

Perancangan Dua *Link* MPLS Menggunakan Protokol *Routing Open Shortest Path First* dan *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* pada Jaringan *Wide Area Network*

Jaka Naufal Semendawai¹, Desi Windisari¹, Nadia Thereza¹, Iwan Pahendra Anto Saputra¹, Puspa Kurniasari¹, Abdul Haris Dalimunthe¹, Melia Sari¹

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia

corresponding author: jaka.semendawai@gmail.com

Abstrak— Di era ini, penggunaan internet merupakan suatu komponen penting dalam menunjang kehidupan manusia. Hal ini juga terjadi pada aktivitas pengiriman data secara berkala. Namun, seringkali pada saat pengiriman data terdapat suatu *error* yang dapat menghambat proses pengiriman data. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu konfigurasi yang mampu melakukan aktivitas pengiriman data secara maksimal, baik dari segi keamanan, maupun kecepatan transmisi data yang stabil. Pada penelitian ini, penulis menggunakan *router* Cisco yang dikonfigurasi dengan menggunakan kombinasi protokol EIGRP dan OSPF. Selain itu, penulis juga menggunakan dua buah *link* MPLS yang dapat memberikan kecepatan transfer data yang cepat. Perancangan ini dilakukan pada jaringan *Wide Area Network*. Kemudian, jenis topologi yang digunakan oleh penulis adalah topologi *hybrid*, di mana topologi tersebut merupakan gabungan dari topologi *ring* dan topologi *peer-to-peer*. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara menggunakan perintah *ping* pada aplikasi *command prompt* untuk menguji apakah *router* pengirim sudah terhubung ke *router* penerima. Selain itu, penulis melihat rute yang diambil oleh *router* pengirim pada saat mengirimkan data ke penerima. Penulis menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mengambil nilai dari QoS seperti *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Untuk data *packet loss* dan *round-trip time* diambil dari aplikasi *Command Prompt*. Hasil yang didapatkan dari perancangan ini yaitu kualitas jaringan yang dihasilkan di mana jaringan tersebut dirancang menggunakan konfigurasi serta topologi yang sudah dirancang oleh penulis. Kualitas jaringan tersebut berupa rata-rata *delay*, rata-rata *jitter*, *throughput*, *packet loss*, dan *round trip time*. Sehingga, dari penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis diharapkan dapat memberikan jalan baru bagi para pelaku usaha yang rutin melakukan pengiriman data, apabila terjadi *error* yang dapat menghambat aktivitas tersebut.

Kata kunci— *Internet, MPLS, Jaringan Komputer, OSPF, EIGRP, WAN, Cisco Router, Quality of Services.*

Abstract— In this era, the use of the internet is an important component in supporting human life. This also happens to the activity of sending data periodically. However, often at the time of sending data there is an error that can hinder the process of sending data. To overcome this, we need a configuration that is able to carry out data transmission activities optimally, both in terms of security, as well as a stable data transmission speed. In this study, the author uses router that is configured using a combination of EIGRP and OSPF protocols. In addition, the author also uses two links that can provide fast data transfer speeds. This design is carried out on a Wide Area Network. Then, the type of topology used by the author is a hybrid, where the topology is a combination of ring topology and peer-to-peer. The test carried out in this study is by using the ping in the command prompt to test whether router is connected to router receiving. In addition, the author sees the route taken by router when sending data to the recipient. The author uses the Wireshark to take a value of QoS such as delay, jitter, and throughput. Data packet loss and round-trip time are taken from the Command Prompt. The results obtained from this design are the quality of the resulting network where the network is designed using the configuration and topology that has been designed by the author. The network quality is in the form of delay, jitter, throughput, packet loss, and round trip time. So, from the research that has been done by the author, it is hoped that it can provide a new way for business actors who routinely send data, if an error that can hinder these activities.

Key words— *Internet, MPLS, Computer Networking, OSPF, EIGRP, WAN, Cisco Router, Quality of Services.*

I. PENDAHULUAN

Di masa ini, di mana *internet* sudah menjadi suatu kebutuhan primer di kehidupan manusia. Hal tersebut dikarenakan adanya suatu manfaat dari *internet* yang dapat menghubungkan banyak perangkat yang digunakan oleh manusia sehingga dapat memudahkan komunikasi yang berujung pada kegiatan yang dilakukan oleh setiap orang di muka bumi. Hal tersebut juga berpengaruh pada aktivitas pengiriman data yang dilakukan oleh perusahaan secara *online*. Namun, seringkali terdapat suatu gangguan pada saat proses pengiriman data tersebut yang dapat menyebabkan adanya *error* seperti *request timed out* atau *destination host unreachable* yang berpengaruh pada paket yang dikirimkan dari *transmitter* ke *receiver*. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian yang memanfaatkan dua buah protokol *routing* yaitu *Open Shortest Path First* (OSPF) dan *Enhanced Interior Gateway*

TABEL I. PENELITIAN TERDAHULU YANG TERKAIT.

