

PERANCANGAN JARINGAN KOMPUTER WIDE AREA NETWORK MENGGUNAKAN MPLS (MULTYLAYER PROTOCOL LABELING SWITCHING)

Hendi Suhendi¹, Harya Gusdevi²

Program Studi Teknik Informatika^{1,2}

Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya¹, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung²

hendi2708@ars.ac.id¹, deviharya@gmail.com²

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. 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* dimana 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*. 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 Wire shark 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

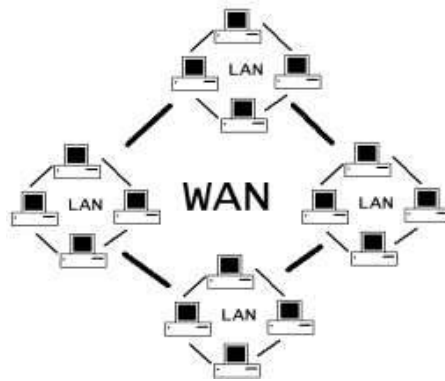
Riset dan inovasi dalam teknologi telekomunikasi dikembangkan atas dorongan kebutuhan mewujudkan jaringan informasi yang menyediakan layanan yang beraneka ragam, memiliki kapasitas tinggi sesuai kebutuhan yang berkembang, mudah diakses dari mana dan kapan saja serta biaya infrastruktur yang tidak terlalu mahal. Teknologi semacam *Asynchronous Transfer Mode (ATM)* memiliki mekanisme pemeliharaan *Quality of Service (QoS)* [1], dan memungkinkan diferensiasi, namun menghadapi masalah pada skalabilitas yang mengakibatkan perlunya investasi tinggi untuk implementasinya. Di lain pihak, *internet* dengan protokol *IP* berkembang lebih cepat. *IP* sangat baik dari segi skalabilitas, yang membuat teknologi *internet* menjadi cukup murah. Namun *IP* memiliki kelemahan serius pada implementasi *QoS* yang tergolong *best effort* [4]. Mengatasi masalah tersebut dikembangkanlah beberapa metode untuk memperbaiki kinerja jaringan *IP* antara lain dengan *Multi-Protocol Label Switching (MPLS)*. Konsep jaringan *MPLS* ini menggunakan *switching node* yang biasa disebut *Label Switching Router (LSR)* dengan melekatkan suatu label dalam setiap paket data yang datang, dan menggunakan label tersebut untuk menentukan kearah mana seharusnya paket data tersebut dikirimkan [3]. Jaringan ini terdiri dari titik-titik *LSR* dan bukan merupakan jaringan *IP* ataupun jaringan *ATM (Asynchronous Transfer Mode)*, tetapi merupakan jaringan baru dan berbeda di PT. Armada Perkasa Mobilindo. Saat ini

PT. Armada Perkasa Mobilindo berkeinginan membuat backbone jaringan menggunakan *MPLS (Multi-Protocol Label Switching)* [1] sebagai dasar untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Selain itu, akan diterapkan pula QoS pada jaringan backbone tersebut. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut dan PT. Armada Perkasa Mobilindo sebagai fasilitator melalui Laboraturium IT nya, penulis akan mencoba melakukan penelitian mengenai MPLS dan berusaha menerapkan teknologi *MPLS Virtual Private Networks (MPLS VPNs)* serta QoS di IT Departemen PT. Armada Perkasa Mobilindo.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Jaringan WAN (*Wide Area Network*)

Pengertian *Wide Area Network (WAN)* adalah jaringan komputer dengan jangkauan area geografi yang paling luas, antar negara, antar benua bahkan keluar angkasa (sebagai contoh jaringan *internet* yang menggunakan sistem koneksi satelit) [5].



Gambar 1. Jaringan WAN (*Wide Area Network*)

2. MPLS (*Multi-Protocol Labeling Switching*)

Multi-protocol Label Switching (disingkat menjadi *MPLS*) adalah teknologi penyampaian paket pada jaringan *backbone* berkecepatan tinggi [6]. Asas kerjanya menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi *circuit-switched* dan *packet-switched* yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya. Sebelumnya, paket-paket diteruskan dengan protokol *routing* seperti *OSPF*, *IS-IS*, *BGP*, atau *EGP* [7]. Protokol *routing* berada pada lapisan *network* (ketiga) dalam sistem *OSI*, sedangkan *MPLS* berada di antara lapisan kedua dan ketiga.

