

Penerapan Teknologi Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Dalam Optimasi Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia

Andi Riyanto¹, Herman Kuswanto²

^{1,2}Program Studi Informatika Universitas Nusa Mandiri
justqitink@gmail.com¹, herman.hko@nusamandiri.ac.id²

Abstract

In the era of globalization, many countries have taken significant steps to provide internet access to their people. One of the most influential technological advancements is the use of fiber optics which drastically increases the speed of internet access. In this context, the development of core infrastructure, or backbone, plays a crucial role for internet service providers (ISPs). This infrastructure not only underlies but also forms the basis of the internet services offered. Multi-Protocol Label Switching (MPLS) was introduced as a technology that improves packet delivery in high-speed backbone networks, combining the advantages of circuit-switched and packet-switched communication systems. MPLS provides a more flexible and efficient solution to address network speed and scalability issues, which are the main focus of this study. This study uses a quantitative approach with network simulation to test the performance of MPLS compared to traditional backbone technologies. The results show that MPLS significantly improves data delivery efficiency and network scalability. Thus, MPLS not only solves the speed issue but also offers better scalability without requiring large investments in existing network hardware.

Keywords: Multi-Protocol Label Switching, ISP, Internet

Abstrak

Di era globalisasi, banyak negara telah mengambil langkah signifikan untuk menyediakan akses internet bagi masyarakatnya. Salah satu kemajuan teknologi yang paling berpengaruh adalah penggunaan serat optik yang meningkatkan kecepatan akses internet secara drastis. Dalam konteks ini, pengembangan infrastruktur inti, atau backbone, memegang peranan krusial bagi penyedia layanan internet (ISP). Infrastruktur ini tidak hanya mendasari tetapi juga membentuk dasar dari layanan internet yang ditawarkan. Multi-Protocol Label Switching (MPLS) diperkenalkan sebagai teknologi yang meningkatkan penyampaian paket di jaringan backbone berkecepatan tinggi, menggabungkan keunggulan dari sistem komunikasi yang berbasis circuit-switched dan packet-switched. MPLS memberikan solusi yang lebih fleksibel dan efisien dalam mengatasi masalah kecepatan dan skalabilitas jaringan, yang menjadi fokus utama penelitian ini. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan simulasi jaringan untuk menguji kinerja MPLS dibandingkan dengan teknologi backbone tradisional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MPLS secara signifikan meningkatkan efisiensi pengiriman data dan skalabilitas jaringan. Dengan demikian, MPLS tidak hanya memecahkan masalah kecepatan tetapi juga menawarkan skalabilitas yang lebih baik tanpa memerlukan investasi besar pada perangkat keras jaringan yang ada.

Kata kunci: Multi-Protocol Label Switching, ISP, Internet

I. PENDAHULUAN

Perkembangan internet di era global telah mengalami transformasi signifikan sejak kemunculannya pertama kali. Teknologi jaringan berbasis Internet Protocol (IP) kini menjadi standar global yang mendukung berbagai layanan berbasis IP yang semakin berkembang dan beragam[1]. Kebutuhan masyarakat untuk mendapatkan akses internet yang mudah, praktis, dan andal terus meningkat[2] seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan bertambahnya jumlah pengguna internet[3].

Dalam ekosistem internet, Penyedia Layanan Internet (Internet Service Providers atau ISP) memegang peran penting. ISP berfungsi sebagai penghubung utama dalam menyediakan konektivitas dan mendukung pertumbuhan teknologi digital. Seiring pertumbuhan perusahaan dan

kompleksitas jaringan, ISP harus memastikan keamanan data, manajemen jaringan yang efisien, serta kemampuan monitoring yang baik, terutama untuk perusahaan dengan banyak cabang[4].

Kemajuan teknologi jaringan saat ini telah mempermudah staf IT dalam mengelola dan merawat jaringan komputer. Salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam menjaga keandalan jaringan adalah mekanisme routing[5]. Pesatnya penggunaan teknologi informasi dan komunikasi telah memicu peningkatan kebutuhan akan jaringan yang cepat, andal, dan efisien[6]. Jaringan backbone, sebagai tulang punggung infrastruktur telekomunikasi, memainkan peran vital dalam mendukung layanan internet, transfer data, dan konektivitas[7].

