

Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Teknik Load Balancing Dengan Metode NTH Berbasis MikroTik

Implementation of Bandwidth Management Using Load Balancing Techniques with NTH Method Based on MikroTik

Athiya Alif Gunawan¹, Yudi Sutanto²
^{1,2} Program Studi Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta
Email : ¹athiya.2001@students.amikom.ac.id, ²yudisuta@amikom.ac.id

ABSTRACT

With the rapid development of the internet as a means of communication and information, organizations and businesses are required to ensure optimal network availability and performance. One common approach is to use multiple ISPs to improve internet connection reliability. This study describes the application of load balancing techniques in bandwidth management using the NTH method with two MikroTik-based ISPs. The NTH method allows traffic load to be distributed based on the number of sessions or packets, providing flexibility in managing and distributing network traffic. The purpose of this study is to analyze the effect of applying load balancing techniques using the NTH method on bandwidth management efficiency and internet availability. Through data collection and analysis, optimization of resource utilization, it is hoped that insights can be gained on improving network performance, optimizing resource utilization, and potential benefits for many dual ISP users. It is hoped that the results of this study can contribute to a better understanding of the application of load balancing techniques, particularly using the NTH scheme in the context of bandwidth management on MikroTik-based dual ISPs. The conclusions and recommendations from this study provide a basis for organizations and businesses to optimize their network infrastructure, improve bandwidth usage efficiency, and ultimately enhance the user experience when accessing internet services.

Keywords : *load balancing, Nth method, bandwidth management, dual ISPs*

ABSTRAK

Dengan pesatnya perkembangan penggunaan internet sebagai sarana komunikasi dan informasi, organisasi dan bisnis dituntut untuk memastikan ketersediaan dan kinerja jaringan yang optimal. Salah satu pendekatan yang umum diterapkan adalah penggunaan beberapa ISP untuk meningkatkan keandalan koneksi internet. Penelitian ini menjelaskan penerapan teknik *load balancing* dalam manajemen *bandwidth* dengan metode NTH menggunakan dua ISP berbasis MikroTik. Metode NTH memungkinkan pembagian beban lalu lintas berdasarkan jumlah sesi atau paket, sehingga memberikan fleksibilitas dalam mengatur dan mendistribusikan lalu lintas jaringan. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis pengaruh penerapan teknik *load balancing* dengan metode NTH terhadap efisiensi manajemen *bandwidth* dan ketersediaan internet. Melalui pengumpulan dan analisis data, optimalisasi pemanfaatan sumber daya, diharapkan dapat memperoleh wawasan tentang peningkatan kinerja jaringan, optimalisasi pemanfaatan sumber daya, dan potensi manfaat bagi banyak pengguna ISP ganda. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman yang lebih baik mengenai penerapan teknik *load balancing* khususnya menggunakan skema NTH dalam konteks manajemen *bandwidth* pada ISP ganda berbasis MikroTik. Kesimpulan dan rekomendasi dari penelitian ini memberikan dasar bagi organisasi dan bisnis untuk mengoptimalkan infrastruktur jaringan mereka, meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth, dan pada akhirnya meningkatkan pengalaman pengguna saat mengakses layanan internet.

Kata kunci: load balancing, metode Nth, manajemen bandwidth, dual ISPs.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin berkembang dengan pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan akses *internet* yang bergerak secara cepat, tetap stabil, dan bekerja secara efisien. Lingkungan dengan jumlah pengguna yang besar, seperti asrama mahasiswa sering mengalami permasalahan jaringan berupa pembagian *bandwidth* yang tidak merata serta terjadinya pada salah satu jalur koneksi *internet* mengalami kondisi *overload*. Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya kualitas layanan jaringan yang dirasakan oleh pengguna.

Salah satu tindakan penyelesaian yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah teknik *load balancing*. Teknik ini digunakan dengan tujuan membagi volume trafik jaringan agar lebihimbang ke beberapa jalur koneksi *internet* agar penggunaan *bandwidth* menjadi lebih optimal. Metode NTH merupakan salah satu metode *load balancing* yang bekerja dengan cara mendistribusikan paket data secara bergantian ke setiap jalur *Internet Service Provider* (ISP) berdasarkan urutan tertentu.

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait manajemen *bandwidth* dan *load balancing*. Sebagai contoh, penelitian oleh Suwito dan Lukman (2022) di SMK Bina Harapan Sleman menunjukkan bahwa penerapan *load balancing* dengan metode NTH menggunakan MikroTik mampu meningkatkan kapasitas *bandwidth* dan stabilitas koneksi *internet* [1]. Darmawan dkk. (2021) meneliti penggunaan metode Simple Queue dengan limitasi bertingkat pada MikroTik untuk mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* di perusahaan, menunjukkan peningkatan *throughput* dan penurunan *packet loss* [2]. Ichwan dkk (2021) menerapkan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) pada jaringan SMK Negeri 22 Jakarta, yang menghasilkan peningkatan *throughput* hingga 13% dan penurunan *delay* secara signifikan [3].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan *load balancing* mampu meningkatkan kualitas jaringan dan mencegah terjadinya *overload*. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut terkait efektivitas metode NTH dalam penerapan manajemen *bandwidth* dan pengaruhnya terhadap parameter *Quality of Service*

(QoS). Berdasarkan hal tersebut, studi ini dilaksanakan untuk mengimplementasikan dan menganalisis manajemen *bandwidth* melalui teknik *load balancing* berbasis metode NTH berbasis MikroTik RouterOS.

