

Implementasi Sistem *Load Balancing* dengan Metode *Equal Cost Multi Path* (ECMP) Interkoneksi Jaringan pada Kantor Dinas Koperasi Palopo

Jesi Ramadani

Universitas Cokroaminoto Palopo

jesi@yahoo.co.id

Article Info

Kata Kunci:
Implementasi
Sistem Load
Balancing dengan
Metode Equal Cost
Multi Path (ECMP)



Lisensi: cc-by-sa

Abstrak

Berdasarkan penelitian terkait implementasi sistem *load balancing* dengan metode *Equal Cost Multi Path* di Dinas Koperasi Palopo, peneliti menyimpulkan bahwa sistem ini berhasil diterapkan melalui konfigurasi *router* MikroTik menggunakan aplikasi Winbox, yang menghubungkan dua ISP untuk memastikan redundansi dan ketersediaan internet. Penerapan metode ini berhasil mendistribusikan beban trafik secara seimbang di antara kedua jalur koneksi, sehingga meningkatkan kecepatan transfer data, memperkecil waktu tanggap, dan mencegah overload pada salah satu jalur. Selain itu, sistem ini memberikan jaminan konektivitas yang lebih baik bagi pengguna, sehingga kualitas kinerja jaringan menjadi lebih tinggi dan stabil, serta mengurangi kemungkinan gangguan pada koneksi internet. Dengan demikian, implementasi load balancing ini menjadi solusi efektif dalam mengoptimalkan layanan internet di lingkungan kantor, meningkatkan produktivitas karyawan, dan memungkinkan akses yang lebih lancar terhadap informasi penting. Keberhasilan sistem ini juga menunjukkan pentingnya investasi dalam teknologi jaringan yang handal untuk mendukung aktivitas operasional sehari-hari.

PENDAHULUAN

Sebagai hasil dari perkembangan teknologi telekomunikasi berbasis internet, Telah telah menciptakan koneksi internet sebagai alat komunikasi yang mudah digunakan oleh setiap orang dalam hal ini. Berbasis *ISP* (*Internet Service Provider*), Telah menawarkan bantuan kepada pengguna internet dalam memilih ISP yang mereka inginkan. menurut (Sulistyawan & Priawati(2023).

Untuk memenuhi kebutuhan teknologi komunikasi data, administrator jaringan harus berhati-hati saat memilih penyedia layanan Internet (ISP) karena tidak ada satu pun penyedia internet yang dapat menjamin bahwa pelanggan tidak akan mengalami masalah dengan distribusi internet. Beberapa ISP kadang mengalami masalah dengan koneksi, entah kerena perbaikan perangkat jaringan atau adanya bencana. Masalah koneksi internet ini tentunya sangat mengganggu kinerja pengguna atau perusahaan yang selalu membutuhkan akses internet (Sulistyawan, R.N.,& Diah Priawati.,2023).

Dalam mikroteknologi, penyeimbangan beban merupakan suatu teknik untuk mendistribusikan lintas jaringan yang tersisa secara merata antara dua atau lebih koneksi jalur sehingga lintas yang tersisa dapat beroperasi secara optimal, memaksimalkan kecepatan transfer, meminimalkan waktu tunda, dan meminimalkan penggunaan lebar pita yang berlebihan untuk satu atau lebih koneksi jalur (Rasyid,M.S., 2023). Definisi *Equal Cost Multi Path (ECMP)* adalah teknik yang digunakan dalam jaringan komputer untuk mendistribusikan lalu lintas jaringan secara merata atau seimbang melalui beberapa jalur atau rute dengan biaya yang sama. Dalam konteks *routing*, ECMP memungkinkan *router* atau *switch* untuk mengirimkan paket data ke tujuan melalui beberapa jalur yang memiliki *cost* atau biaya yang identik (2023).

Berdasarkan Observasi yang telah penulis lakukan sebelumnya, pada kantor Dinas Koperasi Palopo memiliki dua penyedia layanan internet atau ISP yang mempunyai jalur terpisah yaitu *IndiHome* dengan *Bandwidth* sebesar 20 mbps pada ruangan karyawan dan 50 mbps pada ruangan administrasi sekertaris dimana terdapat satu *WiFi* yang digunakan berbagi layanan Sehingga dalam penggunaan tersebut memiliki beberapa masalah jaringan internet yang sering terjadi seperti mengalami yang terputus atau *done*, koneksi lambat, dan *output* tidak sesuai dengan *bandwidth* yang dimiliki. Yang bisa saja diakibatkan kegagalan perangkat *overload*, kegagalan dari penyedia layanan, kesalahan manusia dan bahkan listrik yang padam. Jika demikian maka diperlukan untuk membuat suatu sistem yang menggunakan kedua ISP untuk dipadukan dengan proses *load balancing*. *Load Balancing* digunakan sebagai jalur akses cadangan jika salah satu ISP yang digunakan mengalami kegagalan koneksi, dengan memiliki dua ISP yang dikembangkan dan di implementasikan dengan cara sistem *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* maka kedua jalur dapat dimanfaatkan untuk saling mem-backup pada saat mengalami *done* atau kegagalan koneksi.

ISP (*Internet Service Provider*) atau penyelenggara Jasa Internet (PIJI) adalah rekanan atau produsen yang memberikan jasa layanan akses internet atau media komunikasi dan informasi berbasis online *Internet Service Provider* ini memiliki jaringan yang luas, baik secara *Internet Service Provider* ini sehingga para penggunanya dapat terkoneksi dengan jaringan internet global (Amaluddin A, & MH,2019).

Menurut definisi ISP di atas, internet adalah media transmisi yang dapat mentransfer data dari satu lokasi ke lokasi lain. Media transmisi ini meliputi kabel, modem, radio, dan VSAT. Penyedia layanan internet, atau ISP, biasanya menginformasikan kepada pengguna tentang biaya bulanan mereka. Layanan konektivitas internet ISP dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

- a. Modem (*Dial-up*)

Koneksi Dial-up ini biasanya biayanya murah atau bahkan gratis dari Perusahaan penyedia layanan Internet. Media yang digunakan adalah kabel telfon biasa yang di pasang di rumah atau kantor.

b. Jalur Lebar (*BroadBand*)

Koneksi internet dari Broadband merupakan jaringan internet Nirkabel, ISDN, DSL, kabel modem, ataupun satelit. Umumnya koneksi internet Broadband memiliki koneksi internet yang lebih cepat, namun cenderung lebih mahal.

Load Balancing merupakan salah satu teknik routing yang memanfaatkan dua atau lebih jalur koneksi internet (*Provider*) untuk dapat digunakan secara bersamaan dan saling backup jika ada salah satu koneksi internet bermasalah (*Done*) (Fatuhrahman,M.R.,&Suhendi, H.,2021.)

Load Balancing adalah teknik untuk mendistribusikan lalu lintas pekerjaan dan data melintasi dua jaringan, atau lebih merata, untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya siang hari sehingga pekerjaan dapat diselesaikan dengan tepat. (Anwar, S.,dkk.2021).

Load Balancing ini adalah metode untuk mentransfer tugas ke beberapa sumber daya. Penyimpangan beban membantu jaringan menghindari waktu henti yang mengganggu dan memberikan kinerja yang optimal kepada pengguna dengan memproses tugas dan mengalihkan sesi keserver yang berbeda. (Rahman, T.,dkk.,2021).

