



**ANALISIS KINERJA ALGORITMA *LOAD BALANCING* PADA
MIKROTIK DENGAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER*
DI PT CYBER TEKNOLOGI PUTRAWAN**

SKRIPSI

RUBIO AZZA ARAFAH

2210314018

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2026**



**ANALISIS KINERJA ALGORITMA *LOAD BALANCING* PADA
MIKROTIK DENGAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER*
DI PT CYBER TEKNOLOGI PUTRAWAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

RUBIO AZZA ARAFAH

2210314018

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

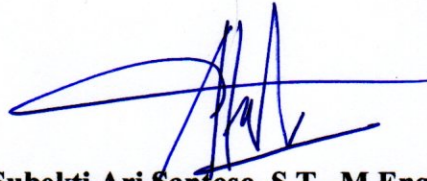
2026

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

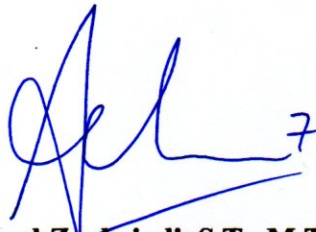
Nama : Rubio Azza Arafah
NIM : 2210314018
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA ALGORITMA LOAD BALANCING
PADA MIKROTIK DENGAN DUA INTERNET SERVICE
PROVIDER DI PT CYBER TEKNOLOGI PUTRAWAN

telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Subekti Ari Santoso, S.T., M.Eng.

Penguji Utama



Ir. Achmad Zachriadi, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah,
S.T., M.T., IPM.

Dekan Fakultas Teknik



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc, Ph.D.

Penguji I (Pembimbing)



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

**Koordinator Program Studi
Teknik Elektro**

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 16 Juli 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA ALGORITMA *LOAD BALANCING* PADA
MIKROTIK DENGAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER* DI PT
CYBER TEKNOLOGI PUTRAWAN**

RUBIO AZZA ARAFAH

NIM. 2210314018

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing II



Fajar Rahayu, S.T., M.T.

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip ataupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Rubio Azza Arafah

NIM : 2210314018

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 16 Juli 2026

Yang menyatakan,



Rubio Azza Arafah

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rubio Azza Arafah

NIM : 2210314018

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS KINERJA ALGORITMA *LOAD BALANCING* PADA MIKROTIK DENGAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER* DI PT CYBER TEKNOLOGI PUTRAWAN

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Juli 2026

Yang menyatakan,



Rubio Azza Arafah

**ANALISIS KINERJA ALGORITMA LOAD BALANCING PADA
MIKROTIK DENGAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER* DI PT
CYBER TEKNOLOGI PUTRAWAN**

RUBIO AZZA ARAFAH

ABSTRAK

Kebutuhan akan koneksi internet yang stabil dan andal sangat krusial, terutama bagi perusahaan yang menjalankan sistem berbasis *cloud*. PT Cyber Teknologi Putrawan, sebagai penyedia layanan internet, saat ini memanfaatkan dua jalur koneksi *Internet Service Provider* (ISP) yaitu ISP internal Cybertek (50 Mbps) dan ISP Telkom (30 Mbps). Namun, sistem jaringan yang berjalan masih menerapkan mekanisme *failover* konvensional, di mana jalur sekunder hanya aktif jika jalur utama terputus, sehingga pemanfaatan *bandwidth* secara keseluruhan menjadi tidak optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini menganalisis kinerja tiga algoritma *load balancing*, yaitu *Per Connection Classifier* (PCC), *Equal Cost Multi Path* (ECMP), dan Nth, pada router MikroTik, dengan parameter uji *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* berdasarkan standar TIPHON, serta analisis *link utilization* dan *traceroute* untuk mekanisme *failover*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga algoritma berhasil meningkatkan performa jaringan secara signifikan dibandingkan kondisi *single ISP*, dengan peningkatan *throughput* berkisar 60-62% untuk Rx dan 68-71% untuk Tx, di mana PCC mencatat nilai terbaik. Seluruh nilai QoS berada pada kategori Baik hingga Sangat Bagus; PCC unggul pada skenario *streaming* dengan *delay* dan *jitter* terendah (8,57-8,77 ms dan 7,39-7,80 ms), sedangkan Nth unggul pada *delay* skenario *download* (0,96–1,00 ms) dan PCC unggul pada *packet loss* (0,03-0,12%). Dari sisi *link utilization*, PCC menghasilkan distribusi paling proporsional dengan *utilization gap* 24,826% (paling mendekati proporsi ideal 25%) dan total pemanfaatan *bandwidth* tertinggi sebesar 76,40 Mbps (95,5% dari kapasitas total 80 Mbps), diikuti Nth (73,19 Mbps, *gap* 25,862%), sedangkan ECMP menghasilkan distribusi paling tidak proporsional dengan total pemanfaatan terendah (72,02 Mbps, *gap* 16,163%). Pada aspek *failover*, ECMP mencatat waktu pemulihan tercepat (rata-rata 5,33 detik, lonjakan RTO maksimum 16 ms), diikuti PCC (10,33 detik, RTO 19 ms) dan Nth (11,67 detik), dengan ketiga algoritma mencapai *success rate* 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap algoritma memiliki karakteristik performa yang berbeda, namun secara keseluruhan implementasi *load balancing* memberikan solusi efektif dalam menjaga stabilitas dan ketersediaan koneksi internet di PT Cyber Teknologi Putrawan.