Prinsip kerja *MPLS* ialah menggabungkan kecepatan *switching* pada *layer 2* dengan kemampuan *routing* dan skalabilitas pada *layer 3* [8]. Cara kerjanya adalah dengan menyelipkan *label* di antara *header layer 2* dan *layer 3* pada paket yang diteruskan. Label dihasilkan oleh *Label-Switching Router* dimana bertindak sebagai penghubung jaringan *MPLS* dengan jaringan luar. Label berisi informasi tujuan *node* selanjutnya kemana paket harus dikirim. Kemudian paket diteruskan ke *node* berikutnya, di *node* ini label paket akan dilepas dan diberi label yang baru yang berisi tujuan berikutnya. Paket-paket diteruskan dalam *path* yang disebut *LSP (Label Switching Path)*.



Gambar 2. MPLS (*Multi-Protocol Labeling Switching*)

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN JARINGAN

Pengembangan perancangan jaringan komputer, penulis menggunakan model pengembangan sistem *NDLC (Network Development Life Cycle)* dimulai pada fase analisis. Pada tahap ini dilakukan proses perumusan masalah, mengidentifikasi konsep dari MPLS dan QoS. Tahap ini meliputi : *Identify* (mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi sehingga dibutuhkan proses penerapan sistem), *Understand* (memahami mekanisme kerja sistem yang dibangun), *Analyze* (menganalisa sejumlah elemen atau komponen dan kebutuhan sistem yang dibangun), *Report* (kegiatan merepresentasikan proses hasil analisis).

Implementasi model sistem *NDLC (Network Development Life Cycle)*, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

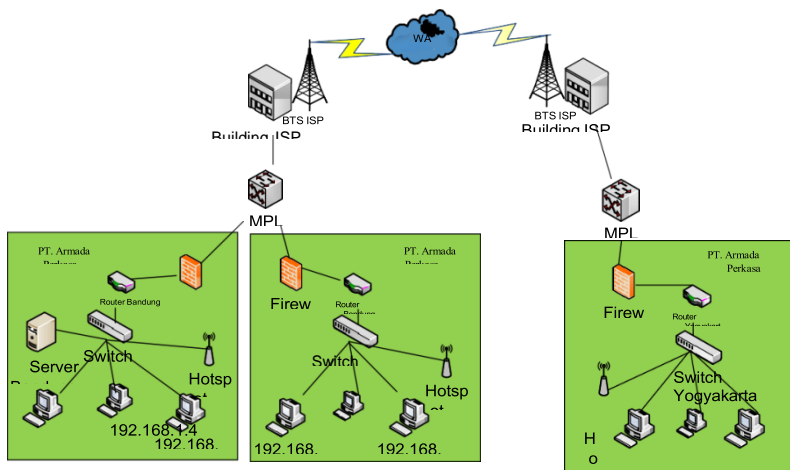
1. Manajemen Jaringan Usulan

Pada manajemen jaringan usulan yang dibuat dimaksudkan agar permasalahan jaringan di PT. Armada Perkasa Mobilindo yang penulis analisa diterapkan agar menjadi solusi yang dapat dipecahkan untuk arsitektur kedepannya. Dalam manajemen jaringan yang penulis usulkan dibagi lagi menjadi beberapa tahapan, yaitu topologi jaringan, skema jaringan, keamanan jaringan, dan rancangan aplikasi.

2. Topologi Jaringan

Penulis mengusulkan untuk tetap memanfaatkan semua infrastruktur yang ada pada PT. Armada Perkasa Mobilindo dan hanya menggantikan jenis koneksi yang digunakan saat ini dari *mail* menjadi *VPN*. Implementasi menggunakan *MPLS (Multi-Protocol Labeling Switching)* yang membutuhkan penambahan *hardware* yang ada, seperti *MPLS* untuk meneruskan paket data yang masuk dan keluar. Infrastruktur yang ada hanya tinggal dikonfigurasi sedikit untuk melakukan penyesuaian dengan arsitektur yang ada.