II. LANDASAN TEORI

A. Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sekumpulan perangkat yang terhubung satu sama lain dengan tujuan berbagi sumber daya dan bertukar data [4].

B. *Internet Service Provider* (ISP)

ISP merupakan penyedia layanan *internet* yang berperan dalam melayani pengguna perorangan maupun organisasi.

C. MikroTik

MikroTik adalah perangkat jaringan komputer berbasis sistem operasi MikroTik RouterOS yang dikembangkan dari Linux dan digunakan sebagai router jaringan [5].

D. *Bandwidth*

Bandwidth adalah kapasitas maksimum media transmisi data dalam suatu jaringan yang dinyatakan dalam satuan *bit per second* (bps) [6].

E. *Load Balancing*

Load balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik jaringan ke beberapa jalur koneksi guna mencegah terjadinya penumpukan beban pada satu jalur tertentu [7].

F. NTH

NTH adalah suatu metode untuk *load balancing* yang mendistribusikan paket data secara bergiliran berdasarkan urutan tertentu, sehingga beban jaringan dapat terbagi secara merata [8].

G. *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service adalah teknik yang digunakan untuk mengelola *bandwidth*, *packet loss*, *delay* untuk aliran dalam jaringan. Tujuan menggunakan QoS adalah untuk membantu *client/user* menjadi lebih maksimal dalam penggunaan jaringan [9].

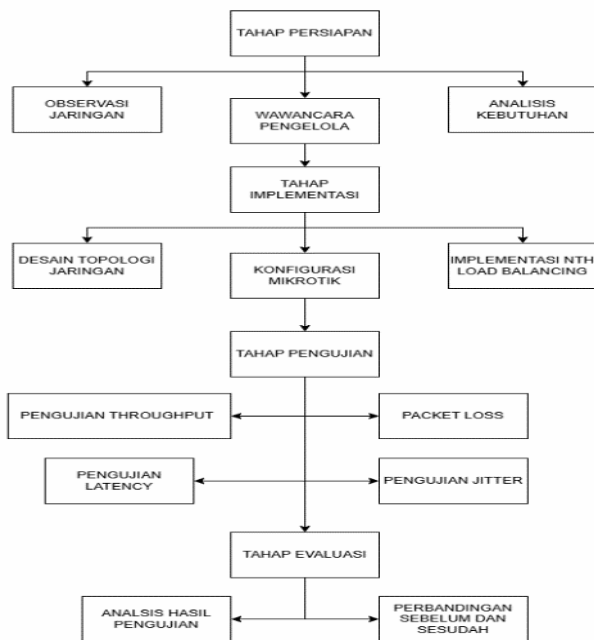
H. *Failover*

Failover adalah sebuah mekanisme dalam jaringan komputer yang secara otomatis memindahkan aliran trafik atau layanan dari sistem utama ke sistem cadangan ketika terdeteksi kegagalan pada sistem utama [10].

III. METODE PENELITIAN

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimental, yaitu pengujian dilakukan terhadap performa jaringan pada kondisi sebelum penerapan dan sesudah penerapan penerapan teknik *load balancing* dengan menggunakan metode NTH pada MikroTik RouterOS. Tujuan pendekatan ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode *load balancing* terhadap peningkatan performa jaringan di Asrama Putra Bungolang. Analisis hasil pengujian dilakukan berdasarkan parameter *throughput*, *latency*, *packet loss*, dan *jitter*.

A. Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Tahapan penelitian mencakup analisis kebutuhan jaringan, perancangan topologi jaringan, konfigurasi MikroTik RouterOS menggunakan metode NTH, serta pengujian performa jaringan. Pengujian dilakukan dengan mengukur parameter QoS yaitu *throughput*, *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Selanjutnya, hasil pengujian dianalisis dan dibandingkan antara kondisi sebelum penerapan dan sesudah penerapan *load balancing* dengan metode NTH.

B. Pendekatan dalam Pengumpulan Data

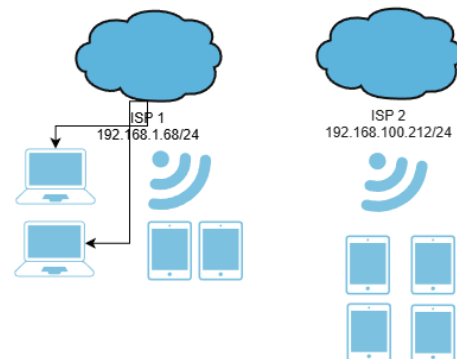
Pengumpulan data dalam penelitian ini untuk mendapatkan informasi yang akurat dan relevan mengenai penerapan teknik *load balancing* dengan menggunakan metode NTH pada jaringan Asrama Putra Bungolang Yogyakarta. Pendekatan untuk pengumpulan data yang dilakukan melalui beberapa metode, meliputi observasi, wawancara, dokumentasi, dan pengujian langsung (eksperimen jaringan).

