

**PERANCANGAN MULTI-PROTOCOL LABEL SWITCHING
(MPLS) PADA JARINGAN BACKBONE
PT. FIBER NETWORKS INDONESIA**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana

ANDI RIYANTO

12230608

Program Studi Informatika

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Nusa Mandiri

Jakarta

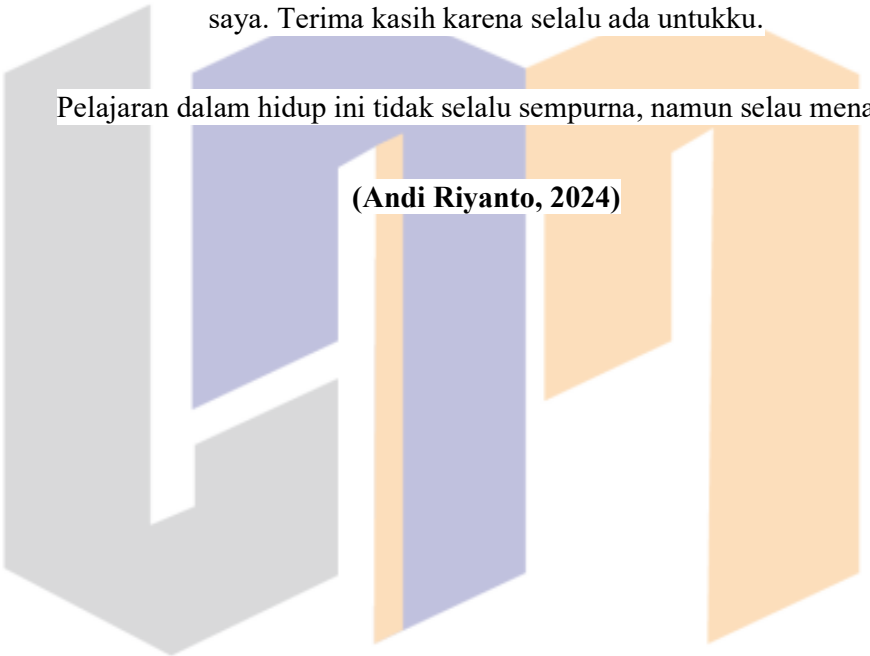
2023

PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah persembahan kecil saya untuk kedua orang tua saya. Ketika dunia menutup pintunya pada saya, ayah dan ibu membuka lengannya untuk saya. Ketika orang-orang menutup telinga mereka untuk saya, mereka berdua membuka hati untuk saya. Terima kasih karena selalu ada untukku.

Pelajaran dalam hidup ini tidak selalu sempurna, namun selau menarik.

(Andi Riyanto, 2024)



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Riyanto

NIM : 12230608

Program Studi : Informatika

Fakultas : Teknologi Informasi

Perguruan Tinggi : Universitas Nusa Mandiri

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang telah saya buat dengan judul: **"Perancangan Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia"**, adalah asli (orisinal) atau tidak plagiat (menjiplak) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun juga. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari **Universitas Nusa Mandiri** dicabut/dibatalkan.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 3 Januari 2024

Yang menyatakan,



Andi Riyanto

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Riyanto
NIM : 12230608
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Perguruan Tinggi : Universitas Nusa Mandiri

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Universitas Nusa Mandiri, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non- exclusive Royalti-Free Right) atas karya ilmiah kami yang berjudul: **"Perancangan Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia"**, beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini kepada pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau format-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 3 Januari 2024
Yang menyatakan,



Andi Riyanto

PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh:

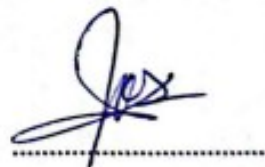
Nama : Andi Riyanto
NIM : 12230608
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Perancangan Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia

Telah dipertahankan pada periode 2023-2 dihadapan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi di Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 16 Januari 2024

PEMBIMBING SKRIPSI

Dosen Pembimbing : Herman Kuswanto, M.Kom.

