

PEMBAGIAN BEBAN MENGGUNAKAN PCC DAN FAILOVER RECURSIVE GATEWAY DI JARINGAN KOMPUTER LINGKUNGAN SMK ALMUNAWAROH CIANJUR

Dedi¹, Alkautsar Rahman²

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung
Email : dedigammara853@gmail.com¹, alkautsar.rahman.s@gmail.com²

ABSTRAK

Jaringan internet yang stabil dan efisien sangat penting dalam mendukung kegiatan belajar mengajar di institusi pendidikan seperti SMK Almunawwarah. Namun, tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan bandwidth dan ketergantungan pada satu penyedia layanan internet (ISP), yang sering kali menyebabkan ketidakstabilan jaringan. Penelitian ini mengimplementasikan load balancing menggunakan metode Per Connection Classifier (PCC) dan sistem Failover Recursive Gateway pada router Mikrotik untuk mengatasi permasalahan tersebut. Metode PCC digunakan untuk mendistribusikan trafik jaringan secara merata di antara beberapa koneksi ISP berdasarkan alamat IP, port, dan parameter lainnya. Sementara itu, failover recursive gateway memastikan koneksi tetap aktif saat salah satu ISP mengalami gangguan, dengan mengalihkan trafik secara otomatis ke jalur ISP yang masih aktif. Implementasi ini berhasil meningkatkan stabilitas jaringan, memaksimalkan penggunaan bandwidth, dan meminimalkan downtime. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya load balancing PCC dan failover recursive, performa jaringan di SMK Almunawwarah menjadi lebih optimal, sehingga dapat mendukung kegiatan belajar mengajar dengan lebih baik.

Kata kunci : Load Balancing, PCC, Failover Recursive Gateway, Mikrotik Jaringan Sekolah

ABSTRACT

The A stable and efficient internet network is crucial to support the teaching and learning activities in educational institutions such as SMK Almunawwarah. However, challenges such as limited bandwidth and reliance on a single Internet Service Provider (ISP) often lead to network instability. This study implements load balancing using the Per Connection Classifier (PCC) method and a Failover Recursive Gateway system on a Mikrotik router to address these issues. The PCC method is used to evenly distribute network traffic across multiple ISP connections based on IP addresses, ports, and other parameters. Meanwhile, the failover recursive gateway ensures continuous connectivity by automatically switching traffic to a backup ISP when one ISP experiences downtime. This implementation successfully improves network stability, maximizes bandwidth utilization, and minimizes downtime. The results of the study indicate that with the integration of PCC load balancing and failover recursive, the network performance at SMK Almunawwarah becomes more optimal, thereby better supporting teaching and learning activities.

Keywords: Load Balancing, PCC, Failover Recursive Gateway, Mikrotik, School Network

1. PENDAHULUAN

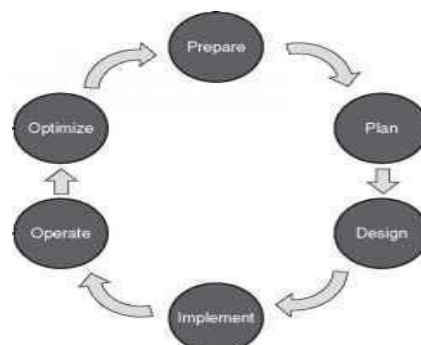
Dalam dunia pendidikan, khususnya SMK Almunawwarah kebutuhan akan koneksi internet yang stabil dan handal semakin meningkat. Internet menjadi salah satu sarana utama yang menunjang proses belajar mengajar. Namun, seringkali terjadi permasalahan terkait dengan kestabilan dan ketersediaan koneksi internet yang dapat menghambat kegiatan belajar dan mengajar. Peningkatan jumlah pengguna dan perangkat yang terhubung ke jaringan sekolah sering menyebabkan beban trafik yang tidak merata. Hal ini mengakibatkan penurunan kinerja jaringan, yang berujung pada lambatnya akses internet dan respons yang kurang optimal. Namun tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan jaringan, seperti manajemen perangkat, pengaturan bandwidth sesuai kebutuhan dan monitoring jaringan menjadi kendala yang menghambat optimalisasi jaringan internet.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan mengimplementasikan load balancing metode PCC (Per Connection Classifier) dan Failover Recursive Gateway. Metode PCC memungkinkan distribusi beban trafik jaringan secara merata dengan mengklasifikasikan koneksi berdasarkan parameter tertentu seperti alamat IP, Port, dan jenis protokol. Dengan metode ini, trafik jaringan dapat terdistribusi lebih baik dan meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan. Implementasi failover recursive gateway bertujuan meningkatkan keandalan koneksi internet dengan menyediakan jalur alternatif saat terjadi kegagalan pada salah satu gateway. Dengan adanya mekanisme failover, koneksi internet tetap tersedia meskipun terjadi gangguan pada salah satu link, sehingga kontinuitas akses internet bagi seluruh pengguna terjamin. Oleh karena itu, penelitian ini akan menerapkan teknologi load balancing dalam pengelolaan bandwidth di SMK Almunawwarah Cianjur. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat memberikan pengalaman kepada para peserta didik tentang teknologi jaringan terbaru dan sesuai kebutuhan dunia industri dan dunia usaha.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Framework Network Development Life Cycle (NDLC). Dengan tahapan sebagai berikut :