C. Teknik Analisis Data

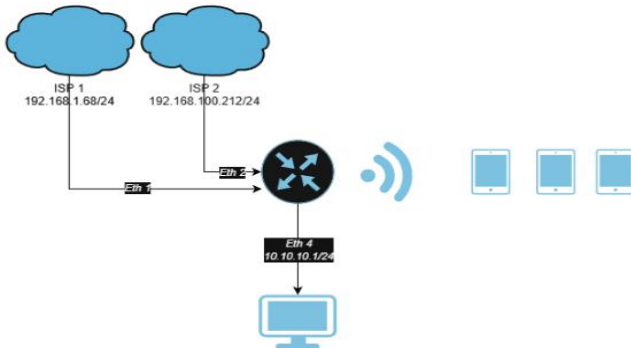
Dalam penelitian yang berfokus pada jaringan komputer, analisis data berfungsi untuk menilai performa jaringan dan menentukan seberapa efektif konfigurasi atau metode yang diterapkan. Pada penelitian ini, teknik analisis data diterapkan untuk melakukan perbandingan performa jaringan sebelum dan sesudah penerapan *load balancing* dengan metode NTH dan menilai efektivitas metode NTH dalam menyeimbangkan beban trafik antar koneksi *internet* dan meningkatkan kualitas jaringan.

D. Tahap Design

Tahap *design* merupakan langkah awal pembuatan model yang berfungsi untuk mengetahui alur sebuah sistem manajemen *bandwidth* yang akan diterapkan. Berikut pada gambar 2 adalah design topologi awal jaringan asrama menggunakan ISP 1 dan ISP 2, dan pada gambar 3 yaitu design topologi yang digunakan untuk mengkonfigurasi Jaringan dengan 2 ISP menggunakan MikroTik RB9412NDTC.



Gambar 2. Design Topologi Awal Jaringan Asrama ISP 1 Dan ISP 2



Gambar 3. Design Topologi Settings Jaringan dengan 2 ISP menggunakan MikroTik RB9412NDTC

E. Metode Pengujian

Parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja jaringan pada penelitian ini terdiri atas empat indikator utama, yaitu *throughput*, *latency*, *packet loss*, dan *jitter*. Keempat parameter [9] tersebut digunakan untuk mengukur tingkat kecepatan, kestabilan, serta keandalan jaringan setelah penerapan teknik *load balancing* dengan metode NTH

1. Throughput

Throughput didefinisikan sebagai besaran data yang berhasil ditransmisikan jaringan dari sumber ke tujuan dalam periode waktu tertentu. Dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori *Throughput*

Kategori Throughput	Throughput	Index
Sangat bagus	76% - 100%	4
Bagus	51% - 75%	3
Sedang	26% - 50%	2
Buruk	< 25%	1

2. Packet Loss

Packet Loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. Kategorinya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Kategori *Packet Loss*

Kategori Packet Loss	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0 – 2 %	4
Bagus	3 – 14 %	3
Sedang	15 – 24 %	2
Buruk	>25 %	1

3. Delay

Delay merupakan waktu tunda yang terjadi pada suatu paket akibat proses transmisi dari satu titik menuju titik tujuan.

Tabel 3. Kategori Delay/Latency

Kategori Latency	Latency	Indeks
Sangat Bagus	< 150 m/s	4
Bagus	150 s/d 300 m/s	3
Sedang	300 s/d 450 m/s	2
Buruk	> 450 m/s	1

4. Jitter

Jitter didefinisikan sebagai variasi nilai delay antar paket pada jaringan. Nilai *jitter* ditentukan oleh perubahan beban trafik serta tingkat kongesi pada jaringan. Dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kategori Jitter

Kategori Jitter	Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	1-75 ms	3
Sedang	76 – 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1

F. Skenario Pengujian

Uji jaringan dilakukan guna membandingkan kinerja atau performa jaringan sebelum penerapan dan sesudah penerapan pengelolaan *load balancing*

dengan metode NTH yang dijalankan pada *router* MikroTik. Pada kondisi jaringan tanpa load balancing, jaringan hanya menggunakan satu jalur koneksi ISP sebagai gateway utama sehingga seluruh trafik jaringan difokuskan pada satu link internet tanpa adanya pembagian beban trafik. Router tidak menerapkan konfigurasi load balancing sehingga semua koneksi melewati satu jalur ISP. Berbeda dengan kondisi jaringan yang menggunakan load balancing metode NTH, router MikroTik dikonfigurasi menggunakan dua atau lebih koneksi ISP untuk membagi trafik jaringan secara bergantian berdasarkan urutan koneksi ke-n. Distribusi trafik dilakukan menggunakan konfigurasi mangle rule dan routing mark pada router MikroTik sehingga beban trafik dapat terbagi ke masing-masing jalur ISP. Kesimpulan yang diharapkan dari penelitian ini adalah penerapan *load balancing* dengan metode NTH mampu meningkatkan efisiensi penggunaan *bandwidth* dan menyeimbangkan beban trafik antar koneksi ISP. Parameter *throughput* meningkat, sementara *latency*, *packet loss*, dan *jitter* menurun di bandingkan kondisi *baselinenya*.

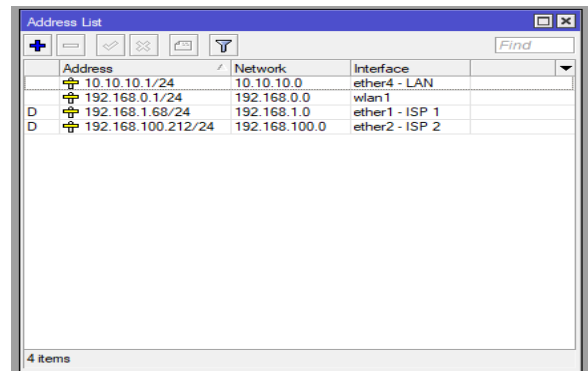
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Implementasi

a. Konfigurasi Load Balancing

a. Internet Protocol Address (IP Address)