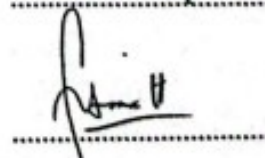


DEWAN PENGUJI

Penguji I : Sari Hartini, M.Kom.



Penguji II : Frisma Handayanna, M.Kom.



PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA

Skripsi yang berjudul **“Perancangan Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia”** adalah hasil karya tulis asli ANDI RIYANTO dan bukan hasil terbitan sehingga peredaran karya tulis hanya berlaku di lingkungan akademik saja, serta memiliki hak cipta. Oleh karena itu, dilarang keras untuk menggandakan baik sebagian maupun seluruhnya karya tulis ini, tanpa seizin penulis.

Referensi kepustakaan diperkenankan untuk dicatat tetapi pengutipan atau peringkasan isi tulisan hanya dapat dilakukan dengan seizin penulis dan disertai ketentuan pengutipan secara ilmiah dengan menyebutkan sumbernya.

Untuk keperluan perizinan pada pemilik dapat menghubungi informasi yang tertera dibawah ini:

Nama	: Andi Riyanto
Alamat	: KP. Bojong Tua No.56 RT/RW 006/001 Pondok Gede
No Telp	: Hp. 08999230004
E-mail	: justqitink@gmail.com

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik. Dimana Skripsi ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Adapun judul Skripsi, yang penulis ambil sebagai berikut, **“Perancangan Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia”**

Tujuan penulisan Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Universitas Nusa Mandiri. Sebagai bahan penulisan diambil berdasarkan hasil penelitian (eksperimen), observasi dan beberapa sumber literatur yang mendukung penulisan ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Skripsi ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Mandiri
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri
3. Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri
4. Ketua Program Studi Informatika Universitas Nusa Mandiri.
5. Bapak Herman Kuswanto, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Bapak/ibu dosen Program Studi Informatika Universitas Nusa Mandiri yang telah memberikan penulis dengan semua bahan yang diperlukan.
7. Staff / karyawan / dosen di lingkungan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.
8. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Nusa Mandiri.

9. Orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan moral maupun spiritual.
10. Isteri tercinta yang telah memberikan support dan semangat.
11. Bapak Husam Suhaemi selaku Chief Technical Operation PT. Fiber Networks Indonesia.
12. Bapak Dwidy Wijayanto selaku General Manager Technical PT. Fiber Networks Indonesia.
13. Bapak Rengga Fauzi selaku Manager IP Core PT. Fiber Networks Indonesia.
14. Staff atau karyawan di lingkungan PT. Fiber Networks Indonesia.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk disebut satu persatu sehingga terwujudnya penulisan ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata semoga Skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Jakarta, 3 Januari 2024

Penulis



Andi Riyanto

ABSTRAK

Andi Riyanto (12230608), Perancangan *Multi-Protocol Label Switching* (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia

Dalam era global, banyak negara telah berusaha untuk menyediakan akses internet kepada masyarakat. Kecepatan akses internet telah meningkat pesat dengan *fiber optic*. Perkembangan teknologi *backbone* (infrastruktur inti) sangat penting bagi penyedia jasa internet (ISP) karena ini adalah komponen yang mendasari dan membentuk dasar dari layanan internet yang mereka tawarkan. Jika ISP dapat terus memenuhi tuntutan penggunaan internet yang semakin meningkat dan memberikan layanan yang andal dan berkualitas tinggi. Ini juga akan memungkinkan ISP untuk mendukung aplikasi baru dan teknologi baru yang terus berkembang di dunia internet. *Multi-Protocol Label Switching* adalah teknologi penyampaian paket pada jaringan *backbone* berkecepatan tinggi yang menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi *circuit-switched* dan *packet-switched*. Oleh karena itu, untuk sebagai solusi yang dapat direalisasikan pada jaringan yang berskala besar agar dapat memenuhi kebutuhan penggunaan internet maka penulis menerapkan sebuah infrastruktur jaringan menggunakan teknologi *Multi-Protocol Label Switching* sebagai cara untuk mendapatkan kinerja jaringan agar lebih fleksibel dan efektif serta menjadi solusi terbaik dalam menyelesaikan masalah kecepatan, dan *scalability*.