No	Peneliti	Judul Jurnal	Judul Penelitian	Hasil	Perbedaan
1.	Musril, 2017	Jurnal JETT (Elektro dan Telekomunikasi Terapan).	Penerapan Open Shortest Path First (OSPF) Untuk Menentukan Jalur Terbaik Dalam Jaringan.	Protokol <i>routing</i> OSPF dibandingkan dengan RIP dalam bidang transmisi data, di mana OSPF menghasilkan pemilihan jalur yang lebih baik daripada RIP.	Jenis protokol yang digunakan hanyalah OSPF saja, kemudian untuk variabel yang diteliti adalah kemampuan dari OSPF dalam memilih jalur antara 2 <i>link</i> MPLS agar menjaga keseimbangan transmisi data.
2.	Vonny, 2017	E-Proceeding of Applied Science.	Implementasi Teknologi MPLS Menggunakan <i>Routing</i> Protokol OSPF Pada Di Router <i>Mikrotik</i> .	Pada penelitian ini hanya difokuskan pada pengukuran dengan menggunakan parameter QoS yang dilakukan pada <i>routing</i> OSPF dengan 1 buah <i>link</i> MPLS, dan hanya menggunakan protokol <i>routing</i> OSPF pada <i>router Mikrotik</i> .	Penelitian yang dilakukan akan membandingkan kualitas protokol <i>routing</i> OSPF saat dikoneksikan dengan 2 <i>link</i> MPLS dengan parameter QoS dari masing-masing <i>link</i> yang dihubungkan dengan menggunakan <i>router</i> jenis <i>Cisco</i> .
3.	Alparisi, 2020	E-Proceeding of Applied Science.	Implementasi Jaringan Menggunakan <i>Routing</i> Protokol OSPF (Open Shortest Path First) Dan MPLS (Multi Protocol Label Switch) Dengan Redudansi HSRP.	Penelitian ini menghasilkan nilai <i>delay</i> dan <i>packet loss</i> yang masih sesuai dengan standar ITU-T G.1010.	Pada penelitian ini akan difokuskan pada perangkat jaringan komputer langsung.
4.	Khaing, 2019	International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD).	Analysis of RIP, EIGRP, and OSPF <i>Routing</i> Protocols in a Network.	Protokol RIP cocok untuk topologi jaringan berskala kecil, kemudian protokol EIGRP cocok untuk topologi jaringan yang dirancang dengan harapan menghasilkan koneksi yang cepat dan stabil, sedangkan protokol OSPF cocok untuk topologi jaringan berskala luas yang tidak memerhatikan jarak maksimumnya.	Pada penelitian ini difokuskan pada protokol <i>routing</i> OSPF, di mana akan diteliti pada salah satu implementasi protokol tersebut dalam pengkoneksian dengan 2 <i>link</i> MPLS.
5.	Manzoor, 2019	International Journal Of Scientific And Technology.	Performance Analysis and Route Optimization: Redistribution between EIGRP, OSPF & BGP <i>Routing</i> Protocols.	EIGRP adalah protokol <i>routing</i> yang memiliki kecepatan akses unggah maupun unduh tercepat dalam rentang waktu tertentu dibandingkan dengan protokol <i>routing</i> lainnya. Sedangkan OSPF memiliki <i>delay</i> waktu pengiriman data terkecil dibandingkan EIGRP dan BGP.	Pada penelitian ini, peneliti menggunakan <i>router Cisco</i> , protokol <i>routing</i> OSPF saja, dan meneliti performa yang dihasilkan oleh protokol <i>routing</i> tersebut saat melakukan pemilihan jalur antara 2 <i>link</i> MPLS yang terhubung dengan protokol tersebut.

Routing Protocol (EIGRP). Protokol OSPF digunakan agar dapat menentukan jalur terbaik dari *router transmitter* menuju ke *router receiver*. Dan protokol EIGRP digunakan agar dapat memperluas jangkauan serta menambah lebih banyak perangkat yang terhubung dalam jaringan *Wide Area Network* yang digunakan juga di penelitian ini. Jarak dari jenis jaringan *Wide Area Network* adalah antara 100-1000 kilometer. Namun, penulis hanya merancang prototipe jaringan yang belum diimplementasikan pada jarak tersebut. Namun, karakteristik yang penulis tentukan untuk penelitian ini sudah memenuhi jaringan WAN itu sendiri, salah satunya penentuan IP *address* yang memiliki *network ID* yang berbeda pada setiap *router* di area yang sudah ditentukan. Pada penelitian ini juga, penulis menggunakan dua buah *link MPLS* yang mampu memberikan kecepatan transmisi data yang tinggi, sehingga dapat mengirimkan paket data dalam waktu yang singkat.

