



**IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DAN FAILOVER
MENGUNAKAN METODE EQUAL COST MULTIPATH (ECMP) DAN
PER CONNECTION CLASSIFIER (PCC)
DENGAN PENGUJIAN QoS (*Quality of Service*)
MELALUI APLIKASI PRTG
(STUDI KASUS: PT XYZ)**

TUGAS AKHIR

NURDIN
41517110089

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**



**IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DAN FAILOVER
MENGUNAKAN METODE EQUAL COST MULTIPATH (ECMP) DAN
PER CONNECTION CLASSIFIER (PCC)
DENGAN PENGUJIAN QoS (*Quality of Service*)
MELALUI APLIKASI PRTG
(STUDI KASUS: PT XYZ)**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

Nurdin

41517110089

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NIM : 41517110089

Nama : Nurdin

Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya adalah hasil karya sendiri dan bukan plagiat. Apabila ternyata ditemukan didalam laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap untuk mendapatkan sanksi akademik yang terkait dengan hal tersebut.

Jakarta, 18 Agustus 2021



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nurdin
NIM : 41517110089
Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul diatas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan di lingkungan Universitas Mercu Buana, saya memberikan izin kepada Peneliti di Lab Riset Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana untuk menggunakan dan mengembangkan hasil riset yang ada dalam tugas akhir untuk kepentingan riset dan publikasi selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 18 Agustus 2021



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nurdin
NIM : 41517110089
Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Menyatakan bahwa :

1. Luaran Tugas Akhir saya adalah sebagai berikut :

No	Luaran	Jenis	Status
1	Publikasi Ilmiah	Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi	Diajukan ✓
		Jurnal Nasional Terakreditasi	✓
		Jurnal International Tidak Bereputasi	Diterima
		Jurnal International Bereputasi	
Disubmit/dipublikasikan di :	Nama Jurnal	: Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)	
	ISSN	: 2355-7699 / 2528-6579	
	Link Jurnal	:	
	Link File Jurnal Jika Sudah di Publish	:	

2. Bersedia untuk menyelesaikan seluruh proses publikasi artikel mulai dari submit, revisi artikel sampai dengan dinyatakan dapat diterbitkan pada jurnal yang dituju.
3. Diminta untuk melampirkan scan KTP dan Surat Pernyataan (Lihat Lampiran Dokumen HKI), untuk kepentingan pendaftaran HKI apabila diperlukan

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 18 Agustus 2021



Nurdin

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41517110089
Nama : Nurdin
Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 18 Agustus 2021



(Wawan Gunawan, S.Kom., MT)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41517110089
Nama : Nurdin
Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 18 Agustus 2021



(Vina Ayuni, S.Kom., M.Kom)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41517110089
Nama : Nurdin
Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 18 Agustus 2021



Agus Cherid, SE, MTI

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

NIM : 41517110089
Nama : Nurdin
Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan *Per Connection Classifier* (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 18 Agustus 2021

Menyetujui,



(Dr. Ida Nurhaida, MT)
Dosen Pembimbing

Mengetahui,



(Wawan Ghawani, S.Kom, MT)
Koord. Tugas Akhir Teknik Informatika



(Hery Deniad Wijaya, S.Kom, MM)
Ka. Prodi Teknik Informatika

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Nama : Nurdin
NIM : 41517110089
Pembimbing TA : Dr. Ida Nurhaida, MT
Judul : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

Kebutuhan akses internet di industry 4.0 menuntut kinerja perusahaan yang lebih cepat dengan dukungan jaringan yang lebih kuat. Tanpa adanya jaringan internet yang stabil dan seringnya terjadi *down* pada koneksi jaringan yang digunakan oleh perusahaan akan mengakibatkan kerugian yang signifikan karena terjadi penghambatan pada proses *daily submission new business* dan proses transaksi antara nasabah dengan perusahaan. PT. XYZ merupakan salah satu instansi yang bergerak dibidang *management* asuransi, yang mana seluruh aktivitas proses bisnis membutuhkan jaringan internet yang stabil meski dalam kondisi darurat. Kebutuhan *update* data nasabah sampai dengan transaksi perbankan menjadi alasan utama bagi perusahaan yang berimbas pada tuntutan ketersediaan internet. Situs Web dengan *traffic* yang tinggi dapat menyebabkan beban kerja yang berat di sisi server yang akan mengakibatkan turunnya kinerja server, bahkan kegagalan sistem secara keseluruhan. *Load balancing* merupakan teknik untuk membagi beban trafik pada dua atau lebih *link* koneksi jaringan untuk mengatasi kendala yang ada pada perusahaan. Selain itu dengan menerapkan teknik *failover* yang mana jika salah satu koneksi *gateway* sedang terputus, maka *gateway* lainnya otomatis akan menjadi *backup* dan menopang semua trafik jaringan. Metode yang paling sesuai dengan kebutuhan perusahaan yaitu dengan mengimplementasikan metode ECMP *load balance*. Untuk mendukung metode ECMP dan pembuktian serta *monitoring* dibutuhkan aplikasi PRTG dan Telegram sebagai fitur notifikasi untuk *monitoring failover*, ketika terjadi *downtime* antara ISP utama dan ISP kedua. Dengan demikian PT. XYZ tetap akan eksis dalam hal konektivitas jaringan untuk memenuhi kebutuhan nasabah maupun menjaga stabilitas kinerja perusahaan.

Kata kunci: *Load Balancing, Failover, ECMP, PCC, Nth, QoS, Telegram.*

ABSTRACT

Name : Nurdin
Student Number : 41517110089
Counsellor : Dr. Ida Nurhaida, MT
Title : Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Metode *Equal Cost Multipath* (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ)

The needs for internet access in industry 4.0 demands faster company performance with stronger network support. Without a stable internet network and frequent downs on the network connection used by the company, it will result in significant losses due to bottlenecks in the daily submission processes for new business and transaction processes between customers and the company. PT. XYZ is one of the agencies engaged in insurance management, where all business process activities require a stable internet network even in an emergency. The need for updating customer data to banking transactions is the main reason for companies that have an impact on the demand for internet availability. Websites with high traffic can cause heavy workloads on the server side which will result in decreased server performance, even overall system failure. Load balancing is a technique for dividing the traffic load on two or more network connection links to overcome obstacles that exist in the company. In addition, by implementing a failover technique, if one gateway connection is lost, the other gateway will automatically become a backup and support all network traffic. The method that best suits the company's needs is to implement the ECMP load balance method. To support the ECMP method and verification and monitoring, PRTG and Telegram applications are needed as notification features for failover monitoring, when downtime occurs between the main ISP and the second ISP. Thus PT. XYZ will continue to exist in terms of network connectivity to meet customer needs and maintain the stability of the company's performance.