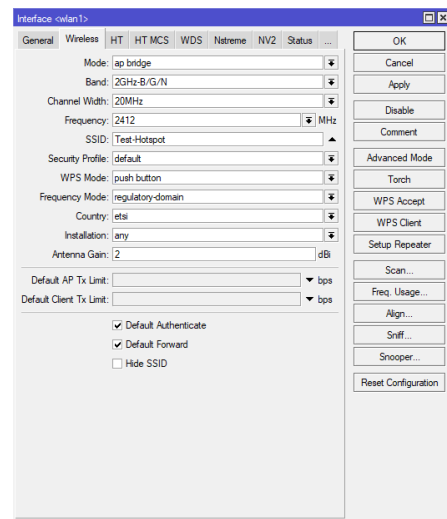
Addresses atau *setting IP Address* dalam MikroTik ini berfungsi untuk membagi bagian atau *IP Address* agar tidak terjadi tabrakan *traffic* pada *router server* ini dibagi menjadi 3 yaitu *dynamic* dari ISP 1 dan ISP 2, ether4-lan dan port wlan menggunakan *static*.



Gambar 5. Pembagian IP address pada interface

b. Konfigurasi Wireless

Menyediakan koneksi jaringan secara nirkabel (Wi-Fi) agar perangkat dapat terhubung tanpa kabel.



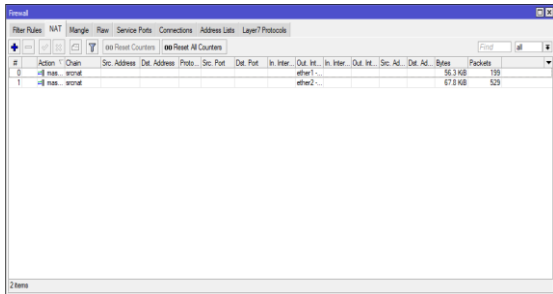
Gambar 7. Setting Wireless

c. Konfigurasi Firewall NAT

NAT atau *Network Address Translation* merupakan mekanisme yang berfungsi untuk menerjemahkan paket data dengan mengubah alamat IP *private* menjadi alamat IP *public*. Pada konfigurasi dengan aksi *masquerade*, alamat IP *private* secara otomatis akan diterjemahkan menjadi alamat IP *public*. Metode ini memungkinkan beberapa komputer terhubung ke dalam jaringan *internet* dengan hanya menerapkan satu alamat IP *public*.

Implementasi NAT banyak diterapkan karena ketersediaan yang terbatas dari alamat IP dan

tingginya kebutuhan akan aspek keamanan (*security*), serta kemudahan dan adaptabilitas dalam pengelolaan administrasi jaringan.



Gambar 9. Konfigurasi NAT

d. Konfigurasi Load Balancing NTH

Firewall Mangle adalah fitur pada MikroTik yang digunakan untuk menandai paket atau koneksi tanpa memblokir, mengizinkan, atau mengubah isinya. Hasil penandaan (*marking*) ini dipakai router untuk keperluan routing, QoS, *load balancing*, dan manajemen trafik. Dalam *load balancing* metode NTH, mangle adalah komponen inti karena proses pembagian koneksi dan pengaturan jalur ISP sepenuhnya dilakukan di *mangle*.

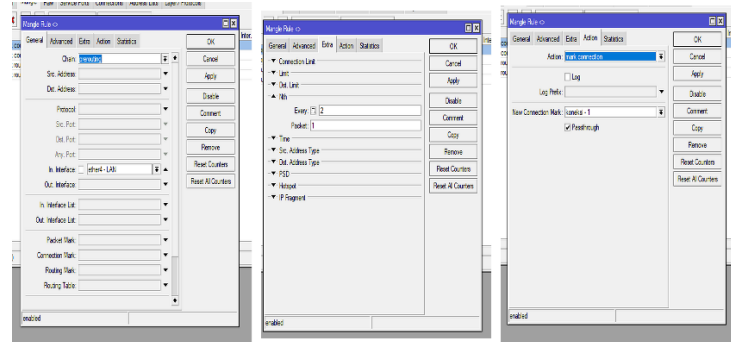
e. Konfigurasi Firewall Mangle Mark Connection NTH

Konfigurasi rule (aturan) Nth 2.1 dan 2.2 merupakan penerapan fitur NTH digunakan pada *firewall* untuk menghitung paket data atau koneksi baru (*new packet*). NTH diterapkan dengan kelipatan dua, yaitu Nth 2.1 dan 2.2, menggunakan parameter *every* = 2 dan *packet* = 1. Parameter *every* = 2 digunakan sebagai mekanisme perhitungan, sedangkan *packe t* = 1 berfungsi untuk menetapkan paket mana yang akan diproses oleh *rule* NTH yang sedang dijalankan.

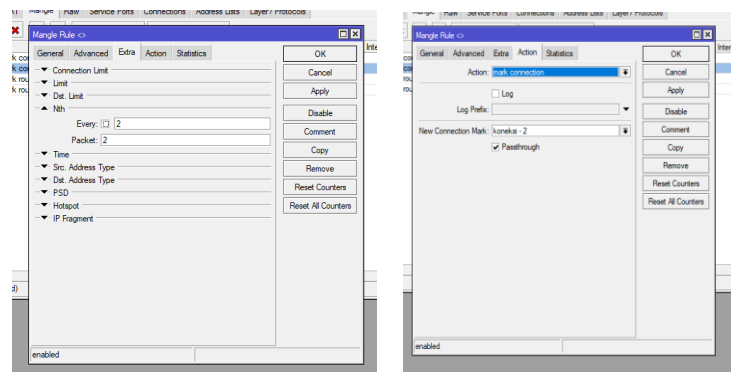
Untuk menetapkan NTH, digunakan aktifasi fungsi *counter* pada *mangle* dan memberikan penandaan berupa *route-mark*. *Route-mark* tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan *policy routing*. Tujuan penggunaan NTH adalah digunakan untuk menentukan jalur paket data, apakah akan dialihkan ke koneksi 1 atau koneksi 2. Pada skenario dua jalur koneksi, dibuat dua *rule*

NTH, yaitu Nth 2.1 dan Nth 2.2.