Kata Kunci: *Load Balancing; MikroTik; Quality of Service; Link Utilization; Failover*

**PERFORMANCE ANALYSIS OF LOAD BALANCING ALGORITHM ON
MIKROTIK WITH TWO INTERNET SERVICE PROVIDERS AT PT CYBER
TEKNOLOGI**

RUBIO AZZA ARAFAH

ABSTRACT

The demand for stable and reliable internet connectivity is crucial, particularly for companies operating cloud-based systems. PT Cyber Teknologi Putrawan, as an internet service provider, currently utilizes two Internet Service Provider (ISP) connections: the internal Cybertek ISP (50 Mbps) and Telkom ISP (30 Mbps). However, the existing network relies on a conventional failover mechanism, where the secondary link only activates upon primary link failure, resulting in suboptimal overall bandwidth utilization. To address this, this study analyzes the performance of three load balancing algorithms Per Connection Classifier (PCC), Equal Cost Multi Path (ECMP), and Nth on a MikroTik router, evaluated through throughput, delay, jitter, and packet loss based on the TIPHON standard, along with link utilization and traceroute-based failover analysis. Results show that all three algorithms significantly improved network performance compared to a single-ISP condition, with throughput gains of 60-62% for Rx and 68-71% for Tx, PCC achieving the best results on both. All QoS values fell within the Good to Excellent categories; PCC performed best in streaming scenarios with the lowest delay and jitter (8.57-8.77 ms and 7.39-7.80 ms), while Nth achieved the best delay in download scenarios (0.96–1.00 ms) and PCC achieved the lowest packet loss (0.03-0.12%). In terms of link utilization, PCC produced the most proportional load distribution with a utilization gap of 24.826% (closest to the ideal 25%) and the highest total bandwidth utilization of 76.40 Mbps (95.5% of the 80 Mbps total capacity), followed by Nth (73.19 Mbps, gap 25.862%), while ECMP produced the least proportional distribution with the lowest total utilization (72.02 Mbps, gap 16.163%). Regarding failover, ECMP achieved the fastest recovery time (average 5.33 seconds, maximum RTO spike of 16 ms), followed by PCC (10.33 seconds, 19 ms RTO) and Nth (11.67 seconds), with all three algorithms achieving a 100% success rate. These findings indicate that each algorithm exhibits distinct performance characteristics, but overall, load balancing implementation provides an effective solution for maintaining connection stability and availability at PT Cyber Teknologi Putrawan.

Keywords: Load Balancing; MikroTik; Quality of Service; Link Utilization; Failover.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun skripsi ini dengan lancar. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai syarat akademis yang wajib dipenuhi dalam kurikulum program studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Adapun judul dari penelitian ini yaitu ”**Analisis Kinerja Algoritma Load Balancing Pada Mikrotik Dengan Dua Internet Service Provider di PT Cyber Teknologi Putrawan.**”

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang memberikan rahmat, karunia, dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi.
2. Kedua Orang Tua dan Keluarga Tercinta, yang menjadi sumber doa yang tak pernah putus, memberikan dukungan moral maupun material, serta menjadi motivasi terbesar penulis untuk segera menyelesaikan studi.
3. Ibu Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak saran dan masukan yang sangat berharga dalam mengarahkan penulis menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
4. Ibu Fajar Rahayu Ikhwannul Mariati S.T, M.T selaku dosen pembimbing II sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Veteran Jakarta yang telah memberikan dukungan, fasilitas, serta pelayanan akademik bagi penulis.
6. Rekan rekan seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2022, Terima kasih telah menjadi bagian dari cerita perjalanan penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UPNVJ, dan terima kasih atas kebersamaan, bantuan, semangat, serta dukungan yang selalu diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