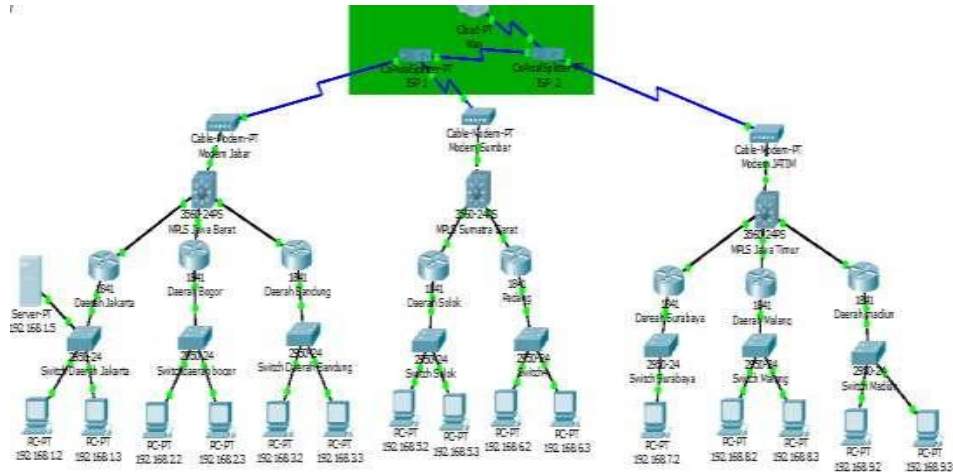
User dapat menggunakan dari media koneksi *internet* apa saja untuk dapat terkoneksi ke kantor pusat. Hal ini disebabkan karena PT. Armada Perkasa Mobilindo telah mempunyai koneksi *ISP*, yaitu *Speedy* yang dapat dipergunakan untuk akses *internet* sebesar 256 Kbps. Sistematika jaringan yang diusulkan, penulis hanya mengusulkan penambahan *hardware* yang berupa *MPLS (Multi-Protocol Labeling Switching)*, untuk merutekan antar jaringan.



Gambar 3. Topologi Jaringan Usulan di PT. Armada Perkasa Mobilindo

3. Skema Jaringan

Pada penelitian ini penulis mencoba untuk menggambarkan usulan penulis dalam bentuk simulasi implementasi jaringan usulan tersebut menggunakan *software* simulator. *Software* yang penulis gunakan adalah *Cisco Packet Trace* versi 5.4.1 keluaran dari *Cisco*. Penulis memberikan gambaran koneksi yang digunakan untuk mengimplementasikan jaringan dari produk *Cisco*, dimana *hardware* jaringan yang dipakai pada PT. Armada Perkasa Mobilindo memakai produk dari *Cisco*. Keperluan simulasi usulan, penulis mengimplementasikan jaringan usulan pada PT. Armada Perkasa Mobilindo penulis menggunakan *router* produk *Cisco*. Konfigurasi jaringan usulan menggunakan *software* simulator dapat dilihat pada berikut.