Penelitian ini juga dilakukan untuk menyempurnakan penelitian terdahulu yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Daftar penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini akan ditampilkan dalam tabel 1.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Jaringan Komputer

Setiap perangkat yang ingin terhubung dengan perangkat yang lainnya harus memiliki suatu jaringan komputer berupa *internet*. Secara luas, jaringan komputer terbagi atas jaringan lokal dan luar. Selain itu, jaringan komputer juga terbagi berdasarkan jangkauannya, yaitu *Local Area Network* (LAN), *Wide Area Network* (WAN), *Metropolitan Area Network* (MAN), dan *Global Area Network* (GAN). LAN, WAN, dan MAN sendiri merupakan jaringan komputer yang bersifat lokal, sedangkan GAN merupakan *internet* itu sendiri, sehingga dengan menggunakan jaringan GAN yang dapat membuat semua perangkat di seluruh dunia dapat terhubung.[1]

B. Routing

Routing merupakan suatu kegiatan merutekan suatu perangkat *transmitter* agar dapat mengenali perangkat *receiver*, begitupun sebaliknya. *Routing* dilakukan pada perangkat seperti *switch*, *hub*, *router*, dan *personal computer*. *Routing* dilakukan setelah penyusunan terhadap perangkat yang akan terhubung, sehingga akan terbentuk suatu topologi jaringan. Topologi jaringan sendiri memiliki banyak macam, yaitu topologi *star*, topologi *mesh*, topologi *tree*, topologi *bus*, topologi *hybrid*, dan lain-lain.[2]

C. Internet Protocol Address

IP *address* merupakan suatu bilangan biner yang berfungsi sebagai identitas suatu perangkat seperti *router* dan *personal computer* agar dapat dalam suatu jaringan komputer. Pemilihan IP *address* harus berbeda di setiap perangkat yang akan terhubung dalam satu topologi jaringan. IP *address* memiliki lima kelas yaitu kelas A, B, C, D, dan E. Suatu topologi jaringan komputer umumnya menggunakan kelas A sampai C.[3]

D. OSI Model

OSI model merupakan standar yang harus dipenuhi dalam suatu kegiatan pengiriman data. Dalam OSI model, terdapat tujuh *layer* yaitu *physical layer*, *data link layer*, *network layer*, *transport layer*, *session layer*, *presentation layer*, dan *application layer*. [3]

E. Multi Label Protocol Switching (MPLS)

MPLS merupakan suatu teknologi pengiriman data dengan menggunakan suatu perangkat *backbone* yang dapat menghasilkan kecepatan *transfer* paket data yang tinggi. MPLS memiliki beberapa komponen yaitu *Label Switched Path* (LSP), *Label Switching Router* (LSR), *Label Distribution Protocol* (LDP). [4]

F. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Protokol EIGRP dapat memperluas jangkauan dari suatu perangkat yang dirutekan dengan menggunakan protokol ini. Oleh karena itu, protokol *routing* ini biasanya digunakan untuk jaringan berskala besar, seperti *Wide Area Network*. Protokol ini juga memiliki kemampuan untuk membarui *routing table* yang telah dibuat sebelumnya. Jadi, apabila terdapat IP *address* yang ditambahkan di tabel tersebut, perangkat lain secara otomatis juga mengenali IP *address* yang ditambahkan. [5]

G. Network Address Translation (NAT)

NAT merupakan suatu metode perutean yang dilakukan pada perangkat yang sudah berada di dalam satu jaringan lokal, baik LAN maupun WAN, untuk dapat terhubung ke jaringan luar dengan menggunakan IP publik. [6]

H. Quality of Services (QoS)

QoS merupakan suatu teknik untuk menentukan suatu kualitas jaringan komputer yang telah dirancang. Komponen dari QoS adalah *delay*, *jitter*, *throughput*, *packet loss*, *acknowledgement*, dan *time*. Semua komponen tersebut memiliki nilai sangat baik, baik, buruk, dan sangat buruk, berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh TIPHON. Untuk standar TIPHON akan ditampilkan sebagai berikut.

- Standar *delay* berdasarkan TIPHON.
 Nilai dari *delay* berdasarkan TIPHON akan ditampilkan pada tabel 2 sebagai berikut.

TABEL II. STANDAR *DELAY* BERDASARKAN TIPHON.

Delay	Indeks	Keterangan
< 150 m/s	4	Sangat bagus
150 s/d 300 m/s	3	Bagus
300 s/d 450 m/s	2	Cukup
>450 m/s	1	Buruk

- Standar *jitter* berdasarkan TIPHON.
 Nilai dari *jitter* berdasarkan TIPHON akan ditampilkan pada tabel 3 sebagai berikut.

TABEL III. STANDAR *JITTER* BERDASARKAN TIPHON.

Indeks	Jitter	Keterangan
4	<150 m/s	Sangat baik
3	150 s/d 300 m/s	Baik
2	300 s/d 450 m/s	Sedang
1	>450 m/s	Rendah

- Standar *throughput* berdasarkan TIPHON.
 Nilai dari *throughput* berdasarkan TIPHON akan ditampilkan pada tabel 4 sebagai berikut.

