

Analisis Kinerja Load Balancing Terhadap Jaringan Internet Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP)

La Surimi^{1*}, Subardin², Nurmiati³,

^{1,2,3}Universitas Halu Oleo, Indonesia

¹lasurimi@uho.ac.id, ²subardin@uho.ac.id, ³nurmiatinur13@gmail.com



Histori Artikel:

Diajukan: 30 Sep 2022

Disetujui: 12 Okt 2022

Dipublikasi: 02 Nov 2022

Kata Kunci:

Load Balancing, QoS, ECMP, jaringan Internet, Mikrotik.

Digital Transformation

Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

Load balancing pada mikrotik adalah teknik untuk mendistribusikan beban lalu lintas jaringan pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar lalu lintas jaringan dapat berjalan secara optimal, memaksimalkan kecepatan *transfer*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari pemakaian kapasitas yang berlebihan pada salah satu jalur koneksi. Ada berbagai metode yang dapat digunakan dalam *load balancing*, salah satunya adalah metode metode ECMP. ECMP merupakan salah satu metode *load balancing* yang digunakan untuk membagi lalu lintas dua koneksi internet atau lebih dengan beban yang sama pada masing-masing jalur. Penerapan *load balancing* pada jaringan internet menggunakan metode ECMP memiliki kinerja yang bagus dibuktikan dengan penyebaran jumlah beban koneksi yang seimbang pada setiap *gateway*, dan jika ada salah satu sumber koneksi internet mati atau terjadi *fileover*, maka secara otomatis *backup* akan berjalan dengan sendirinya dengan mengambil koneksi dari sumber internet yang masih aktif. Hasil pengukuran QoS pada penelitian ini menghasilkan kualitas yang baik karena nilainya memenuhi standar THIPON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) dimana nilai rata-rata *Throughput* lebih dari 2 Mbps, nilai rata-rata *Delay* kurang dari 150 ms, nilai rata-rata *Packet Loss* kurang dari 3% sedangkan nilai rata-rata *jitter* kurang dari 125 ms.

PENDAHULUAN

Kebutuhan komunikasi saat ini sangat penting seiring dengan kemajuan dan perkembangan teknologi komunikasi data yang semakin canggih. Salah satu teknologi informasi yang saat ini banyak digunakan adalah jaringan komputer dimana kegunaan dan fungsinya sangat banyak dirasakan oleh para penggunanya, baik perorangan, instansi maupun perusahaan dan organisasi tertentu mulai dari swasta maupun milik pemerintah guna menunjang kelancaran dalam beberapa kegiatan dan kepentingan tertentu. dengan adanya jaringan komputer pengguna dapat dengan mudah untuk melakukan *sharing* data, *transfer* data dan sebagainya.

Semakin mudahnya mendapatkan sarana untuk terhubung kelayanan jaringan Internet memungkinkan penggunaan Internet dikalangan akademik kampus akan semakin meningkat. Perkembangan pemakaian Internet di kampus secara otomatis akan mempengaruhi kebutuhan besaran kapasitas kuota internet untuk menjalankan Internet secara lancar. Maka diperlukan kapasitas kuota internet yang memadai. Jika pemakaian melebihi dari layanan kapasitas internet yang ada maka kelancaran jaringan Internet akan tersendat ataupun terhenti. Terhenti atau tersendatnya layanan jaringan Internet tentu akan mengganggu proses kenyamanan perkuliahan dan pelayanan mahasiswa di kampus. Untuk itu diperlukan suatu antisipasi untuk menghindari pemakaian kapasitas internet yang berlebihan, agar lalu lintas jaringan Internet tetap berjalan dengan lancar.

Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan fungsi *load balancing* dengan cara menambah sumber Internet *Service Provider* yang berbeda. Sehingga jika salah satu Internet *Service Provider* mengalami masalah dalam memberikan pelayanan ataupun terjadi kepadatan Lalu lintas data dalam Internet di kampus maka akan ada *backup* dari sumber internet yang lain. *Load balancing* pada mikrotik adalah teknik untuk mendistribusikan beban lalu lintas jaringan pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar lalu lintas jaringan dapat berjalan secara optimal, memaksimalkan kecepatan *transfer*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari pemakaian kapasitas yang berlebihan pada salah satu jalur koneksi. (Pangestu Y, dkk. 2018). Ada berbagai metode yang dapat digunakan dalam *load balancing*, salah satunya adalah metode *Equal Cost Multi Path* (ECMP). ECMP merupakan salah satu metode *load balancing* yang digunakan untuk membagi lalu lintas dua koneksi internet atau lebih dengan beban yang sama pada masing-masing jalur. jika ada dua jalur internet dia akan melewati kedua jalur tersebut dengan beban yang sama.

