

STUDI PENGGUNAAN DUA ISP DENGAN *LOAD BALANCING* DAN *FAILOVER* UNTUK MENINGKATKAN KINERJA JARINGAN BERBASIS ROUTER MIKROTIK

Khalil Azmi¹, Syamsul², Fakhrrur Razi³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: khalilazmi779@gmail.com, syamsul0466@gmail.com, fakhrrurrazi@pnl.ac.id

Abstrak —*Load balancing* merupakan teknik mendistribusikan beban trafik koneksi dengan memanfaatkan dua jalur koneksi atau lebih secara seimbang, Sedangkan *failover* merupakan teknik mengalihkan jalur ISP utama yang mengalami down ke jalur ISP backup secara otomatis. Kedua teknik tersebut sering digunakan untuk manajemen *server*. Teknik *load balancing* metode *per connection classifier* dengan *failover* metode *check gateway*, diimplementasikan pada jaringan local area network (LAN) berbasis router mikrotik RB951UI menggunakan jaringan GSM. Dari implementasi ini memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan seperti koneksi internet terputus maupun *overload* sehingga meningkatkan kinerja jaringan. Adapun tujuan penelitian ini dilakukan agar mengoptimalkan penggunaan dua jalur ISP dan juga mengetahui efektifitas dari kedua teknik tersebut. Parameter yang diuji adalah nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss*, dengan 2 *client* melakukan *upload* dan *download* file video berukuran 50 MB, 100 MB, 150 MB pada saat jaringan dalam keadaan sepi dan sibuk. Hasil penelitian menunjukkan performansi jaringan dari pengukuran QOS secara keseluruhan sistem yaitu *load balancing* dan *failover* dengan parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss*, hasil yang didapati dari ketiga parameter tersebut tergolong ke dalam kategori sangat bagus berdasarkan standar TIPHON. Dari tinjauan hasil pengukuran parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss*, pada jaringan sepi teknik *failover* menghasilkan kinerja yang efektif, sementara untuk jaringan sibuk kinerja dari teknik *load balancing* yang lebih efektif. Adapun waktu peralihan dari ISP utama ke ISP *backup* rata-rata waktu yang dibutuhkan minimum 22,7 detik dan waktu maksimum 24 detik. Kemudian hasil traceroute ke alamat IP yang berbeda didapati dalam kondisi *load balancing* kedua *client* melalui jalur gateway ISP berbeda. Sementara dalam kondisi *failover* kedua *client* melalui gateway ISP yang sama.

Kata Kunci: *Load Balancing*, *PCC*, *Failover*, *LAN*, *Mikrotik*

I. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan masyarakat akan internet sudah sangat tinggi, terutama di kota-kota besar yang sudah terfasilitasi oleh provider jaringan-jaringan internet. Masyarakat bisa mengakses berbagai informasi sesuai dengan kebutuhannya hanya dengan browsing melalui internet. Internet tidak hanya digunakan untuk kegiatan atau keperluan khusus saja, namun sudah menjadi kebutuhan hidup semua orang dari berbagai kalangan sosial dan juga berbagai umur yang sudah mengerti cara menggunakannya. Seperti yang kita ketahui belakangan ini, teknologi berbasis internet hampir digunakan dalam segala hal, dari pekerjaan perkantoran, pendidikan, perdagangan, dan juga pergaulan, termasuk keperluan operasional perusahaan. Jaringan internet sangat berperan dalam menunjang kegiatan operasional perusahaan sehari-hari agar dapat berjalan dengan lancar [1].

Namun jika terjadi permasalahan pada jaringan internet dari pihak internet service provider (ISP) maupun pada perangkat jaringan maka pekerjaan akan menjadi terhambat, sehingga mengakibatkan produktivitas menjadi terganggu yang dapat mengakibatkan kerugian. Permasalahan-permasalahan yang sering terjadi pada jaringan adalah koneksi internet terputus. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara menerapkan sistem *failover* seperti yang dilakukan oleh Odi Setiawan [2].

Akan tetapi permasalahan putusnya koneksi ISP tidak selalu terjadi disetiap saat, sehingga penggunaan ISP

dengan sistem *failover* saja terasa kurang optimal, jika ISP backup digunakan hanya saat ISP utama mengalami gangguan (*fail*). Dengan demikian perusahaanpun dapat mengalami pemborosan dengan membayar biaya berlangganan untuk ISP backup tetapi pemakaian yang tidak efisien. Untuk mengatasi permasalahan ini, teknik *load balancing* dapat diterapkan. *Load balancing* adalah teknik berbagi beban traffic suatu jaringan internet dengan dua jalur gateway atau lebih, dengan pembagian dilakukan secara seimbang agar traffic berjalan optimal serta penggunaan bandwidth dari ISP dapat lebih maksimal. *Load balancing* memanfaatkan kedua ISP secara bersamaan. ISP utama dan ISP backup bisa digunakan bersamaan tanpa harus menunggu salah satu ISP harus mati.

