

Desain Load Balancing Dengan Cisco Paket Tracer Menggunakan Metode ECMP Untuk Meningkatkan Kinerja Server AlgoLand Academy

Maisarah Nurfaizah R #, Ghazi Alghifari, Akhyar Muchtar, Dessy Ana Sari
Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar
Parangtambung, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90224
maisarahun@gmail.com

Abstrak

Penggunaan internet dan peningkatan lalu lintas jaringan memerlukan solusi yang efektif untuk menjaga kinerja dan ketersediaan layanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan algoritma Equal Cost Multi-Path (ECMP) dalam load balancing untuk meningkatkan performa jaringan komputer. Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan desain eksperimen, penelitian ini melakukan simulasi jaringan menggunakan Cisco Packet Tracer. Tahapan penelitian meliputi persiapan infrastruktur, pelaksanaan eksperimen baseline, implementasi ECMP, dan analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan load balancing dengan ECMP secara signifikan meningkatkan bandwidth dan efisiensi transfer data. Metode ini terbukti mampu mendistribusikan beban trafik secara merata, yang mengarah pada peningkatan throughput dan responsivitas server. Kesimpulannya, ECMP adalah solusi efektif untuk mengatasi tantangan kinerja jaringan, dengan rekomendasi untuk pemantauan dan penyesuaian konfigurasi yang dinamis untuk menjaga kinerja optimal.

Kata kunci : *Load balancing, ECMP, Kinerja jaringan*

Abstract

The increasing utilization of internet services and the surge in network traffic necessitate robust and efficient solutions to maintain service performance and availability. This study aims to evaluate the effectiveness of the Equal Cost Multi-Path (ECMP) algorithm in implementing load balancing to enhance the performance of computer networks. Employing a quantitative approach with an experimental design, the research conducts network simulations using Cisco Packet Tracer. The methodology comprises several phases: infrastructure preparation, baseline experimentation, ECMP implementation, and data analysis. The experimental results demonstrate that the application of ECMP-based load balancing significantly improves bandwidth utilization and data transfer efficiency. The method effectively distributes traffic loads across multiple paths, leading to enhanced throughput and improved server responsiveness. In conclusion, ECMP presents a viable and effective solution for addressing network performance challenges. The findings suggest that dynamic configuration tuning and continuous monitoring are recommended to ensure sustained optimal performance.

Keywords: *Load balancing, ECMP, Network Performance*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya penetrasi internet secara global, volume lalu lintas data yang mengalir dalam jaringan turut mengalami lonjakan signifikan (Anita Sumiati P., 2020). Salah satu komponen krusial dalam ekosistem internet adalah layanan sistem informasi. Aksesibilitas terhadap layanan ini sangat penting, sebab kegagalan dalam mengaksesnya akan berdampak pada tidak tersampainya informasi terkini kepada pengguna (Putra, 2018). Untuk menjamin konektivitas dan komunikasi antar perangkat dalam jaringan, dibutuhkan suatu infrastruktur jaringan komputer yang memungkinkan pertukaran data, program, dan aktivitas lainnya secara efisien (Tania Octavriana, 2021).

Pertumbuhan teknologi digital yang masif turut mendorong peningkatan trafik web, khususnya dalam konteks organisasi. Lonjakan trafik ini secara langsung menambah beban kerja server yang melayani permintaan, sehingga berisiko menimbulkan penurunan performa dan gangguan terhadap layanan, bahkan hingga menyebabkan sistem menjadi tidak aktif (down). Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan solusi berbasis teknologi yang andal dan memiliki kapabilitas tinggi. Salah satu pendekatan yang efektif adalah penerapan teknologi load balancing, yang berfungsi untuk mendistribusikan beban secara merata ke beberapa server. Teknologi ini berperan penting dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam sistem paralel dan terdistribusi. Implementasi algoritma dinamis dalam skema load balancing memungkinkan sistem beradaptasi secara real-time terhadap kondisi jaringan yang berubah-ubah (Nur Iman Ar Ramadhan, 2019).

