

**ANALISIS KINERJA *EQUAL COST MULTI PATH*(ECMP)
TERHADAP *QUALITY OF SERVICE* PADA INTERKONEKSI
DUAL-ISP FIBER OPTIC DAN LTE
(Studi Kasus DI PP DARUL KAMAL Kesugihan Kidul,
Kesugihan, Cilacap)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Strata
Satu Program Studi Informatika**



**MOKHAMAD HIDAYATUR ROKHMAN
19552011047**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

**ANALISIS KINERJA EQUAL COST MULTI PATH(ECMP)
TERHADAP QUALITY OF SERVICE PADA INTERKONEKSI
DUAL-ISP FIBER OPTIC DAN LTE
(Studi Kasus DI PP DARUL KAMAL Kesugihan Kidul,
Kesugihan, Cilacap)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Strata
Satu Program Studi Informatika**



**MOKHAMAD HIDAYATUR ROKHMAN
19552011047**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan skripsi dengan judul Analisis Kinerja *Equal Cost Multipath* (ECMP) Terhadap *Quality Of Service* pada Interkoneksi *Dual-ISP Fiber Optic* dan LTE (Studi Kasus di PP DARUL KAMAL Desa Kesugihan Kidul, Kesugihan, Cilacap) adalah hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan kepada pihak manapun. Sumber informasi yang dikutip dalam skripsi ini telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat ketidaksesuaian dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Cilacap, 12 Agustus 2026



Mokhammad Hidayatur Rokhman
19552011047

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi Saudara

Nama : Mokhammad Hidayatur Rokhman
NIM : 19552011047
Fakultas/Prodi : Fakultas MIKOM / Informatika
Judul : Analisis Kinerja *Equal Cost Multipath (ECMP)* Terhadap *Quality Of Service* pada Interkoneksi *Dual-ISP Fiber Optic* dan LTE (Studi Kasus di PP DARUL KAMAL Desa Kesugihan Kidul, Kesugihan, Cilacap)

Telah disidangkan oleh Dewan Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Rabu, 12 Agustus 2026

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata Satu (S.1) Program Studi Informatika (S.Kom) Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM) pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Cilacap, 15 Agustus 2026

Dewan Sidang

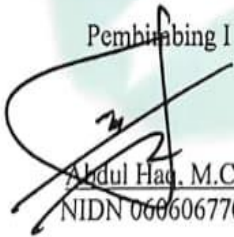
Ketua


Dr. M. Khani, M.Pd.B.I
NIDN 0617058703

Penguji 1


M. T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom.
NIDN 2125098601

Pembimbing I


Abdul Haq, M.Cs.
NIDN 0606067701

Sekretaris


M. T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom.
NIDN 2125098601

Penguji 2


Tri Anggoro, M.Kom.
NIDN 0601128103

Pembimbing II


Dr. M. Khani, M.Pd.B.I
NIDN 0617058703

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer




Mochamad T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom.
NIDN. 2125098601

Mochamad T. A Aziz Zein, S.Si., M.Kom.

Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

NOTA KONSULTAN

Hal : Mokhamad Hidayatur Rokhman
Lampiran : -

Yth.
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap
di
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

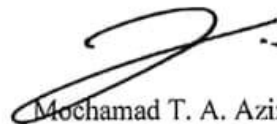
Setelah membaca, memeriksa dan melakukan perbaikan seperlunya maka skripsi saudara:

Nama : Mokhamad Hidayatur Rokhman
NIM : 19552011047
Prodi : Informatika
Judul : Analisis Kinerja *Equal Cost Multipath* (ECMP) Terhadap *Quality Of Service* pada Interkoneksi *Dual-ISP Fiber Optic* dan LTE (Studi Kasus di PP DARUL KAMAL Desa Kesugihan Kidul, Kesugihan, Cilacap)

Dapat diajukan ke Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1).