Berikut adalah hasil konfigurasi yang ada di gambar 11 dan gambar 12.



Gambar 11. Konfigurasi *mark-connection* Nth 2.1 pada *mangle*

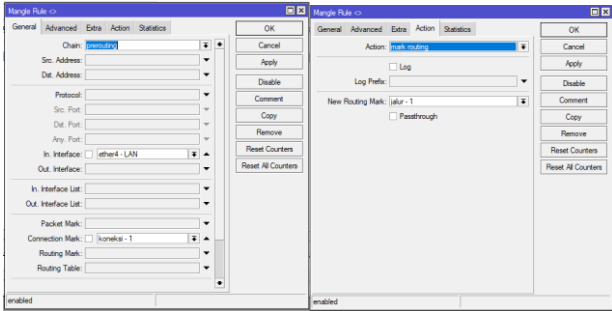


Gambar 12. Konfigurasi *mark-connection* Nth 2.2 pada *mangle*

f. Konfigurasi Firewall Mangle Mark Route

Setelah proses *mark connection* dilakukan, jalur koneksi selanjutnya akan ditandai "*mark route*" dari ISP 1 dan ISP 2 untuk mengukur jumlah paket yang diteruskan oleh *router* melalui masing-masing, proses *mark routing* dilakukan berdasarkan jalur yang telah ditetapkan, yaitu Jalur 1 dan Jalur 2. Dalam penelitian ini, digunakan dua ISP sehingga koneksi dibagi menjadi dua jalur. Hasil pembagian ini kemudian digunakan sebagai penanda, dimana koneksi pertama diberi label "Jalur 1" dan diarahkan melalui *routing mark* "ISP 1" menggunakan gateway dari ISP 1. Sementara itu, koneksi kedua ditandai sebagai "Jalur 2" dan dialihkan melalui *routing mark* "ISP 2" dengan gateway ISP 2.

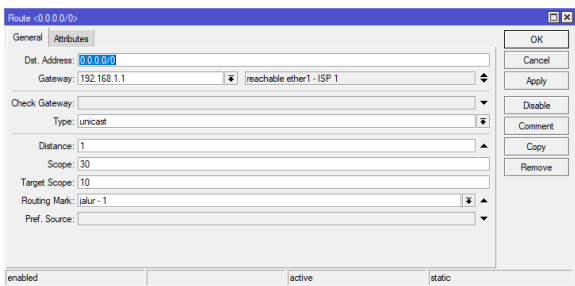
Berikut adalah hasil konfigurasi yang ada di gambar 13.



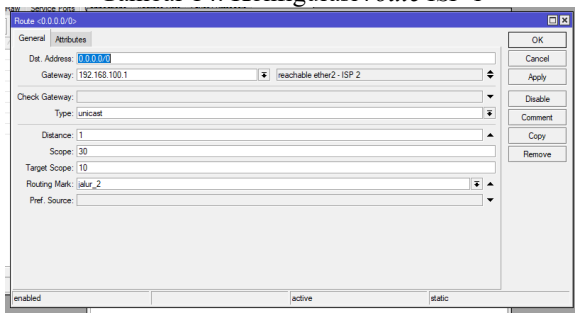
Gambar 13. Routing Mark ISP

g. Pengaturan Routing dan Mekanisme Failover

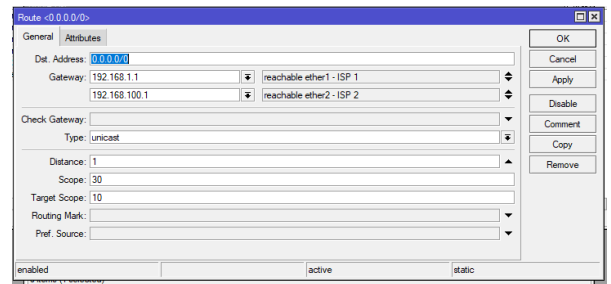
Untuk mengalirkan paket yang sudah diberi penanda melalui konfigurasi *mangle*, perlu dibuat aturan yang baru pada tabel routing (*routing table*) agar paket dapat diarahkan ke *gateway* ISP berdasarkan penandaan paket yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Gambar berikut menunjukkan cara konfigurasi pada *routing table*.



