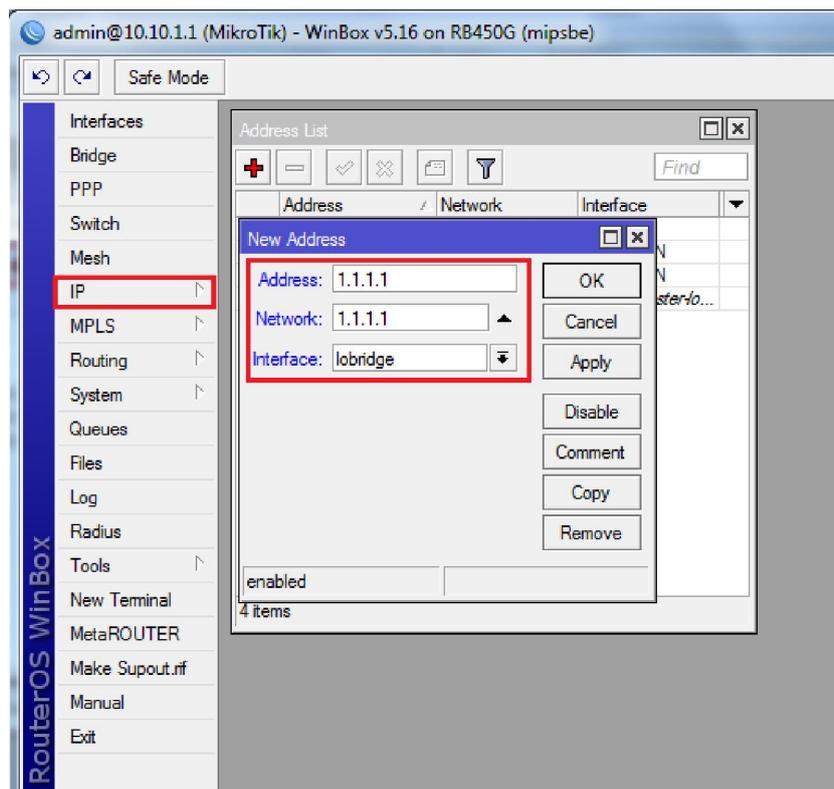
Berikut adalah cara setting **Router** lewat winbox, yaitu: **Interfaces | Interface | klik '+' | Bridge**



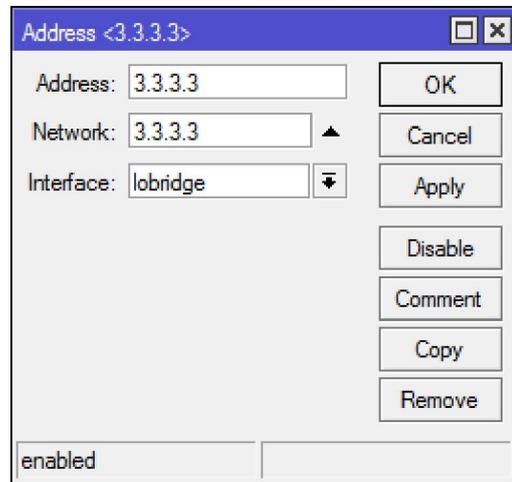
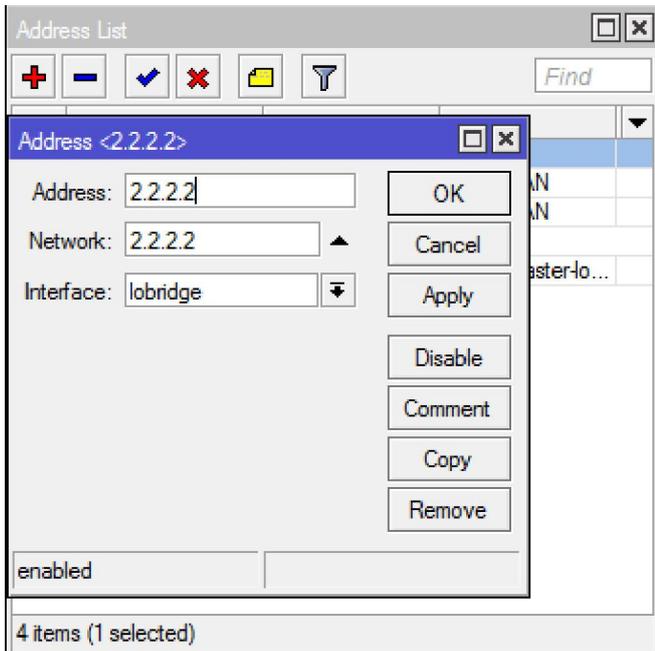
2. Membuat IP Address Loopback

