



**PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN
SOFTWARE DEFINED NETWORK MENGGUNAKAN
METODE *LEAST LOAD PATH***

TESIS

**NOVRESA DWI YUDANTI
55422110015**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA
2026**



**PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN
SOFTWARE DEFINED NETWORK MENGGUNAKAN
METODE *LEAST LOAD PATH***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
NOVRESA DWI YUDANTI
55422110015

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Novresa Dwi Yudanti”
NIM : 55422110015
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“Peningkatan Efisiensi Penggunaan Software Defined Network Menggunakan Metode Least Load Path”

adalah hasil karya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 11 Juni 2026



Novresa Dwi Yudanti

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : Novresa Dwi Yudanti
NIM : 55422110015
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Peningkatan Efisiensi Penggunaan Software Defined Network
Menggunakan Metode Least Load Path

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 23 September 2026** dengan hasil presentase sebesar **9 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 23 September 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Novresa Dwi Yudanti
NIM : 55422110015
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Skripsi/Tesis : Peningkatan Efisiensi Penggunaan Software Defined Network Menggunakan Metode Least Load Path

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 11 Agustus 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:
Pembimbing



Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng
NIDN/NUPTK: 0327027002

Jakarta, 23 September 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Elektro

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT

NIDN/NUPTK: 0307037202



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T., IPU.,
ASEAN-Eng., APEC-Eng., ACPE., SMIEEE

NIDN/NUPTK : 0312118206

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Peningkatan Efisiensi Penggunaan *Software Defined Network* Menggunakan Metode *Least Load Path*” ini dengan baik dan tepat waktu. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister pada Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana. Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana dan pembimbing yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, arahan dan motivasi kepada penulis dari awal penelitian hingga tesis ini dapat diselesaikan.
2. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Prof. Dr. Setyo Budiyanto, ST., MT.,IPM., Asean-Eng., APC-Eng, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
4. Kedua orang tua, kakak, dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, semangat, dan motivasi yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan baik.
5. Rekan-rekan pendidik dan tenaga kependidikan SMK Dinamika Pembangunan 1 Jakarta yang telah memberikan dukungan semangat, dan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan karya ini.

Jakarta, Agustus 2026

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Novresa Dwi Yudanti
NIM : 55422110015
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Laporan Tesis : Peningkatan Efisiensi Penggunaan Software Defined Network Menggunakan Metode Least Load Path

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia (format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasi Laporan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Juni 2026



Novresa Dwi Yudanti

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban merupakan permasalahan utama pada arsitektur *Software Defined Network* (SDN). Ketidakseimbangan terjadi ketika distribusi trafik tidak merata sehingga sebagian *link* atau perangkat jaringan mengalami *congestion* sementara jalur lainnya tidak dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode *Least Load Path* (LLP) untuk meningkatkan efisiensi penggunaan jaringan dan membandingkan performan terhadap metode *Shortest Path* (SP) dan *Simple Switch* (SS).

Penelitian ini dilakukan menggunakan emulator jaringan Mininet dengan topologi *multipath* yang terdiri dari tujuh *switch OpenFlow* sebagai antar muka komunikasi antara *controller* dan *switch*. Metode *Least Load Path* (LLP) bekerja dengan memantau statistik *port OpenFlow* setiap 5 detik, menghitung nilai beban tiap *link* menggunakan rumus $\text{Beban (bps)} = (\Delta \text{byte} \times 8) / \text{interval waktu}$, dan menetapkan nilai tersebut sebagai bobot graf topologi NetworkX. Pengujian dilaksanakan pada tiga skenario kondisi beban, yaitu tanpa beban, beban sedang (50 Mbps), dan beban tinggi (100 Mbps dengan 4 *stream* paralel), dengan parameter yang diukur meliputi *packet loss*, *Round Trip Time* (RTT), *throughput*, dan *path selection*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Least Load Path* (LLP) mampu mempertahankan *packet loss* sebesar 0% pada semua skenario pengujian. Pada kondisi beban tinggi, *Least Load Path* (LLP) berasi mempertahankan RTT rata-rata $h1 \rightarrow h2$ pada 27,24 Mbps, unggur 95,84% dibandingkan *Shortest Path* yang mencapai 655,64 mbps akibat *bottleneck* pada jalur statis. Pada skenario beban sedang, *Least Load Path* (LLP) menghasilkan *throughput* $h3 \rightarrow h4$ sebesar 72,30 Mbps, lebih tinggi 36,16% dibandingkan *Shortest Path* (53,10 Mbps) dan 43,7% dibandingkan *Simple Switch* (50,30 Mbps). *Least Load Path* (LLP) juga merupakan satu-satunya metode yang mampu melakukan *path selection* secara dinamis, dengan mengalihkan *traffic* $h1 \rightarrow h2$ pada beban tinggi dari jalur $s1 \rightarrow s5 \rightarrow s2$ ke jalur alternatif $s1 \rightarrow s5 \rightarrow s6 \rightarrow s2$ untuk menghindari kemacetan. Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Least Load Path* efektif sebagai mekanisme *load balancing* yang adaptif dan efektif pada jaringan *Software Defined Network*.

Kata Kunci: *Least Load Path*, *load balancing*, *OpenFlow*, *Quality of Service*, *Software Defined Network*.

ABSTRACT

Network load imbalance is one of the main challenges in modern computer network management, particularly in Software Defined Network (SDN) architectures. Imbalance occurs when traffic distribution is uneven, causing some links or network devices to experience congestion while other paths remain underutilized. This study aims to analyze the implementation of the Least Load Path (LLP) methods to improve network utilization efficiency and compare its performance against the Shortest Path (SP) and Simple Switch (SS) methods.