STUDI LITERATUR

1. Load Balancing

Load balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban lalu lintas jaringan pada dua atau lebih

jalur koneksi secara seimbang, agar lalu lintas jaringan dapat berjalan secara optimal, memaksimalkan kecepatan *transfer*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari pemakaian kapasitas yang berlebihan pada salah satu jalur koneksi. Proses *load balancing* sebenarnya merupakan proses *fleksibel* yang dapat diciptakan dengan berbagai cara dan metode. Proses ini tidak dapat dilakukan oleh sebuah perangkat tertentu atau sebuah software khusus saja. Cukup banyak cara dan pilihan untuk mendapatkan jaringan yang dilengkapi dengan sistem *load balancing*. Cara kerja dan prosesnya pun berbeda-beda satu dengan yang lainnya (Haryanto, dkk. 2014).

2. Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan kumpulan dari beberapa komputer dan peralatan penunjang lainnya yang terhubung dalam satu kesatuan dan saling terkoneksi (Madcoms, 2019). Jaringan komputer adalah "interkoneksi" antara 2 komputer *Autonomous* atau lebih, yang terhubung dengan media *transmisi* kabel atau tanpa kabel *wireless*. *Autonomous* adalah apabila sebuah komputer tidak melakukan kontrol terhadap komputer lain dengan akses penuh, sehingga dapat membuat komputer lain, *restart*, *shutdowns*, kehilangan file atau kerusakan sistem (Wongkar dkk. 2017).

Jaringan komputer adalah sebuah kumpulan komputer, *printer* dan peralatan lainnya yang terhubung dalam satu kesatuan. Informasi dan data bergerak melalui kabel atau tanpa kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar dokumen dan data, mencetak pada *printer* yang sama dan bersama-sama menggunakan *hardware/software* yang terhubung dengan jaringan. Setiap komputer, *printer* atau *periferal* yang terhubung dengan jaringan disebut *node*. Sebuah jaringan komputer dapat memiliki dua, puluhan, ribuan atau bahkan jutaan *node* (Saputra, dkk. 2018).

3. Perangkat Jaringan

Menurut Robin (2019) perangkat jaringan yang digunakan dalam membangun sebuah jaringan adalah sebagai berikut:

1. NIC (*Network Interfaces Card*)

NIC (*Network Interfaces Card*) yang biasa disebut dengan kartu jaringan adalah sebuah perangkat yang berfungsi sebagai penghubung dari komputer ke sebuah jaringan komputer.

2. HUB

Hub adalah perangkat jaringan yang berfungsi sebagai *concentrator* atau perangkat yang terdiri dari banyak *port* untuk menghubungkan *node* atau titik sehingga membentuk jaringan yang saling terhubung dalam topologi *star*. dari sisi pengelolaan, Hub terbagi menjadi dua jenis, yaitu *Manageable Hub* dan *Unmanageable Hub*. *Manageable* hub adalah Hub yang bisa dikelola melalui *software*, biasanya menggunakan *browser* sedangkan *unmanageable* Hub tidak bisa. Hub hanya memungkinkan pengguna untuk berbagi jalur yang sama. Kumpulan hub yang membentuk jaringan hub disebut sebagai *shared Ethernet*.

3. Switch

Switch adalah perangkat jaringan yang berfungsi sebagai perangkat penghubung komputer satu dengan komputer yang lain. *Switch* dapat dikatakan sebagai *multi-port bridge* karena mempunyai *collision domain* dan *broadcast domain* tersendiri, dapat mengatur lalu lintas paket yang melalui *switch* jaringan. Secara umum *switch* adalah sebuah perangkat jaringan yang berfungsi sebagai *concentrator* yang memiliki bantak *port* untuk dihubungkan ke *node-node* hingga membentuk jaringan.

4. Repeater

Repeater adalah perangkat jaringan yang mampu memperkuat kembali sinyal yang lemah sehingga akan meningkatkan jangkauan jaringan. *Repeater* berfungsi untuk memperluas jangkauan sinyal WIFI yang belum terbantu oleh sinyal dari server agar bisa menangkap sinyal.

5. Router

Router adalah perangkat jaringan yang berfungsi sebagai alat penghubung antara dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari jaringan satu ke jaringan lain. *Router* banyak digunakan dalam jaringan berbasis protokol TCP/IP, *router* jenis ini disebut dengan *IP Router*. *Router* dapat digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil kedalam jaringan yang lebih besar untuk membagi sebuah jaringan yang besar tersebut kedalam beberapa *subnetwork*.

6. Kabel *Twisted Pair*

Kabel *Twisted Pair* terbagi menjadi dua yaitu:

a. Kabel STP (*Shielded Twisted Pair*)

Kabel STP (*Shielded Twisted Pair*) adalah jenis kabel yang memiliki selubung pembungkus. Untuk koneksinya kabel jenis ini menggunakan konektor RJ-11 atau konektor RJ-45. Kabel STP berisi dua pasang kabel atau empat pasang kabel yang setiap pasangannya dipilin.

b. Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*).

Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) adalah kabel yang banyak digunakan dalam instalasi jaringan komputer. Kabel UTP ini tidak memiliki selubung pembungkus. Kabel ini berisi empat pasang kabel yang tiap

pasangnya dipilin. Kabel UTP mudah dipasang, ukurannya kecil, dan harganya lebih murah dibandingkan jenis lainnya konektor yang bisa digunakan untuk kabel UTP adalah RJ-45.

4. Mikrotik

Mikrotik adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang digunakan untuk memfungsikan komputer sebagai *router*. PC *router* tersebut dilengkapi dengan berbagai fasilitas dan alat, baik untuk jaringan kabel maupun *nirkabel*. Mikrotik sekarang ini banyak digunakan oleh ISP, penyedia *hotspot*. Pada standar perangkat keras berbasis *Personal Computer* (PC) Mikrotik dikenal dengan kestabilan, kualitas kontrol dan fleksibilitas untuk berbagai jenis paket data dan penanganan proses *rute* atau lebih dikenal dengan istilah *routing*. Sedangkan aplikasi yang dapat diterapkan dengan Mikrotik selain *routing* adalah aplikasi kapasitas akses (*bandwidth*), manajemen, *firewall*, *wireless access point* (WiFi), *backhaul link*, sistem *hotspot*, *Virtual Private Network* (VPN) *server* dan masih banyak lainnya (<http://www.mikrotik.co.id>).



Gambar 1. Mikrotik(sumber: nds.id)

5. Parameter *Quality of Service* (QoS)

Menurut (Pamungkas, dkk (2018) *Quality of Services* (QoS) merupakan mekanisme pada jaringan yang menentukan bahwa aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan standart kualitas layanan yang telah diterapkan. Parameter-parameter *Quality of Services* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packetloss*. Ada Standart *Quality of Services* (QoS) salah satunya adalah THIPON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) TR.101329.V2.1.1.1999-06 yang dikeluarkan oleh ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*).

Ada beberapa parameter dari *Quality of Service* (QoS), diantaranya :

1. *Throughput*

Throughput merupakan kecepatan transfer data. *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Adapun kategori *Throughput* menurut TIPHON adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Standarisasi *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (Kbps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	>25	1

Persamaan Perhitungan *Throughput* :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}}$$

2. *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan sebuah data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak media fisik, kongesti atau waktu proses yang lama. Adapun kategori *Delay* menurut TIPHON adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Standarisasi *Delay*

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

3. Jitter

Persamaan Perhitungan *Delay* :

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ Yang\ Diterima}$$

Jitter adalah variasi *delay*, yang disebabkan oleh variasi-variasi panjang antrian dalam waktu mengolah data. *Delay* antrian pada *router* dan *switch* dapat menyebabkan *jitter*. Adapun kategori *Jitter* menurut TIPHON adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Standarisasi *Jitter*

Kategori <i>Jitter</i>	Besar <i>Jitter</i>	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	75 ms	3
Sedang	125 ms	2
Jelek	225 ms	1

Persamaan Perhitungan *Jitter* :

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Paket\ Yang\ Diterima}$$

Total Variasi *Delay* = *Delay* – (Rata-Rata *Delay*)

4. Packetloss

Packetloss adalah banyaknya paket yang gagal mencapai tempat tujuan paket tersebut dikirim. Adapun kategori *Packetloss* menurut TIPHON adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Standarisasi *Packetloss*

Kategori <i>Packetloss</i>	<i>Packetloss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

Persamaan Perhitungan *Packetloss* :

$$Packetloss = \frac{Paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima}{paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\%$$

1. Pengumpulan Data

METODE

- Oberservasi Pengumpulan data dan informasi dengan mengambil data Serta melakukan pengecekan ulang terhadap infrastruktur jaringan.
- Wawancara Peneliti melakukan wawancara dengan pihak laboratorium untuk mendapatkan data dan informasi yang berkaitan dengan koneksi internet pada Fakultas MIPA tersebut.
- Studi Literatur Meliputi identifikasi, lokasi, analisis dari dokumen yang berisi informasi yang pernah dilakukan sebelumnya yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian. Studi literatur ini berupa skripsi dan laporan penelitian yang didapat dari perpustakaan dan internet.

2. Alat dan Bahan yang Digunakan

- Spesifikasi Perangkat Lunak

Analisis perangkat lunak bertujuan untuk memilih secara tepat perangkat lunak apa saja yang digunakan untuk melakukan konfigurasi load balancing agar dapat beroperasi dengan benar dan efisien. Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan konfigurasi load balancing ditunjukkan pada Table 1.