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**

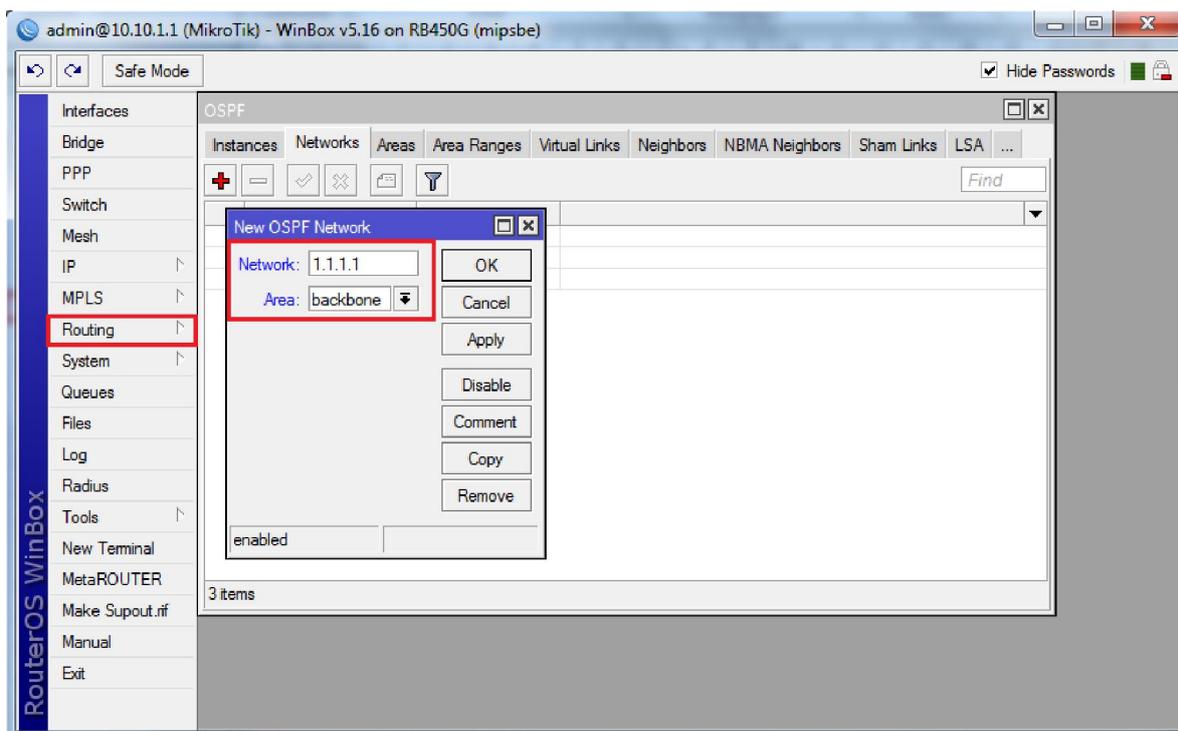


➤ **Setting Router R2 & R3**

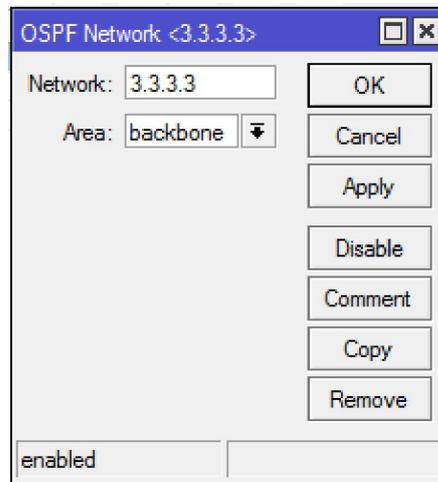
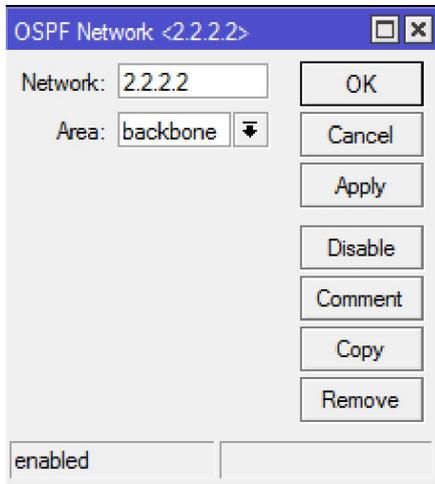


