



SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMASI ANTARA METODE PCC (*PER CONNECTION CLASSIFIER*) DENGAN ECMP (*EQUAL COST MULTI-PATH*) PADA JARINGAN AKSES INTERNET MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER OS

VEQQY AL-HAMDA SAYIDINA AHDI
NPM 18081010056

DOSEN PEMBIMBING

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.

Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025



SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMASI
ANTARA METODE PCC (*PER CONNECTION
CLASSIFIER*) DENGAN ECMP (*EQUAL COST
MULTI-PATH*) PADA JARINGAN AKSES
INTERNET MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER
OS**

VEQQY AL-HAMDA SAYIDINA AHDI
NPM 18081010056

DOSEN PEMBIMBING

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.

Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMASI ANTARA METODE PCC (PER CONNECTION CLASSIFIER) DENGAN ECMP (EQUAL COST MULTI-PATH) PADA JARINGAN AKSES INTERNET MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER OS

Oleh :
VEQQY AL-HAMDA SAYIDINA AHDI
NPM. 18081010056

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 05 Juni 2025

Menyetujui



(Pembimbing I)

Ati Vita Via, S.ST., M.Kom.
P. 19860425 202121 2 001



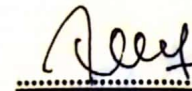
(Pembimbing II)

Enni Endah Wahanani, ST. M.Kom.
P. 19780922 202121 2 005



(Ketua Penguji)

a Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.
P. 19890705 202121 2 002



(Anggota Penguji II)

hammad Muharrom Al Haromainy, S.Kom., M.Kom.
P. 19950601 202203 1 006

Mengetahui

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMASI ANTARA METODE PCC (PER CONNECTION CLASSIFIER) DENGAN ECMP (EQUAL COST MULTI-PATH) PADA JARINGAN AKSES INTERNET MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER OS

Oleh :

VEQQY AL-HAMDA SAYIDINDA AHDI

NPM. 18081010056



**Menyetujui,
Koordinator Skripsi
Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer**

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 202121 2 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Veqqy Al Hamda Sayidina Ahdi
NPM : 18081010056
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya



Surabaya, 19 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



VEQQY AL-HAMDA S.A

NPM. 18081010056

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Veqqy Al-Hamda Sayidina Ahdi / 18081010056
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Performasi Antara Metode PCC (Per Connection Classifier) Dengan ECMP (Equal Cost Multi- path) Pada Jaringan Akses Internet Menggunakan Mikrotik Router OS
Dosen Pembimbing : 1. Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
2. Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa kestabilan internet dan bagaimana kinerja jaringan menggunakan dua metode keseimbangan berbeda, metode Equal Cost Multi-Path (ECMP) dan Per Connection Classifier (PCC). Metode penelitian yang digunakan melibatkan empat tahapan utama yakni analisis kebutuhan, perancangan topologi, konfigurasi metode load balancing, serta yang terakhir analisis menggunakan hasil data pengujian. Hasil penelitian ini menunjukkan metode ECMP lebih baik untuk implementasi load balancing pada jaringan dengan kebutuhan efisiensi tinggi, kestabilan throughput, dan respons cepat dalam proses transfer data. Sementara metode PCC baik digunakan untuk jaringan yang memprioritaskan kestabilan delay dan minimisasi packet loss pada kondisi tertentu. Pada hasil presentase, metode ECMP pada aktivitas download menghasilkan rata-rata throughput lebih tinggi mencapai 7079 Kbps, sedangkan PCC hanya 6634 Kbps, selisih sekitar 6,7%. Pada aktivitas browsing, ECMP mencatat delay rata-rata 3,4 ms vs PCC 5,455 ms, menunjukkan ECMP memiliki delay hingga 80% lebih kecil. Metode ECMP memiliki jitter hingga 175% lebih rendah dibanding PCC untuk ukuran data 50 MB. Rata-rata waktu download metode ECMP lebih cepat 5,34 detik dibanding PCC. Rata-rata waktu upload metode ECMP lebih efisien, unggul 26,67 detik dibanding PCC. Sehingga, pada penelitian ini metode ECMP lebih baik untuk implementasi *load balancing* pada jaringan dengan kebutuhan efisiensi tinggi, kestabilan throughput, dan respons cepat dalam proses transfer data.