Load Balancing merupakan sebuah teknik untuk mendistrbusikan *Traffic* yang masuk antara server yang tersedia sehingga *request/permintaan* dapat ditangani dpaat memberikan respon yang lebih cepat. Tugas ddari *Load Balancing* untuk mendistribusikan beban kerja ke beberapa sumber daya komputasi dan juga untuk mengoptimalkan pengguna *resorce*, memastimalkan *Througput*, dan menurunkan waktu respond agar tidak memberi sumber daya tunggal. Load Balancing juga dapat di implementasikan pada perangkat lunak maupun perangkat keras tergantung pada jenis beban yang di distribusikan (Karim., H. Primanda,R.& Yahya,W.,2019)

Dari penjelasan di atas peneliti menyimpulkan *Load Balancing* adalah teknik *routing/menggabungkan rute*, yang memanfaatkan dua atau lebih jalur koneksi internet untuk digunakan secara bersamaan dan saling mendukung ketika salah satu koneksi mengalami masalah (*done*) tujuan utama *load balancing* adalah untuk membagi beban *traffic* secara merata di antara beberapa jalur koneksi agar *traffic* tidak mengalami kemacetan dan dapat berjalan secara optimal. Dengan memaksimalkan *Throhgput*, mengurangi waktu respons, dan mengindari overload pada satu jalur koneksi, Load balancing membantu jaringan mengindari *downtime* yang mengganggu dan memberikan kinerja optimal kepada pengguna. Teknik ini mendistribusikan *traffic* yang masuk antara server yang tersedia sehingga permintaan dapat ditangani lebih cepat. *Load balancing* dapat di implementasikan melalui perangkat lunak atau perangkat keras tergantung pada jenis beban yang di distribusikan.

Equal Cost Multi Path (ECMP) adalah metode yang memungkinkan distribusi trafik jaringan melalui beberapa jalur yang memiliki biaya yang setara, yang berfungsi sebagai teknik untuk mengimplementasikan *load balancing* dalam sebuah sistem. Dalam ECMP, perangkat jaringan seperti router dapat memilih lebih dari satu jalur dengan *cost* yang sama berdasarkan konfigurasi yang ada. Ini berarti bahwa ketika sebuah paket data perlu dikirim ke tujuan yang sama, perangkat akan memeriksa tabel routing dan memilih jalur yang sesuai, menghindari kemacetan dan meningkatkan

efisiensi penggunaan bandwidth. Salah satu algoritma umum yang digunakan dalam ECMP adalah *round-robin*, di mana paket-paket dibagi secara bergiliran ke setiap jalur yang tersedia. Selain itu, algoritma *hashing* dapat digunakan untuk memastikan bahwa paket-paket dari sumber atau tujuan yang sama selalu dikirim melalui jalur yang sama, mempertahankan urutan paket yang konsisten.

Keunggulan utama dari ECMP dalam konteks *load balancing* adalah peningkatan kinerja dan efisiensi jaringan. Dengan mendistribusikan trafik secara merata ke beberapa jalur, sistem dapat mengurangi kemacetan pada jalur tertentu dan memaksimalkan kapasitas jaringan. ECMP juga menawarkan *redundansi*, memungkinkan sistem untuk secara otomatis mengalihkan trafik ke jalur alternatif jika salah satu jalur mengalami kegagalan, sehingga meningkatkan ketahanan jaringan terhadap gangguan. Ini sangat berguna dalam memastikan ketersediaan dan keandalan layanan jaringan, bahkan jika ada gangguan pada salah satu jalur. Misalnya, dalam implementasi data center atau penyedia layanan internet, ECMP memungkinkan distribusi trafik yang lebih efisien, dengan memastikan beban tidak terpusat pada satu server atau jalur, dan memungkinkan pemulihan otomatis jika terjadi kegagalan.

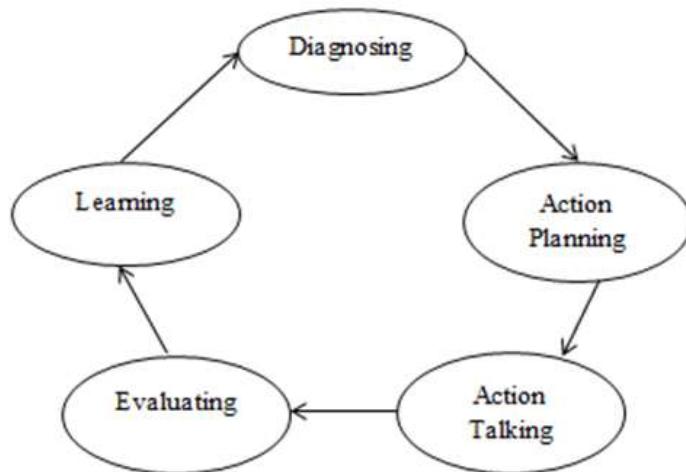
Namun, untuk ECMP dapat berfungsi dengan optimal, diperlukan pemantauan yang terus-menerus terhadap kesehatan jalur atau server yang digunakan. Sistem ini harus mendeteksi jika sebuah jalur gagal atau tidak responsif, kemudian secara otomatis mengalihkan trafik ke jalur yang tersedia, memastikan bahwa pengguna tetap dapat mengakses layanan tanpa gangguan. Dengan demikian, ECMP bukan hanya meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan, tetapi juga memberikan solusi redundansi dan toleransi terhadap kegagalan, yang sangat penting dalam infrastruktur jaringan yang kritis dan besar.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian merupakan komponen yang paling penting dalam penelitian. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan *Action Research (AR)* atau metode penelitian tindakan. *Action research* adalah tindakan atau kegiatan untuk memperbaiki sesuatu yang perencanaan, pelaksanaan dan evaluasinya dikembangkan secara sistematis, sehingga validitas dan reliabilitasnya mencapai taraf penelitian, (Andika Putra, 2021).

Jenis penelitian ini dipilih karena berfokus secara eksklusif pada objek penelitian saat ini. Penerapan sistem penyeimbangan beban pada pengendali operasi Palopo akan menjamin keamanan jaringan. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut: Mendiagnosa (*diagnosis*), Merencanakan tindakan (*Action Planning*), Melakukan tindakan (*Action taking*), Melakukan evaluasi (*Evaluating*), dan Menentukan pembelajaran berdasarkan temuan penelitian (*Learning*).



Gambar 21. Siklus Action Research
Sumber : Wikipedia (2019)

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian menggunakan metode penelitian tindakan atau *Action Research*. Ada beberapa tahapan dalam penelitian yang menjadi contoh Penelitian Tindakan, antara lain :

1. Diagnosis (*Diagnosing*)

Pada tahap ini penulis mendiagnosis permasalahan dengan melakukan implementasi solusi, seperti melakukan penyeimbangan beban pada kantor operasional yang belum sepenuhnya dipahami dalam beberapa jaringan aman apabila terjadi peretasan, oleh karena itu kita perlu melakukan sebuah pengimplementasian untuk keamanan jaringan pada kantor dinas koperasi palopo menggunakan aplikasi winbox dengan mengkonfigurasi mikrotik.

2. Membuat Rencana (*action planning*)

Berdasarkan informasi yang diperoleh sebelumnya, peneliti membuat gambaran tentang rancangan sistem yang akan diteliti pada tahapan ini, dengan gambaran tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran umum tentang kebutuhan yang ada. Gambaran umum tentang jaringan yang akan diteliti serta sistem yang sedang berjalan dan juga sistem yang akan diusulkan pada sebuah jaringan pada kantor dinas koperasi palopo.

3. Melakukan Tindakan (*Action Taking*)

Langkah ini melibatkan pelaksanaan tindakan atau pengambilan tindakan sehubungan dengan perencanaan sistem yang akan digunakan. pada kantor dinas koperasi palopo di mana penggunaan sebelumnya hanya menggunakan wifi yang standar yang tidak begitu tinggi tingkat koneksi jaringannya, adapun perancangan sistem *Load Balancing* jaringan yang akan digunakan pada kantor dinas koperasi palopo yaitu dengan melakukan penerapan *Equal cost multi path*, tahap pengimplementasian ini akan menjelaskan alur sistem *Load balancing* yang akan

diterapkan, serta menjelaskan sistem keamanan jaringan yang baik.

4. Evaluasi (*Evaluating*)

Setelah dilakukan tahapan pengambilan tindakan tersebut, maka dilakukan evaluasi hasil implementasi sistem jaringan di Dinas Koperasi Kota Palopo. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah *system Load balancing* pada kantor dinas koperasi palopo sudah sesuai dengan sistem yang di harapkan dan dapat berjalan sesui dengan apa yang seharusnya terjadi jika sewaktu-waktu terjadi penyerangan pada koneksi jaringan.