3. Setting dynamic routing pada interface Loopback : Routing | OSPF, pilih tab Networks

➤ **Setting Router R1**



➤ **Setting Router R2 & R3**

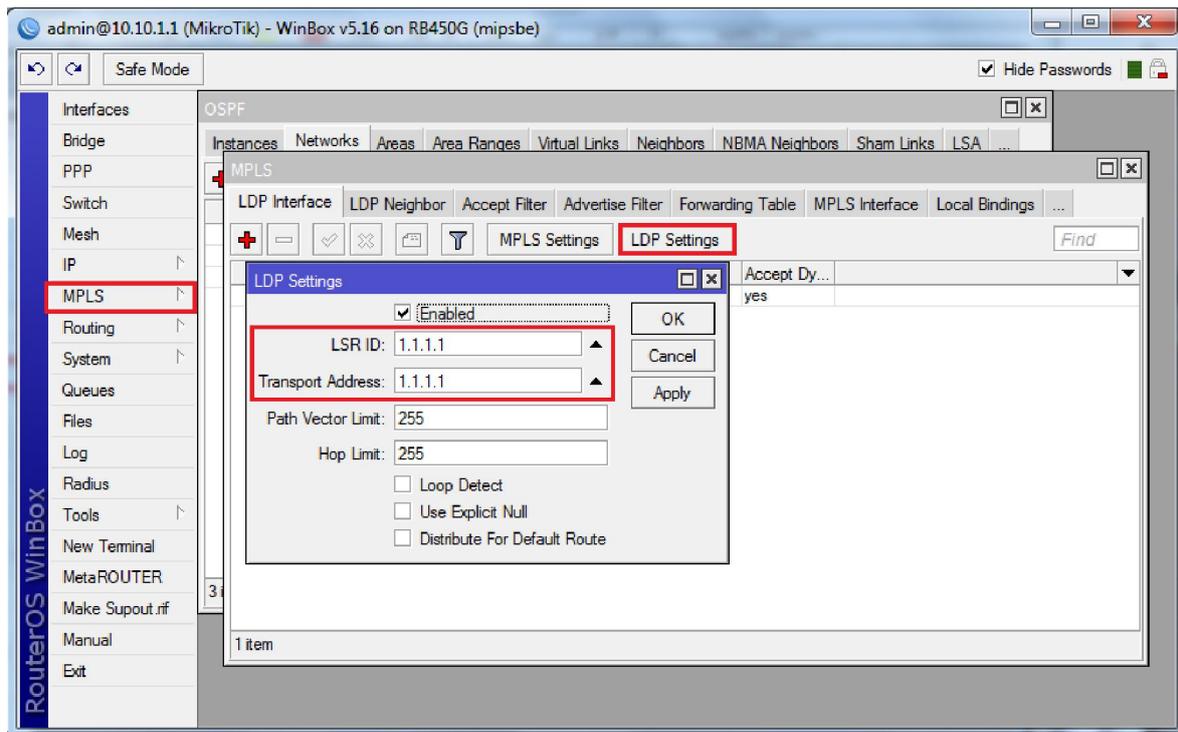


4. Setting MPLS

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.