Key words: *Load Balancing, Failover, ECMP, PCC, Nth, QoS, Telegram.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah swt., karena atas karunia yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir tepat waktu, dimana Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk dapat menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih belum dapat dikatakan sempurna. Karena itu, kritikan dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi sempurnanya laporan ini kedepan. Penulis juga menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat selesai tepat pada waktunya tanpa bantuan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ibu Dr. Ida Nurhaida, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dengan semua nasihat, semangat dan ilmunya dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Hery Derajad Wijaya, S.Kom, MM selaku Kepala Program Studi Informatika Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Wawan Gunawan, S.Kom, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan moral dan materi yang tiada henti-hentinya bagi penulis serta memberi semangat yang dapat menguatkan penulis selama proses pembuatan tugas akhir ini.
5. Keluarga, teman-teman serta semua pihak yang telah memotivasi dan ikut memberikan bantuannya kepada penulis yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT. membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Jakarta, 18 Agustus 2021

Nurdin

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR ...	iii
SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	v
LEMBAR PENGESAHAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
NASKAH JURNAL	1
KERTAS KERJA	10
BAB 1. LITERATUR REVIEW	13
BAB 2. ANALISIS DAN PERANCANGAN	24
BAB 3. TAHAPAN EKSPERIMEN	32
BAB 4. HASIL SEMUA EKSPERIMEN	46
BAB 5. KESIMPULAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN DOKUMEN HAKI	53
LAMPIRAN KORESPONDENSI	55

NASKAH JURNAL

IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DAN MONITORING TRAFFIC MENGUNAKAN APLIKASI PRTG DAN TELEGRAM

Nuridin^{*1}, Hanif Abizal Finaldi^{*2}, Ida Nurhaida³

¹Universitas Mercubuana

²Universitas Mercubuana

³Universitas Mercubuana

Email: ¹41517110089@student.mercubuana.ac.id, ²41517110041@student.mercubuana.ac.id,

³ida.nurhaida@mercubuana.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: dd mmm yyyy, diterima untuk diterbitkan: dd mmm yyyy)

Abstrak

Kebutuhan akses internet di industry 4.0 menuntut kinerja perusahaan yang lebih cepat dengan dukungan jaringan yang lebih kuat. Tanpa adanya jaringan internet yang stabil dan seringnya terjadi *down* pada koneksi jaringan yang digunakan oleh perusahaan akan mengakibatkan kerugian yang signifikan karena terjadi penghambatan pada proses *daily submission new business* dan proses transaksi antara nasabah dengan perusahaan. PT. XYZ merupakan salah satu instansi yang bergerak dibidang *management* asuransi, yang mana seluruh aktivitas proses bisnis membutuhkan jaringan internet yang stabil meski dalam kondisi darurat. Kebutuhan *update* data nasabah sampai dengan transaksi perbankan menjadi alasan utama bagi perusahaan yang berimbas pada tuntutan ketersediaan internet. Situs Web dengan *traffic* yang tinggi dapat menyebabkan beban kerja yang berat di sisi server yang akan mengakibatkan turunnya kinerja server, bahkan kegagalan sistem secara keseluruhan. *Load balancing* merupakan teknik untuk membagi beban trafik pada dua atau lebih *link* koneksi jaringan untuk mengatasi kendala yang ada pada perusahaan. Selain itu dengan menerapkan teknik *failover* yang mana jika salah satu koneksi *gateway* sedang terputus, maka *gateway* lainnya otomatis akan menjadi *backup* dan menopang semua trafik jaringan. Metode yang paling sesuai dengan kebutuhan perusahaan yaitu dengan mengimplementasikan metode ECMP *load balance*. Untuk mendukung metode ECMP dan pembuktian serta *monitoring* dibutuhkan aplikasi PRTG dan Telegram sebagai fitur notifikasi untuk *monitoring failover*, ketika terjadi *downtime* antara ISP utama dan ISP kedua. Dengan demikian PT. XYZ tetap akan eksis dalam hal konektivitas jaringan untuk memenuhi kebutuhan nasabah maupun menjaga stabilitas kinerja perusahaan.

Kata kunci: *Load Balancing, Failover, ECMP, PCC, Nth, QoS, Telegram.*

IMPLEMENTATION OF LOAD BALANCING AND TRAFFIC MONITORING USING PRTG AND TELEGRAM APPLICATIONS

Abstract

The needs for internet access in industry 4.0 demands faster company performance with stronger network support. Without a stable internet network and frequent downs on the network connection used by the company, it will result in significant losses due to bottlenecks in the daily submission processes for new business and transaction processes between customers and the company. PT. XYZ is one of the agencies engaged in insurance management, where all business process activities require a stable internet network even in an emergency. The need for updating customer data to banking transactions is the main reason for companies that have an impact on the demand for internet availability. Websites with high traffic can cause heavy workloads on the server side which will result in decreased server performance, even overall system failure. Load balancing is a technique for dividing the traffic load on two or more network connection links to overcome

obstacles that exist in the company. In addition, by implementing a failover technique, if one gateway connection is lost, the other gateway will automatically become a backup and support all network traffic. The method that best suits the company's needs is to implement the ECMP load balance method. To support the ECMP method and verification and monitoring, PRTG and Telegram applications are needed as notification features for failover monitoring, when downtime occurs between the main ISP and the second ISP. Thus PT. XYZ will continue to exist in terms of network connectivity to meet customer needs and maintain the stability of the company's performance.

Keywords: *Load Balancing, Failover, ECMP, PCC, Nth, QoS, Telegram.*

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu instansi yang bergerak dibidang *management* asuransi, yang mana seluruh aktivitas proses bisnis membutuhkan jaringan internet yang stabil meski dalam kondisi darurat. Kebutuhan *update* data nasabah sampai dengan transaksi perbankan menjadi alasan utama bagi perusahaan yang berimbas pada tuntutan ketersediaan internet. Situs Web dengan *traffic* yang tinggi dapat menyebabkan beban kerja yang berat di sisi server, yang pada gilirannya akan mengakibatkan turunnya kinerja server, bahkan kegagalan sistem secara keseluruhan. Dengan demikian salah satu *gateway* (jalur koneksi) pada sistem jaringan akan menjadi terbebani sehingga terjadi kemacetan.

Kebutuhan akses internet yang semakin pesat di industri 4.0, menuntut kinerja perusahaan yang lebih cepat dengan dukungan jaringan yang lebih kuat. Tanpa adanya jaringan internet yang stabil dan seringnya terjadi *down* pada koneksi jaringan yang digunakan oleh perusahaan akan mengakibatkan kerugian yang signifikan karena terjadi penghambatan pada proses *daily submission new business* dan proses transaksi antara nasabah dengan perusahaan. Dengan kondisi jaringan internet yang digunakan perusahaan saat ini yaitu dengan berlangganan dua ISP diantaranya ISP Biznet dan ISP WMS (*WiFi Managed Service*). Yang mana ISP Biznet sebagai *link* utama yang digunakan PT. XYZ, sedangkan ISP WMS sebagai *link backup* jika ISP utama terjadi *downtime*. Jika *link* utama terjadi kegagalan koneksi atau dalam kondisi mati, maka harus menunggu teknisi dari vendor datang ke kantor yang mana membutuhkan waktu yang cukup lama. Kondisi yang demikian akan menjadi sebab utama terjadinya kerugian pada perusahaan yang cukup krusial.

Salah satu solusi agar kinerja perusahaan dapat dioptimalkan, maka perlu dirancang

jaringan yang mampu menangani permasalahan koneksi yang padat dan lambat. Solusi yang akan digunakan yaitu dengan menggunakan dua ISP dan menjadikan MikroTik sebagai *load balancer*. *Load balancing* merupakan teknik untuk membagi beban trafik pada dua atau lebih *link* koneksi (Frayogi, 2018). Mekanismenya yaitu MikroTik akan menandai paket yang mengakses internet, memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya dan menyetarakan beban ISP. Selanjutnya, diterapkan pula teknik *failover* yang mana jika salah satu koneksi *gateway* sedang terputus, maka *gateway* lainnya otomatis akan menjadi *backup* dan menopang semua trafik jaringan. Dengan kata lain *failover* merupakan kemampuan sistem yang dimiliki pada router untuk berpindah *gateway* secara otomatis (Pambudi, 2017). Dengan melakukan perbandingan tiga metode *load balancing* Nth, PCC (*Per Connection Classifier*), dan ECMP (*Equal Cost Multi Path*). Setelah menentukan hasil dari perbandingan metode *load balancing* yang akan digunakan, maka selanjutnya dilakukan pengujian QoS untuk membuktikan bahwa metode terpilih (ECMP) dapat memenuhi kebutuhan perusahaan. QoS merupakan metode pengukuran untuk mendefinisikan karakteristik atau untuk mengukur seberapa baik jaringan yang sudah dibangun (Wulandari, 2016).