Dengan menerapkan kedua teknik *failover* dan *load balancing* secara bersamaan, maka sistem dapat membagi layanan ISP sehingga tidak terjadi kegagalan layanan. Selain itu, waktu respon layanan menjadi lebih singkat sehingga mampu meningkatkan kinerja keseluruhan sistem [3]. Namun, apakah kedua teknik ini efektif diterapkan untuk jaringan sibuk dan sepi? Perlu ada penelitian lanjut. Oleh karenanya, peneliti tertarik untuk meneliti perbandingan kinerja dari penerapan teknik *failover* dan *load balance* untuk jaringan sepi dan sibuk, saat *upload* dan *download* data. Dari penelitian ini nantinya dapat diketahui bagaimana kontribusi masing masing teknik dalam meningkatkan kinerja keseluruhan sistem.

II. TINJAUAN PUSTAKA

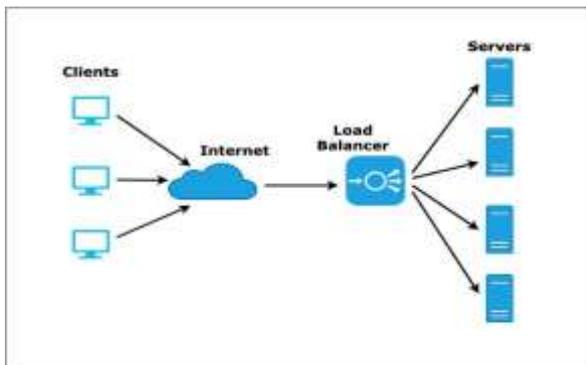
Dasar dari suatu sistem seluler adalah pembagian Jaringan komputer adalah suatu himpunan interkoneksi sejumlah komputer, dalam bahasa populer dapat di jelaskan bahwa jaringan komputer adalah kumpulan beberapa komputer, dan perangkat lain seperti router, switch dan sebagainya. Dengan saling terhubung antara satu komputer dengan komputer lainnya maka akan mudah melakukan pertukaran informasi/data,sumber daya.

A. Local Area Network (LAN)

Local Area Network (LAN) adalah suatu jaringan komputer dimana cakupan wilayah jaringannya sangat kecil atau terbatas. Misalnya, jaringan komputer kantor, sekolah, rumah, atau di dalam satu ruangan saja. Sebuah jaringan yang dibangun pada sebuah lokasi seperti di rumah ataupun gedung perkantoran. Bisa diartikan juga sebagai sebuah sistem komunikasi komputer yang jaraknya dibatasi tidak lebih dari beberapa kilometer dan menggunakan koneksi high-speed antara 2 hingga 100 Mbps.

B. Load Balancing

Menurut sebuah artikel di internet, *load balancing* pada mikrotik adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap dan menghindari overload pada salah satu jalur koneksi [4].



Gbr 1. Konsep Sistem *Load Balancing*

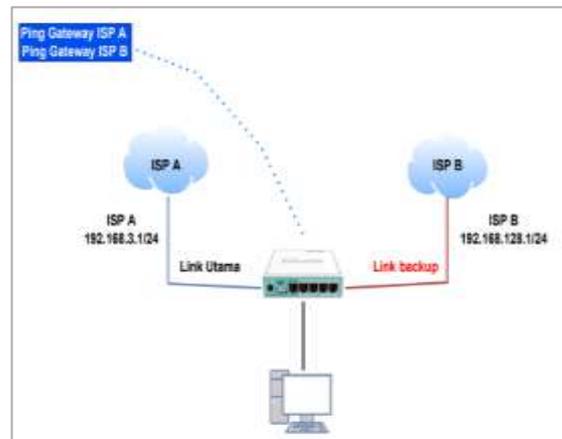
C. Per Connection Classifier (PCC)

Menurut sebuah artikel di internet (Citraweb, 2021) Per Connection Classifier merupakan metode yang menspesifikasikan suatu paket menuju gateway koneksi tertentu. PCC mengelompokkan trafik koneksi yang akan melalui atau keluar masuk router menjadi beberapa kelompok. Mikrotik akan mengingat-ingat gateway yang telah dilewati di awal trafik koneksi, sehingga pada paket-paket data selanjutnya yang masih berkaitan dengan paket data sebelumnya akan dilewatkan pada jalur gateway yang sama. PCC mengambil bidang yang dipilih dari header IP, kemudian dengan bantuan algoritma *hashing* mengubah bidang tersebut menjadi 32-bit. Nilai ini kemudian dibagi dengan denominator tertentu dan sisanya kemudian dibandingkan dengan reminder tertentu, apabila sama

maka paket akan ditangkap. Rules dapat dibuat dengan memilih informasi dari *src-address*, *dst-address*, *src-port* atau *dst-port* dari header IP

D. Failover

Failover adalah teknik yang menerapkan beberapa jalur untuk mencapai suatu network tujuan. Namun dalam keadaan normal hanya ada satu link yang digunakan. Link yang lain berfungsi sebagai cadangan dan hanya akan digunakan bila link utama terputus [6].