Teknologi berbasis Internet Protocol (IP) telah menjadi standar global untuk komunikasi data karena skalabilitas dan efisiensinya. Namun, protokol IP tradisional memiliki keterbatasan[8], terutama dalam manajemen lalu lintas jaringan yang kompleks, seperti pengelolaan latency, bandwidth utilization, dan rekayasa trafik (traffic engineering)[9]. Hal ini memunculkan kebutuhan akan solusi yang lebih canggih untuk memenuhi permintaan akan jaringan yang fleksibel dan berkinerja tinggi.

Multi-Protocol Label Switching (MPLS) hadir sebagai salah satu inovasi teknologi jaringan yang mampu mengatasi berbagai kendala tersebut[10]. MPLS memungkinkan pengalihan data berbasis label sehingga mempercepat proses routing, meningkatkan efisiensi bandwidth, dan memberikan keandalan yang lebih tinggi dalam pengelolaan jaringan[11]. Teknologi ini juga mendukung implementasi layanan canggih, seperti Virtual Private Network (VPN), yang banyak digunakan oleh perusahaan untuk koneksi antar-cabang[12].

Bagi PT. Fiber Networks Indonesia, penerapan MPLS di jaringan backbone merupakan langkah strategis untuk menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan kinerja jaringan[13]. Dengan menerapkan MPLS, perusahaan dapat meningkatkan kualitas layanan (QoS)[14] dan memastikan konektivitas yang lebih baik untuk pelanggan di berbagai sektor[15]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teknologi MPLS dalam mengoptimalkan jaringan backbone PT. Fiber Networks Indonesia, serta mengidentifikasi kelebihan, tantangan, dan solusi yang relevan.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

A. Observasi

Kegiatan ini difokuskan untuk mengidentifikasi aspek-aspek yang berkaitan dengan implementasi teknologi jaringan, manajemen infrastruktur backbone, serta proses operasional yang mendukung kinerja jaringan. Melalui observasi ini, peneliti dapat mengumpulkan informasi yang relevan mengenai tantangan, strategi, dan solusi yang diterapkan dalam mengoptimalkan sistem MPLS dan manajemen jaringan backbone, guna mendukung keandalan, skalabilitas, serta efisiensi dalam operasional perusahaan..

B. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan secara langsung kepada karyawan yang memiliki peran terkait operasional jaringan di PT. Fiber Networks Indonesia, dengan tujuan untuk menggali informasi mendalam tentang aspek-aspek teknologi jaringan, manajemen backbone. Dengan metode ini, peneliti dapat memahami proses kerja, strategi manajemen, serta praktik teknis yang dilakukan oleh perusahaan, yang berkaitan langsung dengan latar belakang penelitian..

C. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara mempelajari dan mengumpulkan data pustaka yang dibutuhkan dalam penelitian ini melalui jurnal, buku, maupun informasi yang berkaitan dengan penelitian.

2.2 Analisa Penelitian

1. Analisa Kebutuhan

Dalam penelitian ini, terdapat dua komponen utama yang diperlukan, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Pada tahap awal, dilakukan analisis mendalam mengenai permasalahan yang ada pada jaringan yang sedang berjalan di PT. Fiber Networks Indonesia. Proses ini melibatkan identifikasi kualitas jaringan, seperti masalah latency, penggunaan bandwidth yang tidak optimal, manajemen routing, serta efisiensi rekayasa trafik.

2. Design

Berdasarkan hasil analisis yang ada, diusulkan solusi untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan. Solusi ini berupa pembaruan konfigurasi perangkat keras seperti router, switch, atau interface jaringan, serta penyesuaian perangkat lunak seperti penerapan teknologi MPLS, konfigurasi routing optimal, atau penggunaan metode QoS (Quality of Service) yang lebih efektif. Tanpa adanya perubahan topologi yang sudah berjalan.

3. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode ping point-to-point dan traceroute menggunakan tools bawaan Command Prompt (Windows) atau terminal (Linux). Penggunaan metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi masalah seperti latency tinggi, packet loss, routing inefficiencies, serta gangguan dalam distribusi trafik. Dengan menganalisis hasil dari ping dan traceroute, dapat ditentukan apakah solusi MPLS dan konfigurasi jaringan yang diusulkan efektif dalam mengoptimalkan performa jaringan backbone perusahaan.