Gambar 4. Simulator Jaringan Usulan PT. Armada Perkasa Mobilindo

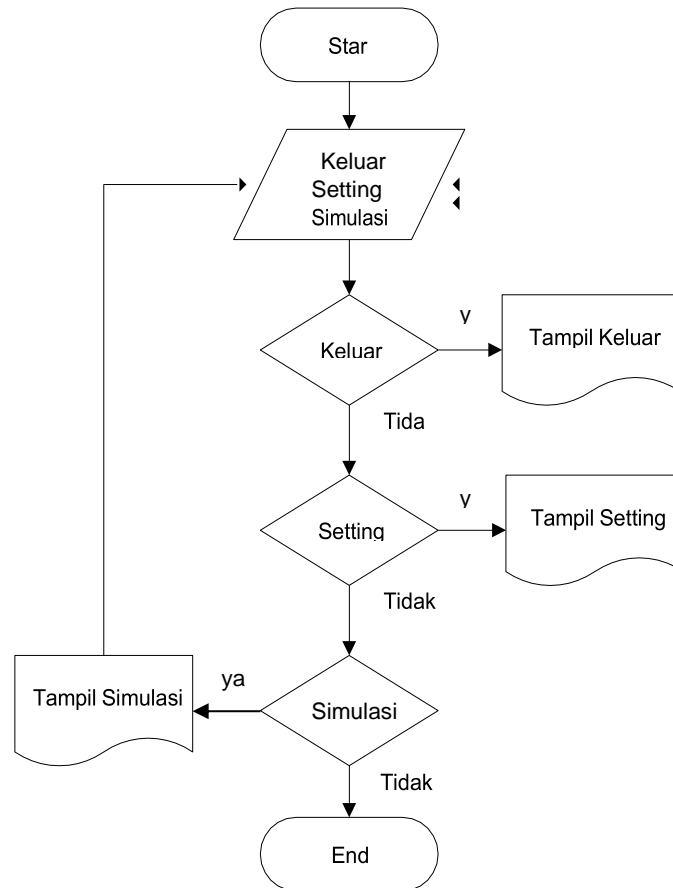
4. Keamanan Jaringan

Keamanan jaringan yang penulis usulkan dapat menjadi solusi dari permasalahan keamanan di PT. Armada Perkasa Mobilindo. Keamanan jaringan yang penulis usulkan adalah dengan mengoptimalkan konfigurasi dan penambahan perangkat keras dan perangkat lunak baru sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah *tools* yang digunakan untuk memantau jaringan yang ada di PT. Armada Perkasa Mobilindo adalah :

- a. *Router*
 Digunakan untuk meneruskan paket data yang masuk, memonitoring paket data yang masuk, dan *firewall* sebagai antisipasi intervensi dari luar.
- b. *Switch*
 Digunakan untuk membuat topologi *star* dalam jaringan komputer dimana fungsi dari *switch* adalah untuk menghubungkan antar *network* atau komputer satu dengan komputer lainnya.
- c. *Web Server*
 Digunakan sebagai akses untuk memonitoring *website* PT. Armada Perkasa Mobilindo.
- d. *MPLS (Multy Protocol Label Switching)*
 Digunakan sebagai suatu pusat yang mengatur jalur jaringan yang berada di PT. Armada Perkasa Mobilindo.

5. Rancangan Simulasi MPLS (Multy Protocol Labeling Swiching)

Pada tahapan rancangan aplikasi ini, penulis menggambarkan dan menjelaskan *user interface* yang akan dibuat dalam bentuk gambar dan diagram *flowchart*.



Gambar 5. Flowchart Simulasi Yang Dibuat

6. Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan komputer secara detail menggambarkan tentang rancangan yang diuji dengan melakukan komparasi perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan sebelum dan setelah implementasi. Pengujian jaringan dibagi menjadi dua tahapan, yaitu pengujian awal dan pengujian akhir.

a. Pengujian Jaringan Awal

Pengujian jaringan awal adalah pengujian jaringan dimana pengujian tersebut dilakukan sebelum adanya perubahan rancangan pada aplikasi. Pengujian dapat dilakukan dengan *tools ping* untuk mengetahui paket data yang masuk dan keluar apakah memiliki *delay* atau tidak.

```

    Command Prompt
    Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:
    Request timed out.
    Request timed out.
    Request timed out.
    Request timed out.

    Ping statistics for 192.168.1.2:
        Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

    PC>ping 192.168.1.2

    Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:
    Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=180ms TTL=125
    Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=180ms TTL=125
    Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=220ms TTL=125
    Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=180ms TTL=125

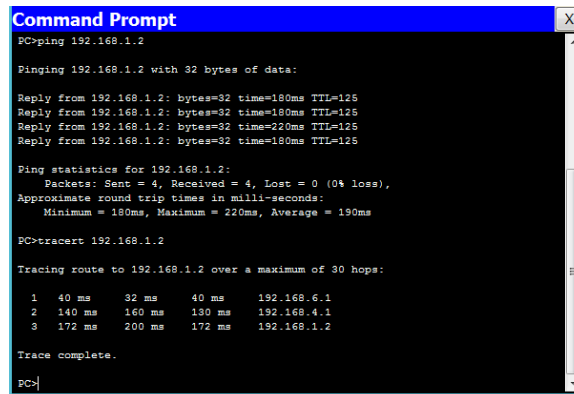
    Ping statistics for 192.168.1.2:
        Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 180ms, Maximum = 220ms, Average = 190ms

    PC>
  