Lebih lanjut, pesatnya perkembangan teknologi informasi seperti Internet of Things (IoT) dan layanan berbasis cloud menuntut kesiapan infrastruktur jaringan yang adaptif dan tangguh untuk menjamin kelancaran operasional aplikasi. Oleh karena itu, perluasan fungsi jaringan menjadi sebuah keharusan guna mengakomodasi kebutuhan teknologi yang semakin kompleks. Dalam konteks ini, implementasi Cisco Packet Tracer dapat dijadikan solusi strategis, tidak hanya sebagai respons terhadap permasalahan saat ini, tetapi juga sebagai upaya antisipatif dalam menghadapi tuntutan jaringan masa depan (Rahma, 2023).

Penerapan teknologi load balancing juga memberikan dampak positif terhadap reliabilitas, ketersediaan (availability), serta skalabilitas

jaringan. Salah satu keuntungan utamanya adalah adanya jalur alternatif ketika salah satu koneksi internet mengalami gangguan, sehingga kontinuitas layanan tetap terjaga. Misalnya, penerapan metode Equal Cost Multi-Path (ECMP) memungkinkan pembagian trafik ke dua jalur gateway yang memiliki biaya setara, sehingga meningkatkan throughput, menurunkan waktu respons, dan menghindari terjadinya kemacetan trafik (Puspitasari, 2023).

Sebagai langkah solutif terhadap tantangan tersebut, direkomendasikan penggunaan dua penyedia layanan internet (ISP) yang berbeda, dikonfigurasi dalam skema load balancing. Strategi ini menjamin redundansi koneksi apabila salah satu ISP mengalami gangguan. Selain itu, untuk menjamin distribusi jaringan yang adil dan sesuai prioritas antar divisi dalam organisasi, diperlukan desain konfigurasi jaringan yang cermat, salah satunya dengan memanfaatkan simulasi dan penerapan melalui Cisco Packet Tracer.

II. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan rangkaian langkah sistematis yang dirancang untuk mengkaji efektivitas penerapan algoritma Equal Cost Multi-Path (ECMP) dalam mekanisme load balancing pada jaringan komputer. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak implementasi ECMP terhadap parameter kinerja jaringan, khususnya dalam konteks throughput, latency, dan availability layanan. Evaluasi dilakukan melalui simulasi jaringan menggunakan platform Cisco Packet Tracer, yang mereplikasi topologi jaringan institusional secara realistis.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis desain eksperimental, dengan membandingkan dua kondisi jaringan: (1) jaringan tanpa penerapan load balancing sebagai baseline, dan (2) jaringan dengan implementasi load balancing menggunakan ECMP. Data dikumpulkan melalui simulasi berbasis trafik variatif, melibatkan skenario beban ringan, sedang, dan tinggi guna menguji ketahanan dan skalabilitas jaringan terhadap dinamika permintaan layanan.

Tahap Tahap Penelitian

1. Tahap Persiapan

➤ Pemetaan Infrastruktur : tahap ini mencakup analisis menyeluruh terhadap komponen jaringan meliputi klasifikasi jenis server, kapasitas link, jumlah host, serta identifikasi pola lalu lintas

(traffic flow) yang biasa terjadi di lingkungan operasional AlgoLand Academy.

- Penentuan Skala Simulasi : skala eksperimen ditentukan berdasarkan jumlah node, tipe layanan (misalnya HTTP, FTP, DNS), serta skenario volume lalu lintas harian yang realistis.
- Desain Topologi dan Konfigurasi Jaringan : topologi jaringan dibangun pada Cisco Packet Tracer dengan konfigurasi perangkat seperti router, switch layer 3, server, dan workstation. Protokol routing seperti OSPF digunakan untuk mendukung implementasi ECMP, serta pengaturan NAT, VLAN, dan QoS untuk mendekati kondisi produksi sebenarnya.