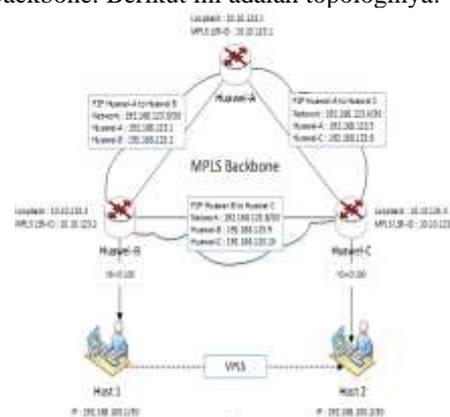
4. Implementasi

Untuk mengimplementasikan konfigurasi Multi-Protocol Label Switching (MPLS, dibuat sebuah lab dengan perangkat Huawei yang dikonfigurasi sebagai MPLS Backbone. Konfigurasi dilakukan pada perangkat backbone, termasuk konfigurasi router, switch, dan perangkat jaringan lainnya. Ini memastikan bahwa setiap perangkat terkonfigurasi dengan benar untuk mendukung layanan MPLS

III. HASIL PENELITIAN

3.1 Topologi Jaringan

Pada topologi jaringan yang ada akan ditambahkan konfigurasi Multi-Protocol Label Switching, konfigurasi dilakukan pada tiga perangkat yang digunakan sebagai MPLS Backbone. Berikut ini adalah topologinya:



Gambar 1: Desain Topologi Jaringan

3.2 Konfigurasi Usulan

Pada konfigurasi usulan ada beberapa yang akan dikonfigurasi pada ketiga perangkat diantaranya yaitu pertama konfigurasi MPLS, kedua konfigurasi Poit to Point MPLS, ketiga konfigurasi pada interface loopback, keempat konfigurasi Routing OSPF dan yang kelima konfigurasi Virtual Switch Interface.

1. Konfigurasi MPLS

Konfigurasi dilakukan pada ketiga perangkat yang ada mulai dari mengaktifkan fungsi mpls, menetapkan label switch router identifier, mengaktifkan mpls label distribution protocol dan mendaftarkan remote ip dari perangkat tetangga yang terhubung langsung.

a. Konfigurasi MPLS Huawei-A

```
mpls lsr-id 10.10.123.1
#
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls te cspf
#
mpls ldp
#
ipv4-family
#
mpls ldp remote-peer Huawei-B
remote-ip 10.10.123.2
#
mpls ldp remote-peer Huawei-C
remote-ip 10.10.123.3
```

b. Konfigurasi MPLS Huawei-B

```
mpls lsr-id 10.10.123.2
#
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls te cspf
#
mpls ldp
#
ipv4-family
#
mpls ldp remote-peer Huawei-A
remote-ip 10.10.123.1
#
mpls ldp remote-peer Huawei-C
remote-ip 10.10.123.3
```

c. Konfigurasi MPLS Huawei-C

```
mpls lsr-id 10.10.123.3
#
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls te cspf
#
mpls ldp
#
ipv4-family
#
mpls ldp remote-peer Huawei-A
remote-ip 10.10.123.1
#
mpls ldp remote-peer Huawei-B
remote-ip 10.10.123.2
```

2. Konfigurasi Interface Point-to-Point MPLS

Pada konfigurasi p2p mpls akan mengatur perangkat untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat tetangganya dan dipastikan mendapatkan komunikasi yang efisien dan stabil antar perangkat yang ada.

a. Konfigurasi P2P Huawei-A

```
interface GigabitEthernet0/2/1
mtu 9216
description to Huawei B
undo shutdown
ip address 192.168.123.1 255.255.255.252
ospf network-type p2p
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls ldp
dcn
#
```

```
interface GigabitEthernet0/2/3
mtu 9216
description to Huawei C
undo shutdown
ip address 192.168.123.5 255.255.255.252
ospf network-type p2p
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls ldp
dcn
```

b. Konfigurasi P2P Huawei-B

```
interface GigabitEthernet0/2/1
mtu 9216
description to Huawei C
undo shutdown
ip address 192.168.123.9 255.255.255.252
ospf network-type p2p
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls ldp
dcn
#
```

```
interface GigabitEthernet0/2/3
mtu 9216
description to Huawei A
undo shutdown
ip address 192.168.123.2 255.255.255.252
ospf network-type p2p
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls ldp
dcn
```

c. Konfigurasi P2P Huawei-C

```
interface GigabitEthernet0/2/1
mtu 9216
description to Huawei A
undo shutdown
ip address 192.168.123.6 255.255.255.252
ospf network-type p2p
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls ldp
dcn
#
```

```
interface GigabitEthernet0/2/3
```

```

mtu 9216
description to Huawei C
undo shutdown
ip address 192.168.123.10 255.255.255.252
ospf network-type p2p
mpls
mpls te
mpls rsvp-te
mpls ldp
dcn
    
```

