
Evaluasi Performa Router Skala Beban Tinggi Menggunakan Traffic Generator Sebagai Alat Simulasi

Verra Sofica^{*1}, Ahmad Fauzi², Minda Septiani³

^{1,2,3}Universitas Bina Sarana Informatika

Email: ¹verra.vsc@bsi.ac.id, ²ahmad.azy@bsi.ac.id, ³minda.mdt@bsi.ac.id

^{*}Penulis Koresponden

Abstrak

Performa router merupakan faktor kunci dalam menjaga keandalan dan efisiensi jaringan, terutama dalam menghadapi beban lalu lintas yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja router ketika dihadapkan pada skala beban yang tinggi, dengan menggunakan Traffic Generator sebagai alat simulasi. Topik ini dipilih karena banyaknya jaringan yang mengalami penurunan kinerja saat dihadapkan pada peningkatan volume data, yang dapat berdampak signifikan pada layanan jaringan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan simulasi beban lalu lintas pada jaringan skala kecil, dengan skenario lalu lintas yang bervariasi untuk menguji throughput, latency, packet loss, dan kemampuan routing. Data yang diperoleh dari simulasi ini dianalisis untuk menentukan batas maksimal performa router dan mengidentifikasi potensi bottleneck. Hasil penelitian menunjukkan bahwa router yang diuji memiliki batas performa tertentu yang dapat mempengaruhi stabilitas dan kecepatan jaringan saat beban lalu lintas mendekati kapasitas maksimal. Temuan ini menyoroti pentingnya pemilihan dan konfigurasi router yang tepat dalam lingkungan jaringan dengan beban lalu lintas yang fluktuatif. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan Traffic Generator merupakan metode efektif untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja router, terutama dalam perencanaan jaringan yang harus siap menghadapi lonjakan lalu lintas. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengelola jaringan dalam meningkatkan keandalan infrastruktur jaringan mereka.

Kata kunci: *Performa Router, Traffic Generator, Beban Lalu Lintas*

Abstract

Router performance is a key factor in maintaining network reliability and efficiency, especially when facing high traffic loads. This study was conducted to evaluate the performance of a router under high load conditions using a Traffic Generator as a simulation tool. This topic was chosen due to the frequent occurrence of network performance degradation when faced with increased data volume, which can significantly impact network services. The research method involved simulating traffic loads in a small-scale network, with varying traffic scenarios to test throughput, latency, packet loss, and routing capabilities. The data obtained from this simulation were analyzed to determine the router's maximum performance limits and identify potential bottlenecks. The results of the study show that the tested router has specific performance limits that can affect network stability and speed as traffic loads approach maximum capacity. These findings highlight the importance of proper router selection and configuration in network environments with fluctuating traffic loads. The conclusion of this study is that using a Traffic Generator is an effective method for evaluating and optimizing router performance, particularly in network planning that must be prepared to handle traffic surges. The results of this research are expected to serve as a reference for network administrators in improving the reliability of their network infrastructure.