1. Prepare (Tahap persiapan), yaitu Tahap persiapan melibatkan penetapan pengembangan jaringan,
2. Plan (Tahap perencanaan), yaitu Tahap ini melibatkan identifikasi persyaratan jaringan, yang didasarkan pada tujuan jaringan, lokasi pemasangan jaringan, siapa yang akan memerlukan layanan jaringan, dan sebagainya. Tahap perencanaan juga melibatkan penilaian lokasi pemasangan
3. Design (Tahap desain) yaitu Spesifikasi desain jaringan yang dihasilkan adalah desain terperinci yang komprehensif yang memenuhi persyaratan bisnis dan teknis terkini dan menggabungkan spesifikasi untuk mendukung ketersediaan, keandalan dan kinerja untuk aktivitas implementasi.
4. Implementation (Tahap implementasi), yaitu Implementasi dari hasil desain yang telah dibuat dengan tujuan mengintegrasikan perangkat
5. Operate (Operasi), yaitu uji akhir atas kesesuaian desain yang telah dibuat dengan tahap implementasi
6. Optimize (Tahap optimalisasi), yaitu Tahap optimalisasi untuk mengidentifikasi masalah dalam proses PPDIOO, tahap optimalisasi dapat mengarah pada perancangan ulang jaringan, kinerja tidak memenuhi yang menjadi tujuan.



Gambar 2.1 Framework NDLC

Data yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari pengelola jaringan komputer SMK Al Munawaroh Cianjur .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Framework NDLC, maka langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

A. Prepare (Tahap persiapan),

Pada tahap persiapan, dipastikan semua perlengkapan yang dibutuhkan dan akan dipergunakan sudah ada dan berjalan dengan baik. Perlengkapan tersebut terdiri dari Software, Hardware dan Daftar Pengguna sebagai berikut :

Tabel 3.3 Daftar Pengguna Lembaga

No	Level	Jumlah
1	Kepala Sekolah dan Wakasek	5 orang
2	Tata Usaha Sekolah	4 orang
3	Guru	18 orang
Jumlah		27 orang

Tabel 3.4 Daftar Pengguna Siswa

No	Kelas	Jumlah
1	X TO	33 siswa
2	X TJKT	22 siswa
3	X MPLB	22 siswa
4	XI TO	36 siswa
5	XI TJKT	30 siswa
6	XI MPLB	23 siswa
7	XII TSM-1	23 siswa
8	XII TSM-2	20 siswa
9	XII TKJ-1	19 siswa
10	XII TKJ-2	24 siswa
11	XII OTKP	32 siswa
Jumlah Total		284 siswa

Total Pengguna Jaringan $27 + 284 = 311$ orang

Tabel 3.5 Kapasitas Jaringan (Bandwidth)

No	Sumber Internet	Kapasitas Bandwidth
1	Indihome	200 Mbps
2	Biznet	150 Mbps
Jumlah Total Bandwidth		350 Mbps

B. Plan (Tahap Perencanaan),

Pada tahap Perencanaan dilakukan berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, dan analisis perbandingan, sebagai berikut :

- a. Berdasarkan jumlah pengguna dan bandwidth yang tersedia maka masing- masing pengguna diberikan bandwidth sesuai kebutuhan. Manajemen sekolah terdiri dari Kepala Sekolah, Wakasek berjumlah 5 orang diberikan bandwidth 5Mbps, TU dan Operator berjumlah 4 orang diberikan bandwidth 3 Mbps, guru berjumlah 18 orang masing masing diberikan bandwidth 2 Mbps, siswa berjumlah 284 diberikan bandwidth 1 Mbps. Bandwidth yang diberikan simetris antara Download dan Upload (1:1).
- b. Menaikan bandwidth ISP Indihome tentu akan memerlukan biaya yang besar, sehingga pertimbangan menggunakan load balancing adalah untuk efisiensi biaya yang dikeluarkan, menstabilkan jaringan sesuai kebutuhan pengguna yang dijelaskan diatas, menjalankan sistem backup ISP jika salah satu ISP mengalami gangguan.