2. Tahap Eksperimen

- Skenario Baseline : Pengukuran kinerja dilakukan terhadap jaringan tanpa load balancing. Metrik seperti packet delivery ratio, round-trip time (RTT), dan average throughput direkam sebagai acuan perbandingan.
- Penerapan ECMP : Konfigurasi algoritma ECMP dilakukan pada router core untuk membagi jalur lalu lintas berdasarkan jalur dengan biaya yang setara. Jalur-jalur tersebut dimonitor untuk memastikan pembagian beban berjalan simetris sesuai kebijakan routing dinamis.
- Pengamatan dan Logging : Data diperoleh melalui fitur real-time monitoring dan simulation mode dari Cisco Packet Tracer. Parameter kinerja dicatat secara kuantitatif menggunakan log perangkat dan analisis packet flow.

3. Tahap Analisis Data

- Visualisasi dan Interpretasi : Hasil pengukuran dikompilasi dalam bentuk tabel dan grafik untuk memfasilitasi pembacaan tren performa sebelum dan sesudah implementasi ECMP.
- Uji Statistik : Dilakukan analisis inferensial menggunakan uji paired t-test atau ANOVA untuk mengukur signifikansi perubahan kinerja antara kondisi baseline dan setelah penerapan load balancing. Validitas dan reliabilitas data diuji untuk menjamin akurasi hasil..

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan simulasi jaringan menggunakan Cisco Packet Tracer untuk mengukur performa server AlgoLand dengan dan tanpa

penerapan metode load balancing menggunakan Equal Cost Multi-Path (ECMP). Hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan bandwidth dan efisiensi transfer data setelah load balancing diterapkan

Tabel 1. Topologi dengan Load

Skenario	Ukuran File (bytes)	Waktu Transfer (detik)	Bandwidth (Kbps)
Tanpa Load Balancing	40	0.063	5.08
Dengan Load Balancing	40	0.03	10.67

A. Menggunakan Load Balancing

Dari informasi yang diberikan, berikut detail yang bisa digunakan untuk menghitung bandwidth:

1. Ukuran File yang Ditransfer: 40 bytes
2. Waktu Transfer: 0.03 detik

Perhitungan Bandwidth

Rumus bandwidth :

Bandwidth (bps) = $\frac{\text{Ukuran File (bits)}}{\text{Waktu Transfer (detik)}}$

Ukuran file :

Bits : $40 \text{ bytes} \times 8 = 320 \text{ bits}$

Waktu transfer: 0.03 detik

Perhitungan Bandwidth:

Bandwidth:

(bps) = $\frac{320 \text{ bits}}{0.03 \text{ detik}} \approx 10666.67 \text{ bps}$

Konversi ke Kbps:

Bandwidth:

(Kbps) = $\frac{10666.67}{1000} \approx 10.67 \text{ Kbps}$

Bandwidth untuk transfer ini adalah sekitar 10.67 Kbps

Bandwidth

(Kbps) = $\frac{1000 \times 10666.67}{1000} \approx 10.67 \text{ Kbps}$

Bandwidth untuk transfer ini adalah sekitar 10.67 Kbps

Bandwidth

untuk transfer ini adalah sekitar 10.67 Kbps

Kbps

Rumus bandwidth:

$$\text{Bandwidth (bps)} = \frac{\text{Ukuran File (bits)}}{\text{Waktu Transfer (detik)}}$$

- Ukuran file dalam bits:

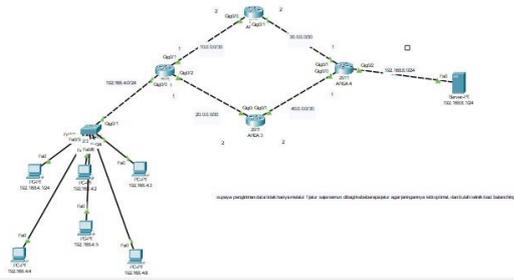
$40 \text{ bytes} \times 8 = 320 \text{ bits}$
- Waktu transfer: 0.03 detik

Perhitungan Bandwidth:

$$\text{Bandwidth (bps)} = \frac{320 \text{ bits}}{0.03 \text{ detik}} \approx 10666.67 \text{ bps}$$