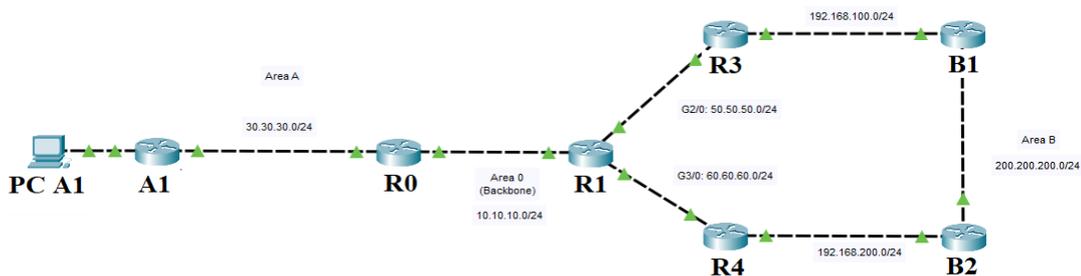
TABEL IV. STANDAR *THROUGHPUT* BERDASARKAN TIPHON.

Indeks	Throughput	Keterangan
4	76-100%	Sangat baik
3	51-75%	Baik
2	26-50%	Cukup
1	25%	Buruk

III. METODOLOGI

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *software* yang dilakukan oleh penulis menghasilkan topologi jaringan yang akan ditampilkan pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Topologi Jaringan Dua Link MPLS Dengan Jaringan *Wide Area Network*.

Dalam topologi jaringan tersebut, terdapat tujuh buah *router Cisco* dan satu buah *personal computer*. *Router A1* berfungsi sebagai *router transmitter* yang nantinya digunakan untuk mengirimkan data menuju ke *receiver*. Sedangkan untuk *router receiver* nya adalah *router B1* dan *B2*. Oleh karena itu, pada *router A1* dihubungkan dengan satu buah *PC* yang digunakan untuk mengontrol serta mengonfigurasi setiap *router* yang digunakan.

Kemudian untuk perancangan perangkat keras akan ditampilkan pada gambar 2 sebagai berikut.

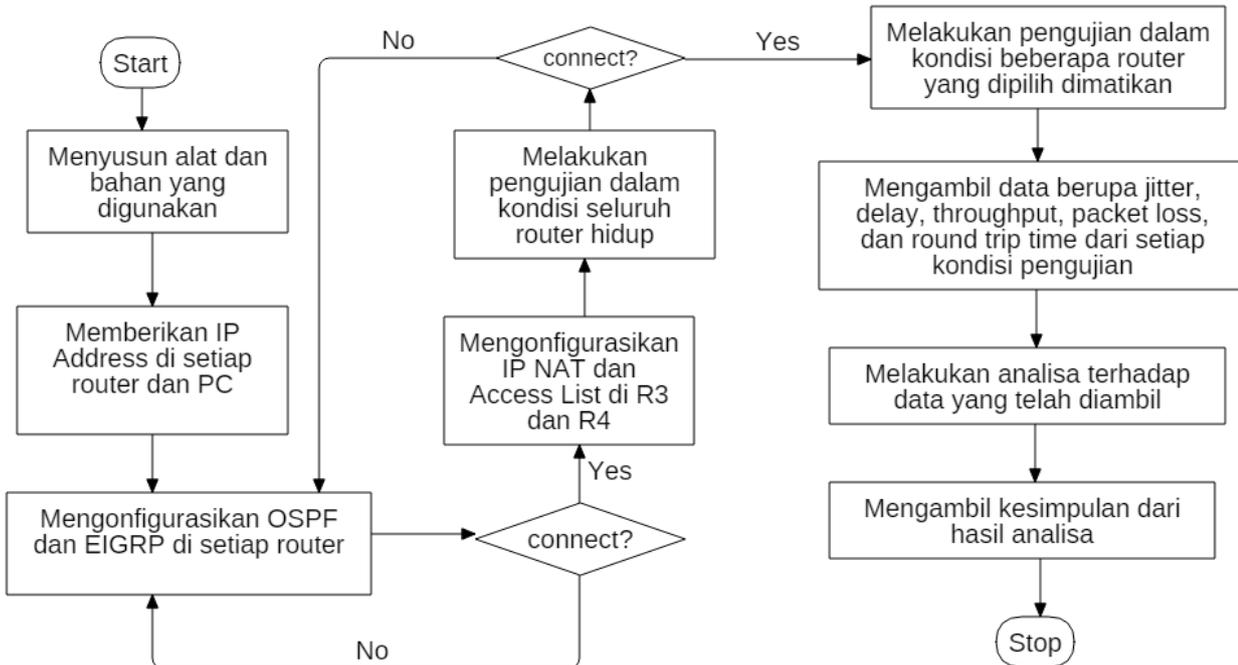


Gambar 2. Perancangan Perangkat Keras

Router Cisco yang sudah disusun akan dihubungkan menggunakan kabel *unshielded twisted pair*, baik dari *router* ke *router*, maupun dari *router* ke *personal computer*. Kabel tersebut dipasang di *port* yang sudah ditentukan sebelumnya, dan *port* yang saling terhubung dari *router* ke *router* harus sama dengan yang dikonfigurasi menggunakan *command prompt*, karena jika *port* atau *interface* yang dikonfigurasi tidak sama dengan yang dihubungkan secara fisik, *router* tidak akan bisa tersambung, baik ke *router* lainnya, maupun ke *personal computer*.