Keywords: *Router Performance, Traffic Generator, Traffic Load*

1. PENDAHULUAN

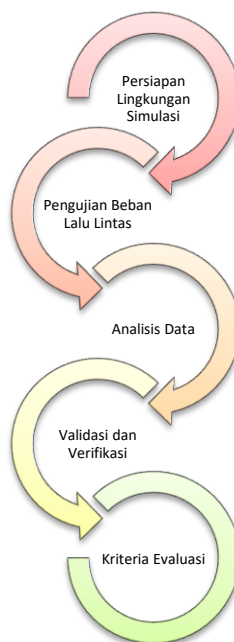
Di era transformasi digital yang semakin pesat, jaringan komputer menjadi tulang punggung utama dalam mendukung berbagai aktivitas, baik di sektor bisnis, pendidikan, maupun pemerintahan (Mugi Raharjo, Frengki Fernando, 2019). Seiring dengan meningkatnya penggunaan layanan berbasis internet dan cloud, lalu lintas data yang harus dikelola oleh jaringan pun meningkat secara signifikan (Prabantini, 2019). Dalam konteks ini, router sebagai komponen utama dalam jaringan berperan penting dalam memastikan data dapat ditransmisikan dengan cepat dan efisien (*Webcitra*, n.d.). Namun, semakin besar beban lalu lintas yang harus ditangani, semakin besar pula tantangan yang dihadapi oleh router dalam mempertahankan performanya. Salah satu permasalahan utama yang sering muncul adalah penurunan kinerja router saat dihadapkan pada beban lalu lintas yang tinggi. Kondisi ini dapat menyebabkan peningkatan latency, terjadinya packet loss, dan bahkan kegagalan routing yang dapat berdampak serius pada kualitas layanan jaringan. Identifikasi masalah ini mendorong perlunya evaluasi mendalam terhadap performa router, terutama dalam kondisi beban yang ekstrem, guna memastikan bahwa infrastruktur jaringan dapat berfungsi optimal dalam berbagai skenario. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi performa router dalam menangani skala beban lalu lintas yang tinggi, dengan menggunakan Traffic Generator sebagai alat simulasi. Traffic Generator, yang sering digambarkan sebagai "alat yang mampu mensimulasikan berbagai jenis lalu lintas jaringan secara terukur dan terkendali," berperan penting dalam menciptakan skenario beban yang realistis untuk menguji kemampuan perangkat jaringan seperti router (Ganesh Chandra Deka, Khaleel Ahmad, 2020). Seperti yang dinyatakan oleh (Wahyudi & Firmansyah, 2021), "Traffic Generator adalah alat yang sangat berguna dalam mengevaluasi performa jaringan karena memungkinkan simulasi kondisi lalu lintas yang berbeda-beda tanpa risiko terhadap jaringan nyata." (Dewi & Firmansyah, 2019) juga mencatat bahwa "Evaluasi performa router dalam kondisi lalu lintas tinggi hanya dapat dicapai melalui penggunaan Traffic Generators yang canggih yang mereplikasi pola lalu lintas yang realistis." (Syawaludin et al., 2020) menambahkan bahwa "Traffic Generators menyediakan fungsi penting untuk mensimulasikan berbagai skenario beban jaringan, yang krusial untuk menilai performa router di bawah kondisi stres yang berbeda." Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi jaringan skala kecil dengan memanfaatkan Traffic Generator untuk menghasilkan beban lalu lintas yang bervariasi. Simulasi ini akan mencakup pengujian berbagai metrik kinerja, seperti throughput, latency, dan packet loss, untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kemampuan router (Academy, n.d.). Data yang diperoleh dari simulasi ini akan dianalisis secara kuantitatif untuk mengevaluasi performa router di bawah berbagai kondisi lalu lintas (Cervone, 2020). Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang manajemen jaringan, khususnya dalam meningkatkan keandalan dan efisiensi router dalam menghadapi tantangan lalu lintas data yang semakin kompleks (Ganesh Chandra Deka, Khaleel Ahmad, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan pendekatan simulasi untuk mengevaluasi performa router di bawah berbagai kondisi beban lalu lintas. Simulasi ini dilakukan di lingkungan jaringan skala kecil untuk menghasilkan data yang representatif tentang kinerja router ketika dihadapkan pada beban tinggi.

Alat dan bahan yang digunakan sebagai media penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Traffic Generator
Alat yang digunakan untuk menciptakan lalu lintas jaringan yang beragam dan terukur. Traffic Generator yang digunakan dalam penelitian ini adalah [nama alat Traffic Generator], yang memungkinkan pembuatan berbagai jenis pola lalu lintas termasuk trafik TCP, UDP, dan ICMP.
- b. Router
Perangkat jaringan yang diuji, yang akan menjalankan berbagai konfigurasi dan dihadapkan pada kondisi lalu lintas yang berbeda.
- c. Komputer dan Perangkat Keras
Komputer yang digunakan untuk mengkonfigurasi Traffic Generator dan memantau hasil simulasi. Perangkat keras tambahan termasuk switch dan kabel jaringan untuk membangun simulasi jaringan.
- d. Software Monitoring
Software yang digunakan untuk memonitor dan menganalisis metrik performa router seperti throughput, latency, packet loss, dan waktu respon.