7. Rekan rekan kerja PT. Cyber Teknologi Putrawan (CYBERTEK) yang senantiasa memberikan dukungan serta bantuan kepada penulis dalam proses pengerjaan skripsi.
8. Kepada pemilik NIM 2210314052, sosok yang kehadirannya laksana *Physical Layer* dalam tumpukan OSI. Terima kasih telah menjadi pendengar yang sabar atas setiap keluhan kesah, menjadi penenang di tengah tekanan yang datang, sekaligus menjadi alasan bagi penulis untuk terus bertahan dan tidak menyerah pada keadaan.
9. Kepada diri sendiri, terima kasih atas kerja keras, tanggung jawab, serta kedisiplinan tinggi untuk menyeimbangkan dua dunia yang sama-sama menuntut hasil terbaik. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat di masa depan, bahwa setiap tantangan besar sekalipun dapat dilalui selama diri ini tetap memilih untuk tidak berhenti di tengah jalan.

Penulis berharap Allah SWT akan membalas kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini memberikan manfaat baik secara pribadi maupun untuk perkembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Jaringan Komputer	12
2.2.2 Internet Service Provider (ISP).....	13
2.2.3 <i>Bandwidth</i>	13
2.2.4 Mikrotik	14
2.2.5 <i>Load Balancing</i>	16
2.2.6 <i>Failover</i>	20
2.2.7 <i>Traceroute</i>	21
2.2.8 <i>Quality of Service (QoS)</i>	21
2.2.9 <i>Link Utilization</i>	24

2.2.10 Wireshark.....	25
2.2.11 Central Limit Theorem(CLT)	26
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Tahapan Penelitian.....	27
3.2 Perancangan Topologi	28
3.2.1 Cara Kerja	30
3.3 Prosedur Pengujian Algoritma <i>Load Balancing</i>	31
3.3.1 Prosedur Pengujian <i>Bandwidth</i>	31
3.3.2 Prosedur Pengujian QoS (<i>Quality of Service</i>).....	31
3.3.3 Prosedur Pengujian <i>Link Utilization</i>	31
3.3.4 Prosedur Pengujian <i>Failover</i>	32
3.4 Implementasi Algoritma <i>Load Balancing</i>	33
3.4.1 Implementasi Algoritma PCC.....	33
3.4.2 Implementasi Algoritma ECMP.....	35
3.4.3 Implementasi Algoritma Nth.....	35
3.5 Pengumpulan dan Analisis Data	36
3.6 Jadwal Penelitian	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Pengujian Sebelum <i>Load Balancing</i>	39
4.1.1 Pengujian <i>Bandwidth</i>	39
4.1.2 Pengujian QoS	41
4.2 Konfigurasi Algoritma <i>Load balancing</i>	44
4.2.1 Konfigurasi <i>Load balancing</i> PCC.....	45
4.2.2 Konfigurasi <i>Load balancing</i> ECMP	46
4.2.3 Konfigurasi <i>Load balancing</i> Nth	48
4.3 Pengujian Algoritma <i>Load balancing</i>	50
4.3.1 Pengujian <i>Bandwidth</i>	50
4.3.2 Pengujian QoS.....	52
4.3.3 Pengujian <i>Link Utilization</i>	57
4.3.4 Pengujian <i>Failover</i>	60
4.4 Pengambilan Data.....	64
4.4.1 Analisis <i>Bandwidth</i>	64