B. Flow Chart Penelitian

Diagram alir yang telah dibuat oleh penulis ditujukan untuk menunjukkan sistem yang akan bekerja pada penelitian ini. Diagram alir yang sudah dibuat oleh penulis akan ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut.



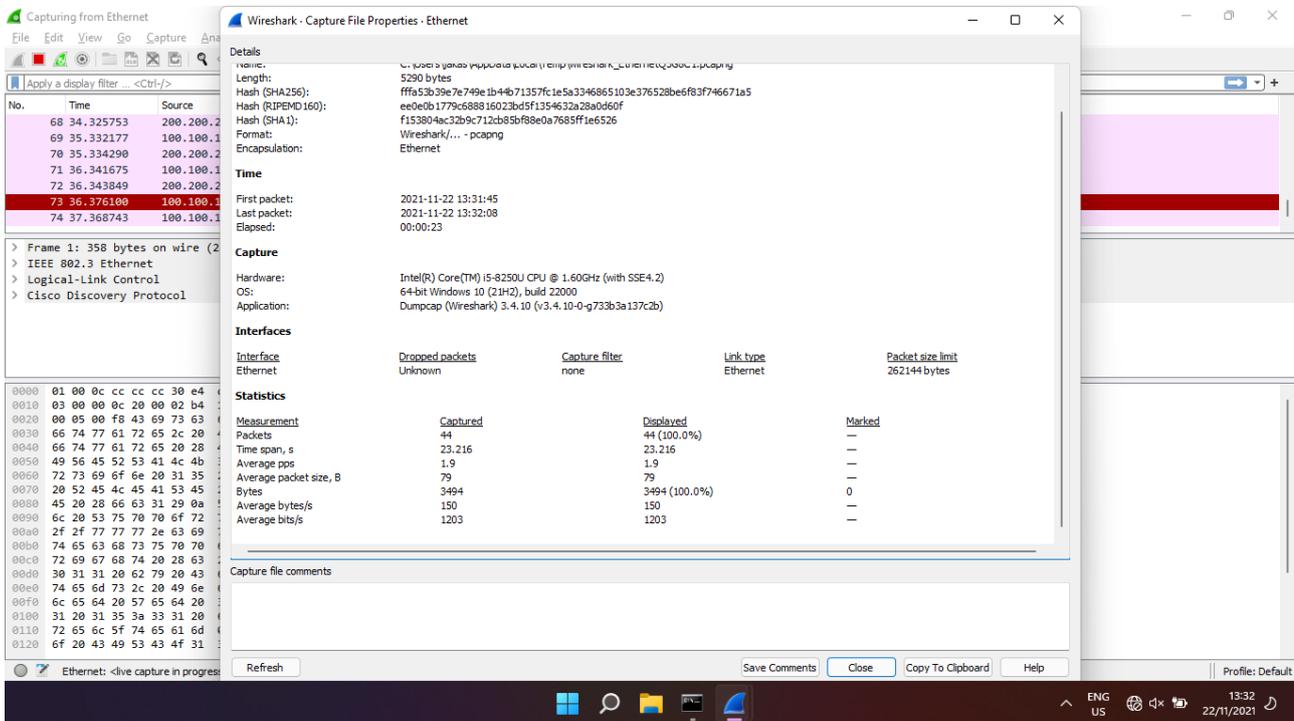
Gambar 3. Flow Chart Penelitian.

Berdasarkan diagram alir yang telah disusun oleh penulis, penulis akan menyusun alat dan bahan yang digunakan, seperti *router* dan *personal computer*. Kemudian, dengan menggunakan aplikasi *Hyperterminal*, penulis akan memberikan IP address di setiap *router* dan PC. Kemudian, penulis akan melakukan konfigurasi protokol OSPF dan EIGRP di setiap *router*. Apabila seluruh *router* yang telah dikonfigurasi menggunakan *routing protocol* tersebut telah terhubung, maka akan dilakukan konfigurasi IP NAT dan *access list* di R3 dan R4. Hal ini bertujuan untuk memberikan *filter* bagi R3 dan R4 terhadap permintaan hubungan yang dilakukan oleh *router* sebelumnya, yaitu dari *router* A1 hingga *router* R1. Kemudian, penulis akan melakukan pengujian dengan kondisi seluruh *router* dalam kondisi hidup. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan perintah *ping* pada aplikasi *Command Prompt*, dari *router* A1 menuju ke *router* B1 dan B2. Apabila tidak terdapat *error* seperti *Request Timed Out* ataupun