Nth *load balance* merupakan suatu teknik *load balance* yang membentuk suatu deret tertentu (Adani, 2016). Dari pengujian metode Nth *load balance* dengan *bandwidth* masing-masing ISP 20Mbps didapatkan hasil *packet loss* ISP 1 dan ISP 2 <1%, *jitter* ISP 1 yaitu 8.40 dan untuk ISP 2 yaitu 1.06 sedangkan untuk hasil *throughput* ISP 1 dan ISP 2 yaitu 99%. (MikroTik 2017) PCC (*Per Connection Classifier*) adalah salah satu metode *load balancing* pada router mikrotik yang memungkinkan pengguna untuk membagi lalu lintas data menjadi aliran data yang sama besar dan mampu menjaga paket.

Dari pengujian metode PCC *load balance* dengan *bandwidth* masing-masing ISP 20Mbps didapatkan hasil *packet loss* ISP 1 yaitu 2% dan ISP 2 yaitu <1%, *jitter* ISP 1 yaitu 8.44 dan untuk ISP 2 yaitu 1.57 sedangkan untuk hasil *throughput* ISP 1 dan ISP 2 yaitu 100%. Menurut Firdaus 2017 *load balancing* dengan metode ECMP merupakan suatu teknik untuk mengatur rute paket melalui beberapa *link* yang mempunyai nilai yang sama. Dari pengujian metode ECMP *load balance* dengan *bandwidth* masing-masing ISP 20Mbps didapatkan hasil *packet loss* ISP 1 dan ISP 2 yaitu <1%, *jitter* ISP 1 yaitu 5.92 dan untuk ISP 2 yaitu 1.06 sedangkan untuk hasil *throughput* ISP 1 dan ISP 2 yaitu 98%. Dapat disimpulkan dari ketiga perbandingan metode tersebut bahwa untuk penghitungan pembagian *bandwidth* untuk metode Nth bisa sama rata, namun untuk hasil pengetesan Nth tidak cocok diimplementasikan karena hasil *throughput* Nth tidak memenuhi kapasitas maksimum untuk masing-masing ISP. Untuk metode PCC pembagian *bandwidth* tidak bisa merata, namun untuk kapasitas maksimum masing-masing ISP bisa terpenuhi 20 Mbps sedangkan untuk pembagian *upload* dan *downloadnya* tidak seimbang. Untuk metode ECMP pembagian *bandwidth* bisa maksimal dan seimbang untuk *upload* dan *download*, meskipun di *coverage throughput* lebih kecil dibanding kedua metode sebelumnya. Maka metode yang paling sesuai dengan kebutuhan

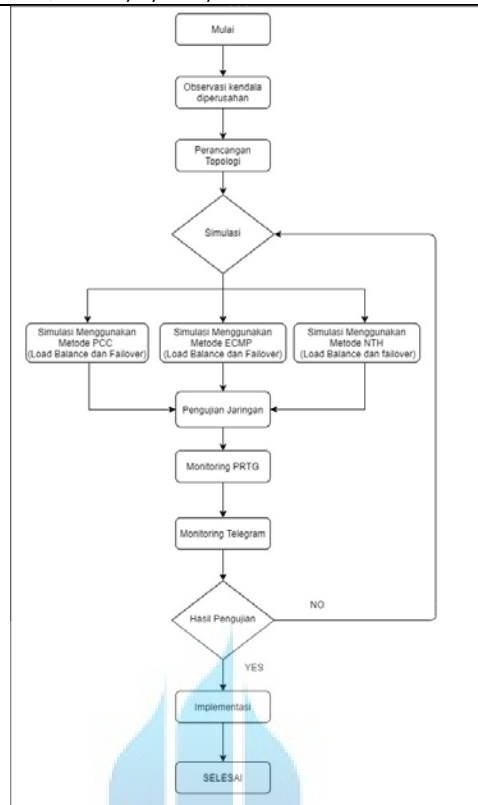
perusahaan yaitu dengan mengimplementasikan metode ECMP *load balance*. Untuk mendukung metode ECMP dan pembuktian serta *monitoring* dibutuhkan aplikasi PRTG sedangkan Telegram sebagai fitur notifikasi untuk *monitoring failover*, ketika terjadi *downtime* antara ISP utama dan ISP kedua.

Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan dua ISP sehingga kecepatan dua ISP tersebut menjadi satu kecepatan yang stabil. Menggunakan jalur internet lain sebagai *failover* agar jalur internet utama dapat diubah otomatis ke jalur lain, ketika jalur utama sedang *down*. Hal ini juga dapat meminimalisir *downtime*. Sehingga dapat membuktikan dengan hasil monitoring seberapa baik performa jaringan di PT. XYZ setelah menggunakan metode ECMP yang diterapkan.

2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi observasi, perancangan topologi, simulasi pengujian jaringan dan *monitoring* jaringan. Pada penelitian ini akan memonitoring jaringan menggunakan beberapa parameter kinerja jaringan (QoS) yaitu *delay*, *packet loss*, *jitter* dan *throughput* dengan menggunakan *software winbox* (Suzanzefi, 2017).

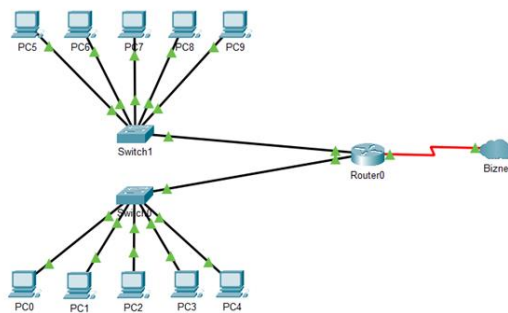
UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Topologi Jaringan

Setelah melakukan observasi dan indentifikasi masalah, tahapan desain topologi merupakan tahapan kedua yang dilakukan untuk dibuat gambaran arsitektur dan bentuk topologi jaringan yang diusulkan berdasarkan dari data analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Gambar berikut merupakan topologi sebelum implementasi *load balancing* pada PT. XYZ (Firdaus, 2017).



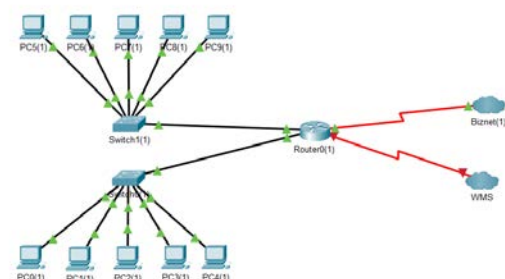
Gambar 3. (Ilustrasi) Topologi sebelum implementasi

Pada topologi ini maka jika terjadi gangguan maka akan memakan waktu yang lama. Pada saat ini masih menggunakan satu jalur ISP (*Internet Service Provider*) sehingga ketika jaringan utama mati, aktivitas bisnis terganggu dikarenakan tidak

ada internet. Kemudian di jaringan PT. XYZ ini selalu mengalami perlambatan kecepatan dikarenakan kami selalu menyentuh ambang batas kecepatan internet yang diterapkan oleh *provider* internet kami.