Perencanaan jumlah pengguna yang ada di SMK Al Munawwarah dengan load Balancing, sebagai berikut :

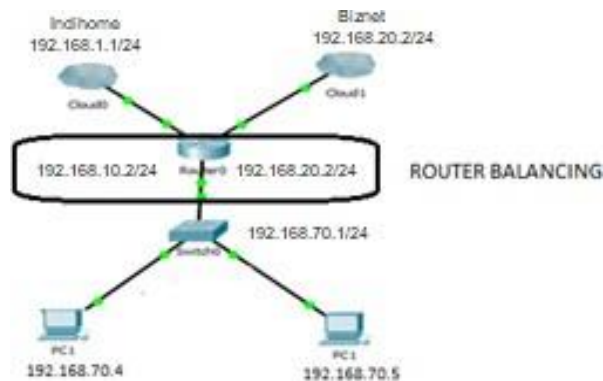
Tabel 3.6 Daftar Pengguna Jaringan (*Load Balancing*)

No	Pengguna	Jumlah	Bandwidth
1	Kepala Sekolah dan Wakasek	5 orang	25 Mbps
2	Tata Usaha Sekolah	4 orang	12 Mbps
3	Guru	18 orang	36 Mbps
4	Siswa kelas XII	118 orang	236 Mbps
Total Bandwith yang dibutuhkan			309 Mbps

C. *Design* (Tahap Perancangan),

Pada tahap Perancangan dilakukan berdasarkan apa yang sudah disusun pada tahap Perencanaan, sebagai berikut :

1. Topologi Jaringan



Gambar 3.1 Perancangan Jaringan yang akan dibangun

2. *Network Address Translation* (NAT)

NAT digunakan untuk memastikan keterhubungan internet dengan metode Masquerading NAT, dengan konfigurasi ether1 Indihome dan ether 2 Biznet

3. *Routing ISP*

Pemetaan Routing terhadap jalur koneksi berdasarkan gateway dari ISP 1 dan routing ISP 2, sebagai berikut

- Dst-address = 0.0.0.0/0, Gateway = 192.168.10.1, Scope = 30, Target Scope = 10, Distance = 2, Routing Mark = Ke ISP 2 Biznet
- Dst-address = 0.0.0.0/0, Gateway = 192.168.20.1, Scope = 30, Target Scope = 10, Distance = 2, Routing Mark = Ke ISP 1 Indihome

4. *Failover*

Pada prinsipnya Failover menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada pemutusan koneksi pada salah satu ISP, maka sistem melakukan perpindahan gateway otomatis ke jalur lain yang sudah disiapkan

Tabel 3.10 Failover ISP 1

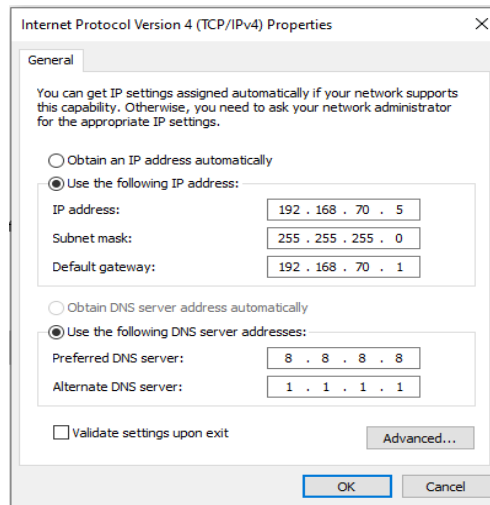
No	Name	Route 1	Route 2
1	Dst-address	0.0.0.0/0	8.8.8.8
2	Gateway	8.8.8.8	192.168.10.1
3	Scope	30	30
4	Target Scope	30	10
5	Distance	1	1
6	Check Gateway	Ping	-
7	Routing Mark	Ke ISP 1 Indihome	-