198 J. N. Semendawai¹ et. al., Perancangan Dua Link MPLS Menggunakan Protokol *Routing Open Shortest Path First* dan *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* pada Jaringan *Wide Area Network Destination Host Unreachable*, maka pengujian ini dapat dikatakan berhasil. Kemudian, penulis akan menggunakan perintah *traceroute* untuk melihat jalur yang dipilih oleh *router A1* saat melakukan pengiriman data ke *router B1* maupun *router B2*. Apabila jalur yang dipilih adalah *router R3*, pada pengujian selanjutnya penulis akan mematikan *router R3*. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah *router A1* akan memilih *router R4* sebagai jalur pengiriman data ke *router B1* maupun *B2*. Selanjutnya, penulis akan mengambil nilai dari *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*. Penulis juga akan mengambil nilai dari *round-trip time* dengan menggunakan aplikasi *Command Prompt*. Setelah mendapatkan nilai tersebut, penulis akan melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai dari rata-rata *delay* dan *jitter*. Setelah itu, penulis akan melakukan analisa terhadap nilai dari rata-rata QoS yang telah didapatkan dan akan menarik kesimpulan dari analisa tersebut.

C. Tahap Pengujian

Pada tahap ini, PC yang terhubung pada *router A1* akan melakukan pengiriman data yaitu dengan menggunakan aplikasi *Command Prompt*, di mana selanjutnya menggunakan perintah *ping* yang berfungsi untuk melakukan tes apakah *router A1* terhubung dengan *router B1* dan *B2*. Kemudian, penulis menggunakan perintah *traceroute* untuk mengetahui jalur mana yang diambil oleh *router A1* saat mengirimkan data ke *router B1* dan *B2*. Lalu, penulis juga menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mengambil data QoS, yaitu *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*, penulis menggunakan *command prompt* untuk melakukan koneksi dari *router A1* untuk terhubung ke *router B1* dan *B2*. Kemudian, dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*, secara otomatis akan menampilkan proses pengiriman data seperti alur pengiriman data dari *router A1* menuju ke *router B1* dan *B2*, kemudian akan mendapatkan ringkasan yang mencakup nilai dari *delay*, *jitter*, dan *throughput* yang dihasilkan dari aktivitas pengiriman data tersebut. Untuk salah satu pengambilan data menggunakan aplikasi *Wireshark* ditampilkan dalam gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Pengambilan data menggunakan aplikasi *Wireshark*.

Kemudian penulis juga menggunakan aplikasi *command prompt* untuk mendapatkan nilai dari *packet loss* dan *round-trip time*. Dengan menggunakan aplikasi tersebut juga penulis dapat melihat jalur yang dipilih oleh *router transmitter* saat akan mengirimkan data ke *router receiver*. Untuk contoh dari pemilihan jalur yang dipilih dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut.

```

Tracing route to 200.200.200.1 over a maximum of 30 hops

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    100.100.1.1
  2     1 ms    <1 ms    <1 ms    30.30.30.1
  3     1 ms     1 ms     1 ms    10.10.10.2
  4     2 ms     1 ms     1 ms    50.50.50.2
  5     2 ms     1 ms     1 ms    200.200.200.1

Trace complete.

```

Gambar 5. Pemilihan jalur yang dilakukan oleh *router transmitter* menuju *router receiver*.

Setelah penulis mendapatkan nilai dari *delay*, *jitter*, dan *throughput* dari aplikasi *Wireshark*, penulis mengolah nilai-nilai tersebut untuk mendapatkan nilai rata-rata dari masing-masing kualitas layanan tersebut. Untuk menentukan nilai rata-rata dari *delay*, secara matematis didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{rata - rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \quad (1)$$

Kemudian, untuk menentukan nilai rata-rata dari *jitter* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{rata - rata Jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket} - 1} \quad (2)$$

Dan untuk menentukan nilai rata-rata dari *throughput* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{rata - rata throughput} = \frac{dz}{t} \quad (3)$$

D. Persiapan *Software* dan *Hardware*

1. Persiapan *Software*

Pada penelitian ini, penulis menggunakan aplikasi *Cisco Packet Tracer* untuk merancang topologi jaringan yang akan digunakan, sebelum diimplementasikan di perangkat sungguhan. Penulis menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mengambil nilai dari kualitas jaringan yang didapatkan yaitu *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Kemudian, penulis juga menggunakan aplikasi *Command Prompt* untuk mengambil nilai dari *packet loss* dan *round-trip time*.

2. Persiapan *Hardware*

Penulis juga menggunakan perangkat keras yang akan ditampilkan pada tabel 5 sebagai berikut:

TABEL V. *HARDWARE* YANG DIGUNAKAN BESERTA SPESIFIKASINYA.