Sumber : Dokumentasi Penelitian 2024

Gambar 1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi:

- a. Persiapan Lingkungan Simulasi
 - 1) Konfigurasi jaringan skala kecil dengan router yang akan diuji.
 - 2) Instalasi dan konfigurasi Traffic Generator pada komputer yang sesuai.
 - 3) Pengaturan perangkat keras tambahan seperti switch dan koneksi kabel.
- b. Pengujian Beban Lalu Lintas
 - 1) Skenario Lalu Lintas
Menetapkan beberapa skenario lalu lintas yang berbeda, termasuk beban ringan, sedang, dan berat. Setiap skenario akan mensimulasikan pola lalu lintas yang berbeda untuk menguji berbagai aspek performa router.
 - 2) Pengaturan Traffic Generator
Mengkonfigurasi Traffic Generator untuk mensimulasikan trafik sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan. Metrik yang diukur termasuk throughput, latency, packet loss, dan waktu respon.
 - 3) Pengumpulan Data
Melakukan pengujian dengan setiap skenario lalu lintas selama periode waktu yang cukup untuk mengumpulkan data yang memadai. Data performa router akan direkam secara otomatis oleh software monitoring.
- c. Analisis Data
 - 1) Pengolahan Data
Menganalisis data yang dikumpulkan untuk menilai performa router berdasarkan metrik yang telah ditentukan. Menggunakan alat analisis statistik untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antara beban lalu lintas dan performa router.
 - 2) Interpretasi Hasil
Membandingkan hasil dari berbagai skenario untuk menentukan batas maksimal performa router dan mengidentifikasi potensi bottleneck atau kelemahan.

d. Validasi dan Verifikasi

1) Uji Validitas

Memastikan bahwa hasil simulasi adalah representatif dari kondisi nyata dengan memverifikasi data terhadap standar performa yang diakui.

2) Replikasi

Melakukan pengujian ulang pada beberapa skenario untuk memastikan konsistensi dan keandalan hasil.

e. Kriteria Evaluasi

1) Throughput

Mengukur jumlah data yang berhasil ditransmisikan melalui router dalam satuan waktu.

2) Latency

Menilai waktu yang diperlukan untuk data melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan melalui router. Sda

3) Packet Loss

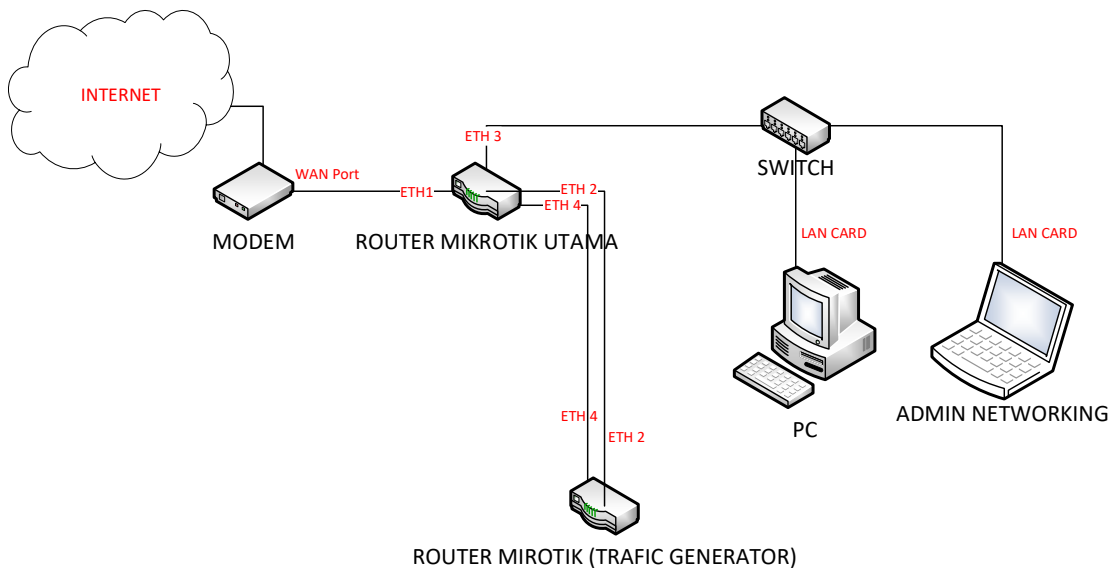
Mengidentifikasi persentase paket data yang hilang selama transmisi.

4) Time to Response

Mengukur waktu yang dibutuhkan router untuk merespons permintaan.