4.4.2 Analisis <i>Quality of Service</i>	65
4.4.3 Analisis <i>Link Utilization</i>	68
4.4.4 Analisis <i>Failover</i>	70
4.4.5 Analisis Algoritma <i>Load balancing</i>	72
BAB 5 PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>RouterBoard</i>	15
Gambar 2.2 <i>Winbox</i>	16
Gambar 2.3 <i>Topologi Load Balancing</i>	17
Gambar 3.1 <i>Tahapan Penelitian</i>	27
Gambar 3.2 <i>Topologi Penelitian Load Balancing</i>	28
Gambar 3.3 <i>Flowchart Sistem</i>	30
Gambar 4.1 <i>Topologi Sebelum Load balancing</i>	39
Gambar 4.2 <i>Bandwidth test</i>	40
Gambar 4.3 <i>Hasil Capture Wireshark Pengujian QoS (Streaming) sebelum Load balancing</i>	42
Gambar 4.4 <i>Alamat IP untuk tiga interface</i>	44
Gambar 4.5 <i>Konfigurasi Network Address Translation</i>	45
Gambar 4.6 <i>Konfigurasi Mangle Load balancing PCC</i>	45
Gambar 4.7 <i>Konfigurasi Routing Load balancing PCC</i>	46
Gambar 4.8 <i>Konfigurasi Gateway ECMP</i>	47
Gambar 4.9 <i>Konfigurasi Routing Load balancing ECMP</i>	47
Gambar 4.10 <i>Konfigurasi Mangle Load balancing Nth</i>	48
Gambar 4.11 <i>Konfigurasi Routing Load balancing Nth</i>	49
Gambar 4.12 <i>Table Connections</i>	49
Gambar 4.13 <i>Hasil Capture tools Torch Mikrotik</i>	57
Gambar 4.14 <i>Hasil Capture Command Prompt Failover</i>	61
Gambar 4.15 <i>Diagram Pengujian Bandwidth</i>	65
Gambar 4.16 <i>Diagram Pengujian QoS (Streaming)</i>	66
Gambar 4.17 <i>Diagram Pengujian QoS (Download)</i>	67
Gambar 4.18 <i>Diagram Pengujian Link Utilization</i>	69
Gambar 4.19 <i>Diagram Pengujian Failover</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Presentase Nilai QoS TIPHON	21
Tabel 2.3 Kategori Nilai <i>Throughput</i> TIPHON	22
Tabel 2.4 Kategori Nilai <i>Delay</i> TIPHON	23
Tabel 2.5 Kategori Nilai <i>Jitter</i> TIPHON	23
Tabel 2.6 Kategori <i>Packet Loss</i> TIPHON.....	24
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	37
Table 4.1 Pengujian <i>Bandwidth</i> Sebelum <i>Load balancing</i>	40
Table 4.2 Pengujian QoS (<i>Streaming</i>) sebelum <i>Load balancing</i>	43
Table 4.3 Pengujian QoS (<i>Download</i>) sebelum <i>Load balancing</i>	43
Tabel 4.4 Pengujian <i>Bandwidth Load balancing</i> PCC	50
Tabel 4.5 Pengujian <i>Bandwidth Load balancing</i> ECMP	51
Tabel 4.6 Pengujian <i>Bandwidth Load balancing</i> Nth.....	52
Tabel 4.7 Pengujian QoS (<i>Streaming</i>) <i>Load balancing</i> PCC.....	53
Tabel 4.8 Pengujian QoS (<i>Streaming</i>) <i>Load balancing</i> ECMP	53
Tabel 4.9 Pengujian QoS (<i>Streaming</i>) <i>Load balancing</i> Nth	54
Tabel 4.10 Pengujian QoS (<i>Download</i>) <i>Load balancing</i> PCC	55
Tabel 4.11 Pengujian QoS (<i>Download</i>) <i>Load balancing</i> ECMP	56
Tabel 4.12 Pengujian QoS (<i>Download</i>) <i>Load balancing</i> Nth.....	56
Tabel 4.13 Pengujian <i>Link Utilization</i> PCC.....	58
Tabel 4.14 Pengujian <i>Link Utilization</i> ECMP	59
Tabel 4.15 Pengujian <i>Link Utilization</i> Nth	60
Tabel 4.16 Pengujian <i>Failover</i> PCC	62
Tabel 4.17 Pengujian <i>Failover</i> ECMP	62
Tabel 4.18 Pengujian <i>Failover</i> Nth.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Pengujian *Bandwidth* sebelum *Load Balancing*
- Lampiran 2.** Pengujian QoS sebelum *Load Balancing*
- Lampiran 3.** Pengujian *Bandwidth* Algoritma *Load Balancing*
- Lampiran 4.** Pengujian QoS Algoritma *Load Balancing*
- Lampiran 5.** Pengujian *Link Utilization* Algoritma *Load Balancing*
- Lampiran 6.** Pengujian *Failover* Algoritma *Load Balancing*
- Lampiran 7.** Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1
- Lampiran 8.** Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2