5. Pembelajaran (*Learning*)

Langkah terakhir yang dilakukan adalah pembelajaran atau edukasi, oleh karena itu menyangkut pengajaran tentang penggunaan serta implementasi sistem keamanan jaringan yang ada di Operator Palopo. Jadi, dapat disimpulkan dalam 5 tahapan metode *action research* yang sudah dijabarkan, maka tujuan penelitian ini tentang bagaimana peneliti memberikan gambaran mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan pada proses Implementasi pada sistem *load balancing* pada Kantor dinas koperasi palopo menggunakan *aplikasi winbox*.

3.6 Kesimpulan

Implementasi sistem *load balancing* yang dilakukan pada kantor dinas keperasi palopo, memberikan beberapa manfaat seperti meningkatkan koneksi antar jaringan. Secara keseluruhan implementasi *load balancing* pada kantor dinas koperasi palopo ini telah membuktikan ke efektivitasnya dalam meningkatkan koneksi jaringan dengan penggabungan 2 isp, mengelola akses secara efektif dan melindungi antar koneksi yang done. Dengan terus mengikuti perkembangan teknologi yang ada, kantor dinas koperasi palopo dapat atau mampu memastikan bahwa koneksi jaringan tetap aman dan terlindungi. Proses dalam implementasi ini yang melibatkan perangkat lunak dimana memungkinkan simulasi dan pengujian sistem sebelum penerapan penuh. Proses implementasi sistem *load balancing* dengan menggunakan metode ECMP juga meningkatkan pengetahuan tentang penggabungan antar koneksi jaringan dimana lebih pentingnya keamanan koneksi jaringan dan data yang di up bisa memengaruhi keseluruhan koneksi jaringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Hasil Penelitian ini menggunakan jenis penelitian AR dengan metode *Equal Cost Multi Path (ECMP)* dapat secara signifikan meningkatkan ketersediaan dan performa jaringan. Adapun tahapan hasil penelitian yaitu :

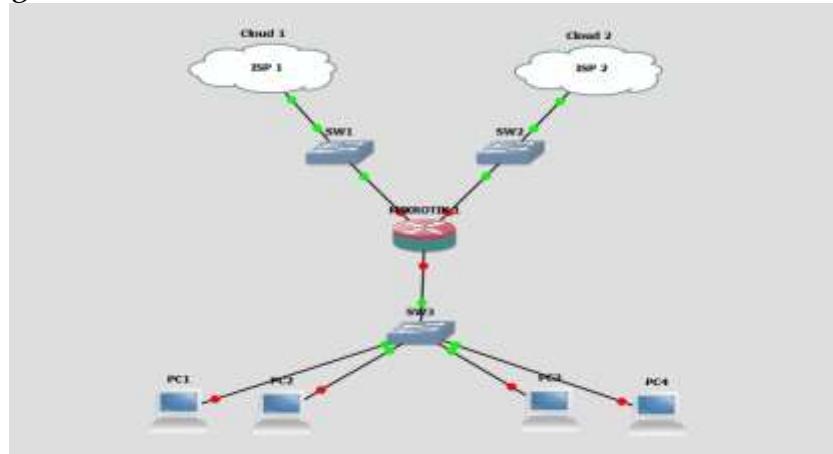
1. Tahapan Diagnosing

Pada tahap ini, hasil identifikasi yang dilakukan di kantor dinas koperasi palopo menunjukkan adanya *overload* (beban berlebih) pada modem akibat penggunaan yang intensif. Sebagai solusi alternatif, penambahan sumber internet diusulkan, diikuti dengan implementasi *load balancing* menggunakan metode *failover*. Langkah ini diharapkan dapat meratakan kecepatan trafik jaringan dan mengurangi risiko terjadinya beban berlebih pada jalur modem.

2. Membuat Rencana(*Action Planning*)

Rancangan yang dibuat menggunakan dua jalur *input* dan *output* dengan perangkat Mikrotik menerapkan metode *failover*. Mikrotik yang digunakan adalah model RB941,

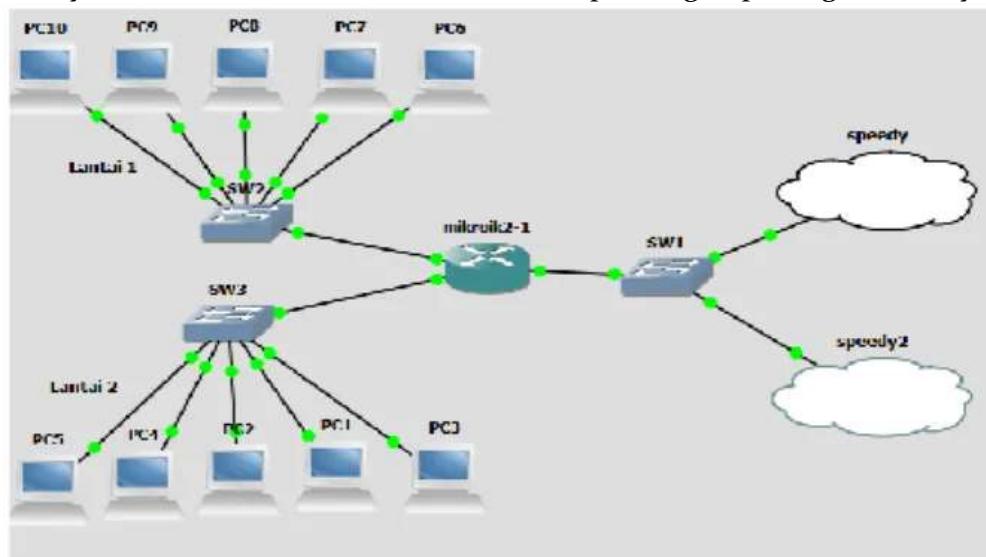
yang memiliki empat port. Port Ethernet 1 dan 2 terhubung langsung ke dua sumber internet atau ISP, sementara port Ethernet 3 dan 4 berfungsi sebagai output. Port 3 terhubung ke *hub* yang menyediakan koneksi ke komputer-komputer di kelas, sedangkan port 4 digunakan untuk menghubungkan laptop yang berfungsi untuk meremot perangkat Mikrotik.



Gambar 24. Topologi *Load Balancing*

3. Melakukan Tindakan (*Action Taking*)

Pada tahap simulasi prototyping ini, tujuan utamanya adalah untuk menganalisis kondisi dan kinerja awal jaringan yang akan diterapkan, sekaligus meminimalkan kemungkinan kegagalan dari sistem baru. Prototyping ini juga berfungsi sebagai pertimbangan dan acuan sebelum implementasi jaringan yang sesungguhnya. Simulasi ini dibuat menggunakan aplikasi *Cisco Packet Tracer*, yang dipilih karena kemampuannya untuk mensimulasikan sistem serupa dengan perangkat lainnya.



Gambar 25. Simulasi *Load Balancing*

4. Evaluasi (*Evaluating*)

Pada tahap implementasi ini, dilakukan penerapan sistem baru berdasarkan analisis, desain, dan simulasi prototyping jaringan yang telah diselesaikan pada tahap sebelumnya

Pada tahap implementasi ini, proses dimulai dengan pengumpulan dan pemasangan perangkat keras (*hardware*) yang diperlukan untuk menerapkan sistem

baru pada load balancing, sesuai dengan desain topologi yang telah dibuat sebelumnya.