This study was conducted using the Mininet network emulator with a multipath topology consisting of seven OpenFlow switches, with the Ryu Controller as the network controller and the OpenFlow protocol as the communication interface between the controller and switches. The Least Load Path (LLP) method operates by monitoring OpenFlow port statistics every 5 seconds, calculating the load value of each link using the formula $\text{Load (bps)} = (\Delta \text{byte} \times 8) / \text{time interval}$, and assigning these values as weights on the NetworkX topology graph. Tests were carried out under three load scenarios: no load, medium load (50 Mbps), and high load (100 Mbps with 4 parallel streams), with measured parameters including packet loss, RTT (Round Trip Time), throughput, and path selection.

The results show that the Least Load Path (LLP) method maintained a packet loss of 0% across all the scenarios. Under high-load conditions, Least Load Path (LLP) preserved an average RTT of 27,24 Mbps for h1→h2, outperforming Shortest Path by 95,84% which degraded to 655,6 Mbps due to bottlenecks on its static path. Under medium load, Least Load Path achieved a h3→h4 throughput of 72,30 Mbps 36,16% higher than Shortest Path (53,10 Mbps) and 43,7% higher than Simple Switch (50,30 Mbps). Least Load Path was also the only method capable of dynamic path selection, rerouting h1→h2 traffic under high load from path s1→s5→s2 to the alternative path s1→s5→s6→s2 to avoid congestion. This study confirms that the Least Load Path method is an effective and adaptive load balancing mechanism for Software Defined Network environments.

Keyword: *Software Defined Network, Least Load Path, load balancing, OpenFlow, Ryu Controller, Mininet, Quality of Service.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 <i>Load Balancing</i>	15
2.3 <i>Software Defined Network</i>	15
2.4 <i>Least Load Path</i>	17
2.5 Algoritma Dijkstra	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Instrumen Penelitian	22
3.2 <i>Arsitektur Software Defined Network</i>	22
3.3 Perancangan Topologi Jaringan.....	24
3.4 Implementasi Controller Least load path.....	26
3.5 Konfigurasi Host dan Switch.....	30
3.6 Parameter <i>Link</i>	32
3.7 Skenario Pengujian.....	32
3.7.1. Skenario Tanpa Beban.....	33
3.7.2. Skenario Beban Sedang.....	34
3.7.3. Skenario Beban Tinggi.....	34
3.8 Parameter Pengujian.....	35
3.9 Metode Pengumpulan Data	35

3.10 Metode Analisis Data	36
BAB IV HASIL PENELITIAN	38
4.1 Hasil Pengujian	38
4.1.1. <i>Packet Loss</i>	38
4.1.2. <i>RTT (Round Trip Time)</i>	38
4.1.3. <i>Throughput</i>	40
4.1.4. <i>Path selection</i>	41
4.2 Analisis Perbandingan.....	41
4.2.1. LLP vs Shortest Path	42
4.2.2. LLP vs Simple Switch	43
4.2.3. Efektivitas <i>Load Balancing</i>	44
BAB V KESIMPULAN	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Antar Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3. 1 Komponen Utama <i>Controller least load path (LLP)</i>	30
Tabel 3. 2 Konfigurasi Host.....	31
Tabel 3. 3 Konfigurasi <i>Switch</i>	31
Tabel 3. 4 Parameter <i>Link</i> Jaringan.....	32
Tabel 3. 5 Skenario Pengujian	33
Tabel 3. 6 Parameter Pengujian	35
Tabel 3. 7 Metode Pengumpulan Data	36
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Packet Loss	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian RTT (ms).....	39
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Throughput (Mbps)	40
Tabel 4. 4 Hasil Path Selection	41
Tabel 4. 5 Perbandingan LLP vs <i>Shortest Path</i>	42
Tabel 4. 6 Perbandingan LLP vs <i>Simple Switch</i>	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Software Defined Network</i>	16
Gambar 2. 2 Blok Diagram <i>Least Load Path</i>	18
Gambar 3. 1 Arsitektur Sistem <i>Software Defined Network</i>	23
Gambar 3. 2 Topologi Jaringan <i>Software Defined Network</i>	25
Gambar 3. 3 <i>Flowchart Controller Least Load Path</i>	28



DAFTAR LAMPIRAN

1. <i>Letter of Acceptance</i>	53
2. Surat Keterangan Hasil Uji Turnitin	54
3. Shortest Path H1 – H2 tanpa beban.....	55
4. Shortest Path H3 – H4 tanpa beban.....	55
5. Shortest Path H1 – H2 Beban Sedang	56
6. Shortest Path H3 – H4 Beban Sedang	56
7. Shortest Path H1 – H2 Beban Tinggi	57
8. Shortest Path H3 – H4 Beban Tinggi	57
9. LLP H3 – H4 Tanpa Beban.....	58
10. LLP H1 – H2 Tanpa Beban.....	58
11. LLP H1-H2 Beban Sedang.....	59
12. LLP H3-H4 Beban Sedang.....	59
13. LLP H1-H2 Beban Tinggi.....	60
14. LLP H3-H4 Beban Tinggi.....	60
15. LLP Throughput H1-H2 Beban Tinggi	60
16. LLP H3-H4 Beban Tinggi.....	61
17. LLP Throughput H3-H4 Beban Tinggi	61
18. Simple Switch H1-H2 Tanpa Beban	61
19. LLP Throughput H1-H2 Tanpa Beban.....	62
20. Simple Switch H3-H4 Tanpa Beban	62
21. Simple Switch H1-H2 Beban Sedang.....	62
22. Simple Switch H3-H4 Beban Sedang.....	63
23. Simple Switch H1-H2 Beban Tinggi.....	63
24. Simple Switch H3-H4 Beban Tinggi.....	64

UNIVERSITAS
MERCU BUANA