Kata Kunci: *Multi-Protocol Label Switching, MPLS, OSPF*



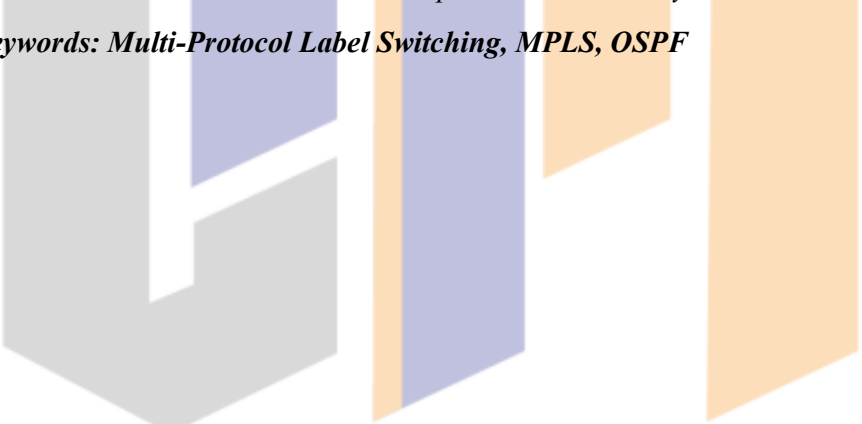
UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

ABSTRACT

Andi Riyanto (12230608), Design of Multi-Protocol Label Switching (MPLS) on the PT Backbone Network. Fiber Networks Indonesia

In the global era, many countries have tried to provide internet access to the public. Internet access speed has increased greatly with fiber optic. The development of backbone technology (core infrastructure) is very important for internet service providers (ISP) because this is the underlying component and forms the basis of the internet services they offer. If ISP can continue to meet the demands of increasing internet usage and provide reliable, high-quality service. This will also allow ISP to support new applications and new technologies that continue to develop in the internet world. Multi-Protocol Label Switching is a packet delivery technology on a high-speed backbone network that combines several advantages of circuit-switched and packet-switched communication systems. Therefore, as a solution that can be realized on large-scale networks in order to meet the needs of internet usage, the author implemented a network infrastructure using Multi-Protocol Label Switching technology as a way to get network performance to be more flexible and effective and become the best solution in solve speed, and scalability.

Keywords: Multi-Protocol Label Switching, MPLS, OSPF



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL SKRIPSI	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN SKRIPSI	v
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Simbol.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Lampiran.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3 Metode Penelitian	4
1.3.1 Metode Pengumpulan Data.....	4
1.3.2 Analisa Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Jurnal.....	7
2.2 Konsep Dasar Jaringan	11
2.2.1 Jaringan Komputer LAN, MAN, WAN.....	11
2.2.2 OSI Layer.....	13
2.2.3 Multi-Protocol Label Switching (MPLS)	17
2.2.4 Kelas IP Address.....	20
2.3 Manajemen Jaringan	23
2.4 Konsep Penunjang Usulan	25
BAB III ANALISA JARINGAN BERJALAN.....	27
3.1 Tinjauan Perusahaan	27
3.1.1 Sejarah Perusahaan	27

3.1.2	Struktur Organisasi dan Fungsi.....	28
3.2	Skema Jaringan Berjalan.....	28
3.2.1	Topologi Jaringan Ring Metro Backbone.....	28
3.2.2	Arsitektur Jaringan.....	30
3.2.3	Skema Jaringan	31
3.2.4	Keamanan Jaringan	33
3.2.5	Spesifikasi Hardware dan Software Jaringan	34
3.3	Permasalahan	34
3.4	Alternatif Pemecahan Masalah	35

BAB IV RANCANGAN JARINGAN USULAN36

4.1	Jaringan Usulan.....	36
4.1.1	Topologi Jaringan Ring MPLS Backbone	36
4.1.2	Skema Jaringan	37
4.1.3	Keamanan Jaringan	38
4.1.4	Rancangan Aplikasi	41
4.1.5	Manajemen Jaringan	47
4.2	Pengujian Jaringan.....	48
4.2.1	Pengujian Jaringan Awal	48
4.2.2	Pengujian Jaringan Akhir.....	51

