

**PERBANDINGAN KINERJA *LOAD BALANCING* ECMP  
DENGAN PCC PADA IMPLEMENTASI BEBERAPA JALUR  
INTERNET JARINGAN SELULER**

Skripsi



oleh:

**JOYCE GRACE SITUMEANG  
71190517**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2023

**PERBANDINGAN KINERJA *LOAD BALANCING* ECMP  
DENGAN PCC PADA IMPLEMENTASI BEBERAPA JALUR  
INTERNET JARINGAN SELULER**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

Disusun oleh

**JOYCE GRACE SITUMEANG**

**71190517**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2023

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**SKRIPSI/TESIS/DISERTASILUNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Joyce Grace Situmeang  
NIM : 71190517  
Program studi : Informatika  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PERBANDINGAN KINERJA *LOAD BALANCING* ECMP DENGAN PCC  
PADA IMPLEMENTASI BEBERAPA JALUR INTERNET JARINGAN  
SELULER”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta  
Pada Tanggal : 30 Oktober 2023

Yang menyatakan



(Joyce Grace Situmeang)  
NIM.71190517

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **PERBANDINGAN KINERJA *LOAD BALANCING* ECMP DENGAN PCC PADA IMPLEMENTASI BEBERAPA JALUR INTERNET JALUR SELULER**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 26 Oktober 2023



**JOYCE GRACE SITUMEANG**  
71190517



## HALAMAN PENGESAHAN

### PERBANDINGAN KINERJA LOAD BALANCING ECMP DENGAN PCC PADA IMPLEMENTASI BEBERAPA JALUR INTERNET JARINGAN SELULAR

Oleh: JOYCE GRACE SITUMEANG / 71190517

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 20 Oktober 2023

Yogyakarta, 23 Oktober 2023  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
2. Nugroho Agus Haryono, M.Si
3. Joko Purwadi, M.Kom
4. Budi Susanto, SKom.,M.T.



Dekan

Ketua Program Studi



(Restyandito, S.Nom.,MSIS.,Ph.D.)



(Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.)

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul Perbandingan Kinerja *Load Balancing* ECMP Dengan PCC Pada Implementasi Beberapa Jalur Internet Jaringan Seluler ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Mamak dan Bapak penulis yang selama ini telah sabar membimbing, menyemangati dan mendoakan penulis,
3. Bapak Restyandito, S.Kom., MSIS, Ph.D. selaku Dekan FTI, yang sudah mengajari saya dalam beberapa mata kuliah desain antarmuka
4. Ibu Glora Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D. selaku Kaprodi Informatika, yang telah membantu saya selam proses perkuliahan
5. Bapak Ir. Gani Indriyanta, MT selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan membimbing saya mulai dari seminar proposal hingga tahap skripsi dengan penuh kesabaran,
6. Bapak Nugroho Agus Haryono., S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing 2 ilmunya dan membimbing saya mulai dari seminar proposal hingga tahap skripsi dengan penuh kesabaran,
7. Riani Matialu beserta pacarnya yang memberi penulis asupan makanan, dan membagi ilmunya kepada penulis
8. Nola Kerenzia teman satu projek skripsi saya, yang mau selalu semangat dan saling mebantu dalam mengerjakan skripsi
9. Teman-teman grup sudy room 365 yang lain yaitu Theofani dan Olivia yang telah menemani saya sedari semester dua
10. Teman-teman saya saat SMA Ruth dan Agnes yang sudah menyemangati dan membantu saya dalam mengerjakan skripsi

11. Sepupu saya Josua Manurung yang sudah menemani saya selama  
berkuliah di Jogja

Laporan proposal/skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga proposal/skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.

Yogyakarta, -----

Penulis



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS SECARA ONLINE.....	vi
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA .....	vi
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian .....	3
1.6.1 Tahap Studi Literatur .....	3
1.6.2 Tahap Perancangan .....	3
1.6.3 Tahap Implementasi dan Pengambilan Data.....	4
1.6.4 Tahap Pengolahan Data dan Analisis.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	10