Tabel 1 Spesifikasi Software

No	Nama	Keterangan
1	Microsoft Windows 10	Sebagai sistem operasi untuk <i>client</i>
2	winbox V.3.36	Software yang digunakan untuk konfigurasi <i>load balancing</i> pada mikrotik

- Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan hardware yang digunakan untuk merancang konfigurasi load balancing dapat dilihat pada

Table 2

Tabel 2 Spesifikasi Hardware

No	Nama	Keterangan
1	Laptop Acer	<ul style="list-style-type: none"> • Processor : AMD 3020e with Radeon Graphics 1.20 GHz • RAM : 4,00 GB • 3 slot USB • 1 port Ethernet
2	PC Client	<ul style="list-style-type: none"> • CPU: Intel(R) Core(TM) i5-250Gz • (4 CPUs), ~2,5GHz • Memory: 4GB RAM • Hardisk: 258GB • 4 slot USB • 2 port Ethernet
3	Modem USB GSM	4 LTE 500Mbps wifi USB Dongle Xidol K5188
4	Mikrotik Router Board	Tipe RB951Ui-2 ND
5	Xl Home Wireless Broad Band	Tipe MV008
7	Provider	Indihome SIM Card XL SIM Card Indosat

c. Prosedur Kerja



Gambar 1 Proses Pengimplementasian Load balancing

.HASIL

1. Hasil Pengukuran dan Analisis

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan 4 Parameter dari QoS (Quality of Service) parameter yang digunakan adalah throughput, delay, packet loss, dan jitter. Pengambilan data memanfaatkan software bernama wireshark yang kemudian dari data tersebut diolah menggunakan microsoft excel serta dianalisa untuk mengetahui nilai parameter Throughput, Delay, Packet Loss dan Jitter. pengukuran dilakukan dengan kondisi saat Load Balancing dan saat terjadi Fileover dimana pada skenario ini peneliti menonaktifkan salah satu ISP yaitu ISP Indosat.

PEMBAHASAN

4.1 Data Throughput

Throughput adalah bandwidth aktual, diukur dalam satuan waktu tertentu dan dalam kondisi jaringan tertentu yang digunakan untuk mentransfer file dengan ukuran tertentu. Faktor yang mempengaruhi throughput ada banyak seperti jenis data yang akan dikirim, spesifikasi dalam komputer, perangkat jaringan, cuaca, dan lain sebagainya. Pada konfigurasi pengujian throughput hanya menggunakan 1 PC client untuk melakukan pengukuran throughput dan dengan 2 skenario pengujian saat Load Balancing dan saat terjadi fileover.

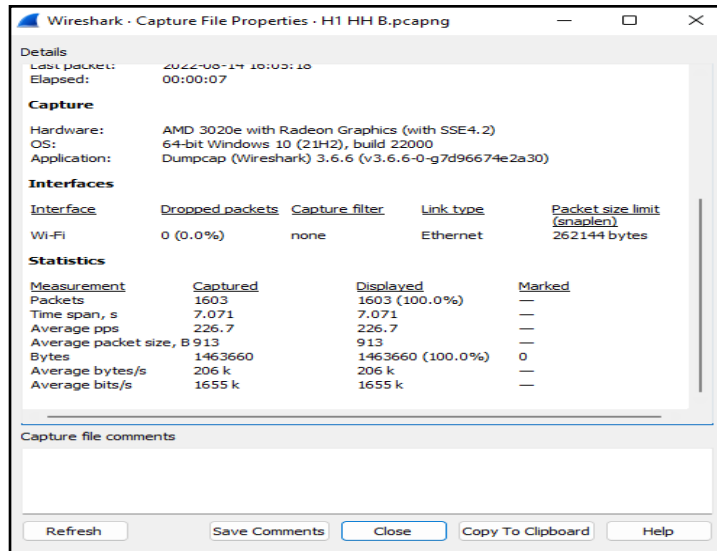
Pengujian throughput dilakukan dengan membuka live streaming di youtube dan membuka video converence. Data sudah didapatkan tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus untuk mencari Throughput.

Contoh perhitungan salah satu data throughuth yang dihitung mrnggunakan rumus untuk mencari throughput.

Persamaan Perhitungan Throughput :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{1463660}{7.071} = 206,994$$