BAB V PENUTUP.....58

5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59

DAFTAR PUSTAKA.....61

DAFTAR RIWAYAT HIDUP64

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI65

SURAT KETERANGAN RISET66

LAMPIRAN.....67

DAFTAR SIMBOL

	Network
	Router/Switch Layer 3
	Switch
	Host
	Communication Link

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 OSI <i>Layer</i>	13
Gambar II.2 MPLS <i>Label</i>	17
Gambar II.3 Logo Xshell 7	25
Gambar II.4 Logo Cisco Packet Tracer	26
Gambar II.5 Huawei S6730-H48X6C.....	26
Gambar III.1 Struktur Organisasi PT. Fiber Networks Indonesia	28
Gambar III.2 Topologi Jaringan PT. Fiber Networks Indonesia	29
Gambar III.3 Skema Jaringan PT. Fiber Networks Indonesia	31
Gambar III.4 <i>Dashboard</i> TacacsGUI.....	33
Gambar IV.1 Topologi Jaringan Usulan.....	36
Gambar IV.2 Skema Jaringan Usulan.....	37
Gambar IV.3 Rancangan Aplikasi <i>Multi-Protocol Label Switching</i>	41
Gambar IV.4 Topologi Skenario Pengujian Jaringan Awal	48
Gambar IV.5 Topologi Skenario Pengujian Jaringan Sebelum <i>Fiber Optic Cut</i>	49
Gambar IV.6 Verifikasi <i>Host-1</i> dan <i>Host-2</i> Sebelum <i>Fiber Optic Cut</i>	49
Gambar IV.7 Topologi Skenario Pengujian Jaringan Saat <i>Fiber Optic Cut</i>	50
Gambar IV.8 Verifikasi <i>Host-1</i> dan <i>Host-2</i> Saat Terjadi <i>Fiber Optic Cut</i>	50
Gambar IV.9 Topologi Pengujian Jaringan Akhir	51
Gambar IV.10 Interkoneksi Kabel antar <i>Switch</i> MPLS.....	52
Gambar IV.11 Verifikasi <i>Routing</i> MPLS Huawei-A.....	52
Gambar IV.12 Verifikasi <i>Routing</i> MPLS Huawei-B	52
Gambar IV.13 Verifikasi <i>Routing</i> MPLS Huawei-C	53
Gambar IV.14 Verifikasi VSI Huawei-B.....	53
Gambar IV.15 Verifikasi VSI Huawei-C.....	53
Gambar IV.16 Verifikasi <i>Ping</i> dan <i>Traceroute</i> Huawei-B ke Huawei-C.....	54
Gambar IV.17 Verifikasi <i>Ping</i> dan <i>Traceroute</i> Huawei-C ke Huawei-B.....	54
Gambar IV.18 Verifikasi <i>IP Address Host-2</i>	55
Gambar IV.19 Hasil <i>Ping Host 2</i> ke <i>Host-1</i>	55
Gambar IV.20 Hasil <i>Traceroute Host-2</i> ke <i>Host-1</i>	55

Gambar IV.21 Verifikasi <i>Interface Down</i> Huawei-B	56
Gambar IV.22 Verifikasi <i>Interface Down</i> Huawei-C	56
Gambar IV.23 Verifikasi <i>Ping</i> dan <i>Traceroute</i> Huawei-B	56
Gambar IV.24 Verifikasi <i>Ping</i> dan <i>Traceroute</i> Huawei-C	56
Gambar IV.25 Verifikasi <i>Ping Host-2 ke Host-1</i>	57