Hasil dari analisis data akan digunakan untuk memberikan rekomendasi terkait konfigurasi router dan strategi manajemen lalu lintas untuk meningkatkan performa jaringan dalam kondisi beban tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Sumber : Dokumentasi Penelitian 2024

Gambar 2. Skema Jaringan Pengujian dengan Traffic Generator

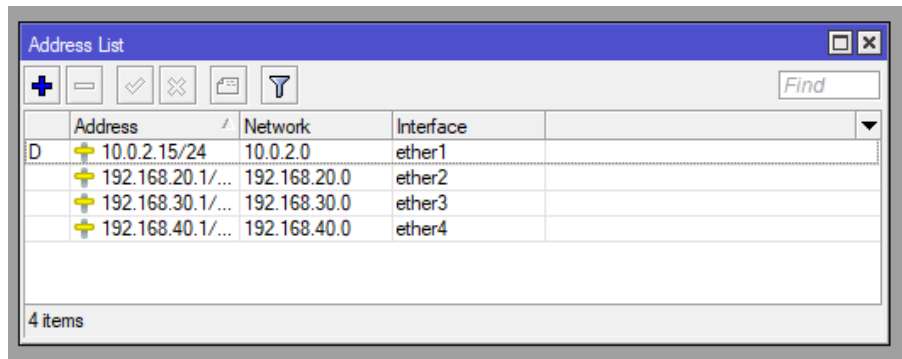
Pada skema tersebut terdapat beberapa perangkat yang saling terhubung yang menjadi satu networking dengan Modem sebagai sumber akses internet yang akan diteruskan oleh perangkat Router Mikrotik Utama dengan tipe Rb 941 2nd Tc Hap Lite, kemudian akses internet akan disebar ke beberapa perangkat seperti PC, lalu sebagai pengujian terhadap traffic generatornya dihubungkan antara perangkat Router Mikrotik lain sebagai Traffic generator dengan tipe yang sama Rb 941 2nd Tc Hap Lite dengan 2 port sekaligus yakni Port 2 dan 4 dengan Router Mikrotik Utama yakni port 2 dan 4 pula. Berikut mapping Ip address yang digunakan dalam simulasi jaringan tersebut:

Tabel 1. Mapping IP Address

NO	Nama Device	User Interface	IP	Gateway
1	Modem	Port WAN	10.0.2.1/24	-
		ETH 1	10.0.2.15/24	10.0.2.1/24
2	Router Mikrotik Utama	ETH 2	192.168.20.1/24	-
		ETH 3	192.168.30.1/24	-
		ETH 4	192.168.40.1/24	-
3	Router Mikrotik (Trafic Generator)	ETH 2	192.168.20.2/24	192.168.20.1
		ETH 4	192.168.40.2/24	192.168.40.1
4	PC	LAN CARD	192.168.30.10/24	192.168.30.1
5	Admin Networking	LAN CARD	192.168.30.11/24	192.168.30.1

Sumber : Dokumentasi Penelitian 2024

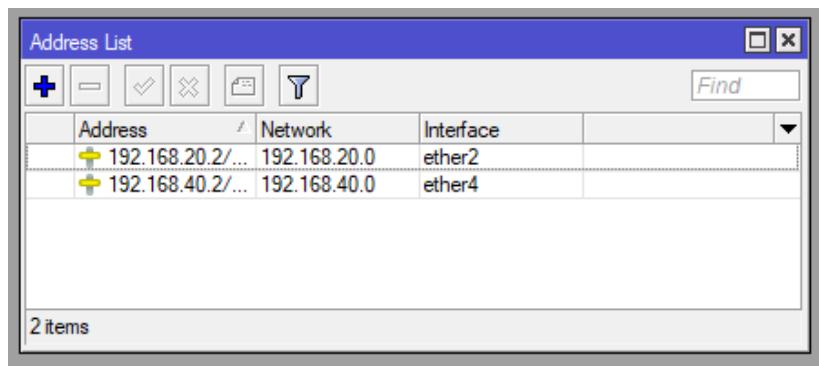
Berdasarkan dari skema jaringan tersebut maka dilakukan konfigurasi IP address kedalam Router Mikrotik Utama.



Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 3. Konfigurasi IP address pada Router Utama

Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa ether 1 merupakan sumber dari akses internet yang di lanjutkan pada Port lainnya dengan menggunakan metode Firewall Masqrade, selanjutnya untuk konfigurasi IP address pada Router yang dijadikan sebagai Trafic Generator, berikut konfigurasi IP address pada Router Mikrotik Trafic Generator.