3. PERANCANGAN SISTEM

Pada perancangan system ini untuk memenuhi kebutuhan penggunaan sistem, kita membutuhkan desain dan rencana yang jelas termasuk deskripsi dan simulasi sistem akan dibuat. Alur kerja seluruh sistem dapat melalui topologi jaringan dan contoh tabel ses (Warman, 2017).



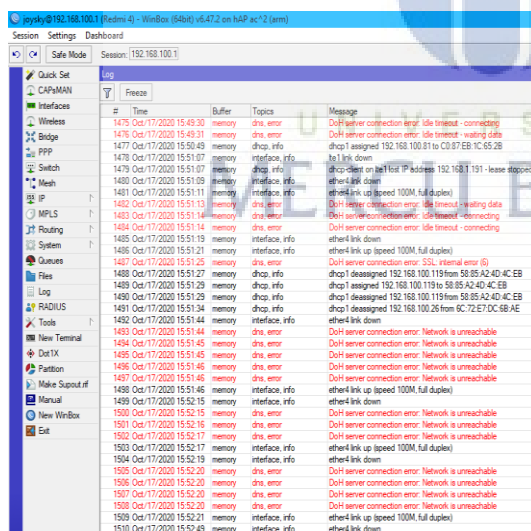
Gambar 4. (Ilustrasi) Perancangan Topologi 2 ISP

Rancangan topologi dapat dilihat pada gambar diatas. Akses internet akan dipecah menjadi dua jalur, ISP 1 (Biznet) dan ISP 2

(WMS), namun jika salah satu ISP putus atau *down* akan dialihkan ke jalur yang hidup, hal ini dapat diatur menggunakan mikrotik *load balancing* dan *failover* (Risnaldy, 2020). Dengan menerapkan metode ECMP dapat memenuhi kriteria yang dibutuhkan karena dapat meningkatkan kecepatan koneksi dan membagi beban pada kedua *gateway* agar tidak terjadi *overload* (Husni, 2018). Lalu penulis menerapkan pula teknik *failover*, yaitu dimana jika salah satu koneksi *gateway* sedang terputus, maka *gateway* lainnya otomatis akan menjadi *backup* dan menopang semua trafik jaringan.

3.1 Observasi dan Identifikasi Masalah

Untuk tahapan identifikasi masalah merupakan tahapan untuk menentukan latar belakang penelitian ini. Tahap identifikasi masalah dilakukan dengan menganalisis kasus-kasus dan kebutuhan pada sistem jaringan komputer pada PT. XYZ dengan metode pengumpulan data yang telah diperoleh. Setelah selesai meninjau beberapa kasus, daftar masalah kemudian diurutkan sesuai dengan tingkat masalah tersebut.



Gambar 2. Log daily Winbox

3.2 Simulasi / Skenario Implementasi

Pada tahap simulasi ini dilakukan perbandingan dengan beberapa metode yang ditemukan pada saat melakukan pencarian studi pustaka dan bimbingan. Untuk tahapan simulasi penelitian menggunakan perbandingan metode Nth, PCC dan ECMP pada sistem jaringan informasi dan akan di

monitoring dengan aplikasi PRTG (Zulkarnaen, 2018).

Selanjutnya akan dilakukan pengujian berdasarkan parameter QoS. *Quality of Service* (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *packet loss*, *throughput* dan *jitter*. Untuk tabel kualitas QoS seperti dibawah ini (Pranata, 2016):

Nilai	Persentase (%)	Indeks
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 95,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Buruk

(Sumber: TIPHON)

Gambar 7. Indeks Standarisasi Parameter QoS

Packet Loss mewujudkan suatu parameter yang memaparkan sebuah hal yang menampilkan jumlah paket yang hilang, bisa disebabkan karena *collision* dan *congestion* pada jaringan.

Kategori Packet Loss	Packet Loss
Sangat Bagus	0 %
Bagus	3 %
Sedang	15 %
Jelek	25 %

(Sumber : TIPHON)

Gambar 8. Standarisasi Packet Loss berdasarkan TIPHON

Throughput merupakan jumlah dari total datangnya paket yang berhasil diamati pada tujuan, selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut (Pranata, 2016).

Kategori Throughput	Throughput (%)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

(Sumber: TIPHON)

Gambar 9. Standarisasi Throughput berdasarkan TIPHON

Jitter merupakan jumlah variasi waktu kedatangan paket-paket yang dikirimkan terus menerus dari satu terminal (*source*) ke terminal lain (*destination*) pada jaringan.

Kategori Degradasi	Peak Jitter (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 s/d 75	3
Sedang	75 s/d 125	2
Buruk	125 s/d 225	1

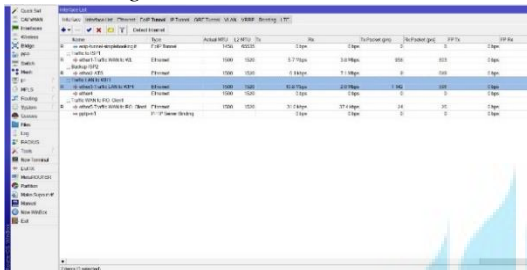
(Sumber: TIPHON)

Gambar 10. Standarisasi Jitter berdasarkan TIPHON

Simulasi konfigurasi *load balancing* yang diterapkan adalah sebagai berikut:

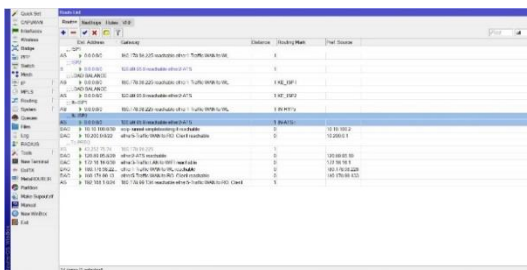
a) Konfigurasi PCC

Langkah Pertama dengan melakukan konfigurasi dasar mikrotik mulai dari *setting IP Address*. Berikut merupakan konfigurasi untuk *setting IP address*.



Gambar 5. Interface PCC

Setelah melakukan *setting IP address* selanjutnya kita dapat melakukan konfigurasi *load balancing*. Pengaturan *gateway* bertujuan untuk memastikan agar routing mark sesuai dengan IP *gateway*-nya masing-masing (Safrianti, 2021). Pada tahap ini akan dilakukan pemberian *gateway* secara static untuk mark routing yang sudah dibuat pada firewall mangle dan *gateway static* untuk *gateway* dari ISP-1 dan ISP-2. Pengaturan *routes* berguna seperti halnya *gateway* sehingga semua jalur *interface* melewati *routers* terlebih dahulu agar bisa terkoneksi dengan internet (Saputra, 2020). Berikut adalah hasil dari konfigurasi *routes*:

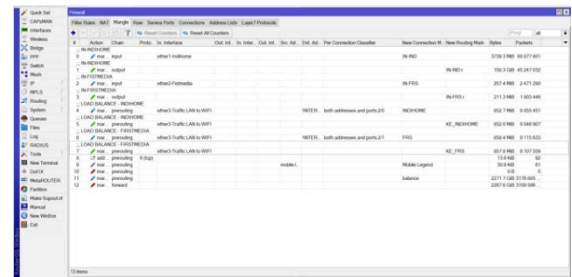


Gambar 5. Hasil konfigurasi route PCC

Selanjutnya yaitu konfigurasi NAT (*Network Address Translation*) yang memiliki fungsi untuk mentranslasikan IP local menjadi IP Public, karena secara aturan

IP address local tidak diperbolehkan masuk pada jaringan WAN (Gumelar, et al., 2018).