Konversi ke Kbps:

$$\text{Bandwidth (Kbps)} = \frac{10666.67}{1000} \approx 10.67 \text{ Kbps}$$



Gambar 1. Topologi Dengan Load Balancing

B. Tanpa Load Balancing

1. Ukuran File yang Ditransfer: 40 bytes
2. Waktu Transfer: 0.063 detik

Perhitungan Bandwidth

Rumus bandwidth:

Bandwidth (bps) = $\frac{\text{Ukuran File (bits)}}{\text{Waktu Transfer (detik)}}$

Bandwidth (bps) = $\frac{\text{Waktu Transfer (detik)}}{\text{Ukuran File (bits)}}$

Ukuran file:

Bits : 40 bytes × 8 = 320 bits

Waktu transfer: 0.063 detik

Perhitungan Bandwidth:

Bandwidth ;

(bps) = $\frac{320 \text{ bits}}{0.063 \text{ detik}} \approx 5079.37 \text{ bps}$

Konversi ke Kbps:

Bandwidth :

(Kbps) = $\frac{5079.37}{1000} \approx 5.08 \text{ Kbps}$

Bandwidth untuk transfer ini adalah sekitar 5.08 Kbps

Rumus bandwidth:

$$\text{Bandwidth (bps)} = \frac{\text{Ukuran File (bits)}}{\text{Waktu Transfer (detik)}}$$

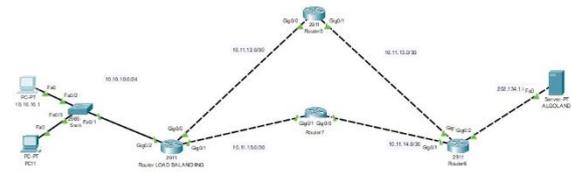
- Ukuran file dalam bits:

$$40 \text{ bytes} \times 8 = 320 \text{ bits}$$
- Waktu transfer: 0.063 detik

Perhitungan Bandwidth:

$$\text{Bandwidth (bps)} = \frac{320 \text{ bits}}{0.063 \text{ detik}} \approx 5079.37 \text{ bps}$$

Konversi ke Kbps:

$$\text{Bandwidth (Kbps)} = \frac{5079.37}{1000} \approx 5.08 \text{ Kbps}$$


Gambar 2. Topologi Tanpa Load Balancing

Ukuran File sama di kedua kasus, yaitu 40 bytes. Hasil dari waktu Transfer yang menggunakan load balancing lebih cepat, dengan waktu 0.03 detik dibandingkan 0.063 detik pada yang tanpa load balancing. Bandwidth dengan load balancing memiliki bandwidth lebih tinggi (10.67 Kbps) dibandingkan yang tanpa load balancing (5.08 Kbps).

Kecepatan Transfer dengan load balancing lebih cepat karena data dapat dibagi ke beberapa jalur, sedangkan tanpa load balancing, semua data melewati satu jalur komunikasi saja. Load balancing membantu mendistribusikan beban kerja antara beberapa jalur atau server, yang meningkatkan efisiensi transfer. Penggunaan load balancing memberikan manfaat dalam meningkatkan kecepatan dan efisiensi jaringan, meskipun memerlukan konfigurasi yang lebih kompleks.

Berdasarkan hasil pengujian, transfer file tanpa load balancing menunjukkan bandwidth sebesar 5.08 Kbps dengan waktu transfer 0.063 detik. Sebaliknya, dengan penerapan metode load balancing menggunakan ECMP, bandwidth meningkat menjadi 10.67 Kbps dengan waktu transfer yang lebih cepat, yaitu 0.03 detik. Peningkatan ini menunjukkan bahwa ECMP mampu mendistribusikan beban trafik secara merata pada beberapa jalur komunikasi, sehingga meningkatkan efisiensi jaringan