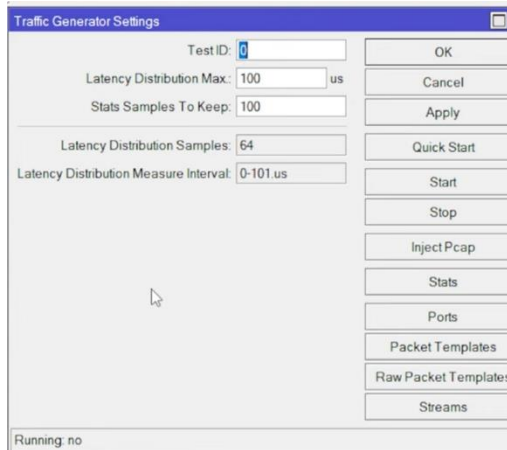


Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 4. Konfigurasi IP address pada Router Trafic Generator

Untuk pengjiannya dalam penelitian ini menggunakan 2 ether yaitu ether 2 dan ether 4 dimana IP address yang digunakan harus di sesuaikan dengan IP address Router Mikrotik Utama dimana pada ether 2 memiliki alamat 192.168.20.1/24 maka agar dapat terhubung maka pada ether 2 router mikrotik (Trafic Generator) menggunakan IP address 192.168.20.2/24. Sedangkan pada ether 4 memiliki alamat 192.168.40.1/24 maka agar dapat terhubung maka pada ether 4 router mikrotik (Trafic Generator) menggunakan IP address 192.168.40.2/24.

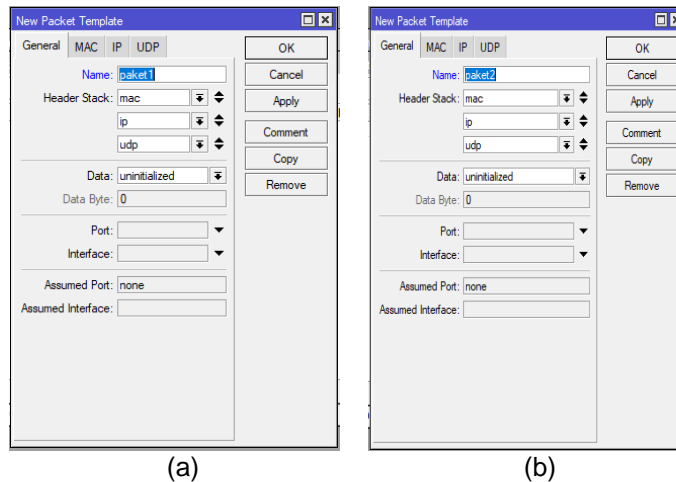
Dengan menggunakan metode ICMP pastikan kedua ether dapat terkoneksi dengan baik, selanjutnya maka peneliti akan mengkonfigurasi pengujian beban Bandwidth yang dapat ditampung pada ether 2 dan 4 dengan menggunakan Metode Traffic generator di setting pada Router Mikrotik (Trafic Generator), dengan memilih pada menu Tools dan Traffic Generator.



Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 5. Tampilan Utama Tools Traffic Generator

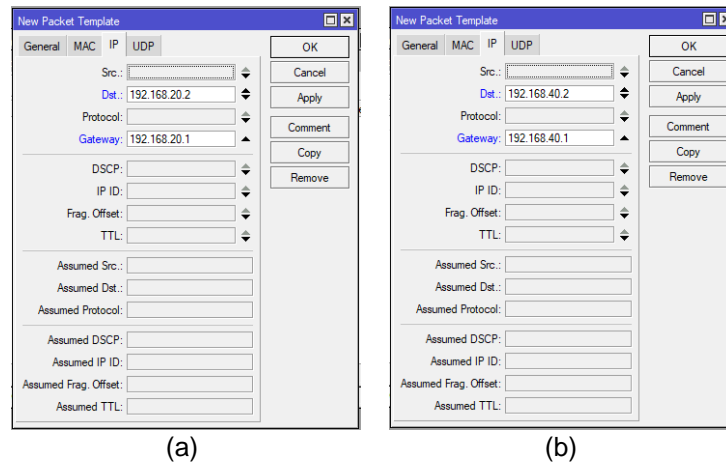
Pada gambar tersebut merupakan Tools yang digunakan untuk Evaluasi Performa Router Skala Beban Tinggi yang akan diujikan pada Router Mikrotik Utama dimana konfigurasinya akan dilakukan pada Router Mikrotik (Trafic Generator), pada menu Traffic Generator maka yang akan dilakukan konfigurasi pada menu Packet Template yang bertujuan untuk menentukan jumlah beban yang diujikan pada sebuah ether dan Streams yang merupakan pemilih port yang akan dibebankan ketika sudah ditentukan berapa beban yang akan dilakukan pengujian, berikut konfigurasi yang dilakukan pada tahap membuat packet Template untuk ether 2 (a) dan ether 4 (b).



Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 6. (a) Packet Template ether 2, (b) packet Template ether 4

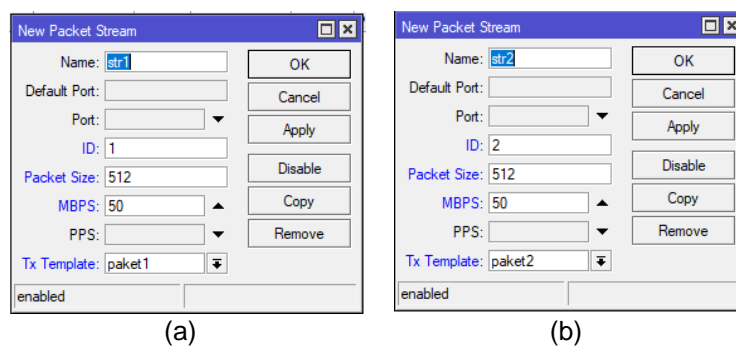
Pada gambar (a) yang merupakan konfigurasi packet template ether 2 dengan nama paket1 dimana pada settingan tersebut untuk Header stacknya dengan menggunakan tiga port yaitu berdasarkan MAC Address, IP address dan UDP sama halnya dengan gambar (b) yang menggunakan nama paket2 sebagai konfigurasi packet templatennya, setelah itu peneliti mengkonfigurasi target IP address yang akan diujikan dimana IP tersebut yang akan mengarah pada ether 2 dan 4 yang diujikan, pada menu IP pada konfigurasi Packet Template.



Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 6. (a) Target Paket ke IP 192.168.20.1 , (b) Target Paket ke IP 192.168.40.1

Pada gambar (a) merupakan paket1 yang ditujukan untuk pengujian pada ether 2 router Mikrotik Utama dengan alamat IP 192.168.20.1 yang dimasukan pada gateway sedangkan IP Dst 192.168.20.2 merupakan IP ether 2 yang berasal dari Route Mikrotik (Traffic Generator), begitu juga hal demikian pada gambar (b) yang merupakan paket2 yang ditujukan untuk pengujian pada ether 2 router Mikrotik Utama dengan alamat IP 192.168.40.1 yang dimasukan pada gateway sedangkan IP Dst 192.168.40.2 merupakan IP ether 2 yang berasal dari Route Mikrotik (Traffic Generator), dengan demikian terbentuklah 2 paket yang sudah disetting targetnya, lalu setelah sudah di buatkan packet templatennya langka selanjutnya menentukan beban trafic yang akan diujikan pada menu Streams.



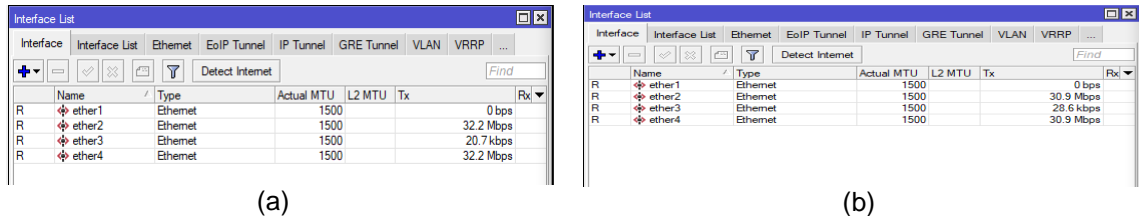
Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 6. (a) Target Paket ke IP 192.168.20.1 , (b) Target Paket ke IP 192.168.40.1

Pada gambar (a) dengan penamaan str1 pada kolom name dan identitas 1 pada kolom ID, maka dapat kita tentukan besaran paket sebesar 512 Mbps pada kolom packet Size yang akan dibebankan dengan total Bandwidth sebesar 50 MBPS pada kolom MBPS yang akan diterapkan pada target paket1 kolom Tx Template yang merupakan target dari ether 2 Router Mikrotik Utama, begitu pula untuk gambar (b) dengan penamaan str2 pada kolom name dan identitas 2 pada kolom ID, maka dapat kita tentukan besaran paket sebesar 512 Mbps pada kolom packet Size yang akan dibebankan dengan total Bandwidth sebesar 50

MBPS pada kolom MBPS yang akan diterapkan pada target paket1 kolom Tx Template yang merupakan target dari ether 4 Router Mikrotik Utama.