2.2.1	Jaringan Komputer .....	10
2.2.2	<i>Bandwidth</i> .....	11
2.2.3	<i>Load balancing</i> .....	11
2.2.4	<i>Failover</i> .....	14
2.2.5	Quality Of Service.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1	Analisis Kebutuhan Sistem .....	17
3.2	Perancangan Penelitian.....	17
3.3	Diagram Penelitian .....	23
3.4	Rancangan Topologi.....	24
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN .....		25
4.1	Implementasi Topologi Jaringan dan Load Balancing.....	25
4.1.1	Konfigurasi Router Mikrotik untuk GSM XL dan GSM IM3 dan ISP Indihome .....	26
4.1.2	Konfigurasi Mikrotik R4 untuk <i>Load Balancing</i> .....	29
4.2	Hasil Pengujian <i>Load Balancing</i> dan Analisis .....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....		52
LAMPIRAN A .....		54
DATA HASIL PENGUJIAN QOS .....		54
LAMPIRAN B .....		74
DATA HASIL PENGUJIAN THROUGHPUT.....		74
LAMPIRAN C .....		79
KARTU KONSULTASI DOSEN 1.....		79
LAMPIRAN D .....		80
KARTU KONSULTASI DOSEN 2.....		80

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Nilai Packet loss.....	15
Tabel 2. 2 Standar Latency.....	15
Tabel 2. 3 Kategori Nilai Jitter.....	16
Tabel 3. 1 Tabel Pengujian Sebelum dan Sesudah <i>Load Balancing</i> Saat 3 Jalur Koneksi Aktif.....	21
Tabel 3. 2 Tabel Pengujian Sebelum dan Sesudah <i>Load Balancing</i> Saat Terjadi <i>Failover</i> .....	21
Tabel 3. 3 Tabel Pengujian <i>Throughput</i> .....	21
Tabel 3. 4 Tabel Pengujian <i>Trace Route</i> Sebelum dan Sesudah <i>Load Balancing</i>	22
Tabel 3. 5 Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Parameter QOS .....	22
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian QOS saat 3 Jalur Aktif Melalui Router.....	37
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian QOS saat 3 Jalur Aktif Melalui Switch .....	40
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian QOS saat 1 Jalur Mati Melalui Switch.....	40
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> Melalui Router .....	44
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> Melalui Switch.....	45
Tabel 4. 8 Tabel Pengujian <i>Trace route</i> Tanpa <i>Load Balancing</i> .....	48
Tabel 4. 9 Tabel Pengujian <i>Trace Route</i> Pada Metode <i>Load Balancing</i> ECMP ..	49
Tabel 4. 10 Tabel Pengujian <i>Trace Route</i> Pada Metode <i>Load Balancing</i> PCC....	50

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Load Balancer</i> .....	12
<i>Gambar 3. 1 Diagram Perancangan</i> .....	23
<i>Gambar 3. 2 Rancangan Topologi</i> .....	24
<i>Gambar 4. 1 Perencanaan Topologi Jaringan</i> .....	25
<i>Gambar 4. 2 Hasil Speedtest ISP</i> .....	36
<i>Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Delay Melalui Router</i> .....	37
<i>Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Jitter Melalui Router</i> .....	38
<i>Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Packet loss Melalui Router</i> .....	39
<i>Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Delay Melalui Switch 3 Jalur Aktif</i> .....	41
<i>Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Delay Melalui Switch 1 Jalur Mati</i> .....	41
<i>Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Jitter Melalui Switch 3 Jalur Aktif</i> .....	42
<i>Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Jitter Melalui Switch 1 Jalur Mati</i> .....	42
<i>Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Packet loss Melalui Switch</i> .....	43
<i>Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Throughput Melalui Router</i> .....	45
<i>Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Throughput Melalui Switch Sebelum dan Sesudah Load Balancing</i> .....	46
<i>Gambar 4. 16 Hasil Trafik Sebelum Load Balancing</i> .....	46
<i>Gambar 4. 17 Hasil Trafik Load Balancing PCC</i> .....	47
<i>Gambar 4. 18 Hasil Trafik Load Balancing ECMP</i> .....	47

