

Teknik Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (Ecmp) Untuk Mengukur Beban Traffic Di Diskominfo Tenggarong

Ali Husni¹, Edy Budiman², Medi Taruk³, Hario Jati Setyadi⁴

1,2,3Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman
Jl. Panajam Kampus Gn Kelua, Universitas Mulawarman, Samarinda 75119 - Kalimantan Timur

E-mail: alihusni06@gmail.com 1, edybudiman.unmul@gmail.com 2, meditaruk@gmail.com 3, hario.setyadi@gmail.com 4

Abstract— Untuk mengetahui beban *traffic* yang ada di diskominfo tenggarong. Penelitian ini tujuan yang ingin dicapai yaitu dengan pembagian jalur koneksi yang seimbang, maka diharapkan *traffic* dapat berjalan optimal, memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi, menggunakan teknik *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* (ECMP) pada diskominfo tenggarong. Pengujian parameter yang dilakukan ada 3, (1) *Quality Of Service*, (2) *Round Trip Time*, (3) *Failover*. Metodologi penelitian yang digunakan adalah menggunakan PPDIIO, (*prepare, plan, design, implement, operate, and optimize*). Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa, ISP 1 dengan kecepatan internet untuk *download* 7.36 megabit/s dan untuk *upload* 1.62 megabit/s. ISP 2 dengan kecepatan *download* 6.85 megabit/s dan untuk *upload* 2.24 megabit/s. Hasil pengujian *quality of service*, variabel *jitter* dengan nilai rata-rata 1,24 ms "Kategori Bagus". Variabel *packet loss* dengan nilai rata-rata 0,33% "Kategori Sangat Bagus". Variabel *throughput* 121% "Kategori Sangat Bagus". Berdasarkan standar TIPHON. Dengan nilai rata-rata pengujian *quality of service* adalah 40,8567 standar TIPHON "Sangat Memuaskan". Dalam pengujian *round trip time*, mempunyai nilai rata-rata 41,7777778 dan jumlah *request time out* (RTO) adalah 2. Hasil pengujian *failover* dihari senin,selasa dan rabu berhasil.

Keywords— ECMP, PPDIIO, Traffic, Diskominfo Tenggarong

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi informasi sekarang ini, maka kebutuhan akan informasi saat ini semakin meningkat pula. Dalam hal ini, solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut yaitu dengan menggunakan teknik *load balancing* yang berfungsi untuk membagi dan menyeimbangkan beban *traffic* pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar *traffic* dapat berjalan dengan optimal, memaksimalkan *throughput* memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi internet [1]. Dengan adanya teknik *load balancing* tersebut diharapkan bisa melayani semua pengguna yang ingin menggunakan internet secara bersamaan khususnya dalam instansi pemerintahan. Dinas komunikasi dan informatika (Diskominfo) tenggarong. Dalam hal ini untuk mengatasi permasalahan dengan adanya dua atau lebih ISP diharapkan, jika

jalur koneksi internet satu terputus bisa di gantikan oleh jalur ISP lainnya dengan menggunakan teknik *load balancing* pada *router* mikrotik.

Oleh karena itu, agar kedua link dapat dimanfaatkan berdasarkan karakteristik ISP maka diterapkanlah teknik *load balancing* yaitu distribusi beban terhadap sebuah *service* yang ada pada *server* ketika ada permintaan dari pengguna dengan memanfaatkan pembagian IP segmen. Akan tetapi apabila salah satu jaringan ISP terputus mampu digantikan oleh ISP kedua. Dan untuk dapat melakukan kinerja seperti hal tersebut dibutuhkan teknik *failover* yaitu kemampuan sistem dalam berpindah jalur secara otomatis saat salah satu jalur yang sedang digunakan terputus [2].

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis bertujuan untuk menggunakan teknik *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* untuk pengukuran beban *traffic* di Diskominfo Tenggarong.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Load Balancing

Load balancing adalah suatu proses dan teknologi yang dapat mendistribusikan *traffic* ke beberapa *server* dengan menggunakan komputer/perangkat jaringan. Proses ini mampu mengurangi beban kerja setiap *server*, serta memungkinkan *server* untuk menggunakan *bandwidth* yang tersedia secara lebih efektif.