Gbr 2 Konsep *Failover*

F. Router Mikrotik

Mikrotik Router Board merupakan *hardware (router)* yang didesain oleh Mikrotik yang memiliki beragam seri dan interface yang disesuaikan dengan kebutuhan. Router Board sendiri menggunakan RouterOS sebagai software sistem operasinya .Teknologi mikrotik adalah teknologi yang digunakan untuk menyediakan layanan internet dengan menjadikan suatu komputer sebagai router jaringan. Sebagian besar layanan mikrotik ini dipakai oleh perusahaan yang memberikan layanan pembuatan jaringan komputer, baik skala besar atau kecil.



Gbr 3 Router Board Mikrotik

Secara umum algoritma router terbagi dua, distance vector dengan menggunakan algoritma bellman ford dan *link state menggunakan algoritma*.

Distance vektor adalah sebuah router mengirimkan informasi ke router tetangga secara periodik. Jadi sebuah router menghitung jalur dan jarak ke setiap router tetangga (terdekat), dan saling bertukar informasi dengan router tetangga. kemudian memasukkannya ke dalam routing table. Jalur ke router selanjutnya disebut dengan next hop,

sedangkan jarak bisa disebut dengan cost. Jalur dengan cost terendah yang akan digunakan sebagai next hop.

Prinsip kerja *Link state* adalah setiap router mempunyai gambaran, tentang informasi setiap router yang terhubung satu sama lain pada suatu jaringan. Jadi setiap router mempunyai jalur terbaik (dengan cost terendah) menuju setiap kemungkinan tujuan yang bisa ditempuh. Kemungkinan-kemungkinan jalur terbaik itulah yang akan dibentuk sebagai routing table.

G. Quality Of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi jitter dan delay. Parameter QoS adalah *throughput*, *Delay* dan *packet loss* [9].

1. Throughput

Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (*bit per second*). Perhitungan *throughput* dapat dirumuskan dalam persamaan berikut ini.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Time Span (s)}} \quad (1)$$

2. Delay

Delay (*Latency*) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Time Span (s)}}{\text{Packets}} \quad (2)$$

3. Packet Loss

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan. Perhitungan packet loss dapat dirumuskan dalam persamaan berikut ini :

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Packet Total Tercapture} - \text{Paket Terkirim}}{\text{Packet Total Tercapture}} \times 100\% \quad (3)$$

III. METODOLOGI

Pada penelitian ini dibutuhkan alat dan bahan untuk menunjang proses penelitian, berupa hardware dan software sebagai berikut:

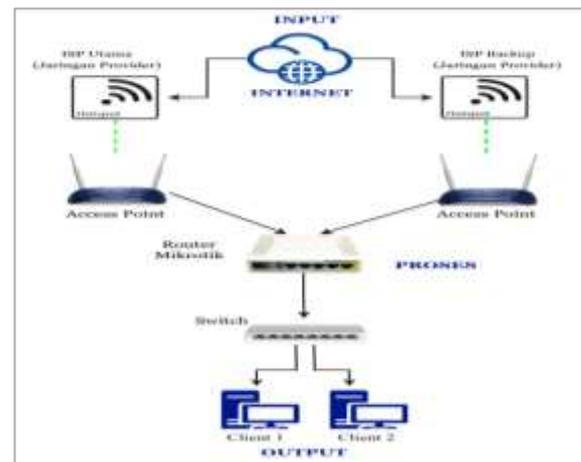
Tabel I.

Perangkat keras yang digunakan

No	Nama Perangkat Keras	Jumlah
1	Smartphone	1
2	Router Nirkabel	1
3	Access Point	2
4	RouterBoard Mikrotik RB951 UI	1
5	Switch	1
6	Kable UTP Jenis Straight	5
7	Komputer	2

A. Perancangan Jaringan

Pada penelitian ini menggunakan dua jalur ISP sama-sama menggunakan jaringan GSM dengan *provider* Telkomsel, ISP utama menggunakan *hotspot smartphone* dan ISP *backup* dari *hotspot wifi* seluler (*Router Nirkabel*), keduanya memiliki *network band* 2.4 Ghz. Adapun struktur jaringan yang dirancang diperlihatkan pada gambar 4.