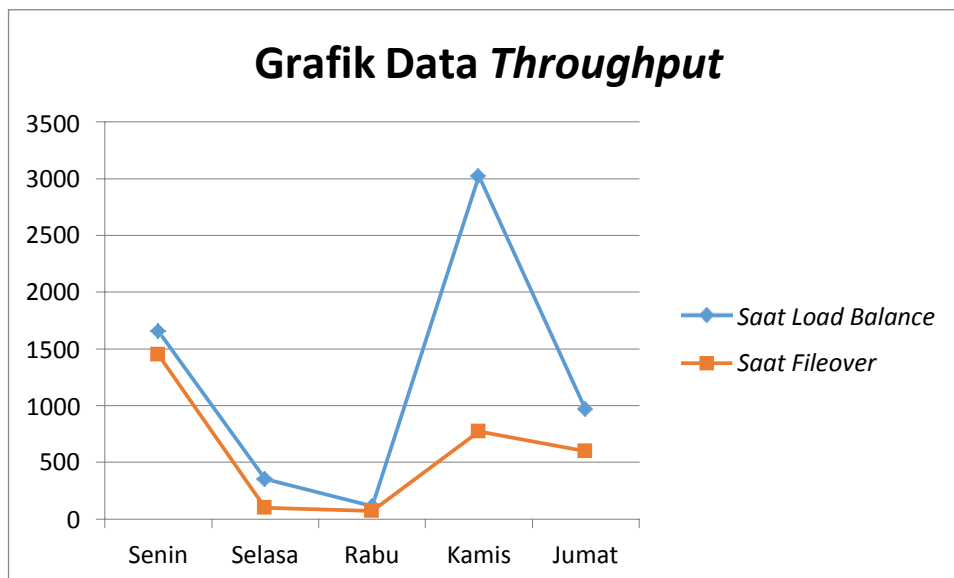


Gambar 4. 1 Capture Throughput

Hasil beserta rata-rata dari perhitungan *throughput* dalam jangka waktu selama 5 hari dengan 2 skenario dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 hasil perhitungan rata-rata *throughput*

Skenario	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata-rata
Saat Load Balance	1655	355	114	3025	963	6112
Saat Terjadi Fileover	1451	100	74	773	596	2994



Gambar 4. 2 Grafik Data Throughput

Berdasarkan Grafik 4.2, dapat dilihat bahwa nilai *throughput* memiliki pola naik turun. dimana Pada skenario saat terjadi *Laod Balance*, nilai *throughput* tertinggi terjadi pada hari kamis dengan nilai 3025 Kbps (*Kilobit per second*) dan nilai terendah pada hari rabu dengan nilai *throughput* 144 Kbps. Sedangkan untuk skenario saat terjadi *fileover* nilai tertinggi terjadi pada hari senin dengan nilai *throughput* 1451 Kbps dan nilai terendah juga terjadi pada hari rabu dengan nilai 74 Kbps. Berdasarkan kedua skenario diatas yang memiliki rata-rata *throughput* terbaik selama 5 hari terjadi pada skenario saat terjadi *Load Balance*.

Nilai rata-rata *throughput* yang didapatkan dalam melakukan pengujian selama 5 hari dengan 2 skenario pengambilan, diperoleh nilai rata-rata *Throughput* untuk skenario saat terjadi *Load Balance* sebesar 6112 Kbps dan nilai rata rata untuk skenario saat terjadi *fileover* sebesar 2994 Kbps. Hasil tersebut menurut TIPHON, nilai *throughput* untuk pengukuran *load balancing* pada penelitian ini termasuk ke dalam kategori indeks nomor 4 yaitu sangat bagus dengan nilai lebih dari 2 Mbps.

4.2 Data Delay

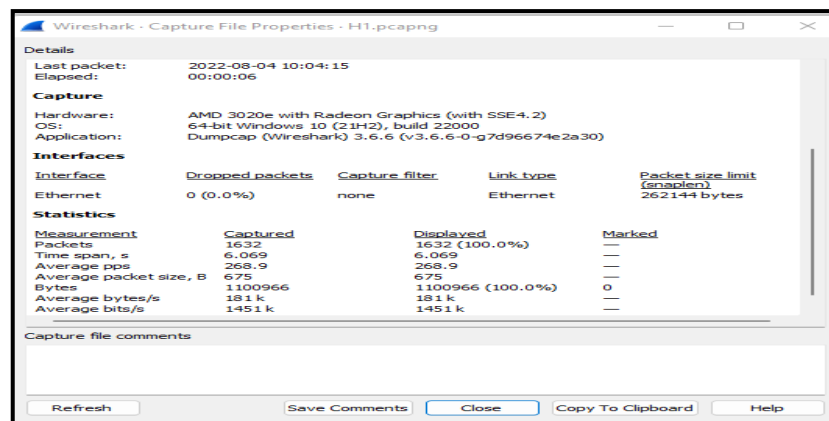
Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik lain yang menjadi tujuannya. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. *Delay* diperoleh dari selisih waktu kirim antara satu paket TCP dengan paket lainnya yang direpresentasikan dalam satuan *second*. Hasil dari pengujian nilai *delay* dan rata-rata *delay* kemudian dihitung menggunakan rumus untuk mencari *delay*.

Contoh perhitungan salah satu data *delay* yang dihitung mrnggunakan rumus untuk mencari *delay*.