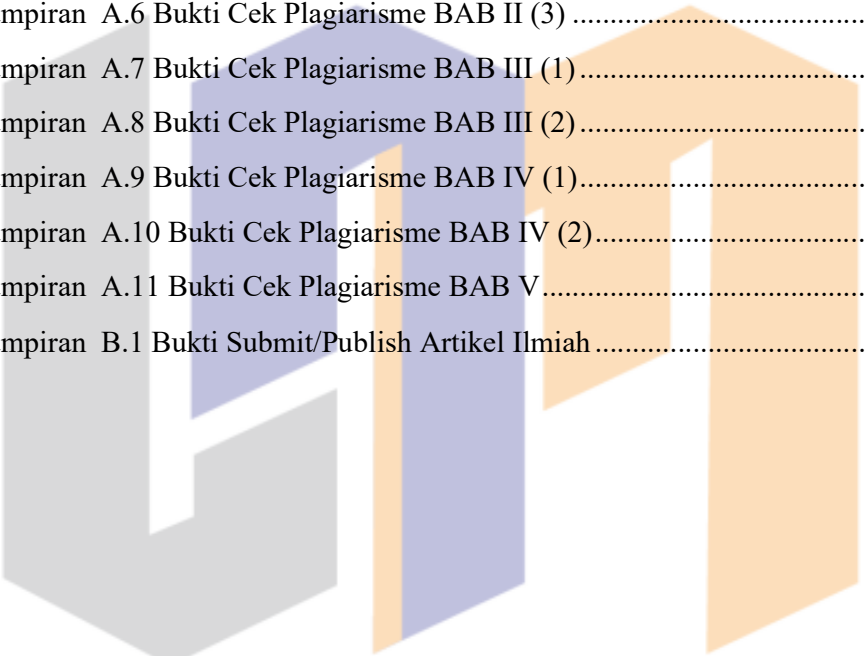
DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Spesifikasi <i>Hardware & Software</i>	34
--	----



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Bukti Cek Plagiarisme Abstrak (Indonesia)	67
Lampiran A.2 Bukti Cek Plagiarisme Abstract (Inggris)	68
Lampiran A.3 Bukti Cek Plagiarisme BAB I	69
Lampiran A.4 Bukti Cek Plagiarisme BAB II (1)	70
Lampiran A.5 Bukti Cek Plagiarisme BAB II (2)	71
Lampiran A.6 Bukti Cek Plagiarisme BAB II (3)	72
Lampiran A.7 Bukti Cek Plagiarisme BAB III (1)	73
Lampiran A.8 Bukti Cek Plagiarisme BAB III (2)	74
Lampiran A.9 Bukti Cek Plagiarisme BAB IV (1)	75
Lampiran A.10 Bukti Cek Plagiarisme BAB IV (2)	76
Lampiran A.11 Bukti Cek Plagiarisme BAB V	77
Lampiran B.1 Bukti Submit/Publish Artikel Ilmiah	78



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

ABSTRAK

Andi Riyanto (12230608), Perancangan *Multi-Protocol Label Switching* (MPLS) Pada Jaringan Backbone PT. Fiber Networks Indonesia

Dalam era global, banyak negara telah berusaha untuk menyediakan akses internet kepada masyarakat. Kecepatan akses internet telah meningkat pesat dengan *fiber optic*. Perkembangan teknologi *backbone* (infrastruktur inti) sangat penting bagi penyedia jasa internet (ISP) karena ini adalah komponen yang mendasari dan membentuk dasar dari layanan internet yang mereka tawarkan. Jika ISP dapat terus memenuhi tuntutan penggunaan internet yang semakin meningkat dan memberikan layanan yang andal dan berkualitas tinggi. Ini juga akan memungkinkan ISP untuk mendukung aplikasi baru dan teknologi baru yang terus berkembang di dunia internet. *Multi-Protocol Label Switching* adalah teknologi penyampaian paket pada jaringan *backbone* berkecepatan tinggi yang menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi *circuit-switched* dan *packet-switched*. Oleh karena itu, untuk sebagai solusi yang dapat direalisasikan pada jaringan yang berskala besar agar dapat memenuhi kebutuhan penggunaan internet maka penulis menerapkan sebuah infrastruktur jaringan menggunakan teknologi *Multi-Protocol Label Switching* sebagai cara untuk mendapatkan kinerja jaringan agar lebih fleksibel dan efektif serta menjadi solusi terbaik dalam menyelesaikan masalah kecepatan, dan *scalability*.