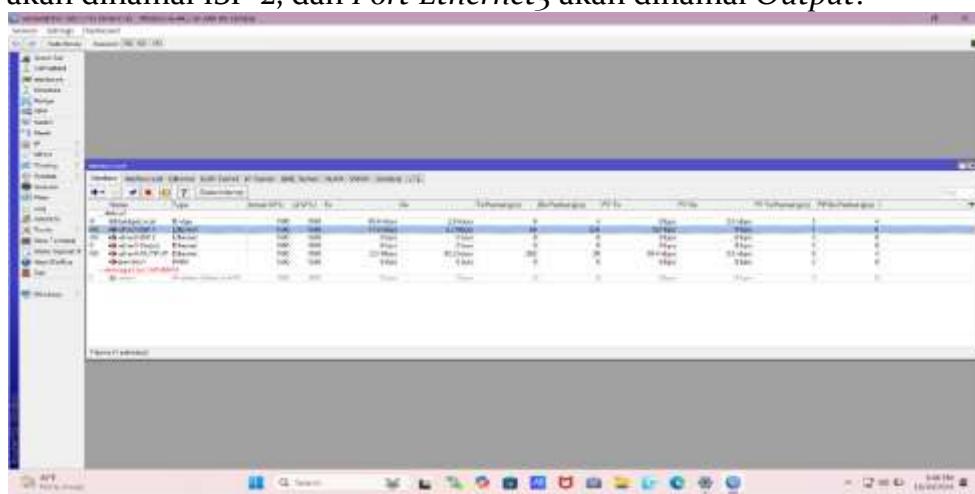


Gambar 26. Pemasangan Hardware

Langkah berikutnya adalah melakukan konfigurasi pada Mikrotik. Proses konfigurasi dimulai dengan pengaturan interface, penetapan IP Address, pembuatan bridge LAN serta pengelompokannya, kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi *Firewall NAT*, *Firewall Mangle*, dan pengaturan *Router*.

a. Konfigurasi *Interface*

Pada tahap ini, konfigurasi interface dilakukan dengan memberikan nama identifikasi untuk setiap port yang digunakan. Port *Ethernet1* akan dinamai ISP-1, Port *Ethernet2* akan dinamai ISP-2, dan Port *Ethernet3* akan dinamai *Output*.



Gambar 27. Konfigurasi *Interface*

b. Konfigurasi *Ip Address*

Penetapan alamat IP dilakukan pada ketiga port di Mikrotik, yaitu *Ethernet1*-ISP1 dan *Ethernet2*-ISP2, dengan menggunakan konfigurasi DHCP server agar alamat IP dapat diberikan secara otomatis kepada port yang terhubung ke jaringan. Sementara

itu, untuk *Ethernet3-bridgeLAN*, alamat IP ditetapkan secara manual dengan IP 10.10.10.0/24.

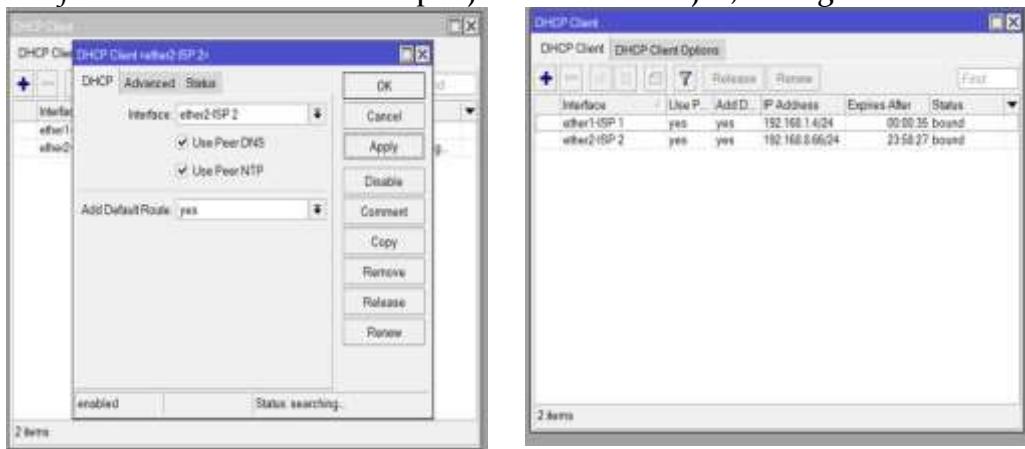
Address List			
	Address	Network	Interface
	10.10.10.1/24	10.10.10.0	BRIDGE LAN
D	192.168.1.4/24	192.168.1.0	ether1-ISP 1
D	192.168.8.66/24	192.168.8.0	ether2-ISP 2

3 items.

Gambar 28. Hasil Konfigurasi *Ip Address*

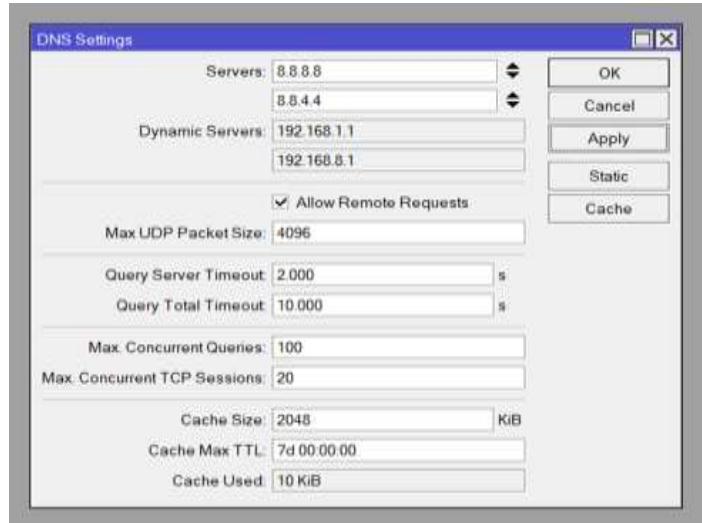
c. Konfigurasi DHCP Client DNS

Pada tahap ini, dilakukan konfigurasi untuk mengalirkan koneksi internet ke Mikrotik dengan meminta alamat IP dari ISP atau sumber internet melalui *Ethernet1/ISP1* dan *Ethernet2/ISP2*. Prosesnya dimulai dengan membuka menu IP, kemudian masuk ke *DHCP Client* dan menambahkan *interface*, memilih *Ethernet1-ISP1*. Langkah yang sama dilakukan untuk *Ethernet2-ISP2* dengan menambahkan *interface* *DHCP Client*. Untuk penjelasan lebih lanjut, lihat gambar berikut:



Gambar 29. Konfigurasi DHCP Client

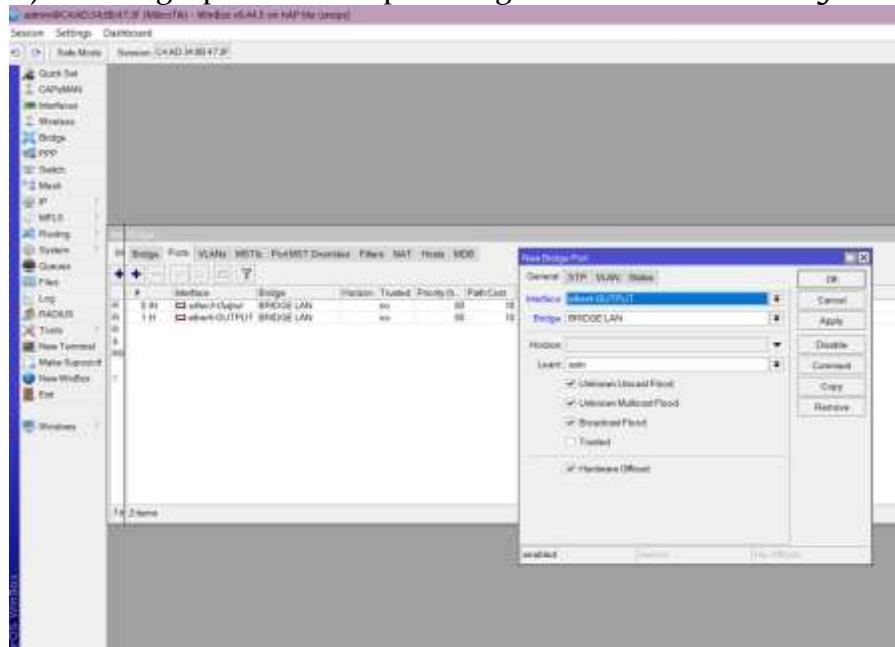
Setelah konfigurasi *DHCP Client*, langkah selanjutnya adalah menambahkan DNS pada bagian servers.