Persamaan Peritungan *Delay* :

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ Yang\ Diterima}$$

$$Delay = \frac{6068977}{1632} = 0,003719$$

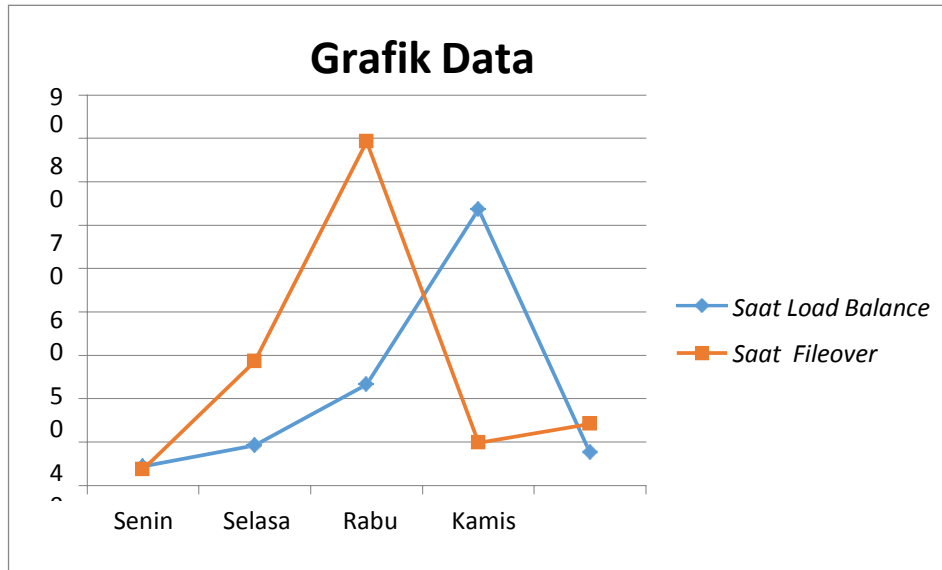


Gambar 4. 3 Capture Delay

Hasil beserta rata-rata dari pengujian *delay* selama 5 hari dengan 2 skenario dapa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil perhitungan rata-rata *delay*

Skenario	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata-rata
Saat <i>Load Balance</i>	4,441	9,187	23,225	63,61	7,559	108,022
Saat terjadi <i>Fileover</i>	3,719	28,637	79,292	9,869	14,141	115,658



Gambar 4. 4 Grafik Data Delay

Berdasarkan Grafik 4.4, dapat dilihat bahwa nilai *delay* memiliki pola yang naik turun, dimana dapat dilihat pada skenario saat terjadi *load balance* nilai tertinggi terjadi pada hari kamis dengan nilai 63,61 *milisecond* (ms) dan nilai terendah terjadi pada hari senin dengan nilai 4,441. sedangkan untuk skenario saat terjadi *fileover* nilai tertinggi terjadi pada hari rabu dengan nilai 79,292 ms. dan nilai terendah terjadi pada hari senin dengan nilai 3,719 ms. Berdasarkan kedua skenario diatas yang memiliki rata-rata *delay* terendah dan stabil selama 5 hari terjadi pada skenario *Load balance* karena naik turun grafik tidak melonjak secara signifikan,

Nilai rata-rata *delay* yang diperoleh selama 5 hari dengan 2 skenario pengukuran diperoleh nilai rata-rata sebesar 108,022 ms pada skenario saat terjadi *load balance* dan skenario sat terjadi *fileover* sebesar 135,658 ms. Hasil tersebut menurut TIPHON, nilai *delay* untuk pengukuran *load balancing* pada penelitian ini termasuk ke dalam kategori indeks nomor 4 yaitu sangat bagus dengan nilai kurang dari 150 ms.

4.3 Data Packet Loss

Packet loss adalah banyaknya paket yang hilang pada suatu jaringan paket yang disebabkan oleh tabrakan (*collision*) dan *congestion*. Pada jaringan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi tersebut. Berdasarkan konfigurasi *software* yang telah penulis lakukan yaitu batas waktu *timeout* dan interval. Data yang sudah didapatkan tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus untuk mencari *packet loss*.

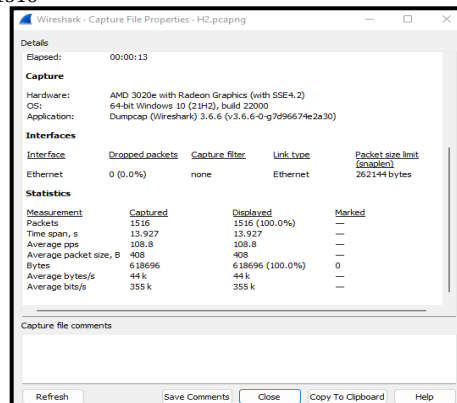
Contoh perhitungan salah satu data *Packet Loss* yang dihitung mrnggunakan rumus untuk mencari *Packet Loss*.