Pada *load balancing* juga terdapat istilah *high availability*, yaitu merupakan metode dimana *load balancer* dijaga keberadaannya dan dapat dimanfaatkan atau mengambil alih proses yang dilakukan oleh *load balancer* lain bilamana dibutuhkan.

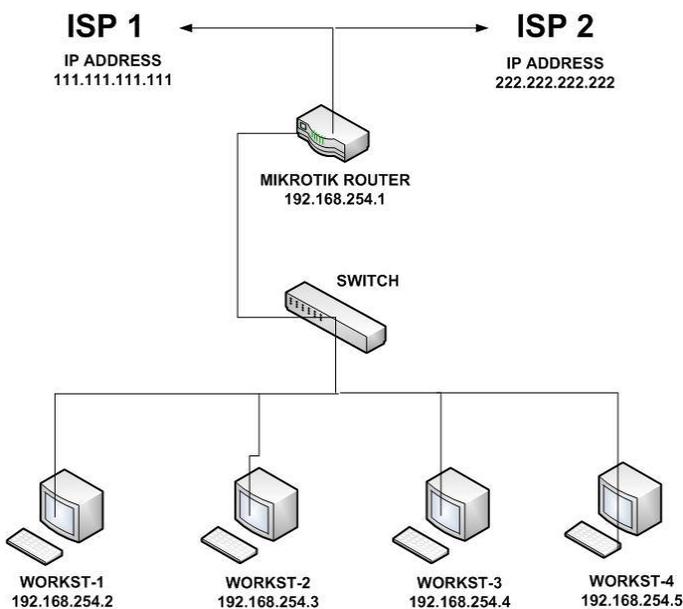
Load Balancing adalah teknik untuk membagi beban jaringan (*Traffic*) melalui beberapa *link network* yang tersedia untuk meningkatkan *throughput*, mengurangi *response time* maupun menghindari penumpukan *traffic* yang berlebihan. Teknik *load balancing* dapat diterapkan jika *router* memiliki beberapa link untuk mencapai suatu *network* tujuan. Misalnya saja, *Router* MikroTik anda terhubung ke internet melalui 2 (dua) ISP. Ini berarti *router* tersebut memiliki 2 (dua) link

untuk menuju internet, dan diharapkan pula bahwa *traffic* yang datang dari internet tersebut juga dapat melalui kedua link tadi secara seimbang (*balance*) [3-4].

B. Equal Cost Multi Path

Umumnya ECMP diterapkan pada saat akan membagi *traffic* yang akan menuju internet melalui beberapa ISP, dan ECMP cukup dilakukan dengan melakukan konfigurasi *default route* dengan menggunakan beberapa *gateway* sekaligus, namun nilai *Administrative Distance* dari masing-masing *gateway* itu adalah sama [4].

Equal cost Multi Path (ECMP) adalah pemilihan jalur keluar secara bergantian pada *gateway*. Contoh jika ada dua *gateway*, maka akan melewati kedua *gateway* tersebut dengan beban yang sama (*equal cost*) pada masing-masing *gateway*. Nilai dari *equal cost* dapat pula didefinisikan secara asimetris atau tidak seimbang pada saat *routing* [5].



Gambar. 1. Skema load balancing

C. Quality Of Service

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Dari segi *networking*, QoS mengacu kepada kemampuan memberikan pelayanan berbeda kepada lalu lintas jaringan. Parameter QoS adalah *latency*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan [6-7].

- *Packet Loss* (Paket Hilang), merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk

aplikasi-aplikasi tersebut. *Packet loss* Versi *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) dikelompokkan menjadi empat kategori seperti terlihat pada Tabel 1.

TABLE I. KATAGORI PACKET LOSS

Katagori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0%
Bagus	3%
Sedang	15%
Jelek	25%

- *Jitter*, adalah jumlah variasi waktu kedatangan paket-paket yang dikirimkan terus menerus dari satu terminal (*source*) ke terminal lain (*destination*) pada jaringan. *Jitter* lazimnya disebut variasi *delay*, berhubungan erat dengan *latency*, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. *Delay* antrian pada *router* dan *switch* dapat menyebabkan *jitter*. *Jitter* versi *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) mengelompokkan menjadi empat kategori penurunan kinerja jaringan berdasarkan nilai *jitter* seperti terlihat pada Tabel 2.