Gambar 30. Konfigurasi DNS

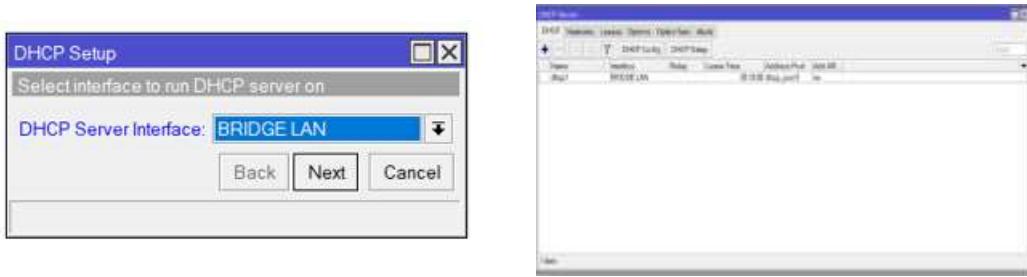
d. Membuat Bridge Lan dan DHCP Server

Pada tahap ini, konfigurasi dilakukan untuk menggabungkan *Ethernet3* dan *Ethernet4* menjadi satu grup atau kelompok dengan cara membuat *Bridge LAN*.



Gambar 31. Pengelompokan *Ethernet3* dan *Ethernet4*

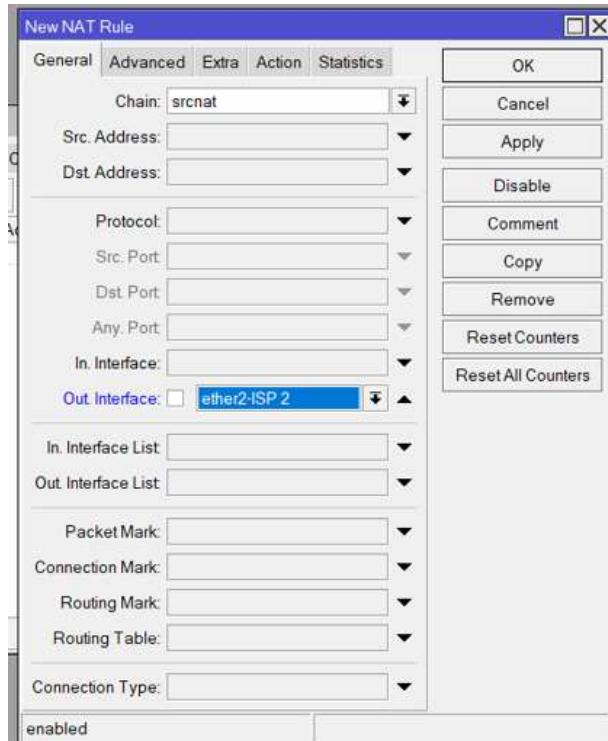
Setelah membuat *Bridge LAN*, langkah berikutnya adalah mengonfigurasi *Ethernet3* dan *Ethernet4*, atau *Bridge LAN* tersebut, sebagai *DHCP Server* untuk menyediakan koneksi internet dan mendistribusikan alamat IP.



Gambar 32. Konfigurasi DHCP Server

e. Konfigurasi *Firewall NAT*

Dalam konfigurasi ini, langkah diambil untuk memberikan hak akses koneksi jaringan internet pada Bridge LAN. Pengaturan Firewall NAT yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 33. Konfigurasi Firewall NAT

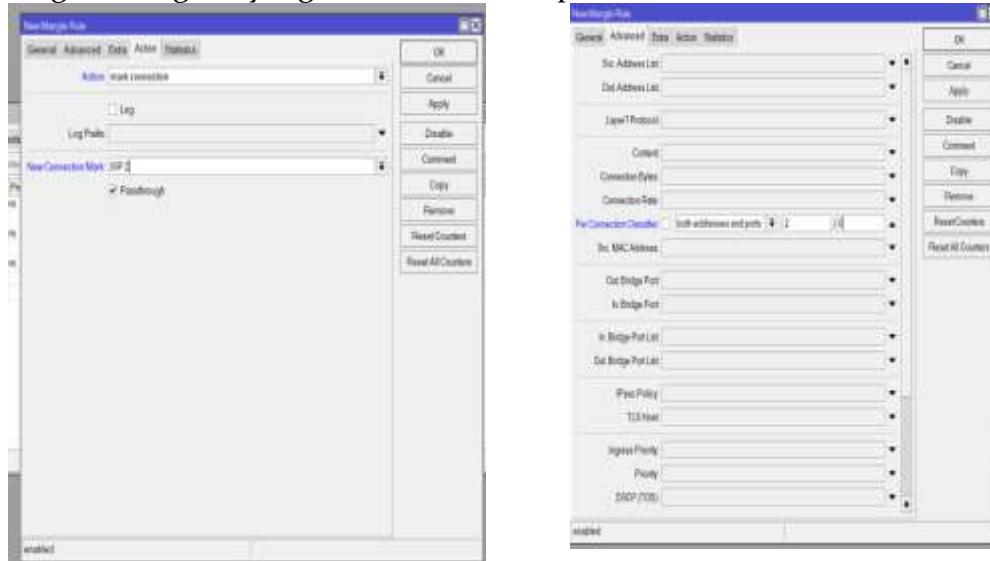
f. Konfigurasi *Mangle*

Konfigurasi mangle bertujuan untuk menandai, membatasi, mengelola, dan mengarahkan jenis paket yang akan diakses oleh klien atau server, sehingga lalu lintas jaringan menjadi lebih efisien dan memastikan ketersediaan jaringan meskipun terjadi kegagalan pada salah satu jalur atau gateway.

1) Konfigurasi *Mark Connection* dari *Bridge LAN*

Konfigurasi mangle dimulai dengan menandai koneksi dari Bridge LAN melalui menu IP, kemudian memilih menu *Firewall*, dan melanjutkan ke tab Mangle. Selanjutnya, tambahkan rule dengan mengklik tombol yang tersedia, yang akan membuka jendela baru untuk pengaturan mangle. Di sini, isikan parameter berikut: *chain = prerouting*, *in-interface = ethernet3* (Bridge LAN), lalu ke tab *Advanced* dan atur per *connection classifier = both addresses and ports - 2 - o*, *connection mark = nomark*,

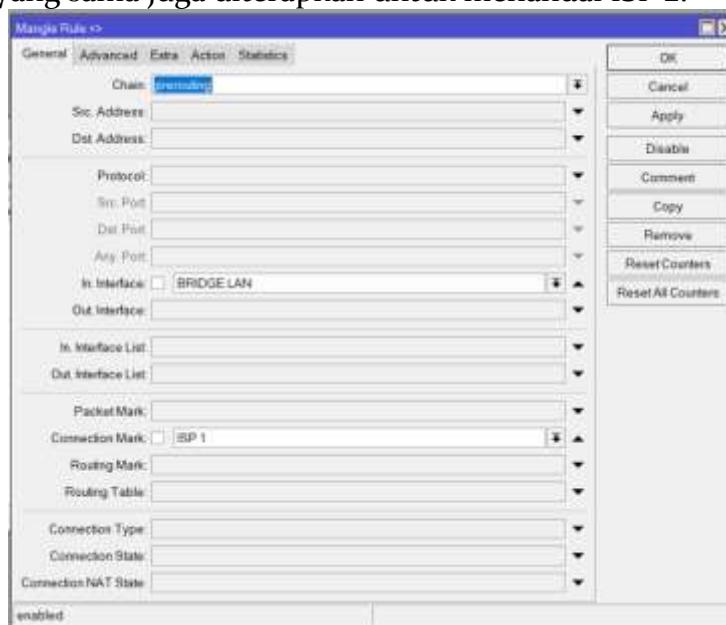
action = mark routing, dan *new routing mark* = ISP1. Konfigurasi ini perlu dilakukan untuk masing-masing ISP, sehingga untuk menandai koneksi *Bridge LAN* untuk ISP2, langkah-langkah yang sama akan diterapkan.