Berikutnya konfigurasi *mangle* yang bertujuan untuk membuat manajemen *bandwidth* yang digunakan untuk menandai, membatasi dan menentukan jenis paket yang akan diakses oleh *client* atau *user* (Hakim, 2019).



Gambar 6. Hasil konfigurasi mangle untuk PCC

Setelah didapat hasil konfigurasi dengan menggunakan metode PCC, maka selanjutnya dilakukan pengujian QoS menggunakan aplikasi PRTG.

Adapun untuk hasil QoS dengan parameter *packet loss*, *throughput*, dan *jitter* untuk metode PCC, adalah sebagai berikut:

a) Packet Loss

Tabel 1. Hasil Packet Loss Metode PCC

Nama ISP	Ping Time	Minimum	Maximum	Paket Loss	Downtime	Coverage
ISP 1	3 msec	2 msec	5 msec	2%	0%	100%
ISP 2	1 msec	1 msec	2 msec	<1 %	0%	100%

Dari hasil *packet loss* diatas menunjukkan bahwa banyaknya paket yang hilang selama proses transmisi ke tujuan untuk ISP-1 adalah sebesar 2% (kurang memuaskan) dan ISP-2 <1% (memuaskan).

b) Throughput

Tabel 2. Hasil Throughput Metode PCC

Nama ISP	TrafficIn (speed)	TrafficOut (speed)	Downtime	Coverage
ISP 1	22,574 kbit/s	7,565 kbit/s	0%	100%
ISP 2	18,389 kbit/s	26 kbit/s	0%	100%

Dari hasil parameter *throughput* diatas menunjukkan bahwa untuk *coverage* total paket yg datang pada ISP-1 dan ISP-2 adalah sebesar 100% (sangat bagus).

c) Jitter

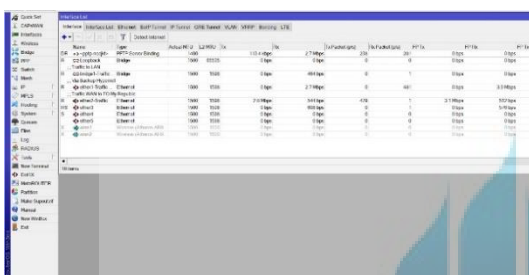
Tabel 3. Hasil Jitter Metode PCC

Nama ISP	Jitter	Execution Time	Downtime	Coverage
ISP 1	8.44	51,563 msec	4%	100%
ISP 2	1.57	51,816 msec	21%	100%

Dari hasil *jitter* diatas menunjukkan bahwa hasil ping selama proses transmisi ke tujuan untuk ISP-1 adalah sebesar 51,563 ms (bagus) dan ISP-2 adalah sebesar 51,816ms (bagus).

b) Konfigurasi NTH

Langkah kedua dengan melakukan konfigurasi metode NTH mulai dari setting IP address. Berikut merupakan konfigurasi untuk setting IP address.



Gambar 11. Interface Nth

Setelah melakukan setting IP address selanjutnya kita dapat melakukan konfigurasi *load balancing*. Pengaturan *gateway* bertujuan untuk memastikan agar *mark routing* sesuai dengan IP gatewaynya masing-masing (Putra, 2019). Pada tahap ini akan dilakukan pemberian *gateway* secara *static* untuk mark routing yang sudah dibuat pada *firewall mangle* dan *gateway static* untuk *gateway* dari ISP-1 dan ISP 2.

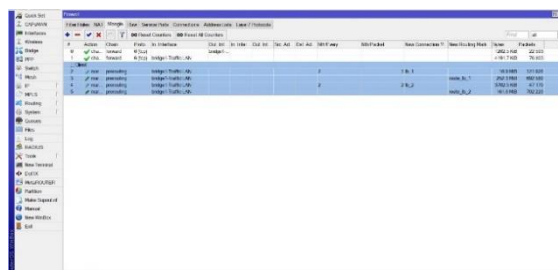
Pengaturan *routes* berguna seperti halnya *gateway* sehingga semua jalur *interface* melewati *routers* terlebih dahulu agar bisa terkoneksi dengan internet. Berikut adalah hasil dari konfigurasi *routes*:



Gambar 12. Interface Route Nth

Selanjutnya ialah konfigurasi NAT yang berfungsi untuk mentranslasikan IP *local* menjadi IP *Public*, karena secara aturan IP address *local* tidak diperbolehkan masuk pada jaringan WAN.

Berikutnya ialah konfigurasi *mangle* yang bertujuan untuk membuat manajemen *bandwidth* yang digunakan untuk menandai, membatasi dan menentukan jenis paket yang akan diakses oleh *client* atau *user* (Tulloh, 2009).



Gambar 13. Interface mangle

a) Packet Loss

Tabel 4. Hasil Packet Loss Metode Nth

Nama ISP	Ping Time	Minimum	Maximum	Paket Loss	Downtime	Coverage
ISP 1	1	1 msec	1 msec	<1%	0%	100%
	2	1 msec	3 msec	<1 %	<1%	100%

Dari hasil *packet loss* diatas menunjukkan bahwa banyaknya paket yang hilang selama proses transmisi ke tujuan untuk ISP-1 adalah sebesar <1% (memuaskan) dan ISP-2 <1% (memuaskan).

b) Throughput

Tabel 5. Hasil Throughput Metode Nth

Nama ISP	Traffic In (speed)	Traffic Out (speed)	Downtime	Coverage
ISP 1	10,565 kbit/s	9,685 kbit/s	0%	99%
ISP 2	10,415 kbit/s	1,501 kbit/s	0%	99%

Dari hasil parameter *throughput* diatas menunjukkan bahwa untuk *coverage* total paket yg datang pada ISP-1 dan ISP-2 adalah sebesar 99% (sangat bagus).

c) Jitter

Tabel 6. Hasil Jitter Metode Nth

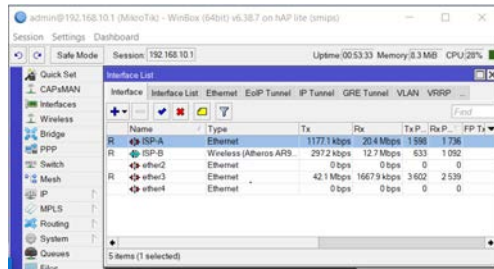
Nama ISP	Jitter	Execution Time	Downtime	Coverage
ISP 1	8.40	50,971 msec	0%	100%
ISP 2	1.06	51,718 msec	<1%	100%

Dari hasil *jitter* diatas menunjukkan bahwa hasil ping selama proses transmisi ke tujuan untuk ISP-1 adalah sebesar 50,971 ms

(bagus) dan ISP-2 adalah sebesar 51,718ms (bagus).

c) Konfigurasi ECMP

Langkah ketiga dengan melakukan konfigurasi metode ECMP mulai dari setting IP address. Berikut merupakan konfigurasi untuk setting IP address (Rhamdani, 2018).