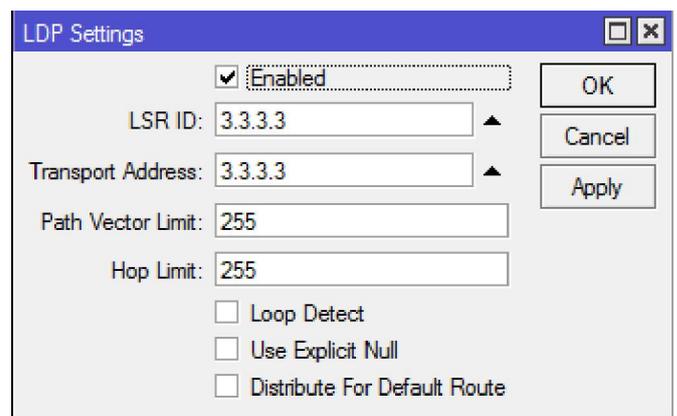
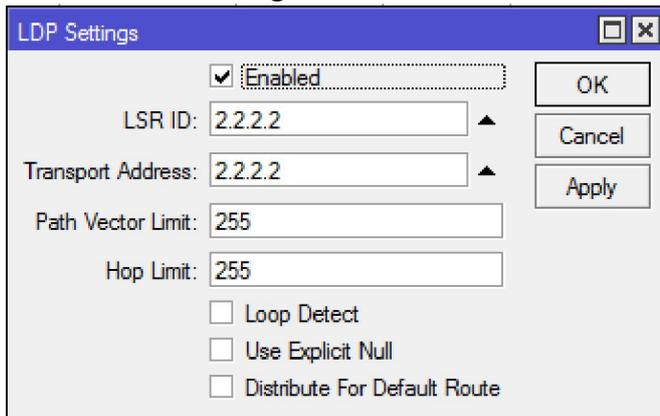
- a. **LDP Setting: MPLS | MPLS | klik tab 'LDP Interface' | klik LDP Settings**
 - **Setting R1**