Gambar 14. Konfigurasi route ISP 1



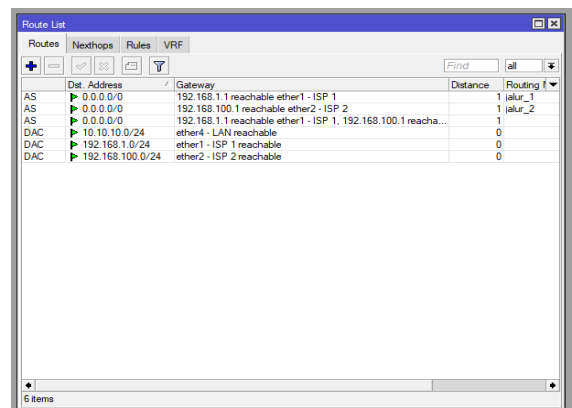
Gambar 15. Konfigurasi route ISP 2



Gambar 16. Konfigurasi failover

Routing mark bernama 'ISP 1' diarahkan menggunakan gateway 192.168.1.1, sedangkan routing mark 'ISP 2' menggunakan gateway 192.168.100.1 dalam penentuan jalur koneksi. Parameter *distance* pada konfigurasi ini berfungsi untuk menetapkan prioritas jalur *routing*, serta mengidentifikasi jalur utama dan mana yang menjadi jalur cadangan. Pada konfigurasi bawaan (default), nilai *distance* di Mikrotik berkisar antara 0 sampai 8, di mana semakin kecil nilainya, semakin tinggi prioritasnya. Dalam pengaturan *load balancing* menggunakan metode NTH, kedua ISP memiliki prioritas yang sama karena nilai *distance* masing-masing diatur ke 1, sehingga kedua ISP tersebut saling mendukung sebagai jalur *backup* satu sama lain.

Hasil konfigurasi ditunjukkan seperti pada gambar 17.



Gambar 17. Hasil konfigurasi routes failover

B. Tahap Pengujian

a. Pengujian Manajemen QoS

Tahap pengujian yaitu dengan memantau lalu

lintas jaringan (*network traffic*) menggunakan aplikasi Wireshark dengan mengacu pada parameter QoS. Perhitungan dilakukan dengan mengacu pada data QoS yang telah dikumpulkan sebagai berikut:

1. Throughput

Tabel 5. *Throughput* ISP 1 dan 2 sebelum penerapan metode *Load Balancing*

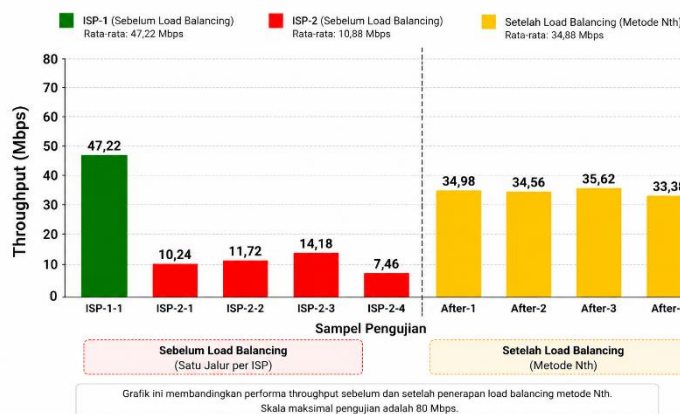
ISP 1 Sebelum Penerapan Load Balancing			ISP 2 Sebelum Penerapan Load Balancing		
Kategori Throughput	Throughput	Indeks	Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Sangat Bagus	94.69%	4	Buruk	23.72%	1
Buruk	20.79%	1	Sedang	27.15%	2
Sedang	28.26%	2	Sedang	26.85%	2
Buruk	23.43%	1	Buruk	21.66%	1

Tabel 6. *Throughput* ISP 1 dan 2 setelah penerapan Load Balancing

Setelah Penerapan Load Balancing 2 ISP		
Kategori Throughput	Throughput	Index
Sedang	34.31% / 35.116 Mbps	2
Sedang	34.11% / 34.908 Mbps	2
Sedang	34.99% / 35.816 Mbps	2
Sedang	33.72% / 34.516 Mbps	2

Perbandingan Throughput

Skala Maksimal 80 Mbps



Gambar 18. Grafik Perbandingan Kinerja ISP (*Throughput*) Sebelum Penerapan dan Sesudah Penerapan *Load Balancing* dengan metode NTH

Sebelum penerapan *load balancing*, nilai

throughput pada kedua ISP tidak stabil dan sebagian besar berada pada kategori Sedang dan Buruk, berada pada rentang 10 –14 *mbps*. Setelah *load balancing*, *throughput* menjadi lebih stabil dan merata pada kisaran 34 - 36 *mbps* (kategori Sedang). *Load balancing* meningkatkan stabilitas dan pemerataan pemanfaatan *bandwidth*.

2. Latency

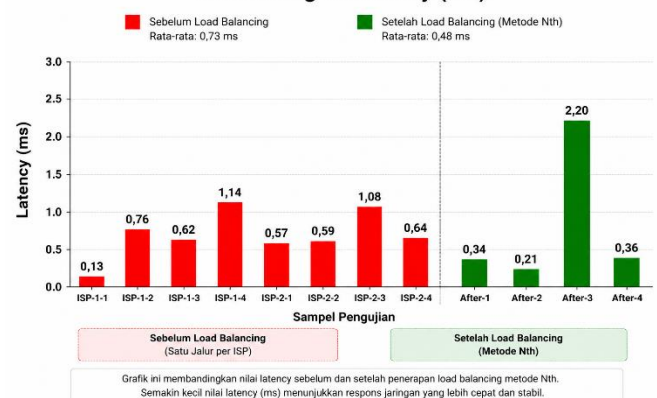
Tabel 7. *Latency* ISP 1 dan 2 sebelum penerapan metode *Load Balancing*