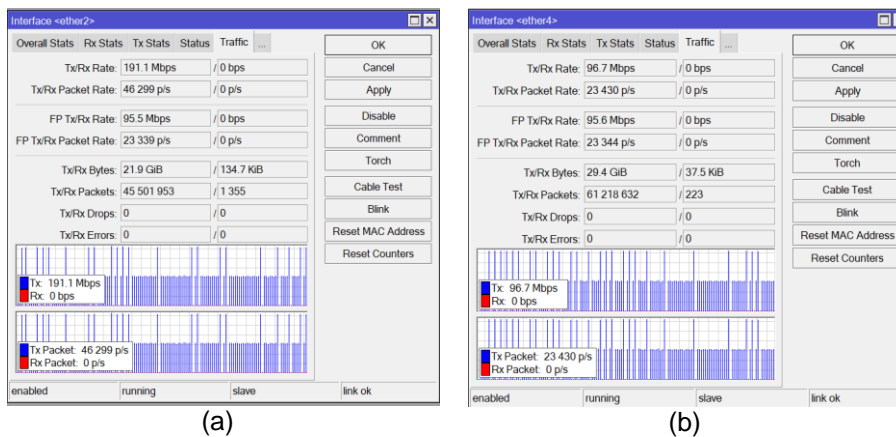
Setelah Packet Template dan packet Steram sudah di konfigurasi maka sudah dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan mengaktifkan atau mengklik tombol star pada menu yang ada di tampilan Traffic Generator dan berikut hasilnya yang dapat di lihat pada menu interface di mikrotik.



Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 7. (a) Tx pada Route Mikrotik Utama , (b) Tx pada Route Mikrotik (Packet generator)

Dalam konteks jaringan pada router MikroTik, FP Tx merujuk pada Fast Path Transmit. Fast Path adalah mekanisme optimasi pada router MikroTik yang digunakan untuk memproses paket jaringan dengan lebih efisien, sehingga memungkinkan throughput yang lebih tinggi dengan latensi yang lebih rendah, FP Tx (Fast Path Transmit): Menunjukkan jumlah paket yang telah dikirim melalui interface menggunakan mekanisme Fast Path. Ini mencerminkan paket yang diproses dengan jalur cepat (Fast Path), yang umumnya digunakan untuk mempercepat forwarding paket dengan mengabaikan beberapa proses yang biasanya dilakukan pada jalur normal (seperti queueing atau firewall processing), Fast Path bekerja dengan cara menghindari beberapa pemeriksaan atau proses yang tidak diperlukan untuk jenis lalu lintas tertentu, sehingga meningkatkan performa router dalam mengirimkan paket, Penggunaan Fast Path sangat berguna pada router MikroTik yang digunakan dalam jaringan yang memerlukan kecepatan tinggi dan latensi rendah, seperti pada jaringan ISP atau enterprise yang memiliki beban lalu lintas data tinggi.



Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 8. (a) Traffic Tx pada Route Mikrotik Utama ether 2 , (b) Traffic Tx pada Route Mikrotik Utama ether 4

Berdasarkan pada gambar (a) dapat disimpulkan bahwa Interface ether2 pada perangkat jaringan ini menunjukkan aktivitas pengiriman data yang aktif dengan kecepatan 191.1 Mbps, sementara tidak ada data yang diterima. Pada saat ini, kecepatan pengiriman paket mencapai 46.299 paket per detik, dan total data yang telah dikirimkan mencapai 21.9 GiB, sedangkan data yang diterima hanya 134.7 KiB. Tidak ada kesalahan atau paket yang terjatuh selama proses pengiriman dan penerimaan data. Interface ini berfungsi dengan baik, terlihat dari status enabled, running, dan link ok, yang menandakan koneksi aktif dan stabil tanpa adanya masalah teknis. Sedangkan pada gambar (b) pada perangkat jaringan ini menunjukkan aktivitas pengiriman data yang stabil dengan kecepatan 96.7 Mbps, namun tidak ada data yang diterima.