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, 12 Agustus 2026
Konsultan



Mochamad T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom.
NIDN 2125098601

NOTA PEMBIMBING

Cilacap, 12 Agustus 2026

Yth.
Fakultas Matematika dan Komputer (FMIKOM)
UNUGHA Cilacap
di
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

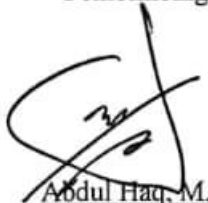
Setelah melakukan bimbingan, telaah, arahan dan koreksi tahap penulisan skripsi saudara:

Nama : Mokhamad Hidayatur Rokhman
NIM : 19552011047
Fakultas : Matematika dan Ilmu Komputer
Prodi : Informatika
Judul : Analisis Kinerja *Equal Cost Multipath* (ECMP) Terhadap *Quality Of Service* pada Interkoneksi *Dual-ISP Fiber Optic* dan LTE (Studi Kasus di PP DARUL KAMAL Desa Kesugihan Kidul, Kesugihan, Cilacap)

Kami berpendapat bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan ke sidang skripsi. Bersamaan ini kami kirimkan skripsi tersebut, semoga dapat segera disidangkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui,

Pembimbing I



Abdul Haq, M.Cs.
NIDN. 0606067701

Pembimbing II



Dr. M. Khanif, M.Pd.B.I
NIDN. 0617058703

HALAMAN MOTO

Yarfa ‘illāhul-ladzīna āmanū minkum walladzīna ūtul-‘ilma darajāt. (QS. Al-Mujādilah: 11)

“Niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.”

“Barang siapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”
(HR. Tirmidzi No. 2646)

“Ilmu merupakan sesuatu yang harus dicari secara sungguh-sungguh, karena melalui ilmu manusia dapat menyempurnakan akal dan memahami kehidupan.”
(Ibnu Sina)

“Pendidikan tidak hanya bertujuan untuk mentransfer pengetahuan, tetapi juga membentuk manusia yang mampu berpikir kritis dan memahami realitas kehidupannya.”
(Paulo Freire)

Logika dan ilmu adalah peta untuk memahami dunia, namun kesabaranlah yang menjadi kendaraan kita untuk sampai pada tujuan (Bang_Rooy54)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, Rabb semesta alam yang senantiasa memberikan karunia sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Karya ini saya persembahkan kepada :

1. Bapak Muhammad Khayun dan Ibu Siti Hadiqoh tercinta, yang dengan penuh kasih sayang senantiasa mendidik, membimbing, mendoakan, memberikan nasihat, serta memberikan dukungan dan semangat yang tiada henti. Segala pengorbanan, ketulusan, dan doa Bapak dan Ibu menjadi kekuatan terbesar bagi saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik-adikku tercinta, M. Syamsul Hidayat, Uswatun Khasanah, dan M. Khafid Al Banani, serta seluruh keluarga besar Bani H. Safuan yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dukungan, dan semangat di setiap langkah perjuangan penulis..
3. Dosen pembimbing dan seluruh dosen yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, serta motivasi selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
4. Teman-teman seperjuangan yang telah hadir dalam suka dan duka, memberikan bantuan, dukungan, semangat, serta kebersamaan selama menjalani proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
5. Keluarga besar Program Studi Informatika, Sistem Informasi, dan Matematika, serta seluruh keluarga besar UNUGHA yang telah memberikan dukungan, doa, pengalaman, dan semangat selama saya menempuh pendidikan.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, doa, dukungan, dan kebaikan selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.
7. Diri sendiri, yang telah berusaha, bertahan, dan terus melangkah dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses perkuliahan hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Semoga karya ini menjadi langkah awal untuk terus belajar, berkembang, dan memberikan manfaat bagi orang lain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak M.T Abdul Aziz Zein, S.Si., M.Kom, Dekan FMIKOM UNUGHA
2. Bapak Abdul Haq, M.Cs , pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. M. Hanif, M.Pd.B.I pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Tri Anggoro, M.Kom, sebagai Pembimbing Akademis
5. Bapak-Ibu dosen Program Studi Informatika FMIKOM UNUGHA
6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Amiin. Penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat bagi pembaca.

Cilacap, 12 Agustus 2026



Penulis.