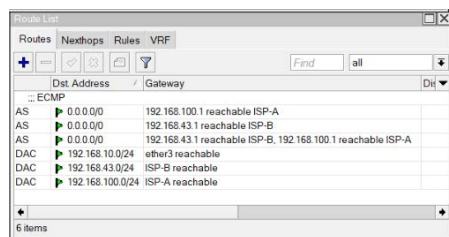
Gambar 14. Interface ECMP

Setelah melakukan setting IP address selanjutnya kita dapat melakukan konfigurasi load balancing. Pengaturan gateway bertujuan untuk memastikan agar routing mark sesuai dengan IP gateway-nya masing-masing. Pada tahap ini akan dilakukan

Nama ISP	Ping Time	Minimum	Maximum	Paket Loss	Downtime	Coverage
ISP 1	1 msec	1 msec	1 msec	<1%	0%	98%
ISP 2	2 msec	1 msec	2 msec	<1%	0%	98%

pemberian gateway secara static untuk mark routing yang sudah dibuat pada firewall Mangle dan gateway static untuk gateway dari ISP-1 dan ISP-2 (Dewanto, 2018).

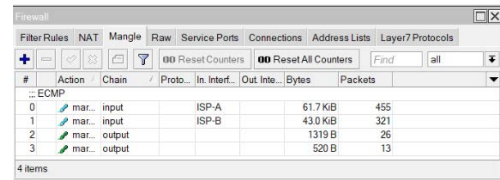
Pengaturan routes berguna seperti halnya gateway sehingga semua jalur interface melewati routers terlebih dahulu agar bisa terkoneksi dengan internet. Berikut adalah hasil dari konfigurasi routes:



Gambar 15. Interface Route ECMP

Selanjutnya konfigurasi NAT yang berfungsi untuk mentranslasikan IP lokal menjadi IP Public, karena secara aturan IP address local tidak diperbolehkan masuk pada jaringan WAN (Sukendar, 2017).

Selanjutnya konfigurasi mangle yang bertujuan untuk membuat manajemen bandwidth yang digunakan untuk menandai, membatasi dan menentukan jenis paket yang akan diakses oleh client atau user (Haris, 2018).



Gambar 16. Interface mangle ECMP

Adapun untuk hasil parameter QoS untuk metode ECMP adalah sebagai berikut:

a) Throughput

Tabel 8. Throughput ECMP

Nama ISP	Traffic In (speed)	Traffic Out (speed)	Downtime	Coverage
ISP 1	15,260	6,636	0%	98%
ISP 2	13,618	1,902	0%	98%

Dari hasil parameter throughput diatas menunjukkan bahwa untuk coverage total paket yg datang pada ISP-1 dan ISP-2 adalah sebesar 98% (sangat bagus).

b) Packet Loss

Tabel 9. Packet Loss ECMP

Dari hasil yang didapat, kemungkinan packet loss sangat kecil. Karena beberapa akumulasi data dapat diatasi dengan adanya load balancing pada metode ECMP, Nth, dan PCC. Tetapi masih terjadi packet loss karena adanya penumpukkan data packet yang dikirim dengan pembagian yang tidak merata mengakibatkan adanya packet loss.

c) Jitter

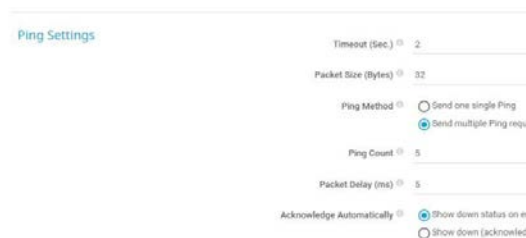
Tabel 10. Jitter ECMP

Nama ISP	Jitter	Execution Time	Downtime	Coverage
ISP 1	5.92	50,973 msec	0%	98%
ISP 2	1.06	51,548 msec	<1%	98%

Dari hasil jitter menggunakan metode ECMP diatas menunjukkan bahwa hasil ping selama proses transmisi ke tujuan untuk ISP-1 adalah sebesar 50,973 ms (bagus) dan ISP-2 adalah sebesar 51,548ms (bagus).

3.3 Pengujian Jaringan

Pada tahap pengujian akan dilakukan pengujian secara bergilir dari konfigurasi yaitu *failover* dan *load balancing*. Pengujian parameter QoS dilakukan dengan cara dikirimkan packet size 32 (Bytes) dan Packet Delay 5 (ms) di internet dalam kurun waktu 2 hari dan mengambil hasil *capture traffic download* menggunakan wireshark dan *monitoring* PRTG (Taslim, 2020). Untuk file yang *download* sesuai dengan gambar 17.



Gambar 17. File paket yang dikirim

4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan dua link koneksi internet dengan rasio *bandwidth* 1:1 yaitu 20 Mbps dan 20 Mbps. Pada bagian ini, lakukan pengujian *load balancing* dan *failover* serta lakukan pengukuran QoS. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagian skenario eksperimen pada bab metode penelitian (Anwar, 2019).

4.1 Hasil Monitoring PRTG

Pengujian dilakukan selama 2 hari dan dihitung dengan hasil rata-rata berikut:

Tabel 7. Pengujian QoS dengan menggunakan aplikasi PRTG

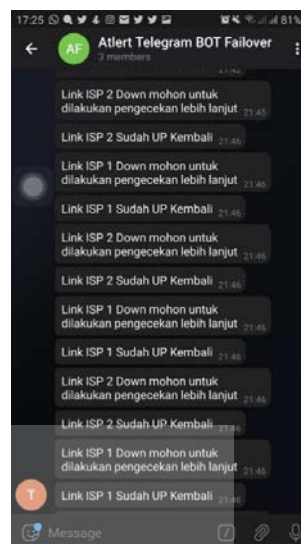
Metode	Latency	Jitter	Packet loss	Throughput kbit/s
PCC	3 ms	2 ms	2%	30,138
ECMP	2 ms	1 ms	<1%	21,896
NTH	2 ms	1 ms	<1%	20,249
FAILOVER	8 ms	1 ms	2%	16.700

Dari hasil *monitoring* di atas, metode *load balancing* yang paling tepat untuk diimplementasikan di PT. XYZ yaitu dengan menggunakan metode ECMP.

4.2 Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

Selanjutnya untuk pengujian ini dilakukan untuk mengukur waktu *respons* pesan pemberitahuan status koneksi Internet, dari kondisi *up* dan *down*. Pesan notifikasi

sistem pemantauan dikirim secara otomatis melalui grup Telegram. Pengujian dilakukan 12 kali, menggunakan fitur *Alert script warning & error* serta bot telegram untuk menguji sistem *monitoring* koneksi Internet (Prayogi, 2019).



Gambar 18. Notifikasi via Aplikasi Telegram

Notifikasi ini adalah notifikasi yang dikirimkan oleh *router* mikrotik ketika ada peringatan *downtime* dan *uptime* dari *link* ISP1 maupun ISP2 yang dikirimkan menggunakan fitur *netwatch* pada mikrotik ke alamat *api.telegram.com* yang akan direspon oleh *bot telegram* untuk mengirimkan notifikasi berupa *text* di aplikasi telegram .



Gambar 19. Notifikasi via Fitur Alert script warning & Error

Notifikasi ini adalah notifikasi *warning* dan *error* pada *router* mikrotik yang digunakan untuk memberitahukan peringatan *downtime* dan *uptime* yang lebih spesifik dari ISP1 dan ISP2 dimana notifikasi tersebut dapat kita lihat untuk jeda waktu *downtime* dan *uptime* dari perpindahan *link failover* yang lebih detail dari jam, menit dan detik perpindahannya (Sumarna, 2019).