Peningkatan performa jaringan dengan metode ECMP disebabkan oleh pembagian beban trafik ke beberapa jalur dengan biaya yang sama, sehingga data dapat dikirim lebih cepat tanpa menumpuk pada satu jalur komunikasi saja. Metode ECMP ini sangat efektif dalam jaringan yang memiliki banyak jalur dengan kemampuan serupa. Namun, implementasi ECMP memerlukan konfigurasi yang lebih kompleks dibandingkan metode routing biasa, sehingga membutuhkan perhatian lebih dalam perancangannya. Selain itu, ECMP lebih cocok untuk jaringan yang mendukung protokol dinamis seperti OSPF dan EIGRP. Pada jaringan statis,

efektivitas load balancing mungkin lebih rendah karena tidak ada pembaruan jalur otomatis

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip route 192.168.8.0 255.255.255.0 20.0.0.2
Router(config)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
```

Gambar 3. Konfigurasi Load Balancing pada AREA 1

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 40.0.0.2
Router(config)#
```

Gambar 4. Konfigurasi Load Balancing pada AREA 4

Berdasarkan hasil simulasi, metode load balancing dengan ECMP terbukti meningkatkan bandwidth hingga dua kali lipat dibandingkan jaringan tanpa load balancing.

Aspek	Dengan Load Balancing (Gambar 1)	Tanpa Load Balancing (Gambar 2)
Ukuran File yang Ditransfer	40 bytes	40 bytes
Waktu Transfer	0,03 detik	0,063 detik
Ukuran File dalam bits	320 bits	320 bits
Bandwidth (bps)	10.666.67 bps	5.079.37 bps
Bandwidth (Kbps)	10,67 Kbps	5,08 Kbps
Kecepatan Transfer	Lebih cepat	Lebih lambat
Penyebab Perbedaan	Load balancing meningkatkan kecepatan transfer	Hanya satu jalur komunikasi digunakan, membatasi kecepatan
Kelebihan	Meningkatkan efisiensi dan kecepatan transfer	Sederhana tanpa konfigurasi tambahan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, implementasi algoritma Equal Cost Multi-Path (ECMP) pada jaringan AlgoLand Academy telah berhasil meningkatkan kinerja server secara signifikan. Analisis data menunjukkan peningkatan yang jelas pada metrik throughput, yang mengindikasikan peningkatan kapasitas transfer data. Selain itu, penurunan latency yang teramati menandakan responsivitas server yang lebih baik terhadap permintaan pengguna. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa distribusi beban lalu lintas secara merata melalui beberapa jalur yang memiliki biaya yang sama

merupakan strategi yang efektif untuk mengatasi masalah pada jaringan.

Untuk mengoptimalkan kinerja jaringan AlgoLand Academy lebih lanjut dengan melakukan pemantauan kinerja jaringan secara rutin untuk mengidentifikasi perubahan pola lalu lintas dan potensi masalah baru. Melakukan pemantauan yang cermat, konfigurasi load balancing dapat disesuaikan secara dinamis agar tetap optimal.

REFERENSI

- [1] Anita Sumiati P, r. H., (2020), “Implementasi Load Balancing Web Server dengan Algoritma Source IP Hash pada Software Defined Network (SDN)”, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.
- [2] Putra, J. P., (2018), “Kajian Web Load Balancing Berbasis Round Robin”, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Tania Octavriana, K. J., (2021), “Optimalisasi Jaringan Internet Dengan Load Balancing Pada High Traffic Network”, Jurnal Teknik Informatika.
- [4] Nur Iman Ar Ramadhan, T. A., 2019, “Analisis Algoritma Roundrobin Dan Source Ip Hash”.
- [5] Rahma, S. A., 2023, “Implementasi Cisco Packet Tracer Untuk Setting Jaringan Komputer Pada Gedung Fakultas Teknik UPN Veteran Jawa Timur”, Djtechno-Jurnal Teknologi Informasi.
- [6] Puspitasari, A., 2023, “Load Balancing Dengan Metode Equal Cost Multi Path (Ecmp) Pada PT BCA Multi Finance”, JIKA (Jurnal of Informatics).