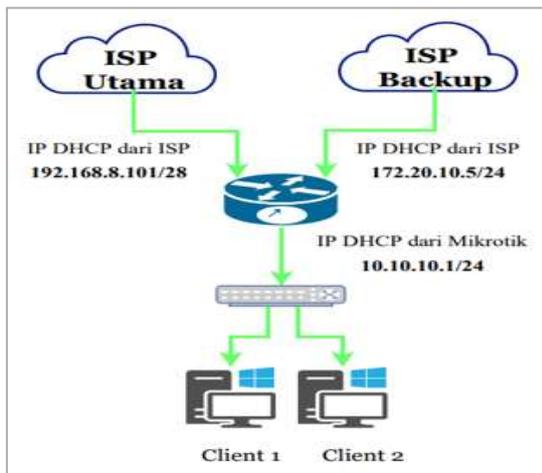


Gbr 4 Struktur Jaringan

Pada gambar 4 memperlihatkan struktural jaringan beserta komponen apa saja yang digunakan pada saat implementasi. Untuk input ada 2 *access point* berfungsi sebagai *repeater* jaringan dari *hotspot* ISP utama dan ISP *backup* yang terhubung internet, lalu kedua jalur ISP dikoneksikan dengan menggunakan kabel *Unshielded Twisted Pair* (UTP) melalui *interface ethernet* 1 dan *ethernet* 2 yang ada pada *router* mikrotik. Masuk ke bagian proses pada *router* mikrotik dilakukan konfigurasi *load balancing* metode PCC dengan *failover* metode *check gateway*. Kemudian dikonfigurasi IP Address secara *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) pada *interface ethernet* 3 sebagai jalur *output*, selanjutnya dihubungkan ke perangkat *switch* agar *port ethernet* untuk *client* tersedia lebih banyak dan jaringan menjadi lebih luas. Pada bagian *output* didapatkan 2 *client* yang sudah terhubung ke internet dengan IP address DHCP.

B. Topologi Jaringan

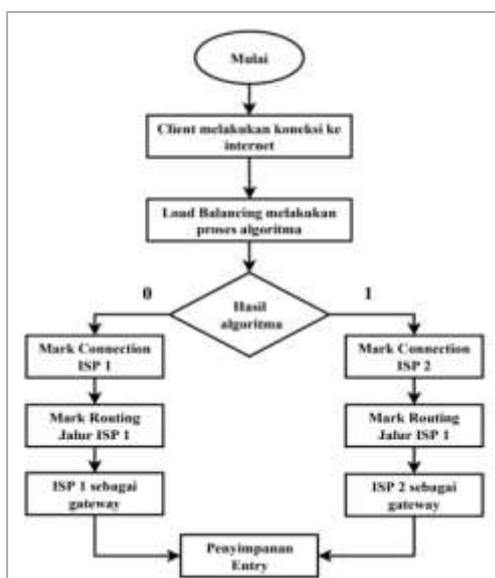
Desain topologi yang digunakan oleh peneliti dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini :



Gbr 5. Topologi Jaringan

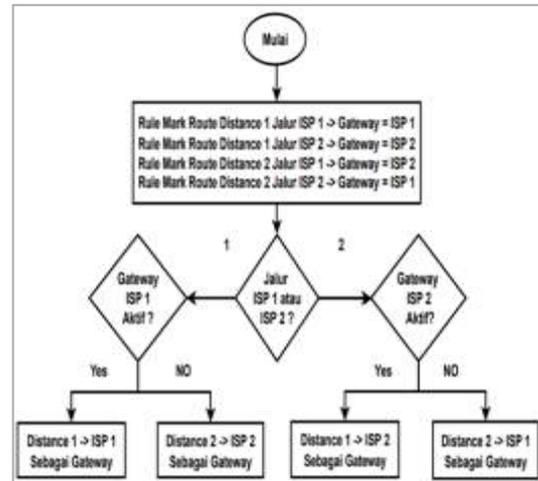
C. Diagram Alir Sistem Load Balancing Dan Failover

Untuk Diagram alir router mikrotik memproses algoritma dari sistem load balancing PCC, ISP 1 menandakan ISP utama dan ISP 2 menandakan ISP backup. Pada saat client melakukan access ke internet, router akan menentukan gateway mana yang di lalui berdasarkan hasil dari algoritma IP hashing, lalu hasil tersebut akan dibandingkan dengan nilai reminder yaitu 0 atau 1. Nilai 0 yaitu menandakan ISP utama. sebagai gateway dan nilai 1 ISP backup sebagai gateway setelah ditentukan kemudian masuk ke penyimpanan entry. Lebih jelasnya dapat dilihat gambar 6 .



Gbr 6 Diagram alir Load Balancing PCC

Setelah masuk ke bagian penyimpanan entry, maka akan diproses oleh konfigurasi dari *rule route* untuk diagram alirnya dapat dilihat pada gambar 7.



Gbr 7 Diagram alir rule route dengan failover

Pada gambar 7 cara kerja dari konfigurasi ini yaitu pada saat *load balancing* menentukan nilai *reminder* 0 yang berarti ISP utama sebagai *gateway* dan masuk ke penyimpanan entry, maka konfigurasi *rule route* dengan *failover* akan melakukan pengecekan terhadap ISP utama apakah aktif, bila aktif maka *gateway* ISP utama akan dijadikan rute jalur yang melayani *client*. Untuk *failover* maka dibuat *rule* baru dengan memanfaatkan parameter *distance* diberikan nilai *distance* 2, apabila ISP utama mati maka *rule* dengan *distance* 2 yang aktif, berarti trafik dialihkan ke ISP *backup*.