Gambar 34. Konfigurasi *Mark Connection Bridge LAN*

2) Konfigurasi *Mark Routing* dari *Bridge LAN*

Konfigurasi ini bertujuan untuk menandai jalur dari *Bridge LAN* ke masing-masing ISP dengan menambahkan rule mangle dan mulai menandai koneksi. Pengaturannya adalah sebagai berikut: *Chain* = *prerouting*, *in-interface* = *Bridge LAN*, *connection mark* = ISP 1, *action* = *mark routing*, dan *new routing mark* = KE ISP 1. Langkah yang sama juga diterapkan untuk menandai ISP 2.

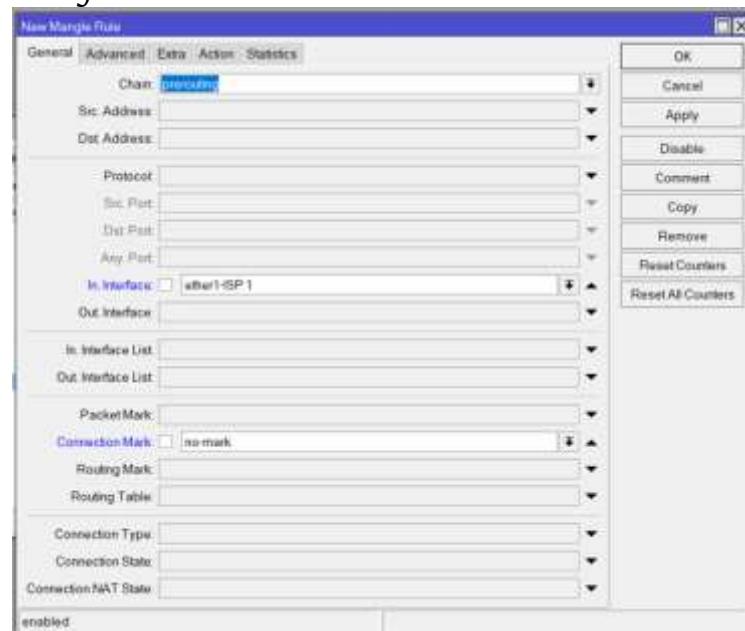


Gambar 35. Konfigurasi *Mark Routing Bridge LAN*

3) Konfigurasi *Mark Connection ISP*

Konfigurasi ini bertujuan untuk mengelola atau menandai lalu lintas jaringan berdasarkan sumber koneksi atau ISP. Dalam konteks *load balancing*, pengaturan ini memungkinkan router untuk menandai setiap koneksi yang masuk atau keluar sesuai dengan ISP yang digunakan. Pengaturannya adalah sebagai berikut: *Chain* =

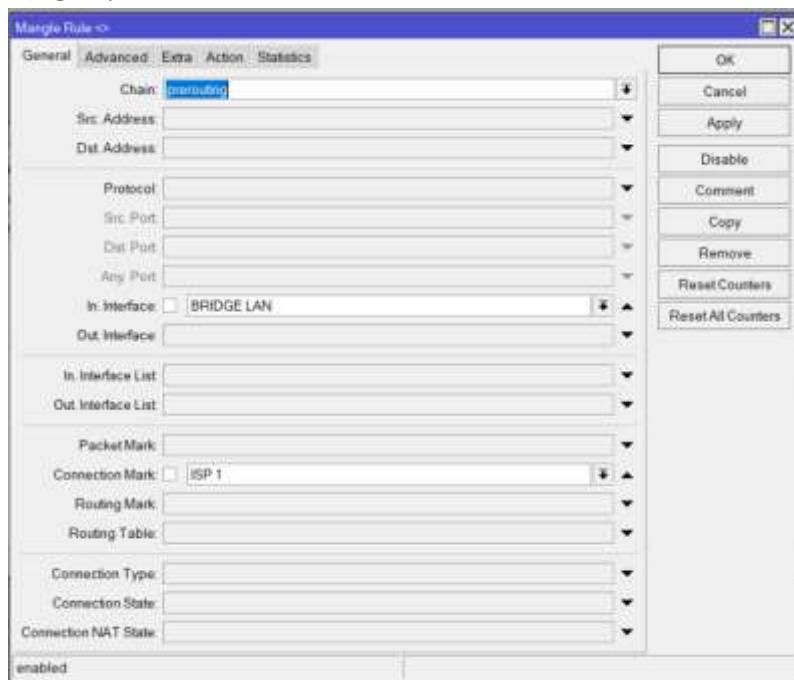
prerouting, in-interface = Ethernet1-ISP1, connection mark = ISP 1, action = mark routing, dan new routing mark = KE ISP 1.



Gambar 36. Konfigurasi *Mark Connection ISP*

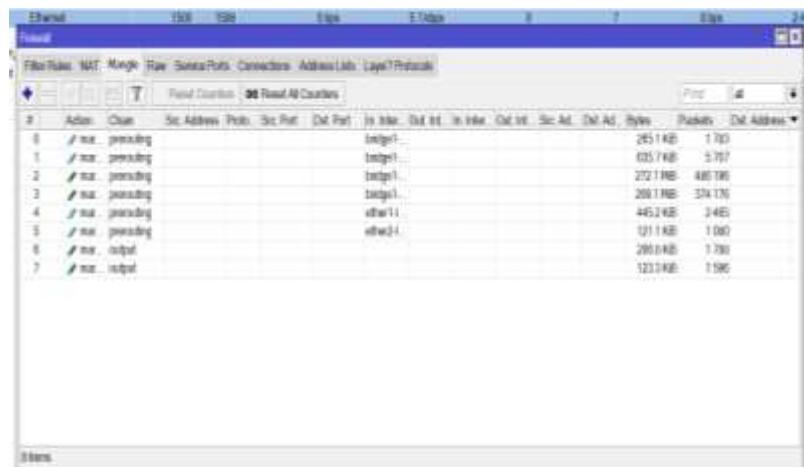
4) Konfigurasi *Mark Routing ISP*

Setelah melakukan penandaan pada koneksi dari ISP sebelumnya, konfigurasi mark routing akan dapat mengarahkan lalu lintas melalui gateway yang sesuai dengan tanda yang telah diterapkan. Pengaturan mark routing untuk ISP ini adalah sebagai berikut: pada kolom Chain = output, connection mark = ISP 1, action = mark routing, dan new routing mark = KE ISP 1.



Gambar 37. *Mark Routing ISP*

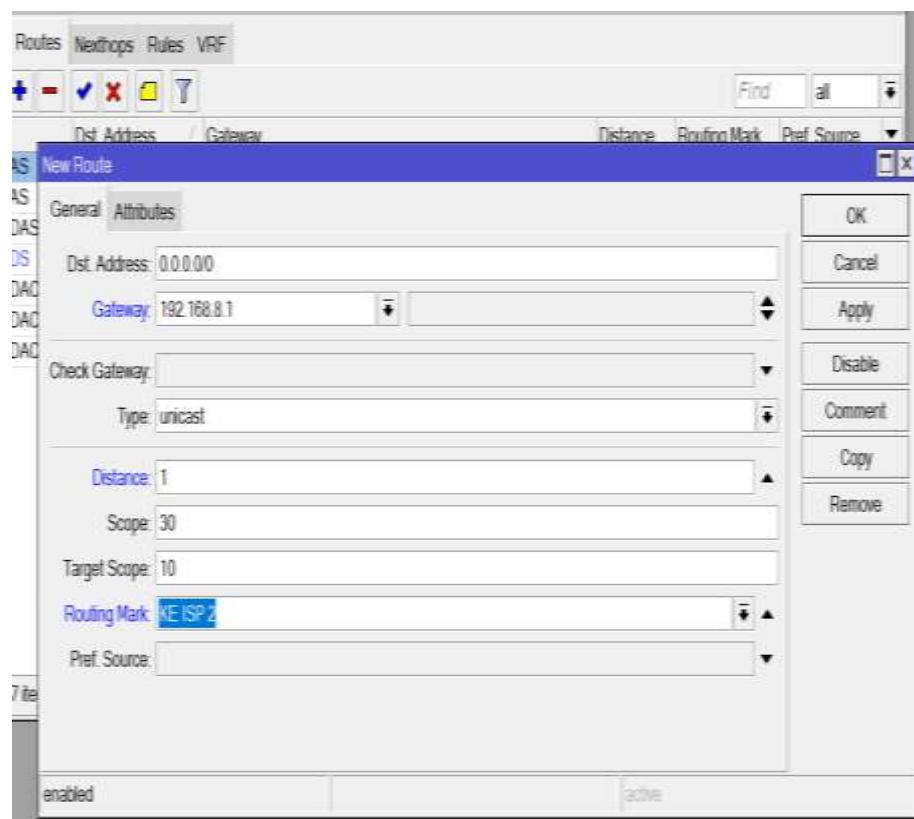
Konfigurasi mangle berfungsi untuk menandai koneksi dan mengatur rute lalu lintas jaringan, sehingga router Mikrotik dapat mendistribusikan lalu lintas tersebut secara efisien melalui ISP yang tersedia.