Tabel 3.11 Failover ISP 2

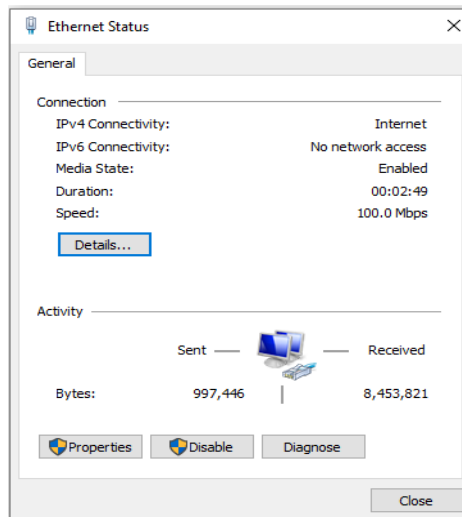
No	Name	Route 1	Route 2
1	Dst-address	0.0.0.0/0	1.1.1.1
2	Gateway	1.1.1.1	192.168.20.1
3	Scope	30	30
4	Target Scope	30	10
5	Distance	1	1
6	Check Gateway	Ping	-
7	Routing Mark	Ke ISP 2 Biznet	-

D. **Implementation** (Tahap Implementasi),

Implementasi yang dilakukan dengan beberapa tahap berdasarkan perancangan yang telah dibuat, yaitu sebagai berikut :



Gambar 3.2 Pengisian Alamat IP di PC



Gambar 3.3. PC telah terkoneksi Internet

1. Konfigurasi Load Balancing

Dalam konfigurasi load balancing diperlukan perangkat Routerboard Mikrotik dan melakukan setingan pada perangkat tersebut, seperti berikut :

Interface	Name	Type	Actual Speed	L2 MTU	Tx	Rx
R	ether1 Indihome	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
R	ether2 Biznet	Ethernet	1500	1598	18.7 kbps	1651.9 kbps
R	ether3 SMK ALMUNAWWARAH	Ethernet	1500	1598	1715.3 kbps	21.3 kbps
	ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
	pwr-line1	PWR	1500	1598	0 bps	0 bps
X	wlan1	Wireless (Ath...	1500	1600	0 bps	0 bps

Gambar 3.4. Penandaan Penamaan Interface

2. Konfigurasi NAT

Agar komputer client dapat terhubung internet, maka perlu ditranslasikan alamat IP lokal ke alamat IP Publik. Cara kerjanya menginstruksikan kepada router agar menggantikan sumber alamat IP lokal ke alamat IP Publik dari ISP 1 atau ISP 2 dengan metode masquerade kemudian paket akan diteruskan ke gateway sesuai tujuan.

#	Action	Chain	In. Interface	Bytes	Packets	Dst. Address
0	accept	prerouting		126.1 MiB	119 319	192.168.10...
1	accept	prerouting		554.2 MiB	474 481	192.168.20...
2	accept	prerouting		4743.9 KiB	67 144	192.168.70...
3	mark connection	prerouting	ether1 Indihome	45.3 KiB	318	
4	mark connection	prerouting	ether2 Biznet	45.5 KiB	319	
5	mark connection	prerouting	ether3 SMK ALMUNAWWARAH	11.5 MiB	47 395	
6	mark connection	prerouting	ether3 SMK ALMUNAWWARAH	25.8 MiB	161 440	
7	mark routing	prerouting	ether3 SMK ALMUNAWWARAH	11.5 MiB	47 336	
8	mark routing	prerouting	ether3 SMK ALMUNAWWARAH	25.8 MiB	161 139	
9	mark routing	output		0 B	0	
10	mark routing	output		178 B	1	

Gambar 3.5. Penandaan Tab Action ISP

3. Konfigurasi Routing dan Failover

Untuk menentukan jalur koneksi, diperintahkan untuk setiap routing mark dengan nama ISP 1 Indihome selalu melalui gateway 8.8.8.8 dan semua routing mark dengan nama ISP 2 dilewatkan melalui gateway 1.1.1.1, seperti pada gambar berikut :