Nama	Spesifikasi	Jumlah
Router Cisco 1941/K9	DRAM Memory: 2 GB Flash Memory: 8 GB Data Link Protocol: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet Compliant Standards: IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag Power: AC 120/320 V (50/60 Hz)	7
Laptop	Model: Asus X442URR Processor: Intel I5-8250u @1,6 GHz (8 CPUs) Memory: 8 GB DDR4 Network: Port RJ45 dan WIFI.	1

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis kemudian melakukan perancangan yang dilakukan pada aplikasi *Cisco Packet Tracer*, untuk menentukan topologi yang digunakan pada penelitian ini. Kemudian, penulis mengimplementasikan topologi yang telah dirancang pada aplikasi tersebut pada perangkat asli. Kemudian, setelah penulis memberikan IP *address* di setiap perangkat, penulis akan melakukan konfigurasi protokol *routing* yang masing-masing akan ditambahkan di setiap *router*. Penggabungan protokol EIGRP dan OSPF dilakukan pada *router* yang telah ditentukan. Protokol

EIGRP dikonfigurasi pada *router* A1 dan R0, sedangkan protokol OSPF dikonfigurasi pada *router* R1, R3, R4, B1, dan B2.

Dari tahap pengujian yang dilakukan oleh penulis, penulis mengambil nilai dari rata-rata *delay*, rata-rata *jitter*, dan rata-rata *throughput*. Masing-masing nilai dari rata-rata tersebut akan dijabarkan dalam poin-poin sebagai berikut.

A. Rata-rata *Delay*.

Nilai dari rata-rata *delay* yang didapatkan oleh penulis dengan menggunakan aplikasi *Wireshark* akan ditunjukkan pada tabel 6 sebagai berikut.

TABEL VI. NILAI DARI RATA-RATA *DELAY*.

Kondisi	IP Address	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Rata-rata
Tanpa EIGRP dan OSPF	200.200.200.1 (B1)	$4,8 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,1 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,75 \times 10^{-3} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$4,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,1 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,85 \times 10^{-3} \text{ ms}$
Dengan EIGRP dan OSPF	200.200.200.1 (B1)	$6 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$4,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,1 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,25 \times 10^{-3} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$5 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,47 \times 10^{-3} \text{ ms}$
Dengan EIGRP	200.200.200.1 (B1)	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,8 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,8 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,25 \times 10^{-3} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,1 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,1 \times 10^{-3} \text{ ms}$
Dengan OSPF	200.200.200.1 (B1)	$5,7 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$6,2 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,92 \times 10^{-3} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$5,1 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,9 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,4 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,8 \times 10^{-3} \text{ ms}$	$5,55 \times 10^{-3} \text{ ms}$

Berdasarkan rata-rata *delay* yang telah didapatkan, dapat dilihat pada saat menggunakan kombinasi dari protokol *routing* EIGRP dan OSPF menghasilkan *delay* yang lebih kecil dibandingkan dalam kondisi lain. Hal ini disebabkan karena pada saat menggunakan kombinasi dari OSPF dan EIGRP, *router* pengirim mampu memilih jalur terbaiknya untuk mengirim data menuju *receiver* dan juga wilayah jangkauannya lebih luas. Kemudian, dari kemampuan protokol OSPF yang digabungkan dengan protokol EIGRP, *router* pengirim tidak harus mengambil waktu yang lama untuk mencari jalur menuju tujuannya. Hal ini juga disebabkan karena penggunaan *link* MPLS pada jaringan ini.

B. Rata-rata *Jitter*

Nilai dari rata-rata *jitter* yang didapatkan oleh penulis dengan menggunakan aplikasi *Wireshark* yang kemudian penulis olah lagi menggunakan rumus rata-rata *jitter* akan ditampilkan pada tabel 7 sebagai berikut.

TABEL VII. NILAI RATA-RATA *JITTER*.

Kondisi	IP Address	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Rata-rata
Tanpa EIGRP dan OSPF	200.200.200.1 (B1)	$7,7 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,7 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,1 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,2 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,42 \times 10^{-5} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$8,1 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,4 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,1 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,2 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,7 \times 10^{-5} \text{ ms}$
Dengan EIGRP dan OSPF	200.200.200.1 (B1)	$8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$8,7 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$8,17 \times 10^{-5} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,5 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$8,82 \times 10^{-5} \text{ ms}$
Dengan EIGRP	200.200.200.1 (B1)	$9,9 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,2 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$11,1 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,4 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,15 \times 10^{-5} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$10 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$10,2 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,7 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,92 \times 10^{-5} \text{ ms}$
Dengan OSPF	200.200.200.1 (B1)	$9,4 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,6 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,6 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,8 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,6 \times 10^{-5} \text{ ms}$
	200.200.200.2 (B2)	$8,2 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,7 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,4 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,5 \times 10^{-5} \text{ ms}$	$9,2 \times 10^{-5} \text{ ms}$

Berdasarkan tabel 2 di atas, dapat dilihat jika menggunakan gabungan dari protokol EIGRP dan OSPF, dapat menghasilkan rata-rata *jitter* yang lebih kecil dibandingkan kondisi lain. Hal ini disebabkan karena nilai *delay* yang lebih rendah yang kemudian mempengaruhi nilai *jitter* yang dihasilkan. Karena nilai *jitter* merupakan nilai variasi dari *delay*.

C. Rata-rata *Throughput*.

Nilai dari rata-rata *throughput* yang penulis dapatkan dari aplikasi *Wireshark* yang kemudian penulis olah lagi menggunakan rumus rata-rata *jitter* akan ditampilkan pada tabel 8 sebagai berikut.