```

Gambar 6. Ping Jaringan PT. Armada Perkasa Mobilindo

Bytes adalah besarnya data yang dikirim untuk mencoba koneksi. Menentukan besarnya data maka bisa dilakukan dengan menggunakan perintah *ping -l* sampai 1000 karena dengan perintah tersebut *flag count* akan berhenti setelah mengirimkan mencapai 1000 kali dengan *windows* defaultnya 32 *bytes*. *Time* yaitu waktu *reply* dari mengirim data sampai menerima laporan bahwa data telah sampai di tujuan dengan sukses dan hasil di atas artinya 200 *mili second*.

TTL (*time to live*), TTL=125 artinya jumlah maksimal untuk melewati *router* adalah 125 kali karena di jaringan di dunia ini terdapat ada banyak *router*, sedangkan data akan mencari jalur yang terpendek atau tercepat sehingga dapat dimungkinkan data hanya berputar pada jalur dan tidak akan pernah sampai tujuan.



```
Command Prompt
PC>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=180ms TTL=125
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=180ms TTL=125
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=220ms TTL=125
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=180ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 180ms, Maximum = 220ms, Average = 190ms

PC>tracert 192.168.1.2

Tracing route to 192.168.1.2 over a maximum of 30 hops:
  0  40 ms  32 ms  40 ms  192.168.6.1
  1  140 ms  160 ms  130 ms  192.168.4.1
  2  172 ms  200 ms  172 ms  192.168.1.2

Trace complete.

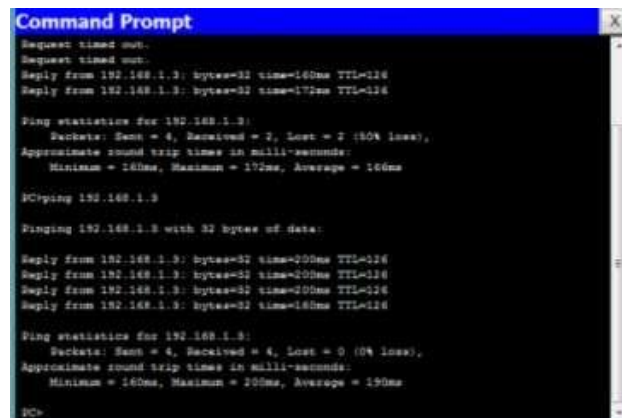
PC>
```

Gambar 7. Trace Pada Jaringan PT. Armada Perkasa Mobilindo

Trace route adalah perintah untuk menunjukkan rute yang dilewati paket untuk mencapai tujuan. Ini dilakukan dengan mengirim pesan *Internet Control Message Protocol (ICMP) Echo Request* ke tujuan dengan nilai *Time to Live* yang semakin meningkat. Rute yang ditampilkan adalah daftar *interface router* (yang paling dekat dengan *host*) yang terdapat pada jalur antara *host* dan tujuan. Sehingga jika ditemukan *RTO* pada hop atau *router* hingga di bawahnya terus *RTO*, maka di *router* itulah terjadi masalah. Hasil dari analisa penulis berdasarkan perintah *tracert (Trace route)* membuktikan bahwa jaringan usulan yang di berikan tidak terjadi masalah untuk menunjukkan rute yang dilewati paket untuk mencapai tujuan.