## INTISARI

# PERBANDINGAN KINERJA *LOAD BALANCING* ECMP DENGAN PCC PADA IMPLEMENTASI BEBERAPA JALUR INTERNET JARINGAN SELULER

Oleh

JOYCE GRACE SITUMEANG

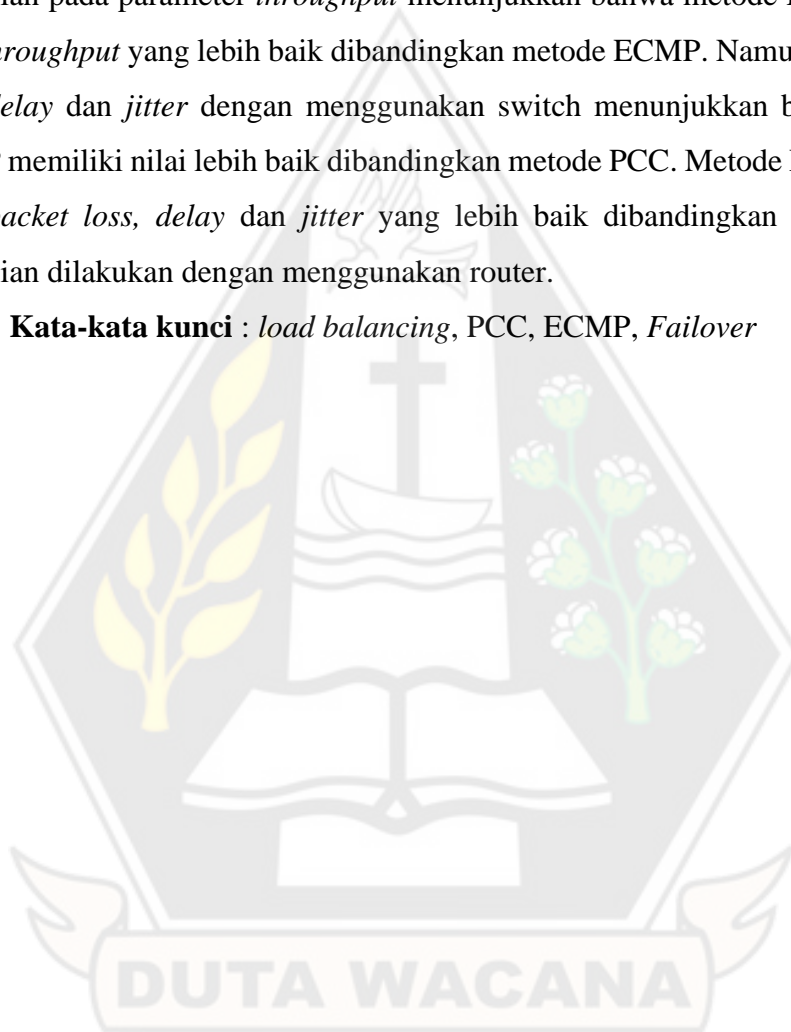
71190517

Penggunaan teknologi internet merupakan kebutuhan yang cukup penting dalam menunjang proses belajar mengajar. Jaringan internet dapat menjadi masalah yang sangat penting apabila terjadi gangguan saat digunakan, gangguan tersebut biasanya terjadi ketika *traffic* yang dihasilkan sangat besar yang dapat menyebabkan ketidakstabilan *bandwith*. Upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kualitas dan meminimalisir terjadinya gangguan tersebut adalah dengan menerapkan metode *load balancing* serta *failover*. Dengan metode *load balancing* dan *failover*, trafik penggunaan internet akan terbagi sehingga akan menghasilkan *throughput* yang lebih maksimal. *latency* yang lebih kecil dan menghindari terjadinya *overload* pada satu jalur koneksi saja. Pada penelitian ini penulis akan mencoba meninjau performa antar dua metode *load balancing* yaitu metode *load balancing* PCC dan ECMP

Peneliti menggunakan metode penelitian yang dimulai dari studi literatur, perancangan, implementasi dan pengambilan data, pengolahan data dan analisis. Penerapan metode *load balancing* dilakukan dengan menggunakan tiga sumber internet yaitu GSM XL, GSM IM3 dan ISP Telkom. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian menggunakan parameter QoS yaitu *packet loss*, *delay* dan *jitter*, pengujian *throughput* menggunakan *fast.com* dan pengujian *trace route*. Pengujian dilakukan di LAB B Universitas Kristen Duta Wacana dan menggunakan beberapa perangkat milik Lab.

Berdasarkan analisa hasil pengujian peneliti menyimpulkan bahwa metode *load balancing* serta *failover* pada ECMP dan PCC berhasil berjalan ditunjukkan dengan adanya pembagian trafik *bandwith*. Hasil pengujian juga menunjukkan penerapan metode *load balancing* menghasilkan nilai *throughput*, *delay* dan *jitter* yang lebih baik dibandingkan sebelum menerapkan metode *load balancing*. Hasil pengujian pada parameter *throughput* menunjukkan bahwa metode PCC memiliki nilai *throughput* yang lebih baik dibandingkan metode ECMP. Namun nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* dengan menggunakan switch menunjukkan bahwa metode ECMP memiliki nilai lebih baik dibandingkan metode PCC. Metode PCC memiliki nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* yang lebih baik dibandingkan ECMP ketika pengujian dilakukan dengan menggunakan router.