Mokhamad Hidayatur Rokhman

ABSTRAK

MOKHAMAD HIDAYATUR ROKHMAN. Analisis Kinerja Equal Cost Multipath (ECMP) Terhadap *Quality Of Service* Pada Interkoneksi Dual-ISP Fiber Optic Dan LTE (study kasus Di PP DARUL KAMAL Desa Kesugihan Kidul, Kesugihan, Cilacap). Dibimbing oleh Bapak ABDUL HAQ, M.Cs dan Bapak Dr. M. KHANIF, M.Pd.B.I.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan akses internet yang berdampak pada tingginya trafik jaringan, khususnya pada lingkungan Pondok Pesantren Darul Kamal. Berdasarkan hasil observasi, penggunaan single ISP berbasis Fiber Optic dengan kapasitas 100 Mbps menunjukkan kondisi saturasi bandwidth pada jam sibuk, yang ditandai dengan meningkatnya delay, munculnya packet loss, serta penurunan kualitas layanan jaringan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas jaringan tunggal tidak lagi mampu mengakomodasi kebutuhan pengguna secara optimal, sehingga diperlukan solusi berupa interkoneksi dual-ISP dengan mekanisme load balancing.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja metode Equal Cost Multi Path (ECMP) terhadap parameter *Quality of Service* (QoS) pada jaringan dual-ISP yang menggabungkan koneksi Fiber Optic dan LTE. Metode yang digunakan adalah pendekatan eksperimental kuantitatif dengan desain comparative experimental analisis, yaitu membandingkan performa jaringan pada kondisi single ISP dan dual-ISP menggunakan ECMP. Parameter QoS yang diukur meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss berdasarkan standar ITU-T Y.1541.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi *Dual-ISP ECMP* berhasil dibentuk menggunakan dua *default route* dengan *distance* yang sama pada jalur *Fiber Optic* dan *LTE*. Monitoring menunjukkan trafik bersifat dinamis dan *bursty*, dengan rata-rata *Tx* sebesar 5,77 Mbps dan *Rx* sebesar 120,07 kbps pada salah satu periode pengamatan, serta lonjakan *Tx* hingga sekitar 84,2 Mbps. Pada *snapshot* monitoring tidak ditemukan *drops* maupun *errors* pada *interface*. Hasil pengukuran *Wireshark* menunjukkan *RTT* rata-rata sebesar 43,684–78,286 ms, *jitter* sebesar 4,986–46,074 ms, dan *packet loss* pada beberapa tujuan *Internet* sebesar 0,069–0,613%. Namun, terdapat *spike latency* hingga 1.099,470 ms pada salah satu *capture*. Dengan demikian, implementasi *ECMP* dapat digunakan sebagai mekanisme redundansi dan pemanfaatan dua jalur *Internet*, tetapi bukti yang tersedia belum memadai untuk menyimpulkan secara kausal bahwa *ECMP* lebih unggul daripada *Single ISP* pada seluruh parameter QoS.

Kata kunci : Equal Cost Multi Path, interkoneksi dual-ISP, kualitas layanan jaringan, load balancing jaringan, parameter Quality of Service

ABSTRACT

MOKHAMAD HIDAYATUR ROKHMAN. *Analysis of Equal-Cost Multi-Path (ECMP) Performance on Quality of Service in a Dual-ISP Fiber Optic and LTE Interconnection (Case Study at PP Darul Kamal, Kesugihan Kidul Village, Kesugihan District, Cilacap Regency)*. Supervised by Mr. Abdul Haq, M.Cs., and Dr. M. Khanif, M.Pd.B.I.

This research is motivated by the growing need for internet access, which has resulted in high network traffic, particularly within the Darul Kamal Islamic Boarding School environment. Observations revealed that the use of a single Fiber Optic-based ISP with a 100 Mbps capacity led to bandwidth saturation during peak hours, characterized by increased latency, packet loss, and a decline in network service quality. This situation indicates that a single network connection can no longer optimally accommodate user needs, necessitating a solution involving a dual-ISP interconnection with a load-balancing mechanism.

This study aims to analyze the performance of the Equal-Cost Multi-Path (ECMP) method regarding Quality of Service (QoS) parameters in a dual-ISP network that combines Fiber Optic and LTE connections. A quantitative experimental approach was employed, utilizing a comparative experimental analysis design to contrast network performance under single-ISP and dual-ISP (ECMP) conditions. The QoS parameters measured included throughput, latency, jitter, and packet loss, in accordance with ITU-T Y.1541 standards.

The results showed that the Dual-ISP ECMP configuration was successfully established using two default routes with equal distance values on the Fiber Optic and LTE paths. Network monitoring indicated dynamic and bursty traffic, with an average Tx rate of 5.77 Mbps and Rx rate of 120.07 kbps during one observation period, and a Tx peak of approximately 84.2 Mbps. No interface drops or errors were observed in the analyzed monitoring snapshots. Wireshark measurements showed average RTT values ranging from 43.684 to 78.286 ms, jitter values ranging from 4.986 to 46.074 ms, and packet loss of 0.069–0.613% on several Internet destinations. However, a latency spike of up to 1,099.470 ms was observed in one capture. Therefore, ECMP implementation can be utilized as a redundancy mechanism and for the utilization of two Internet paths; however, the available evidence is insufficient to causally conclude that ECMP is superior to Single ISP across all QoS parameters.