TABLE II. KATAGORI JITTER

Katagori Degradasi	Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	75 ms s/d 125 ms
Jelek	125 s/d 225 ms

- *Throughput*, adalah kecepatan (*rate*) *transfer* data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan Paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut. *Throughput* Versi *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON).

TABLE III. KATAGORI THROUGHPUT

Katagori Degradasi	Throughput (%)
Sangat Bagus	100
Bagus	75
Sedang	50
Jelek	<25

- *Quality of Service* (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *jitter*, *packet loss*, *delay*, *throughput*. Untuk Tabel 4.

TABLE IV. INDEKS PARAMETER QUALITY OF SERVICE

Nilai	Presentase (%)	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

D. Round Trip Time

Monitoring jaringan merupakan salah satu bagian dalam manajemen jaringan dimana *monitoring* berfungsi untuk mengevaluasi *performa* dan untuk melihat *efisiensi* dan *stabilitas operasional*.

Permasalahan yang paling mudah dideteksi adalah permasalahan di sisi user yaitu lambatnya kecepatan akses akibat kondisi jaringan yang kurang baik dengan berbagai *factor* yang mempengaruhinya. Data yang digunakan berupa ukuran *round trip time* (RTT) dari PC pengguna ke *server web* tujuan. Aplikasi yang digunakan yaitu PING dan *spread sheet* untuk mengolah data dan membuat grafik. Dalam konteks jaringan komputer, dan RTT juga dikenal sebagai waktu ping. Seorang pengguna internet dapat menentukan RTT dengan menggunakan perintah ping [7].

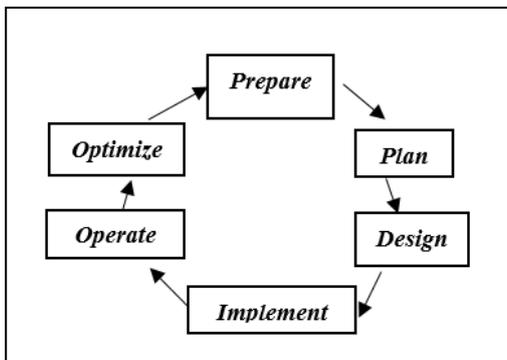
E. Failover

Dengan memiliki 2 (dua) koneksi internet, maka bisa saja teknik load balancing tidak diterapkan, namun teknik fail over dapat diterapkan. Dengan hanya menerapkan teknik fail over, maka dalam kondisi normal, koneksi dari salah satu ISP tidak akan digunakan.

Untuk menerapkan teknik failover ini, konfigurasi default route harus dilakukan sebanyak 2 (dua) kali, masing-masing menggunakan parameter *gateway*= 1.1.1.1 dan *gateway*= 2.2.2.1. Namun, konfigurasi default route dengan parameter *gateway*= 2.2.2.1 (ISP-B) harus menggunakan parameter *distance* yang lebih besar dari 1, misalnya saja *distance* =10 [8].

F. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data telah dilakukan dengan wawancara kepada pihak Diskominfo Tenggarong, Kepala Bidang T.I.K untuk mendapatkan Gambar beban *traffic*. Data yang di dapat kemudian di ambil dengan menggunakan metode *Equal Cost Multi Path* (ECMP) berbasis skema *Prepare, Plan, Desain, Implement, Operate, and Optimize* (PPDIOO). Adapun, skema PPDIOO pada Gambar 2.