Persamaan Perhitungan *Paketloss* :

$$Paket\ loss = \frac{Paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima}{paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\%$$

$$Paketloss = \frac{1516 - 1516}{1516} \times 100\% = 0$$

1516

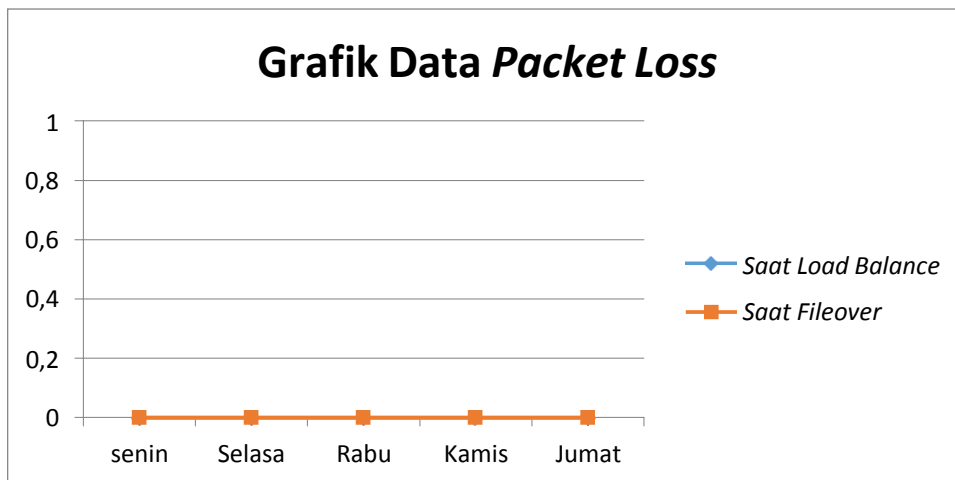


Gambar 4. 5 Capture Packet Loss

Hasil beserta rata-rata dari perhitungan *packet loss* selama 5 hari dengan 2 skenario dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan rata-rata Packet Loss.

skenario	senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata-rata
Saat terjadi <i>Load balance</i>	0	0	0	0	0	0
Saat Terjadi <i>Fileover</i>	0	0	0	0	0	0



Gambar 4. 6 Grafik Data Packet Loss

Berdasarkan gambar grafik 4.6, Nilai rata-rata *Packet Loss* yang didapatkan dalam melakukan pengujian selama 5 hari dengan 2 skenario pengambilan diperoleh bahwa nilai rata-rata *Packet Loss* seimbang dimana di peroleh nilai rata rata pada skenario saat terjadi *load balance* dan skenario saat terjadi *fileover* yaitu sebesar 0%. Hasil tersebut menurut TIPHON, nilai *Packet Loss* untuk pengukuran *load balancing* pada penelitian ini termasuk dalam kategori indeks nomor 4 yaitu sangat bagus dengan nilai kurang dari 3 %.

4.4 Data jitter

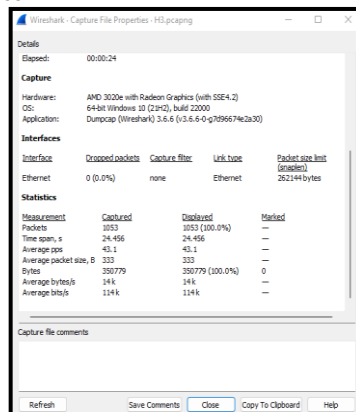
Jitter atau variasi kedatangan paket, diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan *jitter*. *Jitter* biasanya disebut variasi *delay*, berhubungan erat dengan *latency*, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. Berdasarkan hasil dari analisa *packet loss* dan *delay* maka dapat dihitung juga nilai dari *jitter* dengan rumus yang untuk mencari *jitter*.

Contoh perhitungan salah satu data *jitter* yang dihitung mrnggunakan rumus untuk mencari *jitter*.

Persamaan Perhitungan *Jitter* :