Kata Kunci: *Multi-Protocol Label Switching, MPLS, OSPF*



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

ABSTRACT

Andi Riyanto (12230608), Design of Multi-Protocol Label Switching (MPLS) on the PT Backbone Network. Fiber Networks Indonesia

In the global era, many countries have tried to provide internet access to the public. Internet access speed has increased greatly with fiber optic. The development of backbone technology (core infrastructure) is very important for internet service providers (ISP) because this is the underlying component and forms the basis of the internet services they offer. If ISP can continue to meet the demands of increasing internet usage and provide reliable, high-quality service. This will also allow ISP to support new applications and new technologies that continue to develop in the internet world. Multi-Protocol Label Switching is a packet delivery technology on a high-speed backbone network that combines several advantages of circuit-switched and packet-switched communication systems. Therefore, as a solution that can be realized on large-scale networks in order to meet the needs of internet usage, the author implemented a network infrastructure using Multi-Protocol Label Switching technology as a way to get network performance to be more flexible and effective and become the best solution in solve speed, and scalability.

Keywords: Multi-Protocol Label Switching, MPLS, OSPF



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. Arifin, "Method And Implementation of MPLS Tunnel Selection On Nokia Metro-E Devices," *Jaict*, vol. 6, no. 1, p. 50, 2021, doi: 10.32497/jaict.v6i1.2632.
- [2] A. D. Febrian and R. Darmawan, "Implementasi Jaringan Komputer Berbasis Virtual LAN untuk Layanan Iconnet VIP Pada Jaringan MPLS (Multi Protocol Label Switching): Studi Kasus di PT Indonesia Comnets Plus," *Sci. Sacra J. Sains*, vol. 2, no. 3, pp. 466–480, 2022, [Online]. Available: <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>
- [3] M. Alparisi, I. D. Irawati, and M. Iqbal, "Implementasi Jaringan Menggunakan Routing Protocol Ospf (open Shrotest Path First) Dan Mpls (multi Protocol Label Switch) Dengan Redudansi Hsrp," *eProceedings ...*, vol. 6, no. 2, pp. 3786–3795, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscienc e/article/viewFile/14237/14021>
- [4] Billy Doohan Oktavian and Irwan Agus Sobari, "Implementasi Jaringan Terpusat Menggunakan Ospf Dan Vpn Dengan Failover Link Di Pt. Advantage Scm," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Inform.*, vol. 1, no. 3, pp. 69–88, 2022, doi: 10.55606/jtmei.v1i3.569.
- [5] D. J. S. O'connor, *Day One: MPLS for Enterprise Engineers*. 2014. [Online]. Available: www.juniper.net/books.
- [6] P. Perdana and D. V. S. Y. Sakti, "Implementasi Dynamic Routing OSPF dengan Metode Single Area Pada SMK Budi Mulia Tangerang," *J. IDEALIS*, vol. 2, no. 1, pp. 407–414, 2019, [Online]. Available: <http://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/IDEALIS/article/view/1434/728>
- [7] A. Arnita and M. Farid, "Implementasi jaringan virtual private network dengan teknologi Multi Protocol Label Switching (MPLS)," *JRTI(Jurnal Ris. Tindakan Indones.*, vol. 5, no. 2, pp. 28–40, 2020.
- [8] A. Ghozali, "Penerapan Fungsi Multi-Protocol Label Switching (MPLS) kedalam Sistem Operasi Turunan Fedora 7 Penerapan Fungsi Multi-Protocol Label Switching (MPLS) kedalam Sistem Operasi Turunan Fedora 7," 2011.
- [9] I. K. Astuti, "Fakultas Komputer INDAH KUSUMA ASTUTI Section 01," *Jar. Komput.*, p. 8, 2018, [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/503304719/jaringan-komputer>
- [10] R. Susanto, "Rancang Bangun Jaringan Vlan dengan Menggunakan Simulasi Cisco Packet Tracer," *J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [11] K. Al Fikri and Djuniadi, "Keamanan Jaringan Menggunakan Switch Port Security," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 5, no. 2, pp. 302–307, 2021, [Online]. Available: <http://bit.ly/InfoTekJar>
- [12] C. C. Expert, "How Data Flows through the OSI Layers," www.ccexpert.us.