3. Konfigurasi Interface Loopback

Konfigurasi loopback digunakan untuk pengujian apakah kondisi jaringan sudah sesuai dengan konfigurasi yang diinginkan.

a. Konfigurasi Loopback Huawei-A

```

interface LoopBack0
description Loopback 10.10.123.1
ip address 10.10.123.1 255.255.255.255
ospf network-type broadcast
    
```

b. Konfigurasi Loopback Huawei-B

```

interface LoopBack0
description Loopback 10.10.123.2
ip address 10.10.123.2 255.255.255.255
ospf network-type broadcast
    
```

c. Konfigurasi Loopback Huawei-C

```

interface LoopBack0
description Loopback 10.10.123.3
ip address 10.10.123.3 255.255.255.255
ospf network-type broadcast
    
```

4. Konfigurasi OSPF

Konfigurasi routing ospf pada ketiga perangkat difungsikan sebagai routing dinamik antar perangkat yang telah di sesuaikan agar dapat mendukung mpls traffic engineering.

a. Konfigurasi OSPF Huawei-A

```

ospf 1 router-id 10.10.123.1
opaque-capability enable
advertise mpls-lsr-id
area 0.0.0.1
network 10.10.123.1 0.0.0.0 description LOOPBACK
network 192.168.123.0 0.0.0.3 description Huawei-A<>Huawei-B
network 192.168.123.4 0.0.0.3 description Huawei-A<>Huawei-C
mpls-te enable
    
```

b. Konfigurasi OSPF Huawei-B

```

ospf 1 router-id 10.10.123.2
opaque-capability enable
advertise mpls-lsr-id
area 0.0.0.1
network 10.10.123.2 0.0.0.0 description LOOPBACK
network 192.168.123.0 0.0.0.3 description Huawei-A<>Huawei-B
network 192.168.123.8 0.0.0.3 description Huawei-B<>Huawei-C
mpls-te enable
    
```

c. Konfigurasi OSPF Huawei-C

```

ospf 1 router-id 10.10.123.3
opaque-capability enable
advertise mpls-lsr-id
area 0.0.0.1
network 10.10.123.3 0.0.0.0 description LOOPBACK
    
```

```

network 192.168.123.4 0.0.0.3 description Huawei-A<>Huawei-C
network 192.168.123.8 0.0.0.3 description Huawei-B<>Huawei-C
mpls-te enable
    
```

5. Konfigurasi Virtual Switch Interface

Konfigurasi hanya diterapkan pada kedua perangkat yang langsung terhubung dengan host, dengan menetapkan virtual switch interface untuk virtual privat lan service, konfigurasi ini untuk memastikan antara host1 dan host2 dapat berkomunikasi dengan baik.

a. Konfigurasi VSI Host-1 Huawei-B

```

vsi VPLS-100 static
description VPLS_Host-1_TO_Host-2
pwsignal ldp
vsi-id 10000100
peer 10.10.123.3
peer 10.10.123.3 pw pw100
mtu 9000
encapsulation ethernet
    
```

b. Konfigurasi VSI Host-2 Huawei-C

```

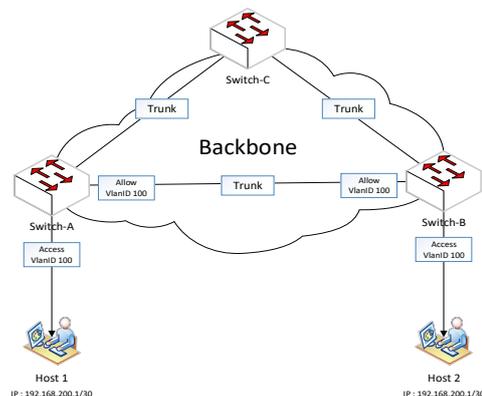
vsi VPLS-100 static
description VPLS_Host-2_TO_Host-1
pwsignal ldp
vsi-id 10000100
peer 10.10.123.2
peer 10.10.123.2 pw pw100
mtu 9000
encapsulation ethernet
    
```

IV. PEMBAHASAN

Dari hasil konfigurasi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, selanjutnya akan dilakukan pengujian, pengujian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian sebelum implementasi MPLS, sedangkan tahap kedua dilakukan setelah implementasi MPLS. Kedua tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi performa jaringan dan membuktikan efektivitas MPLS dalam mengatasi gangguan pada jalur backbone. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan gangguan pada koneksi yang ada dengan tujuan mengukur konektivitas, latency, dan stabilitas jaringan.