b. Pengujian Jaringan Akhir

Pengujian jaringan akhir adalah pengujian jaringan dimana pengujian tersebut dilakukan setelah adanya perubahan rancangan pada aplikasi. Pengujian dapat dilakukan dengan *tools ping* untuk mengetahui paket data yang masuk dan keluar apakah memiliki *delay* atau tidak.



```
Command Prompt
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=160ms TTL=126
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=172ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 2, Lost = 2 (50% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 160ms, Maximum = 172ms, Average = 166ms

PC>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=200ms TTL=126
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=200ms TTL=126
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=200ms TTL=126
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=180ms TTL=126

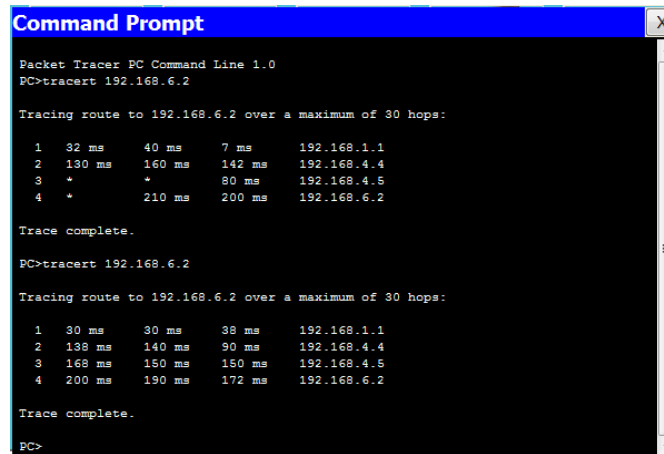
Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 160ms, Maximum = 200ms, Average = 190ms

PC>
```

Gambar 8. Ping Jaringan Usulan PT. Armada Perkasa Mobilindo

Bytes adalah besarnya data yang dikirim untuk mencoba koneksi. Menentukan besarnya data bisa pake perintah *ping -l 1000* artinya *ping* dengan data 1000 *bytes* dengan *windows* defaultnya 32 *bytes*. *Time* yaitu waktu *reply* dari mengirim data sampai menerima laporan bahwa data telah sampai di tujuan dengan sukses dan hasil di atas artinya 200 *mili second*.

TTL (*time to live*), TTL=126 artinya jumlah maksimal untuk melewati *router* adalah 126 kali karena di jaringan di dunia ini terdapat ada banyak *router*. Data akan mencari jalur yang terpendek atau tercepat sehingga dapat dimungkinkan data hanya berputar pada jalur dan tidak akan pernah sampai tujuan.



Gambar 9. Trace Pada Jaringan Usulan PT. Armada Perkasa Mobilindo

Trace route adalah perintah untuk menunjukkan rute yang dilewati paket untuk mencapai tujuan. Ini dilakukan dengan mengirim pesan *Internet Control Message Protocol (ICMP) Echo Request* ke tujuan dengan nilai *Time to Live* yang semakin meningkat. Rute yang ditampilkan adalah daftar *interface router* (yang paling dekat dengan *host*) yang terdapat pada jalur antara *host* dan tujuan.

Jika ditemukan *RTO* hop atau *router* hingga di bawahnya terus *RTO* maka di *router* itulah terjadi masalah. Hasil dari analisa penulis berdasarkan perintah *tracert (Trace route)* membuktikan bahwa jaringan usulan yang di berikan tidak terjadi masalah untuk menunjukkan rute yang dilewati paket untuk mencapai tujuan.

7. Spesifikasi *Hardware* dan *Software* Jaringan

a. Perangkat Keras

Perangkat keras (*hardware*) utama yang berhubungan langsung antara kantor pusat dengan koneksi setiap kantor pada PT. Armada Perkasa Mobilindo seperti *router, switch* dan *modem ADSL* dapat dilihat pada tabel berikut :