Tabel 11. Pengujian Waktu Respon Sistem Monitoring ISP 1

Tanggal	Waktu	Kondisi 1	Interval Detik
12/07/2021	21:46:31	ISP 1 Down	1
12/07/2021	21:46:40	ISP 1 Up	1
12/07/2021	21:46:51	ISP 1 Down	1
12/07/2021	21:47:00	ISP 1 Up	1
12/07/2021	21:47:10	ISP 1 Down	1
12/07/2021	21:47:20	ISP 1 Up	1

Pengujian waktu ini diambil berdasarkan log atler dari notifikasi via fitur alert *script warning & error* yang lebih detail dalam pencatatan waktu *downtime* dan *uptime* pada percobaan di ISP1.

Tabel 12. Pengujian Waktu Respon Sistem Monitoring ISP 2

Tanggal	Waktu	Kondisi 2	Interval Detik
12/07/2021	21:46:11	ISP 2 Down	1
12/07/2021	21:46:30	ISP 2 Up	1
12/07/2021	21:46:41	ISP 2 Down	1
12/07/2021	21:46:51	ISP 2 Up	1
12/07/2021	21:47:00	ISP 2 Down	1
12/07/2021	21:47:10	ISP 2 Up	1

Pengujian waktu pada tabel diatas diambil berdasarkan log atler dari notifikasi via fitur alert *script warning & error* yang lebih detail dalam pencatatan waktu *downtime* dan *uptime* pada percobaan di ISP2.

Dapat disimpulkan dari hasil respon pada tabel 12 dan tabel 13 bahwa ketika terjadi gangguan koneksi internet rata-rata hasil respon pesan notifikasi adalah setiap 1 detik dengan mengirimkan pesan notifikasi melalui grup Telegram.

5. Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat memberikan kesimpulan bahwa metode *failover* tidak bisa menggunakan link secara bersamaan dalam satu waktu, atau terdapat *primary link* dan *backup link*. Sehingga tidak menggunakan semua *bandwidth* yang tersedia dalam satu waktu, tapi hanya menggunakan *bandwidth* dari satu *link* saja. Metode ECMP (*Equal Cost Multi Path*) dapat menggunakan semua link bersamaan dalam satu waktu, tetapi tidak menggunakan semua *bandwidth link* yang tersedia, karena dalam satu waktu hanya bisa menggunakan satu *gateway* untuk setiap koneksi. Metode Nth

berdasarkan antrian (*Queue Nth*) *mark-packet*, mampu menggunakan semua *link* dalam satu waktu.

Meskipun metode Nth juga menggunakan satu *gateway* untuk setiap koneksi, akan tetapi dengan *mark-packet* Nth tetap bisa mentransmisikan setiap *packet* pada *gateway/link* yang berbeda sehingga menggunakan semua *bandwidth* yang tersedia. Metode PCC (*Per Connection Classifier*) yang menggunakan *mark connection* atau membuat klasifikasi koneksi berdasarkan *both-addresses-and-ports*. Sehingga PCC menggunakan semua *link* dan *bandwidth* yang tersedia. Hasil *Quality of Service* empat metode yang diterapkan dibandingkan yang terbaik berdasar parameter *latency*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput*. Parameter *latency* ada NTH dan ECMP dengan nilai *delay* yang rata-rata terendah. Parameter *Jitter* ada NTH dan ECMP dengan nilai *jitter* yang rata-rata rendah. Parameter *packet loss* ada NTH dan ECMP dengan nilai *packet loss* yang kecil. Parameter *throughput* ada Nth dengan nilai *throughput* dengan rata-rata tertinggi.

Sistem *monitoring* jaringan internet yang diimplementasikan menggunakan bot API telegram telah berhasil diimplementasikan. Dari hasil penggunaan *Atler script warning & error* serta notifikasi bot telegram untuk menguji sistem *monitoring* jaringan komputer, Telegram berhasil memberikan pesan notifikasi secara *real time* melalui grup telegram. Bot telegram mengirimkan pesan notifikasi ke grup dengan status koneksi *down* atau koneksi internetnya sudah *up*, sehingga dapat mendeteksi apakah ada masalah pada sistem jaringan internet.

Daftar Pustaka

- Adani, M. F., 2016. Analisis Perbandingan Metode Load Balance PCC Dengan NTH Menggunakan Mikrotik. *journal of Control and Network System*, 5(1), pp. 119-125.
- Anwar, M. K., 2019. Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP) Pada Interkoneksi Jaringan. *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, 9(1), p. 39.
- Dewanto, R., 2018. Improved Load Balancing on Software Defined Network-based Equal Cost Multipath

- Routing in Data Center Network. *Jurnal Infotel*, 10(3), p. 157.
- 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), p. 165.
- Frayogi, A., 2018. Perbandingan Kinerja RouterOS Mikrotik dan Zeroshell pada Mekanisme Load Balancing Serta Failover. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(7), pp. 2689-2697.
- Gumelar, A. R., Anton & Radiyah, U., 2018. Implementasi Load Balancing Dengan Algoritma Equal Cost Multi Path (Ecmp). *Kilat*, 6(2), pp. 149-153.
- Hakim, D. K., 2019. Implementasi Load Balancing Menggunakan Jaringan Indihome Dan Telkomsel Pada Mikrotik Router Dengan Metode Nth The Implementation Of Load Balancing By Indihome And Telkomsel Networks On Router Microtics By Pendahuluan Perkembangan jaringan internet yang b. *Jurnal Media Pratama*, Issue April, pp. 13-23.
- Haris, S. A., 2018. Menjaga Kestabilan Jaringan Load Balancing Nth Dengan Teknik Failover Pada PT. Jakarta Samudera Sentosa Jakarta. *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, 6(1), pp. 49-60.
- Husni, A., 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), pp. 103-109.
- Pambudi, R., 2017. Implementasi Policy Base Routing dan Failover Menggunakan Router Mikrotik untuk Membagi Jalur Akses Internet di FMIPA Unnes. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 5(2), p. 27.
- Pranata, Y. A., 2016. Analisis Optimasi Kinerja Quality of Service Pada Layanan Komunikasi Data Menggunakan Ns-2 Di Pt. Pln (Persero) Jember. *Sinergi*, 20(2), p. 149.
- Prayogi, M. I. O. d. Y. R., 2019. Sistem Monitoring Jaringan Load balancing Dengan Metode Equal Cost Multipath (ECMP) Menggunakan Media Telegram. *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual Volume 4, Nomor 2, Desember 2019 ISSN (Cetak) : 2541-4550 ISSN (Online) : 2541-4585, Volume 4, pp. 18-33.*
- Putra, J. T., 2019. Load Balancing on TJSB Transformer Distribution using Two-Points Time Method. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, 4(2), p. 1.
- Rhamdani, F., 2018. Equal-cost multipath routing in data center network based on software defined network. *International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, pp. 222-226.
- Risnaldy, P., 2020. Analisa QoS (Quality of Service) Zeroshell pada Mekanisme Load Balancing dan Failover. *JURNAL MULTINETICS*, 6(1), pp. 8-14.
- Safrianti, E., 2021. Peer Connection Classifier Method for Load Balancing Technique. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, 4(1), pp. 127-133.
- Saputra, R. H., 2020. Pengaruh Failover Pada Jaringan Software-Defined. *Journal of Internet and Software Engineering(JISE)*, 1(1).
- Sukendar, T., 2017. Keseimbangan Bandwidth Dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode Nth Load Balancing Berbasis Mikrotik. *Jurnal Teknik Komputer Amik Bsi*, III(1), pp. 86-92.
- Sumarna, 2019. Perancangan N-Clustering High Availability Web Server Dengan Load Balancing Dan Failover. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer*, 4(2), pp. 149-154.
- Suzanzeffi, 2017. Optimalisasi Load Balancing Dua Isp Untuk Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik. *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu &*

Call For Paperiding SNATI F, Issue 4, pp. 451-457.