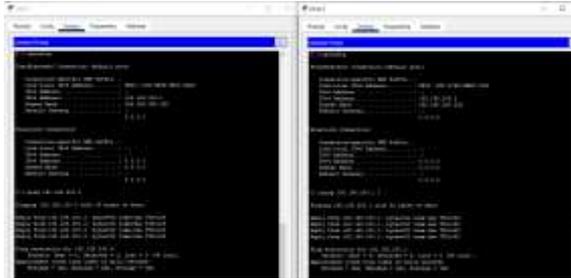
1. Pengujian Awal

Pada pengujian jaringan ini digunakan *sample 3* perangkat jaringan *backbone* yang dikonfigurasi sebagai jaringan *metro Ethernet backbone*, gambar 2 merupakan gambaran topologi sebelum diterapkannya mpls.



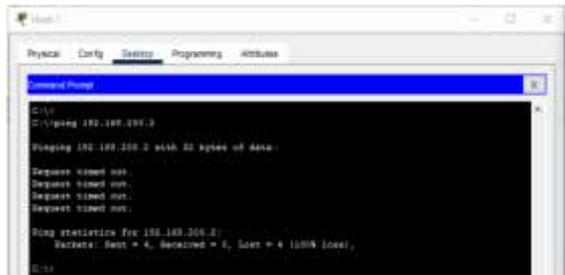
Gambar 2: Topologi Jaringan Awal

Untuk simulasi pengujian jaringan awal, digunakan simulasi jaringan dengan skenario yang disimulasikan adalah Fiber Optic Cut (FO Cut) pada jalur backbone yang menghubungkan antara Switch-A dan Switch-B. Simulasi ini bertujuan untuk menguji keandalan jaringan dalam menghadapi gangguan, seperti putusnya koneksi antar switch.

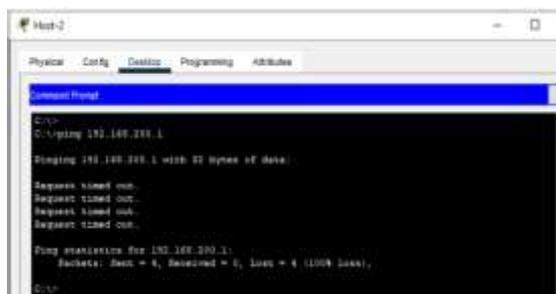


Gambar 3: Verifikasi *Host-1* dan *Host-2* Sebelum Pemutusan Jaringan

Pada pengujian gambar 3 menunjukan sebelum adanya simulasi pemutusan jalur backbone, koneksi antar host berjalan lancar, sedangkan pada gambar 4 dan gambar 5 menunjukan hasil pengujian setelah disimulasikan *Fiber Optic Cut (FO CUT)*, terlihat hasil *Ping* dari *Host-1* ke *Host-2* terjadi *Request time out* atau terjadi *Down Time*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rentan terjadi *down time* ketika terjadi gangguan pada jalur *backbone* seperti *Fiber Optic Cut*.



Gambar 4: Verifikasi *Host-1* Saat Pemutusan Jaringan

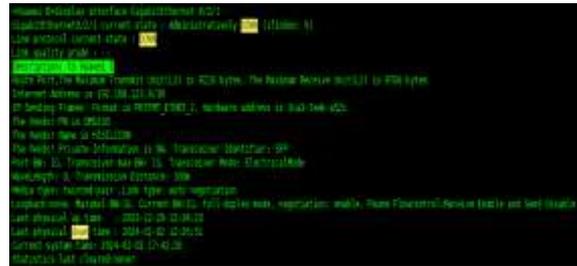


Gambar 5: Verifikasi *Host-2* Saat Pemutusan Jaringan

2. Pengujian Akhir

Pada pengujian jaringan akhir ini digunakan *sample 3* perangkat jaringan *backbone* yang sudah dikonfigurasi sebagai *MPLS backbone*. Pada gambar 1 diatas, merupakan gambaran topologi dalam pengujian konektifitas *end-to-end client* yang digunakan, untuk metode pengujian sama dengan pada pengujian awal dengan melakukan *ping* dan *traceroute* antar perangkat dan host.