Praktikum MPLS – Jarkom 2



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

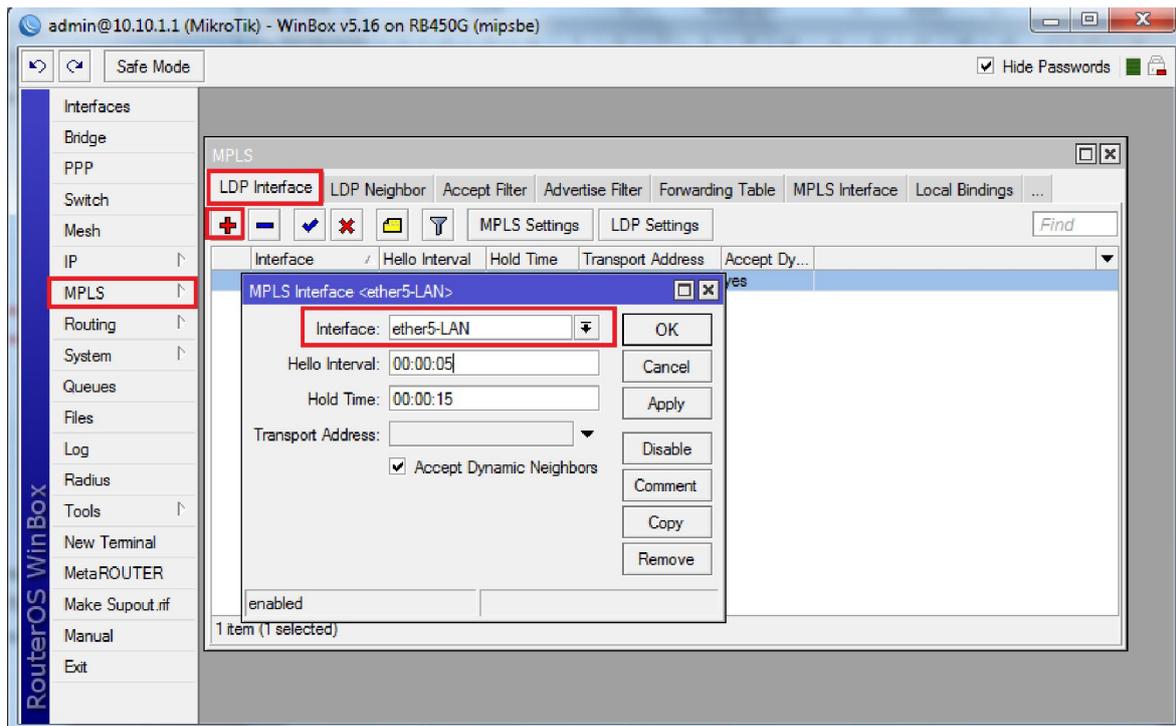
➤ **Setting R2 dan R3**



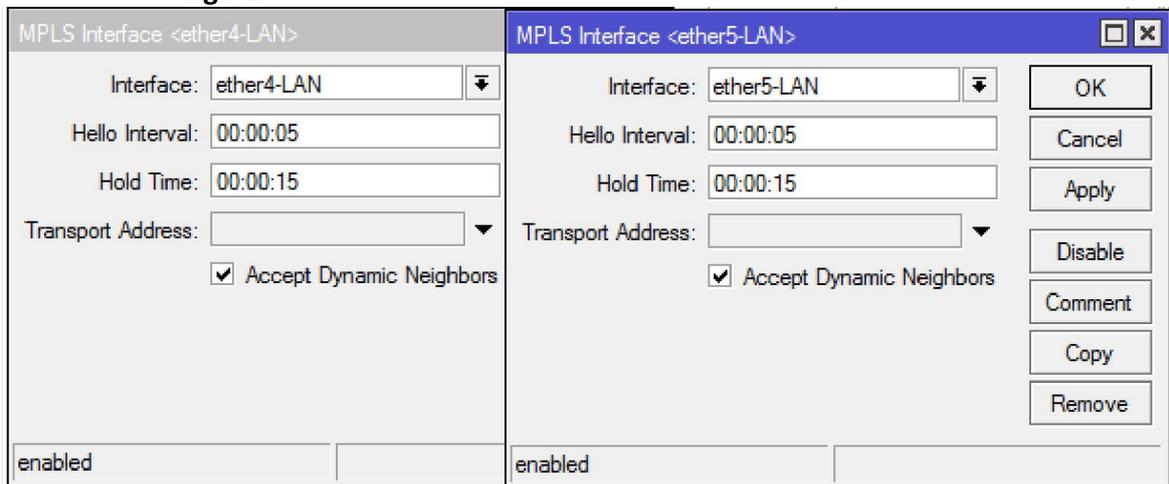
b. Membuat Interface LDP MPLS: MPLS | MPLS | klik tab 'LDP Interface' | klik '+'
Setting ini hanya pada interface yang digunakan untuk mengirim paket MPLS saja.