D. Metode Analisis

Setelah tahap pengujian jaringan dalam sistem *load balancing* maupun *failover*, pengujian berupa melakukan *upload* dan *download file* video dengan ukuran 50 MB, 100 MB dan 150 MB pada kedua *client* dengan skenario jaringan sepi dan sibuk, selanjutnya data hasil pengujian dilakukan analisa. Metode analisa yang di gunakan yaitu deskriptif kualitatif, mengamati keadaan maupun perubahan bedasarkan data yang telah diperoleh dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabulasi dan grafik. Hasil penelitian yang diperoleh seperti *Quality of Service* (QoS), waktu rata-rata peralihan *failover* di tampilkan dalam bentuk tabulasi, grafik dan untuk analisa *traceroute* akan dimuat dalam bentuk gambar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan terhadap hasil implementasi sistem *load balancing* dan *failover* secara keseluruhan pada jaringan *local area network* (LAN), berdasarkan pengukuran *quality of service* (QoS), juga waktu rata-rata peralihan *failover* dan *traceroute*.

A. *Throughput*

Hasil pengukuran *throughput*, baik itu dalam sistem *load balancing* dan *failover* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel III.
Hasil Pengukuran *Throughput*

Skenario Jaringan	Parameter	Ukuran Data (MB)	Throughput (Mbit/sec)									
			Load Balancing					Failover				
			Client 1		Client 2		Rata-rata	Client 1		Client 2		Rata-rata
Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2		Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2				
Skenario 1	Upload	50	12,3	14,6	14	19,7	15,2	22,5	27,1	7,2	24,6	20,4
		100	11,6	19,8	8,9	26,4	16,7	11	29,6	8,5	26,4	18,9
		150	11,2	26,4	7,2	30,8	18,9	6,6	27	8,9	33,6	16,6
	Download	50	25,7	39,5	21,7	28,3	28,8	13,3	39	17	33	25,6
		100	36,8	45,1	22,9	42	36,7	16	41,4	13,8	47,9	29,8
		150	43,9	42,7	49,4	41,3	44,1	29,9	42,5	15,9	40,1	44
Skenario 2	Upload	50	8,4	8,4	6,9	8,4	8	6,1	7,4	5,5	7,2	6,7
		100	6,3	11	7,4	13	9,4	6,9	6,3	6	6,3	6,4
		150	7,6	7,3	7,2	7	7,5	7,3	6,4	7,1	6,2	6,8
	Download	50	39	22	17,9	21,8	25,2	14,3	11,2	11,3	11,1	12
		100	11,3	22,9	23,6	29,5	21,8	14,3	13,3	13	12	13,2
		150	11,8	18,6	22,1	18,6	17,8	17	12,5	16,4	11,8	10,3

Perbandingan *throughput* yang dihasilkan antara keadaan *load balancing* dengan *failover* ukuran data 50 MB sebesar 2,7 Mbps dan 100 MB sebesar 2,2 Mbps, akan tetapi untuk *upload* ukuran data 150 MB *load balancing* memperoleh *throughput* lebih besar dengan selisih sebesar 2,3 Mbps. Dari hasil rata-rata yang didapat skenario sepi menunjukkan *throughput upload* yang diperoleh dalam keadaan *failover* lebih baik daripada *load balancing*.

Perbandingan besar *throughput* yang dihasilkan antara keadaan *load balancing* dengan *failover* saat melakukan *download* ukuran data 50 MB didapat selisih sebesar 3,2 Mbps dan ukuran data 100 MB sebesar 6,9 Mbps akan tetapi untuk ukuran data 150 Mb *throughput* rata-rata yang diperoleh tidak terlalu berbeda. Dari hasil rata-rata yang didapat skenario sepi menunjukkan *throughput download* yang diperoleh dalam keadaan *load balancing* lebih baik daripada *failover*.

Hasil pengukuran *throughput* dengan skenario 2 (sibuk) yaitu dilakukan *upload* pada *client 1* dan *client 2* secara bersamaan, maka diperoleh nilai rata-rata dalam keadaan *load balancing* untuk ukuran data 50 MB adalah 8 Mbps, ukuran data 100 MB adalah 9,4 Mbps, dan ukuran data 150 MB adalah 7,3 Mbps. Sedangkan ketika keadaan *failover* dengan memutuskan koneksi ISP utama, hasil *throughput* yang diperoleh untuk ukuran data 50 MB adalah 6,7 Mbps, ukuran data 100 MB adalah 6,4 Mbps dan ukuran data 150 MB adalah 6,8 Mbps. Hasil pengukuran data menunjukkan kondisi *load balancing* menghasilkan *throughput* yang lebih baik daripada kondisi *failover*.

Perbandingan *throughput* kedua keadaan pada proses *download* untuk ukuran 50 MB, 100 MB dan 150 MB selisih yang diperoleh sangat besar, ini dikarenakan *load balancing* memanfaatkan kedua jalur ISP sedangkan *failover* hanya menompang pada satu jalur ISP saja, sehingga *throughput load balancing* yang dihasilkan lebih besar untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.4. Adapun hasil pengukuran yang diperoleh dari kedua skenario jaringan dalam kondisi *load balancing* maupun

failover baik proses *upload* dan *download* nilai rata-rata *throughput* yang dihasilkan berdasarkan tabel TIPHON 2.1 masuk dalam kategori sangat bagus.