**Kata-kata kunci** : *load balancing*, PCC, ECMP, *Failover*





## **ABSTRACT**

### **COMPARISON OF LOAD BALANCING PERFORMANCE OF ECMP AND PCC ON THE IMPLEMENTATION OF SEVERAL MOBILE NETWORK INTERNET LINE**

By

JOYCE GRCE SITUMEANG

71190517

The use of internet technology is quite an important requirement in supporting the teaching and learning process. The internet network can become a very important problem if there is interference during use. This interference usually occurs when the traffic generated is very large, which can cause bandwidth instability. Efforts that can be made to improve quality and minimize the occurrence of these disruptions are by implementing load balancing and failover methods. With load balancing and failover methods, internet traffic will be divided so that it will produce maximum throughput, smaller latency and avoids overload on just one connection line. In this research the author will try to review the performance between two load balancing methods, namely the PCC and ECMP methods.

Researchers use research methods starting from literature study, design, implementation and data collection, data processing and analysis. The application of the load balancing method is carried out using three internet sources, namely GSM XL, GSM IM3 and ISP Telkom. The tests carried out include testing using QOS parameters, namely packet loss, delay and jitter, throughput testing using fast.com and trace route testing. Testing was carried out at LAB B at Duta Wacana Christian University and used several devices belonging to the Lab.

Based on the analysis of test results, the researchers concluded that the load balancing and failover methods on ECMP and PCC were successful, as indicated by the distribution of bandwidth traffic. The test results also show that the

application of the load balancing method produces better throughput, delay and jitter values compared to before applying the load balancing method. Test results on throughput parameters show that the PCC method has better throughput values than the ECMP method. However, the value of packet loss, delay and jitter using a switch shows that the ECMP method has better value than the PCC method. The PCC method has better packet loss, delay and jitter values than ECMP when testing is carried out using a router.

**Keywords:** *load balancing, PCC, ECMP, Failover*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Di berbagai institusi pendidikan saat ini, salah satunya dalam perkuliahan jaringan internet merupakan kebutuhan yang cukup penting dalam menunjang proses belajar mengajar. Jaringan internet dapat menjadi masalah penting apabila terjadi gangguan saat digunakan, gangguan tersebut dapat terjadi jika *traffic* yang dihasilkan oleh pengguna sangat besar sehingga menyebabkan ketidakstabilan pada *bandwidth*. Apabila hal tersebut terjadi maka proses belajar mengajar yang sedang berlangsung dapat terganggu, oleh dari itu instansi akan selalu berupaya untuk menjaga kualitas jaringan internet yang dimiliki sehingga dapat meminimalisir terjadinya gangguan pada jaringan internet.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kualitas dan meminimalisir terjadinya gangguan pada layanan internet yaitu dengan menggunakan lebih dari satu ISP (*Internet Service Provider*). Penggunaan lebih dari satu ISP memiliki maksud agar trafik penggunaan internet dapat terbagi. Proses tersebut yang dikenal dengan *load balancing*. *Load balancing* merupakan metode yang dapat diterapkan untuk menghasilkan *traffic* yang lebih optimal, *throughput* yang lebih maksimal, *latency* yang lebih kecil dan menghindari terjadinya *overload* pada satu jalur koneksi (Pakiding, dkk 2021)

Penerapan metode *load balancing* diperlukan karena dengan menggunakan metode *load balancing* beban kerja dari suatu layanan akan menjadi lebih ringan dan pembagian beban *traffic* pada setiap layanan akan lebih maksimal. Metode *load balancing* sangat penting untuk digunakan ketika skala penggunaan jaringan komputer semakin besar yang menyebabkan *traffic* data yang ada dalam jaringan akan semakin tinggi juga (Suryanto, dkk 2018 & Idham, dkk 2022). Dalam penerapan proses *load balancing* terdapat beberapa metode yang dapat diterapkan yaitu *Per Connection Classifier* (PCC), *Equal Cost Multi Path* (ECMP), dan metode *Nth*.

Pengujian metode *load balancing* ini akan dilakukan di ruangan LAB di Universitas Kristen Duta Wacana dengan sumber internet salah satunya adalah ISP telkom yang terdapat di lab. Penerapan metode *load balancing* ini akan menggunakan beberapa router mikrotik dan switch milik lab.