Kata Kunci : ISP, Load balancing, ECMP, PCC, Router, Mikrotik OS.

ABSTRACT

Student Name / NPM : Veqqy Al-Hamda Sayidina Ahdi / 18081010056
Thesis Tittle : Performance Comparasion Analysis Beetwen PCC (Per Connection Classifier) and ECMP (Equal Cost Multi-path) Methods on Internet Access Network Using Mikrotik Router OS.
Advisors : 1. Yisti Vita Via, S. ST., M.Kom.
2. Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.

This study aims to compare the performance of internet stability and how the network performs using two different balancing methods, the Equal Cost Multi-Path (ECMP) and Per Connection Classifier (PCC) methods. The research method used involves four main stages, namely needs analysis, topology design, load balancing method configuration, and finally analysis using test data results. The results of this study indicate that the ECMP method is better for implementing load balancing on networks with high efficiency requirements, throughput stability, and fast response in the data transfer process. While the PCC method is good for networks that prioritize delay stability and minimize packet loss under certain conditions. In the percentage results, the ECMP method in download activities produces a higher average throughput reaching 7079 Kbps, while PCC is only 6634 Kbps, a difference of around 6.7%. In browsing activities, ECMP recorded an average delay of 3.4 ms vs PCC 5,455 ms, indicating that ECMP has a delay of up to 80% smaller. The ECMP method has up to 175% lower jitter than PCC for a data size of 50 MB. The average download time of the ECMP method is 5.34 seconds faster than PCC. The average upload time of the ECMP method is more efficient, 26.67 seconds ahead of PCC. Thus, in this study the ECMP method is better for implementing load balancing on networks with high efficiency requirements, throughput stability, and fast response in the data transfer process..

Keywords : ISP, Load balancing, ECMP, PCC, Router, Mikrotik OS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesabaran dan kekuatan, rahmat serta hidayah-nya karena atas izin dan keridhoannya, penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Perbandingan Performasi Antara Metode PCC (*Per Connection Classifier*) Dengan ECMP (Equal Cost Multi-path) Pada Jaringan Akses Internet Menggunakan Mikrotik Router OS”**.

Oleh karena itu, saya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi mendukung saya menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi ini.

1. Kedua Orang Tua saya tercinta yang telah memberikan do'a, dukungan dan motivasi yang besar kepada penulis.
2. Kakak saya Vedly dan istri yang selalu support penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Kakak Bobok yang selalu membantu dan membimbing saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Yisti selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Henni selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing serta memberikan arahan dalam menyusun pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Ibu Dr. Novirina Hendrasarie, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
7. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif demi penyempurnaan laporan ini. Akhir kata, dengan penuh harap akan Ridho dari Allah SWT, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Surabaya, 05 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Jaringan Komputer	9
2.2.2 <i>Server</i>	11
2.2.3 Mikrotik Router OS.....	11
2.2.4 <i>Quality of Services (QOS)</i>	12
2.2.5 <i>Load balancing</i>	15
2.2.6 <i>Metode Load balancing</i>	16
2.2.7 <i>Firewall</i>	19
2.2.8 Network Address Translation.....	22
2.2.9 Routing.....	23
2.2.10 <i>Point to Point Protocol over Ethernet (PPPoE)</i>	25
2.2.11 <i>Winbox</i>	26
2.2.12 IP Address	26
2.2.13 Transmission Control Protocol (TCP/IP)	28
2.2.14 <i>Internet service provider (ISP)</i>	29
2.2.15 <i>Gateway</i>	29
2.2.16 Evaluasi Load Balancing.....	29

BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Alur Penelitian.....	31
3.2 Analisis Kebutuhan	32
3.2.1 <i>Internet service provider (ISP)</i>	32
3.2.2 Router OS.....	33
3.2.3 <i>Winbox</i>	34
3.2.4 Laptop/PC.....	34
3.2.5 Kabel UTP CAT 6 AMP	36
3.3 Perancangan Topologi.....	36
3.4 Konfigurasi Metode <i>Load balancer</i>	37
3.5 Flowchart Load Balancing	38
3.5.1 Flowchart Per Connection Classifier (PCC).....	38
3.5.2 Flowchart Equal Cost Multi-Path (ECMP)	39
3.6 Analisa Hasil Pengujian	40
3.7 Proses Metode Per Connection Classifier (PCC)	41
3.8 Proses Metode Equal Cost Multi-Path (ECMP)	43
3.9 Skenario Penelitian.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Implementasi <i>Load balancing</i> pada Mikrotik Router.....	45
4.1.1 Konfigurasi Router	46
4.2 Pengujian dan Analisa.....	48
4.2.1 Pengujian <i>Troughput</i>	48
4.2.2 Pengujian <i>Delay</i>	53
4.2.3 Pengujian <i>Jitter</i>	58
4.2.4 Pengujian <i>Packet loss</i>	64
4.3 Tabel Pengujian Download dan Upload.....	65
4.4 Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Metode ECMP dan PCC.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kategori Troughput	13
Tabel 2. 3. Kategori Packet loss	14
Tabel 2. 4. Kategori Delay	14
Tabel 2. 5. Kategori Jitter	15
Tabel 3. 1. Spesifikasi Router Board RB750.....	34
Tabel 3. 2. Spesifikasi PC Peneliti	35
Tabel 3. 3. Spesifikasi PC Client.....	35
Tabel 3. 4. Alur Konfigurasi Sistem.....	37
Tabel 4. 1. Pengujian Download Parameter Throughput (Kbps)	49
Tabel 4. 2. Pengujian Upload Parameter Throughput(Kbps)	50
Tabel 4. 3. Pengujian Browsing Parameter Throughput (bps)	52
Tabel 4. 4. Pengujian Download Parameter Delay (ms).	53
Tabel 4. 5. Pengujian Upload parameter Delay (ms)	55
Tabel 4. 6. Pengujian Browsing Parameter Delay (ms).	57
Tabel 4. 7. Pengujian Download Parameter Jitter (ms).....	59
Tabel 4. 8. Pengujian Upload Parameter Jitter (ms).....	61
Tabel 4. 9. Pengujian Browsing Parameter Jitter (ms).....	62
Tabel 4. 10. Pengujian Packet Loss.....	64
Tabel 4. 11. Pengujian Download dan Upload metode PCC dan ECMP.....	66
Tabel 4. 12. Perbandingan metode PCC dan metode ECMP	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Local Area Network	10
Gambar 2. 2. Metropolitan Area Network.....	10
Gambar 2. 3. Wide Area Network.....	11
Gambar 2. 4 Konsep Firewall.....	20
Gambar 2. 5. Alur Akses Jaringan Melalui Firewall.....	20
Gambar 2. 6. NAT Static.....	23
Gambar 2. 7. NAT Dynamic	23
Gambar 3. 1. Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 3. 2. Modem ZTE F609	32
Gambar 3. 3. RUT 240 Teltonika	33
Gambar 3. 4. Router Board RB750	33
Gambar 3. 5. Topologi Sistem.....	36
Gambar 3. 6. Flowchart Per Connection Classifier	38
Gambar 3. 7. Flowchart Flowchart Equal Cost Multi-Path.....	39
Gambar 3. 8. Proses Koneksi PCC.....	41
Gambar 3. 9. Mikrotik PCC	42
Gambar 3. 10. Firewall.....	42
Gambar 3. 11. Router	42
Gambar 3. 12. Proses Koneksi ECMP.....	43
Gambar 3. 13. Mikrotik ECMP	43
Gambar 3. 14. Firewall.....	44
Gambar 3. 15. Router	44
Gambar 4. 1. Topologi jaringan load balancing untuk 2 jalur	45
Gambar 4. 2. PC 1	44
Gambar 4. 3. PC 2	45
Gambar 4. 4. PC 3	44
Gambar 4. 5. PC 4.....	46
Gambar 4. 6. Tampilan Mikrotik pada Browser	47
Gambar 4. 7. Tampilan Winbox 64bit.....	47