ISP 1 Sebelum Penerapan Load Balancing			ISP 2 Sebelum Penerapan Load Balancing		
Kategori Latency	Latency	Index	Kategori Latency	Latency	Index
Sangat Bagus	0.138ms	4	Sangat Bagus	0.577 ms	4
Sangat Bagus	0.773 ms	4	Sangat Bagus	0.585ms	4
Sangat Bagus	0.615 ms	4	Sangat Bagus	1.088 ms	4
Sangat Bagus	1.145 ms	4	Sangat Bagus	0.648 ms	4

Tabel 8. *Latency* ISP 1 dan 2 setelah penerapan metode *Load Balancing*

Setelah Penerapan Load Balancing 2 ISP		
Kategori Latency	Latency	Index
Sangat Bagus	0.346 ms	4
Sangat Bagus	0.213 ms	4
Sangat Bagus	2.207 ms	4
Sangat Bagus	0.363 ms	4

Perbandingan Latency (ms)



Gambar 19. Grafik Perbandingan Kinerja ISP (*Latency*)

Sebelum Penerapan dan Sesudah Penerapan *Load Balancing* dengan metode NTH

Latency sebelum penerapan dan sesudah penerapan *load balancing* sama-sama rendah, mayoritas berada pada kategori Sangat Bagus (0.138–1.145 ms sebelum, 0.213–0.363 ms sesudah). *Load balancing* tidak meningkatkan keterlambatan paket dan tetap menghasilkan koneksi responsif.

3. *Packet Loss*

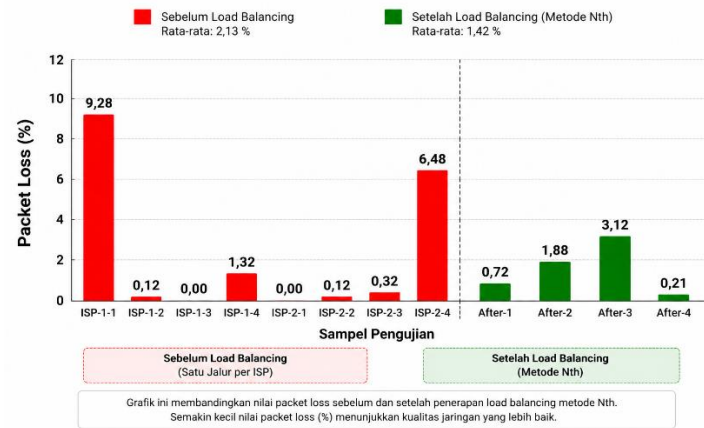
Tabel 9. *Packet Loss* ISP 1 dan 2 sebelum penerapan metode *Load Balancing*

ISP 1 Sebelum Penerapan Load Balancing			ISP 2 Sebelum Penerapan Load Balancing		
Kategori Packet Loss	Packet Loss	Index	Kategori Packet Loss	Packet Loss	Index
Bagus	9.3 %	3	Sangat Bagus	0.0 %	4
Sangat Bagus	0.1 %	4	Sangat Bagus	0.1%	4
Sangat Bagus	0.0%	4	Sangat Bagus	0.3 %	4
Sangat Bagus	1.3 %	4	Bagus	6.5 %	3

Tabel 10. *Paket Loss* ISP 1 dan 2 setelah penerapan metode *Load Balancing*

Setelah Penerapan Load Balancing 2 ISP		
Kategori Packet Loss	Packet Loss	Index
Sangat Bagus	0.7 %	4
Sangat Bagus	1.9 %	4
Bagus	3.17 %	3
Sangat Bagus	0.2%	4

Perbandingan Packet Loss (%)



Gambar 20. Grafik Perbandingan Kinerja ISP (*Packet Loss*) Sebelum dan Sesudah Penerapan Metode *Load Balancing* NTH

Sebelum *load balancing* terdapat *packet loss* yang cukup tinggi, mencapai 9.3% dan 6.5%. Setelah *load balancing* terjadi penurunan signifikan menjadi 0.2–1.9%, sebagian besar kategori Sangat Bagus. *Load balancing* efektif mengurangi kehilangan paket dan meningkatkan keandalan jaringan.

4. *Jitter*

Tabel 11. *Jitter* ISP 1 dan 2 sebelum penerapan Metode *Load Balancing*

ISP 1 Sebelum Penerapan Load Balancing			ISP 2 Sebelum Penerapan Load Balancing		
Kategori Jitter	Jitter	Index	Kategori Jitter	Jitter	Index
Sangat Bagus	0.138ms	4	Sangat Bagus	0.562 ms	4
Sangat Bagus	0.773 ms	4	Sangat Bagus	0.585 ms	4
Sangat Bagus	0.618 ms	4	Bagus	1.087ms	3
Bagus	1.112 ms	3	Sangat Bagus	0.648 ms	4

Tabel 12. *Jitter* ISP 1 dan 2 sesudah penerapan Metode *Load Balancing*

Setelah Penerapan Load Balancing 2 ISP		
Kategori Latency	Latency	Index
Sangat Bagus	0.346 ms	4
Sangat Bagus	0.213 ms	4
Sangat Bagus	2.207 ms	4

Sangat Bagus	0.363 ms	4
--------------	----------	---



Gambar 21. Grafik Perbandingan Kinerja ISP (*Jitter*) Sebelum dan Sesudah Penerapan Metode *Load Balancing* NTH

Jitter sebelum penerapan *load balancing* adalah 0.138–1.112 ms, dan setelahnya menjadi lebih stabil pada 0.213–0.361 ms, kecuali satu nilai tinggi 2.207 ms. Kualitas kestabilan waktu pengiriman paket meningkat.

b. Pengujian *Bandwidth*

1. Pengujian ISP 1

Pengujian awal dilakukan terhadap koneksi *internet* menggunakan layanan Telkomsel Orbit sebagai ISP 1 dan XL Axiata sebagai ISP 2 sebelum implementasi teknik *load balancing* yang menerapkan metode NTH untuk membagi trafik jaringan berdasarkan paket atau sesi. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi Speedtest by Ookla.