Taslim, D., 2020. Kinerja Load Balancing dengan Menggunakan Metode Per Connection Classifier. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 4(2), p. 124.

Tulloh, D. M., 2009. Analisis Jaringan Akses Internet Menggunakan Mikrotik Router Os Di Smk Tunas Harapan Dengan Optimalisasi Load Balancing Menggunakan Parameter Qos (Quality of Service). *Jurnal PINTER*, pp. 2-5.

Warman, I., 2017. Analisis Kinerja Load Balancing Dua Line Koneksi Dengan Metode Nth (Studi Kasus : Laboratorium Teknik Informatika Institut Teknologi Padang). *Jurnal TEKNOIF*, 5(1), pp. 56-62.

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), pp. 162-172.

Zulkarnaen, M. F., 2018. Implementasi Load Balancing Dengan Metode Equal Cost Multi-Path. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, 1(1), p. 13.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KERTAS KERJA

Ringkasan

Kertas kerja ini merupakan material kelengkapan artikel jurnal dengan judul Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Perbandingan Metode Equal Cost Multipath (ECMP) Dan Per Connection Classifier (PCC) Dengan Pengujian QoS (*Quality of Service*) Melalui Aplikasi PRTG (Studi Kasus: PT XYZ) yang berisi semua material hasil penelitian Tugas Akhir yang tidak dimuat atau disertakan di artikel jurnal. Seluruh langkah-langkah perancangan, tahapan implementasi serta hasil pengujian akan dijelaskan dalam laporan ini.

Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu instansi yang bergerak dibidang *management* asuransi, yang mana seluruh aktivitas proses bisnis membutuhkan jaringan internet yang stabil meski dalam kondisi darurat. Kebutuhan *update* data nasabah sampai dengan transaksi perbankan menjadi alasan utama bagi perusahaan yang berimbas pada tuntutan ketersediaan internet. Situs Web dengan *traffic* yang tinggi dapat menyebabkan beban kerja yang berat di sisi server, yang pada gilirannya akan mengakibatkan turunnya kinerja server, bahkan kegagalan sistem secara keseluruhan. Dengan demikian salah satu *gateway* (jalur koneksi) pada sistem jaringan akan menjadi terbebani sehingga terjadi kemacetan.

Kebutuhan akses internet yang semakin pesat di industri 4.0, menuntut kinerja perusahaan yang lebih cepat dengan dukungan jaringan yang lebih kuat. Tanpa adanya jaringan internet yang stabil dan seringnya terjadi *down* pada koneksi jaringan yang digunakan oleh perusahaan akan mengakibatkan kerugian yang signifikan karena terjadi penghambatan pada proses *daily submission new business* dan proses transaksi antara nasabah dengan perusahaan. Dengan kondisi jaringan internet yang digunakan perusahaan saat ini yaitu dengan berlangganan dua ISP diantaranya ISP Biznet dan ISP WMS (*WiFi Managed Service*). Yang mana ISP Biznet sebagai *link* utama yang digunakan PT. XYZ, sedangkan ISP WMS sebagai *link backup* jika ISP utama terjadi *downtime*. Jika *link* utama terjadi kegagalan koneksi atau dalam kondisi mati, maka harus menunggu teknisi dari vendor datang ke kantor yang mana membutuhkan waktu yang cukup lama. Kondisi yang

demikian akan menjadi sebab utama terjadinya kerugian pada perusahaan yang cukup krusial.

Salah satu solusi agar kinerja perusahaan dapat dioptimalkan, maka perlu dirancang jaringan yang mampu menangani permasalahan koneksi yang padat dan lambat. Solusi yang akan digunakan yaitu dengan menggunakan dua ISP dan menjadikan MikroTik sebagai *load balancer*. *Load balancing* merupakan teknik untuk membagi beban trafik pada dua atau lebih *link* koneksi (Frayogi, 2018). Mekanismenya yaitu MikroTik akan menandai paket yang mengakses internet, memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya dan menyetarakan beban ISP. Selanjutnya, diterapkan pula teknik *failover* yang mana jika salah satu koneksi *gateway* sedang terputus, maka *gateway* lainnya otomatis akan menjadi *backup* dan menopang semua trafik jaringan. Dengan kata lain *failover* merupakan kemampuan sistem yang dimiliki pada router untuk berpindah *gateway* secara otomatis (Pambudi, 2017). Dengan melakukan perbandingan dua metode *load balancing* PCC (*Per Connection Classifier*) dan ECMP (*Equal Cost Multi Path*). Setelah menentukan hasil dari perbandingan metode *load balancing* yang akan digunakan, maka selanjutnya dilakukan pengujian QoS untuk membuktikan bahwa metode terpilih (ECMP) dapat memenuhi kebutuhan perusahaan. QoS merupakan metode pengukuran untuk mendefinisikan karakteristik atau untuk mengukur seberapa baik jaringan yang sudah dibangun (Wulandari, 2016).

(MikroTik 2017) PCC (*Per Connection Classifier*) adalah salah satu metode *load balancing* pada *router* mikrotik yang memungkinkan pengguna untuk membagi lalu lintas data menjadi aliran data yang sama besar dan mampu menjaga paket. Dari pengujian metode PCC *load balance* dengan *bandwidth* masing-masing ISP 20Mbps didapatkan hasil *packet loss* ISP 1 yaitu 2% dan ISP 2 yaitu <1%, *jitter* ISP 1 yaitu 8.44 dan untuk ISP 2 yaitu 1.57 sedangkan untuk hasil *throughput* ISP 1 dan ISP 2 yaitu 100%. Menurut Firdaus 2017, *load balancing* dengan metode ECMP merupakan suatu teknik untuk mengatur rute paket melalui beberapa *link* yang mempunyai nilai yang sama. Dari pengujian metode ECMP *load balance* dengan *bandwidth* masing-masing ISP 20Mbps didapatkan hasil *packet loss* ISP 1 dan ISP 2 yaitu <1%, *jitter* ISP 1 yaitu 5.92 dan untuk ISP 2 yaitu 1.06 sedangkan untuk hasil *throughput* ISP 1 dan ISP 2 yaitu 98%. Dapat disimpulkan dari kedua

perbandingan metode tersebut bahwa untuk penghitungan pembagian *bandwidth* untuk metode PCC pembagian *bandwidth* tidak bisa merata, namun untuk kapasitas maksimum masing-masing ISP bisa terpenuhi 20 Mbps sedangkan untuk pembagian *upload* dan *downloadnya* tidak seimbang. Untuk metode ECMP pembagian *bandwidth* bisa maksimal dan seimbang untuk *upload* dan *download*, meskipun di *coverage throughput* lebih kecil dibanding kedua metode sebelumnya. Maka metode yang paling sesuai dengan kebutuhan perusahaan yaitu dengan mengimplementasikan metode ECMP *load balance*. Untuk mendukung metode ECMP dan pembuktian serta *monitoring* dibutuhkan aplikasi PRTG untuk *monitoring* dua ISP.

Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan dua ISP sehingga kecepatan dua ISP tersebut menjadi satu kecepatan yang stabil. Menggunakan jalur internet lain sebagai *failover* agar jalur internet utama dapat diubah otomatis ke jalur lain, ketika jalur utama sedang *down*. Hal ini juga dapat meminimalisir *downtime*. Sehingga dapat membuktikan dengan hasil monitoring seberapa baik performa jaringan di PT. XYZ setelah menggunakan metode ECMP yang diterapkan.