Gambar. 2. Skema PPDIOO

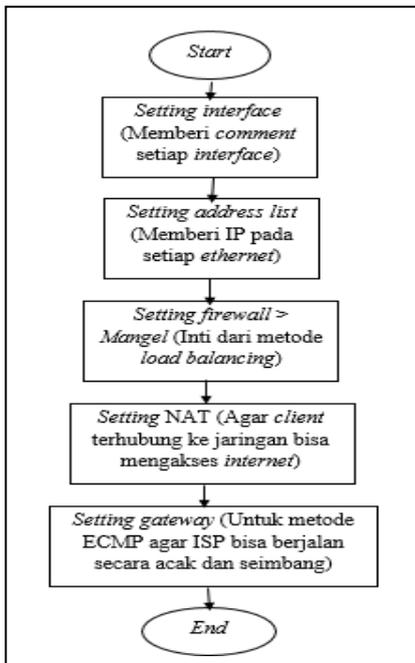
G. Metode ECMP

Skenario konfigurasi *load balancing* metode ECMP, dimulai dari *setting interface*, didalam *interface* memberi perintah *comment* setiap *interface*. Selanjutnya beri IP pada masing-masing ethernet dengan cara *setting address list*. Selanjutnya *setting firewall* terus pilih *mangel*, dan ini adalah inti dari metode *load balancing*. Selanjutnya supaya *client* yang terhubung ke jaringan dapat mengakses internet dengan menggunakan dua ISP, disini menggunakan fitur NAT. Tahapan akhir *setting gateway* (tujuan) menentukan ISP mana yang akan digunakan untuk mengakses internet. Karena menggunakan metode ECMP otomatis semua *gateway* / ISP akan bekerja secara acak dan seimbang. Setelah itu selesai konfigurasi *load balancing* metode ECMP.

H. Skenario Pengujian

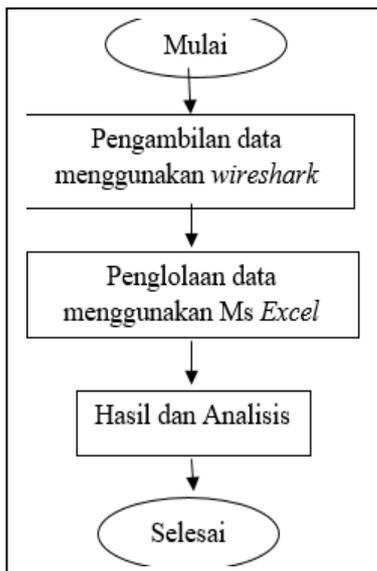
Pada penelitian ini dilakukan beberapa skenario pengujian, berikut :

- Skenario Pengujian *Speedtest* ISP 1 dengan kecepatan *download* 7,36 megabit/s dan *upload* 1,62 megabit/s.
- Skenario Pengujian *Speedtest* ISP 2 dengan kecepatan *download* 6,85 megabit/s dan *upload* 2,24 megabit/s.
- Skenario konfigurasi *load balancing* metode ECMP, dimulai dari *setting interface*, didalam *interface* memberi perintah *comment* setiap *interface*. Selanjutnya beri IP pada masing-masing ethernet dengan cara *setting address list*. Selanjutnya *setting firewall* terus pilih *mangel*, dan ini adalah inti dari metode *load balancing*. Selanjutnya supaya *client* yang terhubung ke jaringan dapat mengakses internet dengan menggunakan dua ISP, disini menggunakan fitur NAT. Tahapan akhir *setting gateway* (tujuan) menentukan ISP mana yang akan digunakan untuk mengakses internet. Karena menggunakan metode ECMP otomatis semua *gateway* / ISP akan bekerja secara acak dan seimbang. Setelah itu selesai konfigurasi *load balancing* metode ECMP.



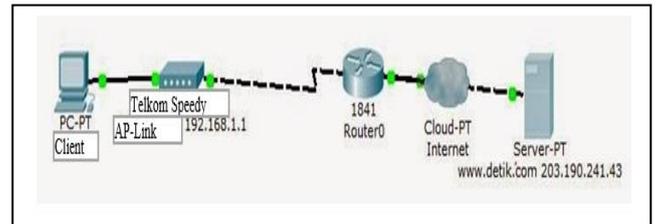
Gambar. 3. Flowchart konfigurasi load balancing metode ECMP

- Skenario Pengujian *Quality of Service*, dari jaringan internet, akan dilakukan beberapa skenario pengujian yaitu *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* dengan menggunakan aplikasi *Network Protocol Analyzer* yaitu *Wireshark* [10].