Berikut adalah hasil uji awal ditunjukkan pada gambar 22 dan gambar 23.



Gambar 22. Hasil Pengujian ISP 1 sebelum

penerapan *Load Balancing*



Gambar 23. Pengujian ISP 2 sebelum penerapan *Load Balancing*

2. Pengujian ISP 1 Dan ISP 2

Uji kecepatan (*speed test*) dilakukan dengan ISP 1 dan ISP 2, yang digunakan untuk dua jalur berbeda yang tergabung dalam satu skema *load balancing*, untuk menguji performa jaringan menggunakan aplikasi Speedtest by Ookla untuk mengetahui peningkatan kualitas koneksi dari dua ISP yang digabungkan yaitu Telkomsel Orbit dan XL Axiata.



Gambar 24. Hasil pengujian ISP 1 dan 2 setelah *Load Balancing*

Berdasarkan hasil pengujian *bandwidth* pada masing-masing ISP sebelum penerapan metode *load balancing* dan pengujian setelah penerapan metode *load balancing* metode NTH diterapkan, terlihat bahwa peningkatan *bandwidth* tidak terlalu signifikan. Karena cara kerja metode NTH yang tidak menjumlahkan *bandwidth* kedua ISP menjadi satu aliran koneksi, melainkan membagi trafik berdasarkan koneksi. Sehingga, meskipun jaringan sudah memiliki dua jalur *internet*, Speedtest tetap akan menampilkan *bandwidth* mendekati salah satu ISP saja, bukan total *bandwidth* dari dua ISP sekaligus.

c. Pengujian NTH

mendistribusikan trafik secara merata di antara dua ISP.

Penerapan metode NTH memberikan pengaruh positif terhadap kualitas koneksi jaringan pada sistem load balancing. Berdasarkan hasil pengujian parameter QoS seperti throughput, jitter, latency, dan packet loss, terjadi peningkatan stabilitas jaringan setelah penerapan load balancing. Throughput menjadi lebih stabil pada kisaran 34–36 Mbps, latency tetap rendah pada kategori Sangat Bagus (<1 ms), jitter menurun dan lebih stabil, serta packet loss berada pada kategori Sangat Bagus (0,2–1,9%). Hal ini menunjukkan bahwa metode NTH meningkatkan pemerataan trafik dan kestabilan koneksi tanpa meningkatkan keterlambatan jaringan.. Implementasi metode NTH memberikan peningkatan yang signifikan pada parameter *throughput*, sementara nilai *latency*, *packet loss*, dan *jitter* tetap berada dalam kategori baik sesuai standar ETSI-TIPHON. Selain itu, mekanisme *failover* berjalan dengan baik dalam menjaga ketersediaan koneksi ketika salah satu ISP mengalami gangguan. Dengan demikian, metode NTH efektif digunakan sebagai solusi manajemen bandwidth untuk meningkatkan kinerja dan kestabilan jaringan.

REFERENSI

- [1] Suwito, M. R., & Lukman, L. (2022). Analisis Dan Perancangan Load Balancing Dengan Metode Nth Menggunakan MikroTik Studi Kasus Smk Bina Harapan Sleman. *Respati*, 17(1), 17-25.
- [2] Darmawan, M. A., Fitri, I., & Iskandar, A. (2021). Manajemen Bandwidth Pada MikroTik Dengan Limitasi Bertingkat Menggunakan Metode Simple Queue Bandwidth Management On MikroTik With Multilevel Limitations Using The Simple Queue Method. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 3(2).
- [3] Ichwan, M. I., Sugiyanta, L., & Yunanto, P. W. (2021). Analisis Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan MikroTik pada Jaringan SMK Negeri 22. *PINTER*:
- [4] Andi Micro. (n.d.). Dasar-dasar jaringan komputer. WeLib.org.s
- [5] MikroTik. (2020). MikroTik RouterOS dan konfigurasi jaringan komputer. MikroTik Documentation.
- [6] Musakki, A., & Samuntu, A. N. (2023). Analisis kinerja jaringan wireless LAN menggunakan metode Quality of Service (QoS) dan RMA di Fakultas MIPA Universitas Halu Oleo. *AnoaTIK: Jurnal Informatika*, 1(1), 1–7
- [7] Sahenda, L. N., & Wibowo, P. A. (2024). Implementasi load balancing dengan metode policy based route dan efek failover untuk optimalisasi jaringan internet. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT)*, 11(1), 37–42.
- [8] Firdaus, M., & Ladjamuddin, S. M. (2022). Rancang Bangun Dual Link Internet Service Provider Menggunakan Metode Load Balancing Dengan Algoritma Round Robin. *Incomtech*, 11(2), 1-10.
- [9] Saharuna, Z., Nur, R., & Sandi, A. (2020). Analisis Quality of Service jaringan load balancing menggunakan metode PCC dan NTH. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 5(1), 131–136.
- [10] Azmi, K., Syamsul, S., & Fakhurrizi, F. (2022). Studi Penggunaan Dua ISP Dengan Load Balancing dan Failover Untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan Berbasis Router MikroTik. *Jurnal Tektro*, 6(2), 176-183.