Berdasarkan tabel 8, dengan menggunakan kombinasi dari protokol EIGRP dan OSPF dapat menghasilkan nilai *throughput* yang lebih besar daripada tidak menggunakan atau hanya menggunakan salah satu protokol. Hal ini disebabkan karena jalur yang dipilih oleh *router transmitter* merupakan jalur terbaik untuk menuju ke *router receiver*.

Pada jalur yang dipilih tersebut, *bandwidth* yang dimiliki oleh rute tersebut merupakan yang paling lebar, sehingga apabila ada paket data yang berukuran besar, dapat dikirimkan dengan cepat dari *router* pengirim ke penerima. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *throughput*, karena nilai *throughput* dapat dikatakan juga sebagai *bandwidth*. Pemilihan jalur yang dilakukan oleh *router transmitter* juga bergantung pada protokol *routing* yang digunakan. Pada penelitian ini, protokol OSPF yang mampu memberikan kemampuan bagi *router* untuk dapat memilih jalur terbaik untuk menghubungkan dengan *router* lainnya. Sedangkan protokol EIGRP berfungsi untuk memperluas area jangkauan dari *router* yang saling terhubung.

TABEL VIII. NILAI RATA-RATA *THROUGHPUT*.

Kondisi	IP Address	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Rata-rata
Tanpa EIGRP dan OSPF	200.200.200.1 (B1)	213,7 bps	171,4 bps	163,6 bps	161,9 bps	177,65 bps
	200.200.200.2 (B2)	204,5 bps	159,5 bps	163,5 bps	161,9 bps	172,35 bps
Dengan EIGRP dan OSPF	200.200.200.1 (B1)	189 bps	185,3 bps	207,15 bps	191,1 bps	193,13 bps
	200.200.200.2 (B2)	185,3 bps	185,3 bps	173,9 bps	168,9 bps	178,35 bps
Dengan EIGRP	200.200.200.1 (B1)	167,7 bps	162,7 bps	149,05 bps	175,7 bps	163,78 bps
	200.200.200.2 (B2)	165,1 bps	162,2 bps	169,8 bps	171 bps	167,02 bps
Dengan OSPF	200.200.200.1 (B1)	176,5 bps	173,1 bps	173,2 bps	170 bps	173,2 bps
	200.200.200.2 (B2)	202,3 bps	171,1 bps	175,9 bps	174,6 bps	180,97 bps

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, dapat ditarik kesimpulan yaitu perancangan jaringan yang menggunakan penggabungan dari 2 protokol *dynamic routing* dapat menghasilkan aktivitas pengiriman data yang lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan menggunakan jenis *static routing*. Hal ini dibuktikan dengan nilai dari rata-rata *delay*, *jitter*, dan *throughput* yang menghasilkan nilai yang lebih baik dibandingkan tidak menggunakan protokol apapun, atau hanya menggunakan satu protokol saja. Selain itu, dengan menggabungkan 2 protokol yaitu OSPF dan EIGRP juga terbukti dapat memberikan kemampuan bagi perangkat yang terhubung untuk menentukan jalur terbaik pada saat mengirimkan data dari *transmitter* menuju *receiver*. *Link MPLS* yang digabungkan dengan protokol OSPF dan EIGRP juga mampu menghasilkan suatu aktivitas pengiriman data dengan *time* yang singkat.

REFERENCES

- [1] J. Callaway, *Computer Networking for Beginners: A Complete Guide to Network Systems, Wireless Technology, IP Subnetting, including the Basics of Cybersecurity & the Internet of Things for Artificial Intelligence*, 2020th ed. 2019.
- [2] M. Alparisi, I.D. Irawati, dan M. Iqbal, "Implementasi jaringan menggunakan routing protocol OSPF (open Shortest Path First) dan MPLS (multi-protocol label switch) dengan redundansi HSRP," in *eProceedings of Applied Science*, vol. 6, no. 2, pp. 3786–3795, 2020.
- [3] J. Callaway, "The complete guide to network systems, wireless technology, IP subnetting, including the basics of cybersecurity and the internet of things for artificial intelligence," in *Computer networking for beginners*, 2019.
- [4] Z. Vonny, A. Mulyana, D. Prodi, T. Telekomunikasi, F. I. Terapan, and U. Telkom, "Implementasi teknologi MPLS menggunakan routing protokol OSPF pada *router* mikrotik," in *eProceedings of Applied Science*, vol. 3, no. 3, pp. 2110–2120, 2017.
- [5] H. A. Musril, "Analisis unjuk kerja RIPv2 dan EIGRP dalam *dynamic routing protocol*," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 116–124, 2016, doi: 10.25124/jett.v2i2.99.
- [6] T. Tutang, "Implementasi network address translation (NAT) menggunakan Kerio Control versi 7.4.1 di Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI," *Baca: J. Dokumentasi Dan Inf.*, vol. 36, no. 1, p. 97, 2016, doi: 10.14203/j.baca.v36i1.205.