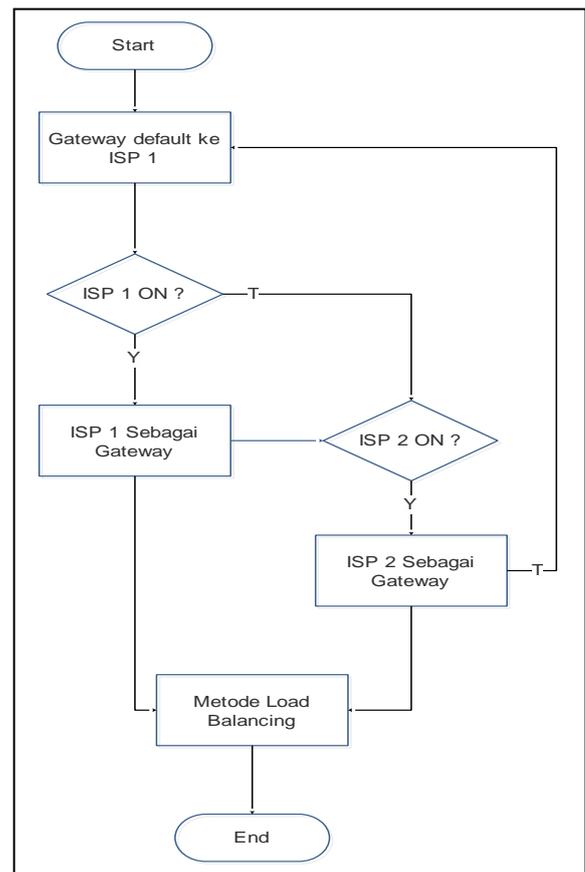
Gambar. 4. Flowchart pengujian qos

- Skenario Pengujian *Round Trip Time*, Dimulai dari *client*, lalu AP-Link terus dilanjutkan ke *router*, lalu jaringan internet dan terakhir masuk ke server yang dituju. Lalu setelah itu melakukan pengujian menggunakan *command prompt*.



Gambar. 5. Topologi tes ping

- Skenario Pengujian *Failover*, dimulai dari ISP 1 menjadi *gateway default* nya, apabila *gateway* ISP ON, setelah itu langsung ke metode *load balancing* setelah itu selesai, dan apabila ISP 1 tidak ON dan ISP 2 ON, ISP 2 sebagai *gateway* nya dan lanjut ke metode *load balancing* setelah itu selesai. Apabila ISP 2 tidak ON kembali lagi ke ISP 1 sebagai *gateway default*nya.



Gambar. 6. Flowchart Failover

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Diketahui bahwa pengujian *quality of service* untuk variabel *jitter* dari keseluruhannya pengujian dari hari senin, selasa, dan rabu mulai pukul 09.00 - 12.00 wita adalah nilai rata-rata dari *jitter* yaitu 1,24 ms dan termasuk katagori

"Bagus" berdasarkan standar *versi telecommunications and internet protocol harmonization over networks* (TIPHON). Bisa dilihat di Tabel 5.

TABLE V. NILAI RATA-RATA JITTER

Pengujian	Sangat Bagus	Bagus	Sedang	Jelek	Rata-Rata
Senin	-1,59 ms	-	-	-	1,24 ms "Kategori Bagus"
Selasa	-	2,06 ms	-	-	
Rabu	-	3,25 ms	-	-	

Diketahui bahwa pengujian *quality of service* untuk variabel *packet loss* dari keseluruhannya pengujian dari hari senin, selasa, dan rabu mulai pukul 09.00 - 12.00 wita adalah nilai rata-rata dari *packet loss* yaitu 0,33 % dan termasuk katagori "Sangat Bagus" berdasarkan standar *versi telecommunications and internet protocol harmonization over networks* (TIPHON). Bisa dilihat di Tabel 6.

TABLE VI. NILAI RATA-RATA PACKET LOSS

Pengujian	Sangat Bagus	Bagus	Sedang	Jelek	Rata-Rata
Senin	1%	-	-	-	0,33 ms "Kategori Sangat Bagus"
Selasa	0%	-	-	-	
Rabu	0%	-	-	-	

Diketahui bahwa pengujian *quality of service* untuk variabel *throughput* dari keseluruhannya pengujian dari hari senin, selasa, dan rabu mulai pukul 09.00 - 12.00 wita adalah nilai rata-rata dari *throughput* yaitu 121% "Katagori Sangat Bagus". berdasarkan standar *versi telecommunications and internet protocol harmonization over networks* (TIPHON). Bisa dilihat di Tabel 7.

TABLE VII. NILAI RATA-RATA THROUGHPUT

Pengujian	Throughput (kbps)	Rata-Rata
Senin	64%	121 % "Kategori Sangat Bagus"
Selasa	162%	
Rabu	138%	

Hasilnya adalah dari perhitungan rata-rata *quality of service* adalah dengan nilai 40,8567 berdasarkan standar TIPHON "Sangat Memuaskan". Bisa dilihat di Tabel 8.