Gambar 38. Hasil Konfigurasi Mangle

g. Konfigurasi Routing dan Failover

Setelah paket dicek pada tahap konfigurasi mangle, langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi routing agar paket dapat dikirimkan ke gateway ISP sesuai dengan *routing mark* yang telah dibuat. Untuk *routing mark* = KE ISP 1, gunakan *gateway IP* yang terhubung dengan *ether1*-ISP1, yaitu “192.168.0.1”, sedangkan untuk *routing mark* = KE ISP 2, gunakan *gateway IP* yang terhubung dengan *ether2*-ISP2, yaitu “192.168.8.1”.



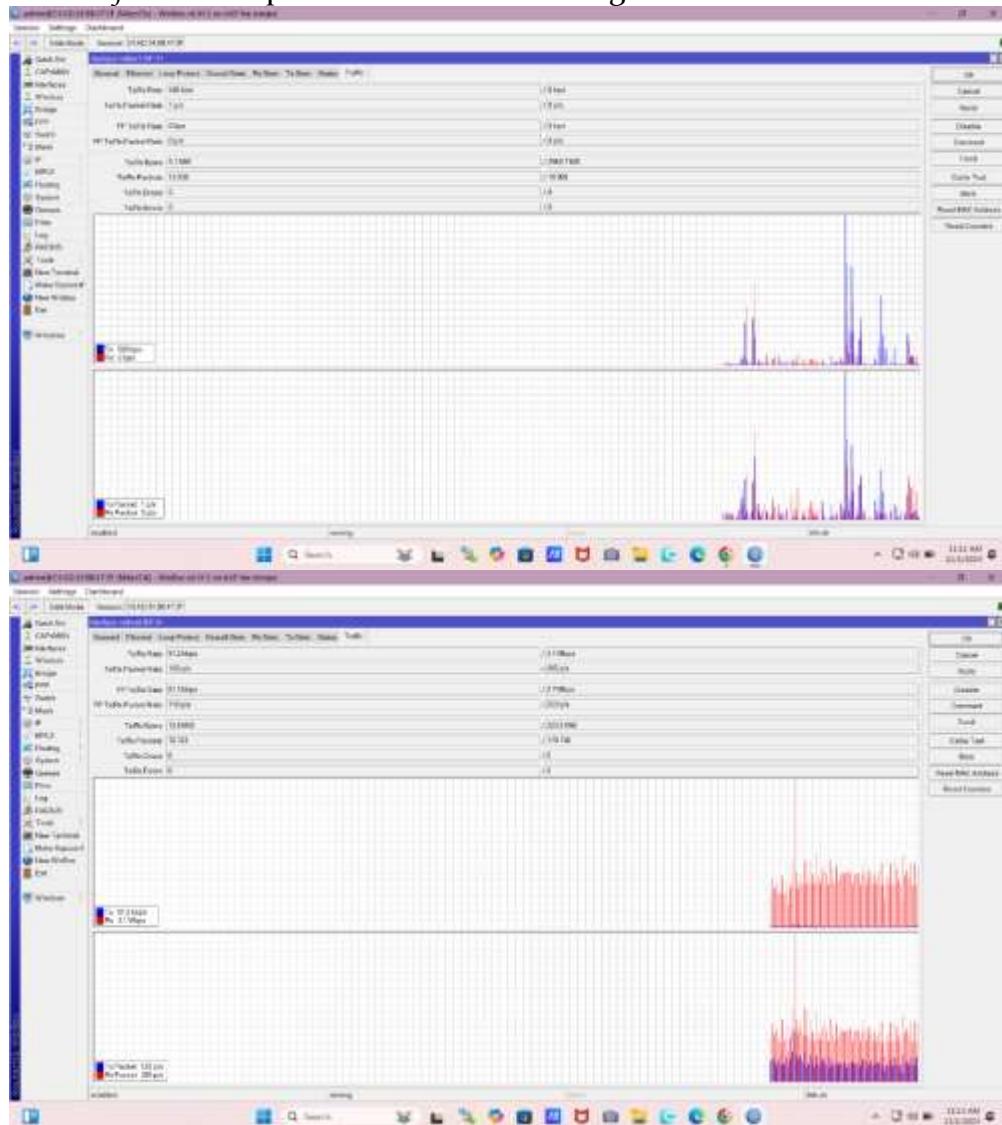
Gambar 39. Konfigurasi Routing dan Failover

Dengan melakukan ping ke IP gateway yang dimaksud, teknik *failover* ini memungkinkan setiap router yang mengirimkan data ke alamat yang dituju dengan menentukan apakah gateway tersebut aktif atau tidak. Jika gateway tersebut gagal,

router akan memiliki alternatif, yaitu aturan routing dengan jarak ambang batas yang lebih tinggi dibandingkan dengan aturan sebelumnya.

5. Pembelajaran (*Learning*)

Pada tahap ini penulis menggunakan aplikasi atau *tool* yang terdapat pada *winbox* untuk memonitoring sistem jaringan. Hasil pemantauan dapat ditampilkan di menu daftar *interface*. Hasil pemantauan adalah sebagai berikut.

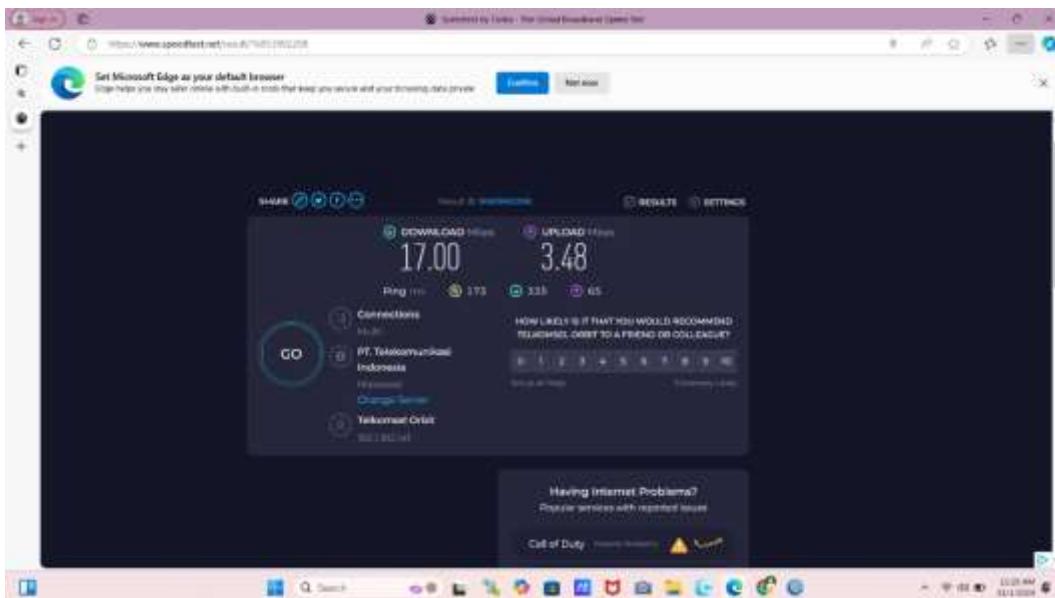


Gambar 40. Grafik Keseimbangan Koneksi

Parameter yang ditemukan oleh kedua traffik pada *interface* ini adalah ukuran rata-rata paket yang dikirmkan oleh masing-masing gateway ISP (*Tx/Upload*). Gambar diatas menunjukkan bahwa *load balancing* berhasil mendisrtibusikan paket dan *byte* yang sama di kedua *interface*.