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Paket\ Yang\ Diterima}$$

$$Jitter = \frac{24.74054}{1053} = 0,023495$$



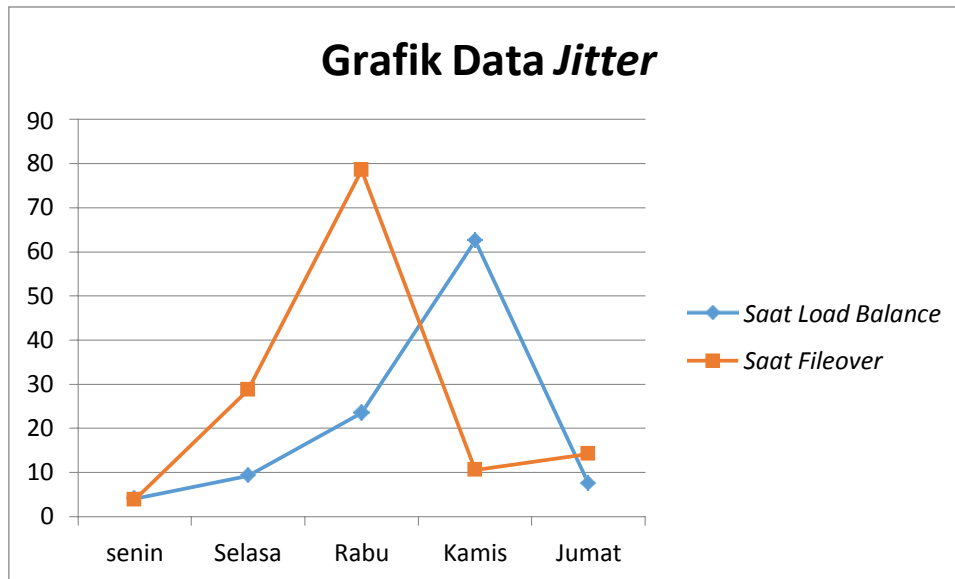
Gambar 4. 7 Capture Jitter

Hasil beserta rata-rata dari penghitungan *jitter* selama 5 hari dengan 2 skenario dapat dilihat pada Tabel

4.4

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Rata-rata Jitter

skenario	senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata-rata
Saat Terjadi <i>Laod Balance</i>	4,034	9,194	23,495	62,60	7,556	106,879
Saat Terjadi <i>Fileover</i>	3,724	28,706	78,475	10,52	14,157	135,582



Gambar 4. 8 Grafik Data *jitter*

Berdasarkan Grafik 4.8, dapat dilihat bahwa nilai *jitter* tertinggi pada skenario saat terjadi *load balance* terjadi pada hari kamis dengan nilai *Jitter* sebesar 62,60 ms dan nilai terendah terjadi pada senin dengan nilai 4,034 ms. Untuk skenario saat terjadi *fileover* nilai tertinggi terjadi pada hari rabu dengan nilai 78,475 ms dan nilai terendah pada hari senin dengan nilai 3,724 ms. Berdasarkan kedua skenario diatas rata-rata *Jitter* memiliki pola naik turun.

Nilai rata-rata yang diperoleh dari pengukuran serta pengujian selama 5 hari dengan 2 skenario pengambilan diperoleh nilai rata-rata *Jitter* sebesar 106,879 ms untuk skenario saat terjadi *load balance* dan skenario saat terjadi *fileover* di peroleh rata rata sebesar 135,582 ms. Hasil tersebut menurut TIPHON, nilai *jitter* untuk pengukuran *load balancing* pada penelitian ini termasuk ke dalam kategori indek nomor 3 yaitu bagus.

KESIMPULAN

penerapan *load balancing* pada jaringan internet menggunakan metode ECMP memiliki kinerja yang bagus dibuktikan dengan penyebaran jumlah beban koneksi yang seimbang pada setiap gateway, dan jika ada salah satu sumber koneksi internet mati atau terjadi *fileover*, maka secara otomatis backup akan berjalan dengan sendirinya dengan mengambil koneksi dari sumber internet yang masih aktif pemilihan sumber isp yang tepat memberikan optimalisasi ketika gangguan jaringan terjadi pada sumber propider lain. nilai QOS yang di ukur dengan panduan standar TIPHON juga menghasilkan nilai yang bagus pada masing masing parameter yaitu *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*.

REFERENSI

- Haryanto, M. D., & Riadi, I. (2018). Analisa dan Optimalisasi Jaringan Menggunakan Teknik *Load Balancing*. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 2, 1370–1378. <http://www.mendeley.com/research/analisa-dan-optimalisasi-jaringan-menggunakan-teknik-load-balancing>.
- Listanto, M. D., & Riadi, I. (2018). Analisa dan Optimalisasi Jaringan Menggunakan Teknik *Load Balancing*. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 2, 1370–1378. <http://www.mendeley.com/research/analisa-dan-optimalisasi-jaringan-menggunakan-teknik-load-balancing>.

optimalisasi-jaringan-menggunakan-teknik-load-balancing.

Pangestu, A. (2019). *Analisis Metode Per Connection Classifier (PCC) dalam Penerapan Load Balancing*. 1, 105–112.

Robin, F. (2020). Analisis Kinerja Load Balancing Jaringan 4G Pada Pc Router Mikrotik Menggunakan Metode Pcc. *Analisis Kinerja Load Balancing Jaringan 4G pada Pc Router Mikrotik Menggunakan Metode Pcc*.

Wongkar, S., Sinsuw, A., & Najoan, X. (2017). Analisa Implementasi Jaringan Internet dengan Menggabungkan Jaringan Lan dan Wlan Di Desa Kawangkoan Bawah Wilayah Amurang II. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(6), 62–68.