TABLE VIII. HASIL PENGUJIAN QUALITY OF SERVICE

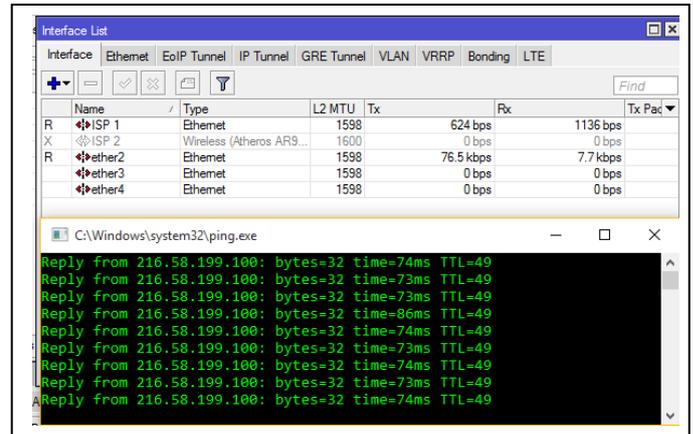
No.	Parameter	Hasil Pengukuran	Standart TIPHON
1	Jitler	1,24	Bagus
2	Packet Loss	0,33	Sangat Bagus
3	Throughput	121	Sangat Bagus
Total Rata-rata		40,567	"Sangat Memuaskan"

Hasil pengujian *round trip time* pada jam sibuk dari pukul 09.00 s/d 12.00 wita. Dimulai dari hari senin, selasa dan rabu, hasilnya adalah dari perhitungan rata-rata *round trip time* adalah dengan nilai 41,7777778 dengan jumlah *request time out* (RTO) adalah 2. Bisa dilihat Tabel 9.

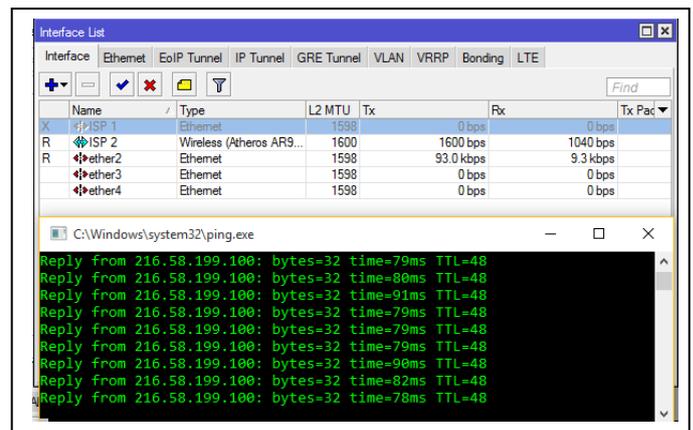
TABLE IX. HASIL PENGUJIAN ROUND TRIP TIME

No.	Pengujian	Rata-rata RTT	Jumlah RTO
1	Senin	60,75	1
2	Selasa	32,1667	1
3	Rabu	32,41667	-
Total Rata-rata =		41,7778	
Jumlah Request Time Out =		2	

Pengujian teknik *failover* berhasil dan menggunakan perintah dari PING dan tidak ada mengalami masalah selama melakukan percobaan mematikan kedua ISP secara bergantian. Bisa dilihat di Gambar 7 dan 8.