Route <0.0.0.0/0>

General | Attributes

Dst. Address: 0.0.0.0/0

Gateway: 1.1.1.1 recursive via 192.168.20.1 ether2 Biznet

Check Gateway: ping

Type: unicast

Distance: 1

Scope: 30

Target Scope: 30

Routing Mark: ke ISP 2 Biznet

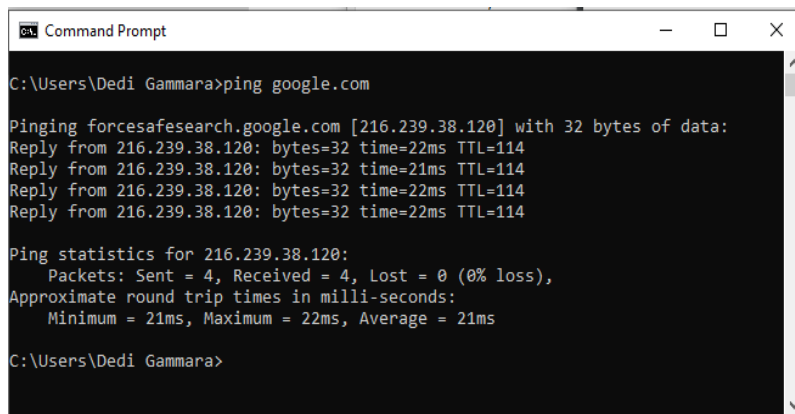
Pref. Source:

enabled active static

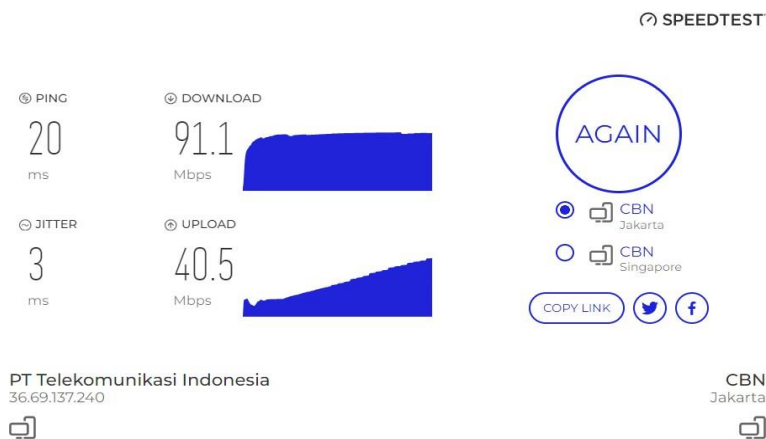
Gambar 3.6. Failover ISP 2 ke ISP 1

E. Operate dan Optimizer (Tahap Operasional dan Optimalisasi),

Pada tahap Operasional, peneliti memastikan sistem yang telah diimplementasikan berjalan sesuai rancangan dan optimal .



Gambar 3.7 Pemeriksaan Koneksi Jaringan Internet



Gambar 3.8 Pemeriksaan Bandwidth Jaringan Internet

Pada tahap Optimalisasi, peneliti akan mengukur sejauh mana sistem yang telah dibangun dapat berjalan secara optimal dengan melihat unjuk kinerja sistem load balancing. Setelah melakukan beberapa langkah konfigurasi pada router OS Mikrotik, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah melakukan test pada sistem load balancing, agar dapat diketahui apakah sistem berjalan sesuai yang diharapkan seperti gambar hasil berikut :

Routes	Nexthops	Rules	VRF
DAC	192.168.70.0/...	ether3 SMK ALMUNAW...	0 10 10
DAC	192.168.20.0/...	ether2 Biznet reachable	0 10 10
DAC	192.168.10.0/...	ether1 Indihome reachable	0 10 10
AS	8.8.8.8	192.168.10.1 reachable ...	1 30 10
AS	1.1.1.1	192.168.20.1 reachable ...	1 30 10
::: BACKUP ISP 1 INDIHOME			
S	0.0.0.0/0	192.168.10.1 reachable ...	2 30 10 ke ISP 2 Biznet
::: BACKUP ISP 2 BIZNET			
S	0.0.0.0/0	192.168.20.1 reachable ...	2 30 10 ke ISP 1 Indihome
::: ISP 1 INDIHOME			
AS	0.0.0.0/0	8.8.8.8 recursive via 192...	1 30 30 ke ISP 1 Indihome
::: ISP 2 BIZNET			
AS	0.0.0.0/0	1.1.1.1 recursive via 192...	1 30 30 ke ISP 2 Biznet

9 items (1 selected)