➤ **Setting R1**

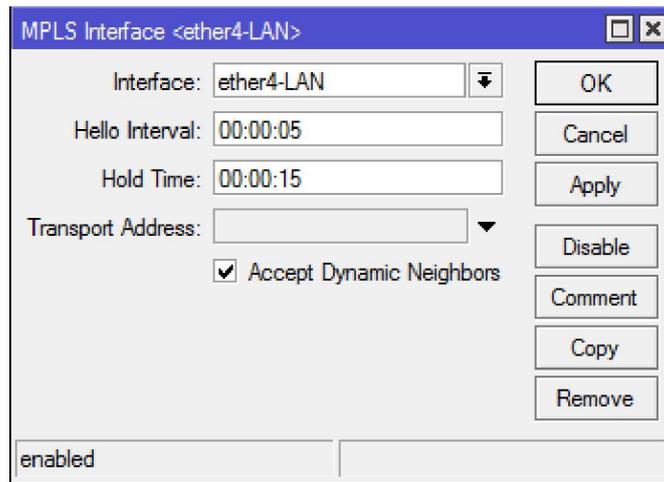
Praktikum MPLS – Jarkom 2



➤ Setting R2



➤ **Setting R3**



5. Cek dan Tes Konfigurasi MPLS, catat dan amati hasilnya.

a. Cek tabel routing : IP | Routes

	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**

MPLS configuration window showing the **LDP Neighbor** tab. The table below displays the LDP neighbor configuration.

DO	Transport	Send ...	Peer	Local Transport	Addresses
	2.2.2.2	no	2.2.2.2:0	1.1.1.1	2.2.2.2, 10.10.2.2, 10....

MPLS configuration window showing the **Forwarding Table** tab. The table below displays the forwarding table entries.

	In Label	Out Labels	Interface	Nexthop	Destination	Bytes	Packets
	expl-null					0	0
L	16		ether5-LAN	10.10.2.2	2.2.2.2	0	0
L	17	17	ether5-LAN	10.10.2.2	10.10.4.0/24	0	0
L	18		ether5-LAN	10.10.2.2	10.10.3.0/24	0	0
L	19	18	ether5-LAN	10.10.2.2	3.3.3.3	0	0

MPLS configuration window showing the **Local Bindings** tab. The table below displays the local bindings configuration.

	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	2.2.2.2:0
DAG	3.3.3.3	19	empty	2.2.2.2:0
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

Praktikum MPLS – Jarkom 2

MPLS Remote Bindings configuration window. The table displays the following data:

	Dst. Address	Label	Nexthop	Peer	Path
D	1.1.1.1	16	0.0.0.0	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	0.0.0.0	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	0.0.0.0	2.2.2.2:0	empty

8 items

➤ Pada router R2

MPLS LDP Neighbor configuration window. The table displays the following data:

	Transport	Send ...	Peer	Local Transport	Addresses
DO	1.1.1.1	no	1.1.1.1:0	2.2.2.2	1.1.1.1, 10.10.1.1, 10....
DO	3.3.3.3	no	3.3.3.3:0	2.2.2.2	3.3.3.3, 10.10.3.2, 10....

MPLS Forwarding Table configuration window. The table displays the following data:

	In Label	Out Labels	Interface	Nexthop	Destination	Bytes	Pa
	expl-null					0	
L	16		ether4-LAN	10.10.2.1	1.1.1.1	0	
L	17		ether5-LAN	10.10.3.2	10.10.4.0/24	10564	
L	18		ether5-LAN	10.10.3.2	3.3.3.3	0	

Praktikum MPLS – Jarkom 2

MPLS

Accept Filter | Advertise Filter | Forwarding Table | MPLS Interface | Local Bindings | Remote Bindings | ...

+ - ✓ ✗ 📄 🔍 Find

	Dst. Address /	Label	Advertised Path	Peers	
DAG	1.1.1.1	16	empty	1.1.1.1:0, 3.3.3.3:0	
DAE	2.2.2.2	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

Accept Filter | Advertise Filter | Forwarding Table | MPLS Interface | Local Bindings | Remote Bindings | ...

+ - ✓ ✗ 📄 🔍 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	3.3.3.3:0	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	3.3.3.3:0	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	3.3.3.3:0	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	3.3.3.3:0	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	3.3.3.3:0	empty	

15 items

➤ Pada router R3

MPLS

LDP Interface | LDP Neighbor | Accept Filter | Advertise Filter | Forwarding Table | MPLS Interface | ...

+ - ✓ ✗ 📄 🔍 Find

	Transport /	Send ...	Peer	Local Transport	Addresses	
DO	2.2.2.2	no	2.2.2.2:0	3.3.3.3	2.2.2.2, 10.10.2.2, 10...	