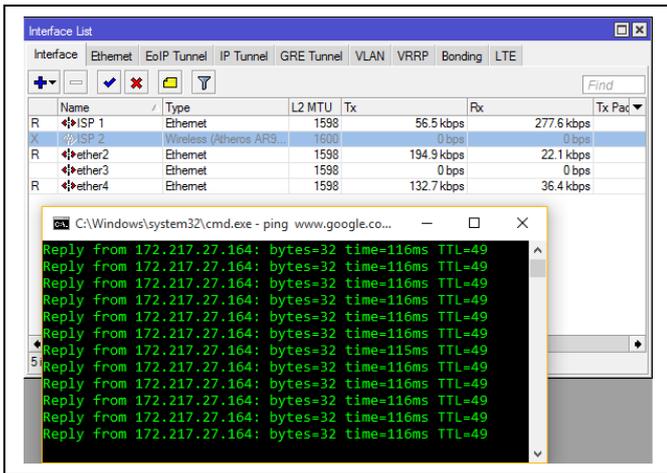


Gambar. 7. ISP 1 Pengujian hari senin

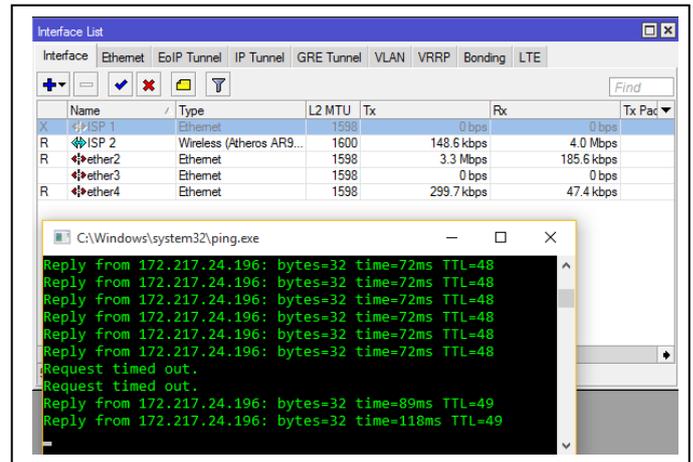


Gambar. 8. ISP 2 Pengujian hari senin

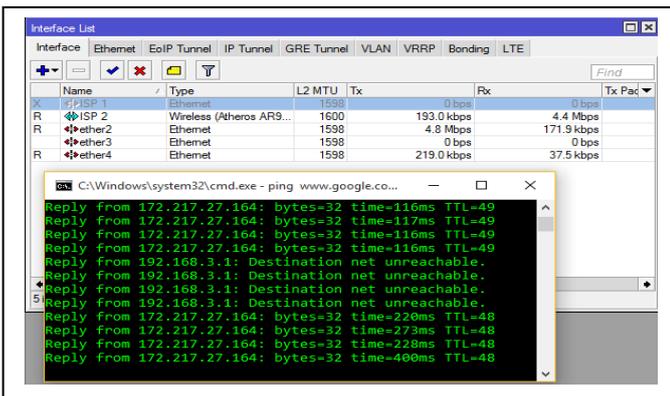
Bisa dilihat dari Gambar 9 dilakukan pengujian teknik *failover* berhasil dan menggunakan perintah dari PING dan ada mengalami masalah selama melakukan percobaan mematikan kedua ISP secara bergantian bisa dilihat di Gambar 9 setelah melakukan percobaan mematikan ISP 1 sempat terhenti paket internetnya dan setelah itu kembali normal. Untuk Gambar 10 setelah dimatikan ISP 2 paket internetnya berjalan dengan normal.



Gambar. 9. ISP 1 Pengujian hari Selasa

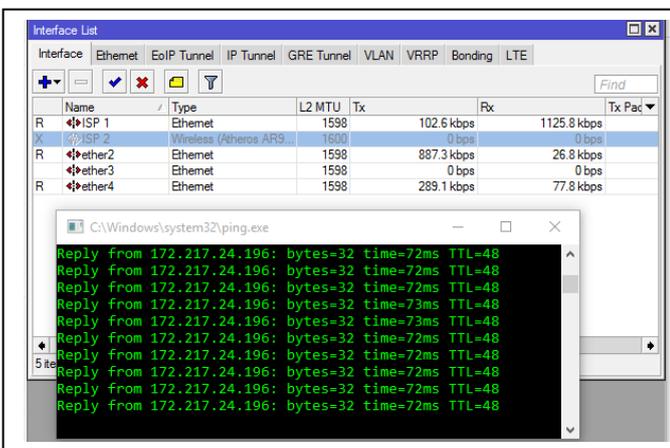


Gambar. 12. ISP 2 Pengujian hari Rabu



Gambar. 10. ISP 2 Pengujian hari Selasa

Bisa dilihat dari Gambar 11 dilakukan pengujian teknik *failover* berhasil dan menggunakan perintah dari PING dan ada mengalami masalah selama melakukan percobaan mematikan kedua ISP secara bergantian bisa dilihat di Gambar 11 setelah melakukan percobaan mematikan ISP 1 sempat *request time out* (RTO) dan setelah itu kembali normal. Untuk Gambar 12 setelah dimatikan ISP 2 paket internetnya berjalan dengan normal.