Gambar 13. Hasil Skenario Sebelum Koneksi ISP diputus

	Dst. Address	Gateway	Dista...	Scope	Target Scope	Routing Mark	Pref. Sour
DAC	▶ 192.168.70.0/...	ether3 SMK ALMUNAW...	0	10	10		192.168.70.1
DAC	▶ 192.168.20.0/...	ether2 Biznet reachable	0	10	10		192.168.20.2
S	▶ 8.8.8.8	192.168.10.1 unreachable	1	30	10		
AS	▶ 1.1.1.1	192.168.20.1 reachable ...	1	30	10		
S	▶ 0.0.0.0/0	192.168.10.1 reachable ...	2	30	10	ke ISP 2 Biznet	
S	▶ 0.0.0.0/0	192.168.20.1 reachable ...	2	30	10	ke ISP 1 Indihome	
S	▶ 0.0.0.0/0	8.8.8.8 unreachable	1	30	30	ke ISP 1 Indihome	
S	▶ 0.0.0.0/0	1.1.1.1 recursive via 192...	1	30	30	ke ISP 2 Biznet	

Gambar 14. Hasil Skenario ISP 1 Indihome jika dimatikan

	Dst. Address	Gateway	Dista...	Scope	Target Scope	Routing Mark	Pref. Sour
DAC	▶ 192.168.70.0/...	ether3 SMK ALMUNAW...	0	10	10		192.168.70.1
DAC	▶ 192.168.10.0/...	ether1 Indihome reachable	0	10	10		192.168.10.2
AS	▶ 8.8.8.8	192.168.10.1 reachable ...	1	30	10		
S	▶ 1.1.1.1	192.168.20.1 unreachable	1	30	10		
S	▶ 0.0.0.0/0	192.168.10.1 reachable ...	2	30	10	ke ISP 2 Biznet	
S	▶ 0.0.0.0/0	192.168.20.1 reachable ...	2	30	10	ke ISP 1 Indihome	
S	▶ 0.0.0.0/0	8.8.8.8 recursive via 192...	1	30	30	ke ISP 1 Indihome	
S	▶ 0.0.0.0/0	1.1.1.1 unreachable	1	30	30	ke ISP 2 Biznet	

Gambar 15. Hasil Skenario ISP 2 Biznet jika dimatikan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Diperlukan upgrade Access Point ke Wi-Fi 6 atau Wi-Fi 5 untuk memastikan jaringan nirkabel yang lebih cepat dan stabil, terutama saat diakses oleh banyak perangkat.
2. Diperlukan Switch Managed yang mendukung VLAN untuk memisahkan jaringan kepala sekolah, wakasek, administrasi/TU, guru dan siswa untuk meningkatkan keamanan dan manajemen lalu lintas.
3. Pengaturan Bandwith sesuai prioritas kebutuhan penggunaan agar trafik seperti e-learning dan konferensi video berjalan maksimal.
4. Melakukan pengujian secara berkala terhadap sistem failover untuk memastikan transisi antar ISP berjalan lancar tanpa memutus sesi koneksi pengguna dan terhentinya aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saharuna, R. Nur, and A. Sandi, (2020). ANALISIS QUALITY OF SERVICE JARINGAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PCC DAN NTH.
2. Shafira, H. Amnur, and R. Afyenni, (2021). Load Balancing Menggunakan Algoritma Round Robin Dengan Stickiness Pada AWS, <http://jurnal-itsi.org>
3. Dartono and D. Irawan, (2021). Penerapan Metode Per Connection Classifier (PCC) Pada Perancangan Load Balancing Dengan Router PENERAPAN METODE PER CONNECTION CLASSIFIER (PCC) PADA PERANCANGAN LOAD BALANCING DENGAN ROUTER MIKROTIK.
4. Juliono and P. Rosyani, (2022). Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Internet Kantor PT.Permodalan Nasional Madani (Persero) Menggunakan Jessie Observium Dan Mikrotik (Simonjangkar), Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika Dan Pendidikan Informatika (KERNEL), vol. 3, no. 1
5. Wijaya, I. Abdurrohman, J. Tugiyono, and R. J. Rumandan, (2023) Implementasi Metode Load Balancing Untuk Optimalisasi Performa Server Pada Jaringan Internet, Journal of Information System Research (JOSH), vol. 5, no. 1, pp. 252–260, Oct. 2023, doi: 10.47065/josh.v5i1.4386.
6. F. Darmawan and S. Risnanto, (2023). IMPLEMENTASI FAILOVER GATEWAY RECURSIVE DAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PER CONNECTION CLASSIFIER, Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika, vol. 8, no. 2, p. 56, Dec. 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.1887.
7. Mawali et al., (2024). Implementasi Load Balancing Dan Failover Pada Jaringan Internet Hotel Puri Indah Dengan Metode NTH, Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika, vol. 2, no. 4, 2024, <http://doi.org/10.61132/merkurius.v2i4.133>