Praktikum MPLS – Jarkom 2

The screenshot shows the 'MPLS' configuration window with the 'Forwarding Table' tab selected. The table displays the following data:

	In Label /	Out Labels	Interface	Nexthop	Destination	Bytes	f
	expl-null					0	
L	16		ether4-LAN	10.10.3.1	2.2.2.2	0	
L	17	16	ether4-LAN	10.10.3.1	1.1.1.1	0	
L	18		ether4-LAN	10.10.3.1	10.10.2.0/24	0	

The screenshot shows the 'MPLS' configuration window with the 'Local Bindings' tab selected. The table displays the following data:

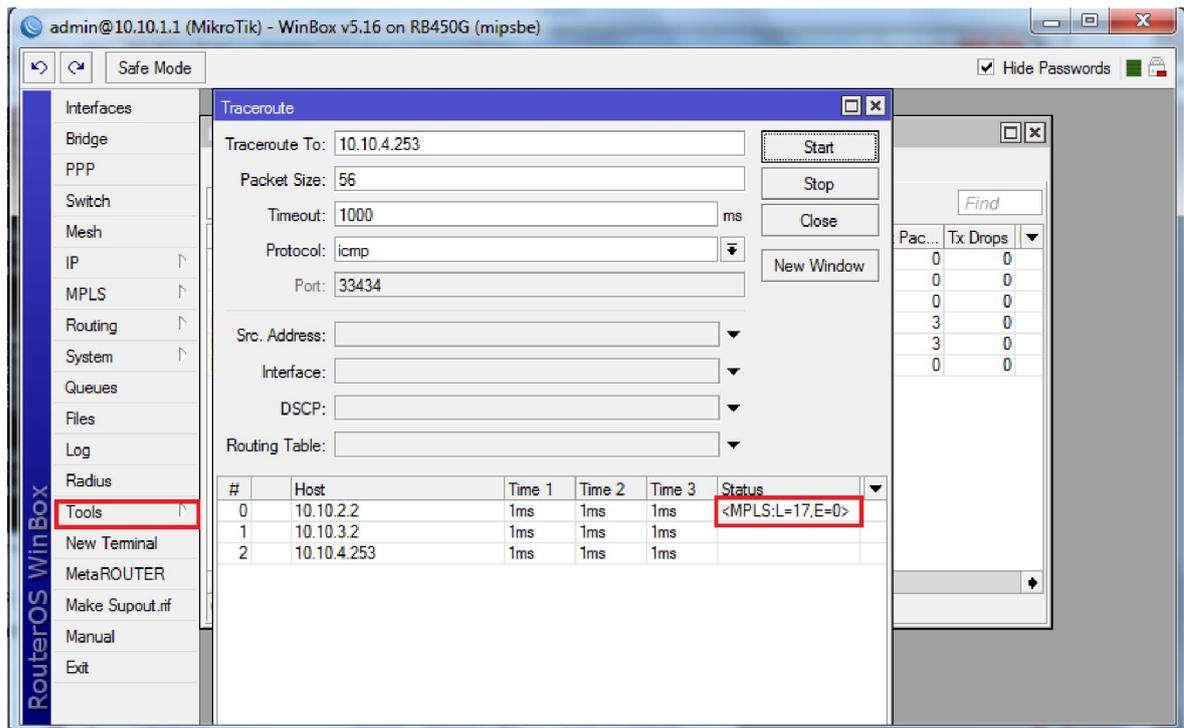
	Dst. Address /	Label	Advertised Path	Peers	
DAG	1.1.1.1	17	empty	2.2.2.2:0	
DAG	2.2.2.2	16	empty	2.2.2.2:0	
DAE	3.3.3.3	impl-null	empty	2.2.2.2:0	
DAG	10.10.2.0/24	18	empty	2.2.2.2:0	
DAE	10.10.3.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0	
DAE	10.10.4.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0	
DAE	192.168.200.0/24	impl-null	empty	2.2.2.2:0	

The screenshot shows the 'MPLS' configuration window with the 'Remote Bindings' tab selected. The table displays the following data:

	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	0.0.0.0	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

Praktikum MPLS – Jarkom 2



- 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.