Gambar. 11. ISP 1 Pengujian hari Rabu

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa, ISP 1 dengan kecepatan internet untuk *download* 7.36 megabit/s dan untuk *upload* 1.62 megabit/s. ISP 2 dengan kecepatan *download* 6.85 megabit/s dan untuk *upload* 2.24 megabit/s.

Hasil pengujian *quality of service*, variabel *jitter* dengan nilai rata-rata 1,24 ms "Katagori Bagus". Variabel *packet loss* dengan nilai rata-rata 0,33% "Katagori Sangat Bagus". Variabel *throughput* 121% "Katagori Sangat Bagus". Berdasarkan standar TIPHON.

Dengan nilai rata-rata pengujian *quality of service* adalah 40,8567 standar TIPHON "Sangat Memuaskan". Dalam pengujian *round trip time*, mempunyai nilai rata-rata 41,77777778 dan jumlah *request time out* (RTO) adalah 2. Hasil pengujian *failover* dihari senin, Selasa dan Rabu berhasil.

B. Saran

Diskominfo tenggarong perlu menggunakan teknik *load balancing*, dimana kebutuhan akan internet meningkat, untuk itu perlunya ada 2 ISP agar bisa saling membagi beban apabila salah satunya mengalami gangguan.

Diskominfo tenggarong perlu melakukan pengukuran bisa menggunakan parameter QoS dengan menggunakan aplikasi *wireshark* agar bisa mengetahui besaran beban *traffic* pada saat pengaksesan internet pada jam dan hari tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuliana, E. 2012. Tugas Kuliah. Mengimplementasikan Load Balancing Untuk Mengoptimalkan Jaringan. [online], dalam : http://tugaskuliah-esti.blogspot.co.id/2012/08/load-balancing_3381.html [diakses pada 02 oktober 2017].
- [2] Zamzami, N. F. 2011. Implementasi Load Balancing Dan Failover Menggunakan Mikrotik Router Os Berdasarkan Multihomed Gateway Pada Warung Internet "Diga". [pdf]. Politeknik Tilkom, 1-12.

- [3] Oktavianus, Y. L. 2013. Membangun Sistem Cloud Computing Dengan Implementasi Load Balancing Dan Pengujian Algoritma Penjadwalan Linux Virtual Server Pada Ftp Server. [pdf]. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 1-6.
- [4] Akbar, S. S. 2017. Analisa Dan Perancangan Load Balancing Pada Jaringan Komputer Di Gedung DPR-RI Jakarta. [pdf]. Konferensi Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (KNiST), 1-6.
- [5] Aldila, H. A. 2016. Analisis Perbandingan Implementasi Load Balancing PCC (Per connection classifier), NTH dan ECMP (Equal Eost Multi Path). [pdf]. Jurnal Aksara Elementer Politeknik Caltex Riau, 1-8.
- [6] Annisa, 2016. Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Layanan Video Streaming Yang Menggunakan Protokol Rtmp (Real Time Messaging Protocol). [pdf]. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Kendari, 1-12.
- [7] Yohanes, I.F. 2016. Analisis Optimasi Kinerja Quality Of Service Pada Layanan Komunikasi Data Menggunakan Ns-2 Di Pt. Pln (Persero) Jember. [pdf] Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, 1-8.
- [8] Admin, Konfigurasi Load Balancing + Fail Over Pada Router Mikrotik (ECMP). [online]. dalam : <http://www.ilmujaringan.com/konfigurasi-load-balancing-router-mikrotik-ecmp/> [diakses pada 15 oktober 2017].
- [9] Agustin, Y. H. 2015. Rancang Bangun Dan Implementasi Server Voip Dengan Memanfaatkan Ip Publik (Studi Kasus : Smk Negeri 2 Tasikmalaya). [pdf]. Eksplora Informatika, 63-71.
- [10] Sulisty, D. D. 2107. Implementasi Algoritma Hierarchical Token Bucket Sebagai Optimasi Quality Of Service Pada Pt. Karya Mandiri Satya [pdf]. Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi, 1-8.
- [11] M. Taruk and A. Ashari, "Analisis Throughput Varian TCP Pada Model Jaringan WiMAX," *Ijccs*, vol. 10, no. 2, pp. 115–124, 2016.
- [12] A. C. Purnama and E. Budiman, "Kinerja Jaringan Internet Service Provider (Isp) Pada Aplikasi Multimedia Streaming Di Kota Samarinda," vol. 2, no. 2, pp. 65–69, 2017.