Analisis mengenai perbandingan metode *load balancing* PCC dan ECMP telah dilakukan sebelumnya oleh Prakosa, dkk pada tahun 2016, namun diterapkan dengan menggunakan simulator GNS3 dan menggunakan jenis *bandwidth dedicated*, sehingga hasil yang didapatkan mungkin akan berbeda jika tanpa menggunakan simulator. Penelitian ini dilakukan dikarenakan untuk mengetahui apakah akan terdapat perbedaan hasil performa antara penerapan *load balancing* menggunakan *mikrotik* secara langsung dengan penerapan *load balancing* dengan menggunakan simulator. dengan harapan pengguna dapat memilih metode yang terbaik berdasarkan kebutuhan dan rancangan topologi yang digunakan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka masalah yang akan diteliti pada skripsi ini ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana perbandingan kinerja antara metode *load balancing* PCC dan ECMP
- 2) Bagaimana perbandingan kinerja ketika sebelum diterapkan *load balancing* dan sesudah diterapkan *load balancing*

## **1.3. Batasan Masalah**

Ruang lingkup penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

- 1) Proses *load balancing* hanya melakukan simulasi sebanyak 3 ISP yaitu GSM XI, GSM IM3 dan ISP Telkom
- 2) Metode *load balancing* yang dibandingkan hanya *Per Connection Classifier* (PCC) dan *Equal Cost Multi Path* (ECMP)
- 3) Parameter yang digunakan dalam pengujian yaitu pengujian *Throughput*, *Delay*, *Packet loss* dan *Jitter*

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari kinerja *load balancing* dengan menggunakan PCC dan ECMP, mengetahui apakah penerapan *load balancing* dapat meningkatkan *throughput* internet.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah mempermudah pengguna dalam pemilihan metode *load balancing* sesuai dengan kebutuhan dan kondisi, dan dapat digunakan sebagai referensi bagi pembaca untuk melihat kelebihan dan kekurangan dari metode *load balancing* PCC dan metode *load balancing* ECMP dengan tiga ISP.

#### **1.6. Metodologi Penelitian**

Penelitian ini memiliki metode sebagai berikut

##### **1.6.1 Tahap Studi Literatur**

Pada tahap ini peneliti terlebih dahulu melakukan studi literatur dengan mencari sumber - sumber pustaka seperti jurnal ilmiah, artikel dan lainnya yang berhubungan atau membahas topik mengenai *load balancing* dengan menggunakan metode PCC dan ECMP.

##### **1.6.2 Tahap Perancangan**

Tahapan ini dilakukan setelah data awal sudah berhasil dikumpulkan dan semua kebutuhan telah tersedia. Pada tahapan ini dimulai melakukan perancangan topologi jaringan komputer yang akan digunakan pada saat penerapan metode *load balancing*, kemudian perancangan skenario-skenario yang digunakan saat menerapkan metode *load balancing*.



### **1.6.3 Tahap Implementasi dan Pengambilan Data**

Peneliti melakukan implementasi topologi dengan menggunakan router mikrotik, kemudian melakukan konfigurasi secara bergantian untuk setiap metode *load balancing* dengan menggunakan aplikasi winbox. Pada saat metode *load balancing* sudah selesai dikonfigurasi akan dilakukan pengujian berdasarkan skenario yang sudah direncanakan, dan kemudian data dari hasil pengujian tersebut akan dimasukkan ke dalam file excel.

### **1.6.4 Tahap Pengolahan Data dan Analisis**

Peneliti melakukan pengolahan data dengan menghitung kualitas kinerja dari setiap metode. Perhitungan pertama dilakukan berdasarkan parameter-parameter QOS yaitu parameter *packet loss*, *delay* dan *jitter*. dan perhitungan yang kedua adalah hasil pengujian *throughput* menggunakan *fast.com*. Hasil dari perhitungan kedua metode *load balancer* tersebut dianalisis serta ditarik kesimpulan mengenai metode mana yang terbaik ketika digunakan.

## **1.7. Sistematika Penulisan**

Proposal skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

Bab 1 yaitu Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan pernyataan keaslian disertasi.

Bab 2 yaitu Tinjauan Pustaka yang berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan landasan Teori yang berisi tentang teori teori terkait pengertian, fungsi dan jenis jenis dari *load balancing* selain itu terdapat juga teori mengenai parameter pengujian yang akan digunakan,.