Gambar 4. 8. Pengujian Download Parameter Throughput (bps)	48
Gambar 4. 9. Perhitungan Download Throughput	49
Gambar 4. 10. Pengujian Upload Parameter Throughput (bps)	50
Gambar 4. 11. Perhitungan Upload Throughput	51
Gambar 4. 12. Pengujian Browsing Parameter Throughput (bps)	51
Gambar 4. 13. Perhitungan Browsing Throughput	52
Gambar 4. 14. Pengujian Download Parameter Delay (ms).	53
Gambar 4. 15. Perhitungan Download Delay.....	54
Gambar 4. 16. Pengujian Upload Parameter Delay (ms).	55
Gambar 4. 17. Perhitungan Upload Delay.....	56
Gambar 4. 18. Pengujian Browsing Parameter Delay (ms).....	57
Gambar 4. 19. Perhitungan Browsing Delay.....	58
Gambar 4. 20. Pengujian Download Parameter Jitter (ms)	59
Gambar 4. 21. Perhitungan Download Jitter	60
Gambar 4. 22. Pengujian Upload Parameter Jitter (ms).....	60
Gambar 4. 23. Perhitungan Upload Jitter	61
Gambar 4. 24. Pengujian Browsing Parameter Jitter (ms).	62
Gambar 4. 25. Perhitungan Browsing Jitter	63
Gambar 4. 26. Perhitungan Packet Loss.....	65
Gambar 1. Browsing Delay 1 menit PCC	79
Gambar 2. Browsing Delay 2 menit PCC	79
Gambar 3. Browsing Delay 3 menit PCC	79
Gambar 4. Browsing Jitter 1 menit PCC.....	80
Gambar 5. Browsing Jitter 2 menit PCC.....	80
Gambar 6. Browsing Jitter 3 menit PCC.....	80
Gambar 7. Download Delay 10mb PCC	81
Gambar 8. Download Delay 50mb PCC	81
Gambar 9. Download Delay 100mb PCC	81
Gambar 10. Download Jitter 10mb PCC.....	82
Gambar 11. Download Jitter 50mb PCC.....	82
Gambar 12. Download Jitter 100mb PCC.....	82

Gambar 13. Upload Delay 10mb PCC	83
Gambar 15. Upload Delay 50mb PCC	83
Gambar 16. Upload Delay 100mb PCC	83
Gambar 17. Upload Jitter 10mb PCC.....	84
Gambar 18. Upload Jitter 50mb PCC.....	84
Gambar 19. Upload Jitter 100mb PCC.....	84
Gambar 20. Browsing Delay 1 menit PCC	85
Gambar 21. Browsing Delay 2 menit PCC	85
Gambar 22. Browsing Delay 3 menit PCC	85
Gambar 23. Browsing Jitter 1 menit PCC.....	86
Gambar 24. Browsing Jitter 2 menit PCC.....	86
Gambar 25. Browsing Jitter 3 menit PCC.....	87
Gambar 26. Download Delay 10mb.....	87
Gambar 27. Download Delay 50mb.....	87
Gambar 28. Download Delay 100mb.....	87
Gambar 29. Download Jitter 10mb.	88
Gambar 30. Download Jitter 50mb.	88
Gambar 31. Download Jitter 100mb.	88
Gambar 32. Upload Delay 10mb.....	89
Gambar 33. Upload Delay 50mb.....	89
Gambar 34. Upload Delay 100mb.....	89
Gambar 35. Upload Jitter 10mb.	90
Gambar 36. Upload Jitter 50mb.	90
Gambar 37. Upload Jitter 100mb.	90
Gambar 38. Browsing Delay 1 menit PCC	91
Gambar 39. Browsing Delay 2 menit PCC	91
Gambar 40. Browsing Delay 3 menit PCC	91
Gambar 41. Browsing Jitter 1 menit PCC.....	92
Gambar 42. Browsing Jitter 2 menit PCC.....	92
Gambar 43. Browsing Jitter 3 menit PCC.....	93
Gambar 44. Download Delay 10mb.....	93

Gambar 45. Download Delay 50mb.....	93
Gambar 46. Download Delay 100mb.....	94
Gambar 47. Download Jitter 10mb.	94
Gambar 48. Download Jitter 50mb.	94
Gambar 49. Download Jitter 100mb.	95
Gambar 50. Upload Delay 10mb.....	95
Gambar 51. Upload Delay 50mb.....	95
Gambar 52. Upload Delay 100mb.....	96
Gambar 53. Upload Jitter 10mb.	96
Gambar 54. Upload Jitter 50mb.	96
Gambar 55. Upload Jitter 100mb.	96