B. *Delay*

Hasil pengukuran *delay upload* dengan skenario 1 pada keadaan *load balancing* dan *failover* diperoleh *delay* rata-rata seperti pada tabel 4. Rata-rata *delay* yang dihasilkan ukuran data data 50 MB pada keadaan *load balancing* adalah 0,7 ms dalam keadaan *failover* 0,6 ms, untuk ukuran data 100 MB keadaan *load balancing* adalah 0,8 ms dalam keadaan *failover* 0,9 ms dan ukuran data 150 MB dalam keadaan *load balancing* yaitu 0,8 ms pada saat *failover* 1 ms. Hasil nilai rata-rata *delay* pada saat *upload* kondisi *load balancing* memperoleh *delay* yang lebih besar daripada *failover*.

Tabel IV
Hasil Pengukuran *Delay*

Skenario Jaringan	Parameter	Ukuran Data (MB)	Delay (ms)									
			Load Balancing					Failover				
			Client 1		Client 2		Rata-rata	Client 1		Client 2		Rata-rata
Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2		Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2				
Skenario 1	Upload	50	0,8	0,6	0,7	0,5	0,7	0,4	0,4	1,2	0,4	0,6
		100	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,3	0,3	1,1	0,3	0,8
		150	0,9	0,4	1,3	0,4	0,8	2	0,4	1	0,4	1
	Download	50	0,3	0,6	0,3	0,3	0,4	0,7	0,2	0,4	0,2	0,4
		100	0,3	0,8	0,3	0,3	0,4	0,6	0,2	0,3	0,2	0,4
		150	0,2	0,9	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Skenario 2	Upload	50	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,4	1,1	0,6	1,1	1,1
		100	1,4	0,8	1,3	0,7	1,1	1,3	1,5	1,5	1,5	1,6
		150	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	1,5	1,5
	Download	50	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7
		100	0,8	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,7	0,6	0,6
		150	0,8	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5

Dari hasil pengukuran *delay download* dengan skenario 1 pada keadaan *load balancing* dan *failover* diperoleh *delay* rata-rata untuk ukuran data data 50 MB pada keadaan *balancing* adalah 0,4 ms, saat keadaan *failover* 0,4 ms, untuk ukuran data 100 MB keadaan *balancing* adalah 0,4 ms, dalam keadaan *failover* 0,4 ms dan ukuran data 150 MB dalam keadaan *balancing* yaitu 0,4 ms, pada saat *failover* 0,3 ms. Hasil pengukuran *download* dengan skenario 1 juga menunjukkan pada keadaan *load balancing* selisih *delay* yang diperoleh tidak jauh berbeda.

Perbandingan *delay* yang diperoleh dalam kondisi *load balancing* lebih kecil dari *failover*, akan tetapi untuk ukuran data 50 MB *delay* dalam kondisi *load balancing* lebih besar, dengan selisih *delay* 0,1 ms, ini dikarenakan pada *client 2* proses *upload* uji 1 terjadi *unreachable* sementara pada IP *source* sehingga mengalami penundaan sekian mili detik saat proses *upload*.

Sementara disisi lain hasil pengukuran *delay download* dengan skenario 2 diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 50 MB keadaan *load balancing* adalah 0,3 ms, dalam keadaan *failover* yaitu 0,7 ms, untuk ukuran data 100 MB keadaan *load balancing* 0,4 ms, dalam keadaan *failover* 0,6 ms dan untuk ukuran data 150 MB pada saat keadaan *load*

balancing adalah 0,3 ms, dalam keadaan *failover* yaitu 0,5 ms. Pada pengukuran *delay download* dengan skenario 2 dalam keadaan *load balancing* diperoleh *delay* yang lebih kecil daripada keadaan *failover*.

Berdasarkan tabel TIPHON 2.2 *delay* rata-rata proses *upload* dan *download* yang dihasilkan skenario 1 masuk kategori sangat bagus, sedangkan pada skenario 2 hanya dalam kondisi *failover* saat *upload* ukuran data 100 MB dan 150 MB *delay* yang dihasilkan masuk dalam kategori bagus selain itu masuk kategori sangat bagus.

C Packet Loss

Dari hasil pengukuran besar *packet loss* yang dihasilkan dengan skenario 1 dan skenario 2 *upload* maupun *download* dalam keadaan *load balancing* dan dalam keadaan *failover* yaitu sebesar 0%, itu berarti data di-*upload* maupun di-*download* dalam kedua keadaan tersebut berhasil dilakukan tanpa terjadi kegagalan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5. Dari hasil pengukuran berdasarkan standar TIPHON *packet loss* yang diperoleh masuk kategori sangat bagus.