6. Hasil Pengujian Sistem

Sebelum melakukan pengujian sistem penulis telah melakukan tes kecepatan jaringan sebelum sistem *load balancing* di implementasikan, agar kemungkinan nantinya dibandingkan dengan jaringan yang telah diimplementasikan sistem *load balancing*.



Gambar 41. Kecepatan Jaringan Sebelum *Load Balancing*

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian terkait implementasi sistem *load balancing* dengan metode *Equal Cost Multi Path* di Dinas Koperasi Palopo, peneliti menyimpulkan bahwa sistem ini berhasil diterapkan melalui konfigurasi *router* MikroTik menggunakan aplikasi Winbox, yang menghubungkan dua ISP untuk memastikan redundansi dan ketersediaan internet. Penerapan metode ini berhasil mendistribusikan beban trafik secara seimbang di antara kedua jalur koneksi, sehingga meningkatkan kecepatan transfer data, memperkecil waktu tanggap, dan mencegah overload pada salah satu jalur. Selain itu, sistem ini memberikan jaminan konektivitas yang lebih baik bagi pengguna, sehingga kualitas kinerja jaringan menjadi lebih tinggi dan stabil, serta mengurangi kemungkinan gangguan pada koneksi internet. Dengan demikian, implementasi load balancing ini menjadi solusi efektif dalam mengoptimalkan layanan internet di lingkungan kantor, meningkatkan produktivitas karyawan, dan memungkinkan akses yang lebih lancar terhadap informasi penting. Keberhasilan sistem ini juga menunjukkan pentingnya investasi dalam teknologi jaringan yang handal untuk mendukung aktivitas operasional sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. (2020). Implementasi Teknik Load Balancing dan Failover Dengan Metode Ecmp Dalam Peningkatan Kualitas Layanan Jaringan. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, 3(1), 111-115.
- Adil, S. B., & Beeh, Y. R. (2024). Implementasi Monitoring Sistem Perusahaan On-Premises Dan Cloud Menggunakan Teknologi Jenkins. *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika Dan Komunikasi*, 5(2).
- Adrian, R., Guidio, L. G., & Kurnia U. (2022). Kombinasi Metode Aras Dan Roc Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kepala Lab Teknik Komputer Dan Jaringan. *Komik (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, 6(1), 391-403.

- Akbar, M. S., Salim, A., & Mastur, M. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran E-Book Sebagai Sumber Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan Di Smkn 2 Banjarmasin. *J-Instech*, 5(2), 93-104.
- Amaluddin, A., & Ramdani, M. H. (2019). Perancangan Jaringan Internet Service Provider Untuk Desa-Desa Di Kabupaten Sumedang. No. January, 1-10.
- Anwar, S., Whisnumurti Adhiwibowo, S. T., Kom, M., & File, N. J. F. (2021). Implementasi Failover Recursive Gateway Dan Load Balancing Metode Pcc (Per Connection Clasifier) Dalam Peningkatan Qos Jaringan Pada Smk Al-Kautsariyyah: Artikel eskripsi.usm.ac.id/detail-G21A-801.
- Aulia, N. S. Implementasi Teknologi Pendidikan Islam Dan Sains Di Sman 1 Sungai Penuh. *Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 4(1), 370-375.
- Awaluddin, M. I., Arifin, R. W., & Setiyadi, D. (2020). Implementasi Framework Laravel Pada Sistem Informasi Pengelolaan Aset Laboratorium Komputer. *Bina Insani Ict Journal*, 7(2), 187-197.
- Puspitasari, Anggi, Suman Jaya, and Raudah Nasution. "Load Balancing Dengan Metode Equal Cost Multi Path (Ecmp) Pada Pt Bca Multi Finance." *JIKA (Jurnal Informatika)* 7.2 (2023): 125-131.
- Buana, W., & Hariyandi, A. (2023). Pengembangan Jaringan Local Area Network (Lan) Dan Wide Area Network (Wan) Pada Smkn 4 Padang Dengan Metode Research Dan Development. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 7(1), 120-134. 30
- Fadli, Sofiansyah, Ahmad Tantoni, and Arifin Hargianto. "Implementasi Load Balancing dengan Metode NTH Menggunakan Mikrotik di SMKN 2 Kuripan." *Journal Automation Computer Information System* 1.2 (2021): 141-152.
- Indratno, Sidik. "Implementasi Load Balancing Pada Mikrotik Menggunakan Metode Ecmp (Study Kasus: Stie Gentiaras Bandar Lampung)." *Jurnal Teknologi Pintar* 3.1 (2023).
- Haji, B. T. (2020). Pengertian Implementasi. *Laporan Akhir*, 31.
- Imam, S., Desmulyati,, & Imam, B.. (2020). Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Pcc (Per Connection Clasifier) Di Universitas Krisnadipayana. *Jitk (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*, 5(2), 171-176.
- Karim, H., Primananda, R., & Yahya, W. (2019). Implementasi Load Balancing Web Server Dengan Algoritme Weighted Least Connection Pada Software Defined Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 109-118.
- Khafif, F. (2021, November). Peningkatan Pelayanan Internet Menggunakan Mikrotik Dan Software Winbox Di Ptippd Uin Walisongo Semarang. In Prosiding Seminar Nasional (Vol. 3, No. 1, pp. 264-267).
- Majid, A. (2022). Koneksi Internet Dengan Modem Handphone Pada Sistem Operasi Linux Ubuntu 9.04 (Studi Kasus Pada Aga Prima Computer). *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi dan Bisnis*, 1(1), 10-22.
- Malau, B. G. (2022). Implementasi Load Balancing Mikrotik Jaringan Internet Di Pardamean Sibisa, Ajibata, Toba Samosir, Sumatra Utara. *Journal Of Computer Science And Technology*, 2(1), 20-29.

- Nurmiati, Nurmiati, La Surimi, and Subardin Subardin. "Analisis Kinerja Load Balancing Terhadap Jaringan Internet Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP)." *Digital Transformation Technology* 2.2 (2022): 52-62.
- Pabelan, E. B., Salim, A., Raizaldi, A., & Rizal, R. (2023). Implementasi Load Balancing Metode PCC (Per Connection Classifier) untuk Optimalisasi Internet dengan 2 ISP (Studi Kasus Pt. Zyrexindo Mandiri Buana Jakarta). *Jurnal Bidang Penelitian Informatika*, 1(2), 105-118.
- Pelealu, R. R. A. A., Wonggo, D., & Kembuan, O. (2020). Perancangan Dan Implementasi Jaringan Komputer Smk Negeri 1 Tahuna. *Jointer: Journal Of Informatics Engineering*, 1(01), 5-11.
- Rahman, T., Sulistianto, E., Sudibyo, A., Sumarna, S., & Wijonarko, B. (2021). Per Connection Classifier Load Balancing dan Failover MikroTik pada Dua Line Internet. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 5(2), 195-209.
- Ramadhan, R. (2022). Analisa Kinerja Jaringan Internet Menggunakan Virtual Access Point Dan Real Access Point (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau). 31
- Rasyid, M. S., Witriyono, H., Reswan, Y., & Juansen, M. (2023). Implementation of The Load Balance Method for Mikrotik so that The Network is Stable. *Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi (JKOMITEK)*, 3(2), 403-412.
- Rindri, Y. A. (2022). Buku Praktis Teknik Jaringan Komputer. Bangka Belitung. Penerbit: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Rochmawan, A. E. (2023). Judul Arti Implementasi Iqab Dan Sawab Dalam Meningkatkan Kedisiplinan Santri Sholat Berjama'ah. *Edusifa: Jurnal Pendidikan Islam*, 9(2), 12-19.
- Setioutomo, L., & Laksana, E. P. (2020). Desain Arsitektur Jaringan Management Environment Dengan Software Defined Network. *MAESTRO*, 3(1), 76-85.