TABEL I.
SPESIFIKASI HARDWARE DAN JARINGAN YANG DIBUAT

Nama	Spesifikasi Perangkat	Keterangan
Router	Model Linksys E1500 Teknologi Wireless N Bands 2.4GHz Transmit / Receive 2 x 3 Antena 2 Internal Ethernet ports x speed 4 Ethernet Pendukung IPv6 Native IPv6 and 6rd Support	Merk Router Cisco Linksys Broadband Router WRT160NL-AP
Switch	IEEE802.3, 802.3u, 802.3x, CSMA/CD, TCP/IP Basic Function Wire-speed	Merek TP - Link
	Performance, MAC Address Auto-Learning and Auto-aging IEEE802.3x Flow Control Full-Duplex Mode (20/200Mbps) and backpressure for Half-Duplex Mode (10/100Mbps) Backbound Bandwidth 4.8 Gbps MAC Address Table 8k Forwarding Rate 10BASE-T(14880pps/port), 100BASE-TX (148800pps/port) Transmission Method Store-and-Forward Ports 24x 10/100Mbps Auto-Negotiation RJ45 ports (AutoMDI/MDIX) Network Media 10Base-T(UTP CAT3/4/5), 100Base-Tx(UTP CAT 5/5e), EIA/TIA-568 (100Ω STP) All Max 100m LED	TL -SF1024
Modem	ADSL Features IEEE 802.3u, IEEE 802.3, ITU G.992.1 (g.dmt), ITU G.992.2 (g.lite), ITU G.992.3, ITU G.992.5, ANSI T Security Features SPI Firewall, Port Filtering, MAC and IP Address Filtering, DMZ Hosting, and NAT Technology Ports 4x 10/100M Auto-Negotiation RJ45 ports (AutoMDI/MDIX), 1x RJ11 port VPN Pass Through IPSec / PPTP / L2TP Pass-through protocols Cabling Type CAT 5 UTP (Ethernet), Standard Telephone (ADSL) LED Indicators Power, Ethernet (1-4), DSL, Internet Downstream Data Rates Up to 24Mbps Upstream Data Rates Up to 3.5Mbps	Modem ADSL2 Gateway+ Ethernet Router Linksys AG241

b. Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam mengkonfigurasi dan *monitoring* koneksi jaringan yang digunakan. *Operating system* pada setiap komputer menggunakan *Microsoft Windows 7 ultimate*, *Linux Fedora*, *Cisco Router OS* yang digunakan pada *router* dan perangkat *monitoring* menggunakan *tools* dari *Winbox* dan *mozilla firefox*.

IV. 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. Oleh karena itu, kesimpulan yang penulis ambil dari hasil analisa meliputi :

1. Jaringan yang telah dibuat menunjukkan bahwa perbedaan *TTL (Time to Live)* dengan selisih 1 artinya jumlah maksimal untuk melewati *router* adalah 1 kali, lebih kecil dan lebih efisien dibandingkan jaringan yang sebelumnya, karena belum menggunakan *MPLS (Multyprotocol Label Switching)*.
2. Menggunakan *MPLS (Multyprotocol Label Switching)*, maka *routing* pada *network* dapat dirapihkan karena jaringan yang diusulkan masuk ke jaringan pusat.

REFERENSI

- [1] Sofana, Iwan. 2008. Membangun Jaringan Komputer Mudah Membuat Jaringan Komputer (*Wire & Wireless*) Pengguna Windows dan Linux. Bandung: Penerbit: INFORMATIKA.
- [2] HERMILASARI, Y. (2022). PERANCANGAN DAN PEMBUATAN APLIKASI *MOBILE POINT OF SALE* PADA OUTLET MAKARONI JUDES BERBASIS ANDROID. *Insan Pembangunan Sistem Informasi Dan Komputer (IPSIKOM)*, 9(2).
- [3] Aditya Reza. 2009. Implementasi *Differentiated Service* pada Jaringan *Multiprotocol Label Switching* Untuk Runat *Next Generation Network*. Vol. 31, NO : 7.
- [4] Kristantil Handayani Novi. 2009. Simulasi Jaringan Universitas Diponegoro Dengan *Multiprotocol Label Switching (MPLS)* Menggunakan *Graphical Network Simulator*. Vol.1, No.: 1-3.
- [5] Odom, Wendell. 2005. *Computer Networking First – Step*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- [6] Hidayatulloh, S., & Rifa'i, M. M. (2020). Penerapan *Simple Queue* Dalam Pengelolaan *Bandwidth Local Area Network* (Studi Kasus: PT Sumber Berkah Niaga). *Jurnal Infortech*, 2(2), 217–2
- [7] Aditya Reza. 2009. Implementasi *Differentiated Service* pada Jaringan *Multiprotocol Label Switching* Untuk Runat *Next Generation Network*. Vol. 31, NO : 7.
- [8] Baroto, Wisnu. 2003. Memahami Dasar – Dasar *Firewall* Keluaran *Check Point Versi Next Generation*. Jakarta: Penerbit ELEXMEDIA KOMPUTIND.