Tabel V.
Hasil Pengukuran Packet Loss

Skenario Jaringan	Parameter	Ukuran Data (MB)	Packet Loss (%)											
			Load Balancing				Failover							
			Client 1 Uji 1	Client 1 Uji 2	Client 2 Uji 1	Client 2 Uji 2	Rata-rata	Client 1 Uji 1	Client 1 Uji 2	Client 2 Uji 1	Client 2 Uji 2			
Skenario 1	Upload	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Download	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skenario 2	Upload	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Download	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D. Waktu Rata-rata Peralihan Failover

Waktu rata-rata yang dibutuhkan *failover* untuk melakukan peralihan koneksi dari ISP utama ke ISP *backup* dan sebaliknya pada saat *streaming youtube*, dapat dilihat pada gambar 8.



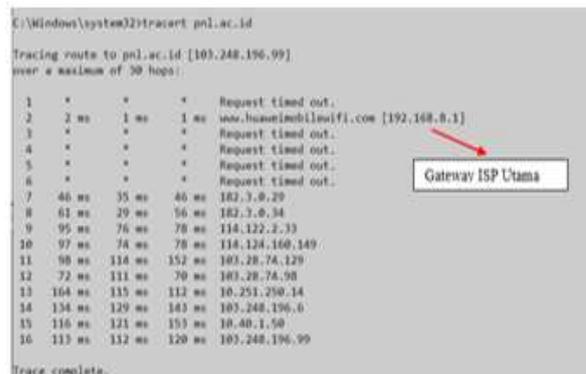
Gambar 8 Waktu Peralihan *Failover*

Waktu rata-rata peralihan dengan skenario 1 dan skenario 2 *streaming youtube*, grafik berwarna biru (*client 1*) koneksi internet awal dilewati dari ISP utama kemudian dilakukan pemutusan, maka terjadi *failover* dari jalur koneksi ISP utama ke ISP *backup* saat melakukan peralihan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk *client 1* dengan skenario 1 adalah 22,7 detik dan Skenario 2 adalah 23 detik. Sedangkan grafik berwarna jingga merupakan waktu peralihan dari *client 2*, adapun waktu rata-rata yang dibutuhkan peralihan skenario 1 yaitu 23,6 detik untuk skenario 2 yaitu 24 detik. Dari hasil pengujian rata-rata waktu peralihan yang dibutuhkan minimum 22,7 detik dan waktu maksimum 24 detik.

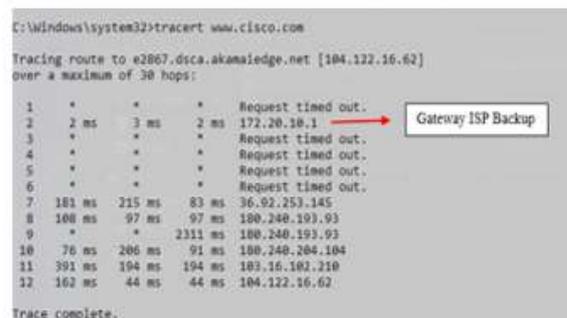
E. Traceroute

Pada pengujian *traceroute* ini dilakukan untuk melihat *gateway* yang dilalui kedua *client* ketika kondisi *load balancing* dan kondisi *failover* dengan tujuan alamat IP yang berbeda. Hasil *tracert* dengan sistem *load balancing*.

Hasil kedua *traceroute* untuk tujuan alamat IP yang berbeda ketika dalam sistem *load balancing*, kedua *client* melalui *gateway* ISP yang berbeda. Dengan alamat tujuan (103.248.196.99) *client 1* melalui *gateway* ISP utama (192.168.8.1), sementara alamat tujuan (104.122.16.62) *client 2* melalui *gateway* ISP *backup* (172.16.10.1). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9 dan 10 berikut.



Gambar 9 Hasil *Tracert Client 1* ketika dalam sistem *Load Balancing*



Gambar 10 Hasil *Tracert Client 2* ketika dalam sistem *Load Balancing*

Sedangkan hasil *tracert* dengan tujuan IP yang berbeda, dengan sistem *failover* didapati dari kedua *client* melalui *gateway* yang sama. Dengan tujuan *client* (103.24

8.196.99) dan (104.122.16.62) sama-sama melalui *gateway* ISP *backup* (172.16.10.1). Untuk hasil *tracert* dengan sistem *failover* dapat dilihat gambar 11 berikut ini.

```
C:\Windows\system32>tracert www.cisco.com
Tracing route to e2867.dsca.akamaiedge.net [104.122.16.62]
over a maximum of 30 hops:
  0  *      *      *      Request timed out.
  1  *      *      *      Request timed out.
  2  3 ms   3 ms   2 ms   172.20.10.1 → Gateway ISP Backup
  3  *      *      *      Request timed out.
  4  *      *      *      Request timed out.
  5  *      *      *      Request timed out.
  6  *      *      *      Request timed out.
  7  *      *      682 ms 36.92.253.149
  8  61 ms  51 ms  58 ms 180.240.193.93
  9  59 ms  54 ms  59 ms 180.240.193.93
 10 118 ms  59 ms  57 ms 180.240.204.29
 11  *      *      *      Request timed out.
 12  64 ms  48 ms  56 ms 104.122.16.62
Trace complete.
```