Pada pengujian akan dilakukan simulasi gangguan pada jalur *backbone* atau *Fiber Optic Cut (FO CUT)*. Pada gambar 6 dan gambar 7 menunjukan verifikasi untuk simulasi *interface down* pada *Huawei-B* dan *Huawei-C*.

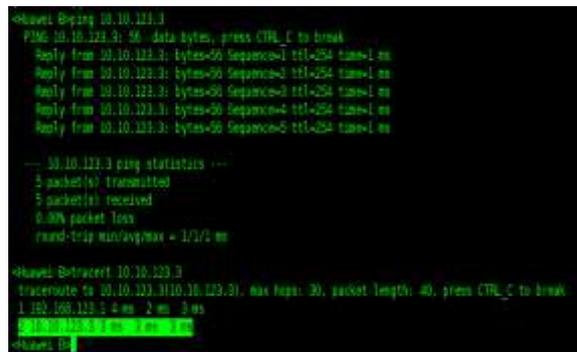


Gambar 6: Verifikasi *Interface Down Huawei-B*



Gambar 7: Verifikasi *Interface Down Huawei-C*

Hasil pengujian terlihat pada gambar 8 dan gambar 9 perubahan pada hasil *Traceroute* dari *Huawei-B* ke *Huawei-C*, sebelum adanya simulasi pemutusan atau fiber optic cut, rute hanya melewati 1 Hop, namun setelah simulasi gangguan, rute berubah menjadi 2 Hop, di mana routing antar router *MPLS* dari *Huawei-B* ke *Huawei-C* dialihkan melalui *Huawei-A*. Meskipun terjadi perubahan rute, hasil *Ping* tetap menunjukkan *reply*, tanpa mengalami *request time out (RTO)* atau *downtime* begitu pula pada pengujian ping antar host yang ditunjukan pada gambar 10. Hal ini membuktikan bahwa konfigurasi *MPLS* mampu memastikan keandalan jaringan dan memberikan solusi failover yang efektif meskipun terjadi gangguan pada jalur backbone utama.



Gambar 8: *Ping* dan *Traceroute Huawei-B*

- Untuk Optimalisasi Kinerja Jaringan Pada Kantor,”
JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO, vol. 9,
no. 2, pp. 121–127, Sep. 2024.
- [10] R. Akbar and A. Suprianto, “SIMULASI PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI REDUNDANT LINK MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING (MPLS) VIRTUAL PRIVATE NETWORK (VPN) PT. INDONESIA COMNETS PLUS MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER OS,” *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 11, no. 2, pp. 153–150, Oct. 2022.
- [11] S. Dewi and Sulistiyah, “Analisa Virtual Private Network (VPN) IP Multi Protocol Label Switching (MPLS) Untuk Jaringan Wide Area Network (WAN),” *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, vol. 6, no. 1, pp. 16–25, Feb. 2022, doi: 10.52362/jisamar.v6i1.662.
- [12] Fathurrahmad, S. Yusuf, T. Iqbal, and A. Salam, “Virtual Private Network (Vpn) Network Design For Multiprotocol Label Switching (Mpls) Networks,” *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, vol. 9, no. 1, pp. 105–108, Jan. 2020, [Online]. Available: www.ijstr.org
- [13] A. Arnita and M. Farid, “Implementasi jaringan virtual private network dengan teknologi Multi Protocol Label Switching (MPLS),” *JRTI (Jurnal Riset Tindakan Indonesia)*, vol. 5, no. 2, pp. 28–39, Nov. 2020.
- [14] Mardianto, “Analisis Quality Of Service (QoS) pada Jaringan VPN dan MPLS VPN Menggunakan GNS3,” *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 98–107, Nov. 2019, doi: 10.34128/jsi.v5i2.191.
- [15] R. Hanifia, “PENERAPAN QUALITY OF SERVICE (QOS) DIFFERENTIATED SERVICE PADA JARINGAN MULTI-PROTOCOL LABEL SWITCHING (MPLS),” *Jurnal Manajemen Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 1–7, 2019..