Bab 3 yaitu Metodologi Penelitian yaitu terdiri dari studi literatur, analisis, perancangan, implementasi dan pengambilan data dan yang terakhir pengolahan data dan kesimpulan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Metode load balancing berhasil dan *failover* berhasil; diterapkan, karena dapat membagi trafik *bandwith* kepada seluruh sumber internet serta berhasil mengalihkan ke jalur yang lain ketika salah satu jalur mengalami masalah.
2. Metode load balancing PCC merupakan metode yang memiliki rata-rata nilai *throughput* lebih baik dibandingkan dengan metode *load balancing* ECMP. Dengan nilai *throughput download* tertinggi sebesar 22.09 Mbps dan nilai *throughput* upload sebesar 10.3 Mbps.
3. Penerapan metode *load balancing* menghasilkan nilai *throughput*, *delay* dan *jitter* yang lebih baik dibandingkan tanpa menerapkan metode *load balancing*.
4. Pada saat skenario menggunakan router, metode PCC memiliki nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* terkecil dibandingkan metode ECMP, dengan nilai *packet loss* 2.45%, nilai *delay* 0.262 ms dan *jitter* sebesar 0.26 ms.
5. Pada saat skenario menggunakan switch metode ECMP memiliki nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* terkecil dibandingkan metode PCC, dengan nilai *packet loss* sebesar 0.99%, nilai *delay* sebesar 0.353 ms dan nilai *jitter* sebesar 0.33 ms.

#### 5.2 Saran

1. Menambahkan jenis pengujian lainnya, misalnya skenario saat salah satu client mengakses data yang sangat besar dan beberapa client lainnya mengakses data yang kecil namun sama rata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. K., & Nurhaida, I. (2019). Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP) Pada Interkoneksi Jaringan. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 9(1).  
<https://doi.org/10.22441/incomtech.v9i1.5003>
- Elhanafi, A. M., Lubis, I., Irwan, D., & Muhazir, A. (2018). Simulasi Implementasi Load Balancing PCC Menggunakan Simulator Gns3. *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 1(2).  
<https://doi.org/10.34012/jutikomp.v1i2.236>
- Faris Agil Putra, & Alif Subardono. (2021). Analisis Kinerja Per Connection Classifier dan Failover pada Multiple Gateway Internet Networks. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 10(4).  
<https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i4.2065>
- Firdaus, M. I. (2017). Analisis Perbandingan Kinerja Load Balancing Metode Ecmp (Equal Cost Multi-Path) Dengan Metode Pcc (Per Connection Classifier) Pada Mikrotik Routeros. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 8(3).  
<https://doi.org/10.31602/Tji.V8i3.1139>
- Hermanto. (2021). Analisis Perbandingan Quality Of Service Load Balancing Menggunakan Metode Nth Dan Pcc (Per Connection Classifier).
- Husni, A., Budiman, E., Taruk, M., & Setyadi, H. J. (2018). Teknik Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP) Untuk Mengukur Beban Traffic Di Diskominfo Tenggara. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 3(1).
- Octavriana, T., Joni, K., & Ibadillah, A. F. (2021). Optimalisasi Jaringan Internet Dengan Load Balancing Pada High Traffic Network. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(1). <https://doi.org/10.15408/jti.v14i1.15018>
- Pakiding, R., Iswahyudi, C., & Ariyana, R. Y. (2021a). Simulasi Perbandingan Load Balancing Dengan Metode PCC, ECMP, Dan NTH Menggunakan Gns3. *Jurnal Jarkom*, 09(01).

- Sadikin, N., & Ramadhan, F. R. (2019). Implementasi Load Balancing 2 (Dua) ISP Menggunakan Metode Per Connection Classifier (PCC). *Jurnal Maklumatika*, 5(2).
- Saputra, R. H., & Subardono, A. (2020). Pengaruh Failover Pada Jaringan Software-Defined Network Dan Konvensional. In *Journal of Internet and Software Engineering* (Vol. 1, Issue 1).
- Satiarini, A., Safrianti, E., & Oktaviana Sari, L. (2020). *Optimalisasi Jaringan Menggunakan Teknik Load Balancing Metode Peer Connection Classifier (Studi Kasus: Dinas Perpustakaan Dan Kearsipan Provinsi Riau)*.
- Simargolang Muhammad Yasin, Widarma Adi, & Irawan Muhammad Dedi. (2021). *Jaringan\_Komputer*.
- Tantoni, A., Zaen, M. T. A., & Mutawalli, L. (2022). Komparasi Qos Load Balancing Pada 4 Line Internet Dengan Metode Pcc, Ecmp Dan Nth. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 110.  
<https://doi.org/10.30865/Mib.V6i1.3436>
- Wulandari, R. (2016). Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(2).  
<https://doi.org/10.28932/Jutisi.V2i2.454>