Gambar 11 Hasil *Tracert Client 1* Ketika Dalam Sistem *Failover*

```
C:\Windows\system32>tracert pn1.ac.id
Tracing route to pn1.ac.id [103.248.196.99]
over a maximum of 30 hops:
  0  *      *      *      Request timed out.
  1  *      *      *      Request timed out.
  2  9 ms   2 ms   2 ms   172.20.10.1 → Gateway ISP Backup
  3  *      *      *      Request timed out.
  4  *      *      *      Request timed out.
  5  *      *      *      Request timed out.
  6  *      *      *      Request timed out.
  7  112 ms 202 ms 111 ms 182.3.0.38
  8  297 ms 109 ms 192 ms 114.122.7.33
  9  96 ms  77 ms 119 ms 114.124.160.149
 10 172 ms 185 ms 152 ms 103.28.74.129
 11 180 ms  77 ms  70 ms 103.28.74.98
 12 142 ms 149 ms 125 ms 10.251.250.14
 13 234 ms 202 ms 202 ms 103.248.196.6
 14 172 ms 183 ms 212 ms 10.40.1.50
 15 140 ms 197 ms 133 ms 10.40.1.50
 16 130 ms 154 ms 197 ms 103.248.196.99
Trace complete.
```

Gambar 12 Hasil *Tracert Client 2* Ketika Dalam Sistem *Failover*

V. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil pengujian QoS dari jaringan dengan sistem *load balancing* dan *failover*, juga waktu rata-rata peralihan *failover* dan *tracert* diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian menerapkan teknik manajemen sever dengan sistem *load balancing* mampu membagi beban trafik pada dua jalur ISP sehingga dapat mengatasi permasalahan seperti *overload*, selain itu juga memberi solusi cara pemanfaatan dua jalur koneksi. Disilain penerapan *failover* memiliki kemampuan apabila jalur ISP utama mengalami putus koneksi, maka dapat dibackup oleh jalur ISP *backup* secara otomatis, dari kemampuan tersebut dapat menghindari resiko dari kegagalan layanan.
2. Performansi jaringan dari pengukuran QOS untuk parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss* yang dihasilkan secara keseluruhan sistem, dilihat dari

standar TIPHON termasuk dalam kategori sangat bagus.

3. Berdasarkan tinjauan hasil pengukuran parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss*, efektifitas masing-masing sistem pada jaringan sepi, sistem *failover* menghasilkan kinerja yang efektif, sedangkan pada jaringan sibuk, kinerja dari sistem *load balancing* yang lebih efektif.
4. Waktu rata-rata *failover* untuk beralih dari jalur ISP utama ke *backup* membutuhkan waktu minimum sekitar 22 detik dan waktu maksimum 24 detik.
5. *Tracer* ke alamat IP yang berbeda dalam kondisi *load balancing* berhasil membuat kedua *client* melewati jalur *gateway* yang berbeda, sedangkan ketika kondisi *failover client* melalui *gateway* yang sama.

REFERENSI

- [1] Afrianto, M. (2018). “Sistem Backup Konfigurasi Router Secara Otomatis Dengan Shell Script”,(Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Universitas 17 Agustus). Karya tidak di terbitkan.
- [2] Setiawan, O. (2021). “Implementasi Failover Dengan Metode Recursive Gateway Pada Jaringan Local Area Network (LAN) Berbasis Router Mikrotik RB951UI”, (Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe). Karya tidak di terbitkan.
- [3] Dani, R., & Fajar Suryawan, S. T. (2017). **Perancangan dan Pengujian Load Balancing dan Failover Menggunakan NginX** (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [4] Citraweb Solusi Teknologi.2020.**Load Balance dengan Menggunakan Metode PCC.**(online) Tersedia: https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=417,
- [5] **Idcloudhost. 11 Oktober 2021. Mengenal Apa Itu Load Balancing, Algoritma/Metode dan Manfaatnya.**(online) Tersedia: <https://idcloudhost.com/mengenal-apa-itu-load-balancing-algoritma-metode-dan-manfaatnya/>.
- [6] Putra, R. A. (2014). **Rancang Bangun Access Point Menggunakan Empat Perangkat NanoStation2 Loco (NS2L) pada Outdoor Hotspot System.** *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).

-
- [7] Darmawan, D., & Imanto, T. (2017). **Analisa Link Balancing dan Failover 2 Provider Menggunakan Border Gateway Protocol (BGP) Pada Router Cisco 7606s**. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(3), 326-333.
- [8] Sahari. (2015). “**Aplikasi Load Balancing PC Mikrotik Untuk Menggabungkan Dua Kecepatan Akses Internet Dari Dua Isp**”. *Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer*, 2(1), 15.
- [9] Utami, P.R (2020). **Analisi Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (ISP) Indihome Dan First Media**. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 25(2), 125-137.