Keywords: Equal-Cost Multi-Path, dual-ISP interconnection, network service quality, network load balancing, Quality of Service parameters.

DAFTAR ISI

<u>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>LEMBAR PENGESAHAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>NOTA PEMBIMBING</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>HALAMAN MOTO</u>	v
<u>HALAMAN PERSEMBAHAN</u>	vi
<u>KATA PENGANTAR</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>ABSTRAK</u>	viii
<u>ABSTRACT</u>	ix
<u>DAFTAR ISI</u>	x
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xii
<u>DAFTAR TABEL</u>	xiii
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>A. Latar Belakang</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>B. Rumusan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>C. Batasan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>D. Tujuan Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>E. Manfaat Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>A. Penelitian Terkait</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>B. Research gap</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>C. Landasan Teori</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB III METODOLOGI</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>A. Waktu dan Tempat</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>B. Prosedur Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>C. Jadwal Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>A. Gambaran Umum Implementasi</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>B. Hasil Perancangan dan Implementasi Konfigurasi ECMP pada Router MikroTik</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>C. Hasil Pengukuran Parameter Quality of Service (QoS)</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>	Error! Bookmark not defined.

<u>A.</u>	<u>Kesimpulan</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>B.</u>	<u>Saran</u>	Error! Bookmark not defined.
	<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	Error! Bookmark not defined.
	<u>LAMPIRAN</u>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 mindmap Penelitian terkait	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. Diagram alir.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. Topologi Dual Homeg.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. Jadwal Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5. Tampilan Interface Router melalui Akses Manajemen.....	Error! Bookmark not defined.
<i>Gambar 6. Konfigurasi Bridge bridgeLAN.....</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. Konfigurasi Port Bridge (ether3, ether4, ether5)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 8. Konfigurasi Antarmuka Ethernet	Error! Bookmark not defined.
Gambar 9. Alamat IP pada Router	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10. Konfigurasi DHCP Server (dhcp1). ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 11. Konfigurasi DHCP Network	Error! Bookmark not defined.
Gambar 12. Konfigurasi DNS Server Router	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13. Status DHCP Client pada Jalur WAN (ISP1 dan ISP2).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14. Tabel Routing pada Kondisi Dual-ISP ECMP (distance sama pada kedua gateway).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15. Tabel Routing pada Kondisi Single ISP (baseline pembeding)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16. Konfigurasi NAT (Masquerade) per Jalur WAN....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17. Konfigurasi Firewall Filter Rules.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Konfigurasi Firewall Mangle untuk Klasifikasi Trafik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 19. Konfigurasi Queue Tree Manajemen Bandwidth....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Table 1. Penelitian Terkait	Error! Bookmark not defined.
Table 2. Perangkat keras	Error! Bookmark not defined.
Table 3. Perangkat lunak.....	Error! Bookmark not defined.
Table 4. Desain eksperimen	Error! Bookmark not defined.
Table 5. Evaluasi QoS.....	Error! Bookmark not defined.
Table 7. Alamat IP Hasil Implementas	Error! Bookmark not defined.
Table 8. Konfigurasi DHCP Network pada bridgeLAN.....	Error! Bookmark not defined.
Table 9. Aturan NAT (Masquerade) per Jalur WAN.....	Error! Bookmark not defined.
Table 10. Aturan Mangle untuk Klasifikasi Trafik	Error! Bookmark not defined.
Table 11. Struktur Queue Tree Manajemen Bandwidth	Error! Bookmark not defined.
Table 12. Hasil Monitoring Trafik pada Interface bridgeLAN..	Error! Bookmark not defined.
Table 13. Ringkasan Hasil Monitoring MikroTik.	Error! Bookmark not defined.
Table 14. Rekapitulasi Hasil Pengujian Delay, Jitter, dan Packet Loss (Ping)	Error! Bookmark not defined.
Table 15. Rekapitulasi Hasil Pengujian Throughput	Error! Bookmark not defined.
Table 16. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Wireshark	Error! Bookmark not defined.
Table 17. Rekapitulasi Hasil Pengukuran pada Tujuan Internet Utama	Error! Bookmark not defined.
Table 18. Ringkasan Temuan Implementasi dan Pengukuran	Error! Bookmark not defined.