- Accessed: Jan. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.ccexpert.us/distance-vector/how-data-flows-through-the-osi-layers.html>
- [13] Onlinelearning.binus.ac.id, “7 OSI Layer,” onlinelearning.binus.ac.id. Accessed: Jan. 17, 2024. [Online]. Available: <https://onlinelearning.binus.ac.id/computer-science/post/7-osi-layer>
- [14] A. Anwar, M. Mursyidah, and W. Rahma, “Perancangan Jaringan Multi Protocol Label Switching Menggunakan Mikrotik Routerboard RB951Ui,” *J. Infomedia*, vol. 6, no. 1, p. 39, 2021, doi: 10.30811/jim.v6i1.2530.
- [15] R. Hanifia, “Penerapan Quality of Service (QoS) Differentiated Service Pada Jaringan Multi-Protocol Label Switching (MPLS),” *J. Manaj. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–7, 2019.
- [16] Binus.ac.id, “Multi-protocol Label Switching (MPLS) untuk jaringan,” Binus.ac.id. Accessed: Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://binus.ac.id/bandung/2019/12/multi-protocol-label-switching-mpls-untuk-jaringan/>
- [17] L. De Ghein, *MPLS Fundamentals MPLS Fundamentals Warning and Disclaimer*. 2006. [Online]. Available: [https://doc.lagout.org/network/Cisco/CCIE/CCIE SP/CiscoPress - MPLS Fundamentals.pdf](https://doc.lagout.org/network/Cisco/CCIE/CCIE%20SP/CiscoPress%20-%20MPLS%20Fundamentals.pdf)
- [18] B. S. Hegde, C. Bowers, and M. Aelmans, *DAY ONE: MIGRATING TO SEGMENT ROUTING*.
- [19] Y. Mulyanto and S. B. Prakoso, “Rancang Bangun Jaringan Komputer Menggunakan Sistem Manajemen Omada Controller Pada Inspektorat Kabupaten Sumbawadengan Metode Network Development Life Cycle (Ndle),” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 2, no. 4, pp. 223–233, 2020, doi: 10.51401/jinteks.v2i4.825.
- [20] D. A. D. Laras Vriella Dasanty, “Studi Literatur Monitoring Manajemen Jaringan Internet Dengan Konsep Snmp Terhadap Akses Siswa,” *It-Edu*, vol. 5, no. 1, pp. 38–48, 2020.
- [21] M. Amin, “Cara Setting SSH Tunneling dengan Xshell di Windows,” musaamin.web.id. Accessed: Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://musaamin.web.id/cara-setting-ssh-tunneling-dengan-xshell-di-windows/>
- [22] Netsarang, “The Xshell Advantage,” netsarang. Accessed: Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://www.netsarang.com/en/xshell/>
- [23] A. Irfani, “PENGERTIAN CISCO PACKET TRACER, KEGUNAAN DAN JUGA FUNGSINYA DAN MENU UTAMA CISCO PACKET TRACER,” redaksi.pens.ac.id. Accessed: Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://redaksi.pens.ac.id/2021/01/06/pengertian-cisco-packet-tracer-kegunaan-dan-juga-fungsinya-dan-menu-menu-cisco-packet-tracer/>
- [24] Networkslearning, “cisco-packet-tracer,” networkslearning.com. Accessed:

- Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://networkslearning.com/cisco-packet-tracer/>
- [25] Id.aliexpress.com, “S6730-H48X6C,” id.aliexpress.com. Accessed: Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://id.aliexpress.com/item/1005004765026438.html>
- [26] T. Beaumont, *Day One : Advanced Ospf*.
- [27] M. Brown and N. Ryce, *Day One: Routing the Internet Protocol*. 2015. [Online]. Available: www.juniper.net/books.