Kecepatan pengiriman paket mencapai 23.430 paket per detik, sementara penerimaan paket berada di 0 p/s. Total data yang telah dikirim mencapai 29.4 GiB, sedangkan data yang diterima hanya 37.5 KiB. Interface ini tidak mengalami kesalahan ataupun kehilangan paket, dengan indikator Tx/Rx Errors dan Tx/Rx Drops yang menunjukkan angka nol. Status enabled, running, slave, dan link ok menandakan bahwa interface berfungsi normal dan terhubung dengan baik, meskipun tidak ada aktivitas penerimaan data pada saat ini.

```
[admin@TG] /tool traffic-generator> print
      running: yes
      test-id: 0
      measure-out-of-order: yes
      latency-distribution-max: 100us
      stats-samples-to-keep: 100
      latency-distribution-samples: 64
      latency-distribution-measure-interval: 0-196ns
```

Sumber : Hasil Penelitian 2024

Gambar 9. Hasil menyeluruh dari Traffic Generator

Gambar tersebut menunjukkan hasil konfigurasi dan status dari traffic generator tool pada perangkat MikroTik, alat traffic generator sedang berjalan (ditunjukkan dengan status running: yes). Tes ini memiliki test-id sebesar 0, yang menandakan identifikasi dari pengujian yang sedang berlangsung. Fitur measure-out-of-order diaktifkan (yes), yang berarti alat ini akan mengukur paket-paket yang diterima dalam urutan yang salah. Nilai maksimal distribusi latensi yang akan diukur adalah 100 microseconds (us), yang menandakan bahwa traffic generator mengukur waktu tunda (latency) hingga batas tersebut. Sistem menyimpan 100 sampel statistik (stats-samples-to-keep) dari hasil pengujian, dan telah menetapkan 64 sampel untuk distribusi latensi (latency-distribution-samples). Interval pengukuran distribusi latensi diatur pada rentang 0 hingga 196 nanoseconds (ns), menunjukkan interval pengukuran yang cukup ketat dan terperinci untuk melihat perbedaan waktu tunda dalam jaringan. Secara keseluruhan, pengaturan ini memungkinkan traffic generator untuk mengukur latensi, memantau distribusi latensi dalam paket, dan menangani masalah urutan paket yang diterima dengan presisi tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis mendetail terhadap interface ether2 dan ether4, keduanya menunjukkan aktivitas jaringan yang signifikan dalam hal pengiriman data, tetapi tidak ada aktivitas penerimaan data yang terdeteksi. Secara keseluruhan, kedua interface berfungsi dengan baik tanpa adanya kesalahan atau kehilangan paket selama proses pengiriman, dan statusnya menunjukkan bahwa koneksi berjalan dengan stabil. Pada ether2, terlihat bahwa kecepatan pengiriman data mencapai 191.1 Mbps, dengan jumlah paket yang dikirim sebesar 46.299 paket per detik. Dalam hal total volume data, interface ini telah mengirim 21.9 GiB, sementara data yang diterima hanya 134.7 KiB, yang menunjukkan bahwa penerimaan data sangat minim atau bahkan tidak ada dalam waktu pengamatan ini. Sementara itu, ether4 menunjukkan kecepatan pengiriman data yang lebih rendah dibandingkan ether2, yaitu sebesar 96.7 Mbps, dengan jumlah paket yang dikirim 23.430 paket per detik. Dari segi volume data, ether4 telah mengirim total 29.4 GiB, yang lebih besar dibandingkan dengan ether2, meskipun kecepatan pengirimannya lebih rendah. Data yang diterima oleh interface ini sangat sedikit, hanya 37.5 KiB, dan jumlah total paket yang diterima hanyalah 223 paket. Meski begitu, seperti ether2, ether4 juga tidak mengalami masalah dalam hal kesalahan atau kehilangan paket. Tidak ada paket yang terjatuh (Tx/Rx Drops: 0) atau kesalahan transmisi (Tx/Rx Errors: 0) yang tercatat. Status interface ini juga menunjukkan kondisi yang baik, dengan status enabled, running, slave, dan link ok, memastikan bahwa koneksi berjalan lancar tanpa ada masalah teknis. Jumlah total paket yang dikirim mencapai 45.501.953, dengan hanya 1.355 paket yang diterima, menunjukkan ketidakseimbangan besar antara aktivitas pengiriman dan penerimaan. Meskipun begitu, tidak ada indikasi adanya kesalahan atau paket yang terjatuh selama transmisi, sebagaimana ditunjukkan oleh angka nol pada Tx/Rx Drops dan Tx/Rx Errors. Status interface ini menunjukkan bahwa ether2 berada dalam kondisi enabled, running, slave, dan link ok, yang berarti koneksi berfungsi secara optimal dan siap untuk menerima atau mengirim lebih banyak data jika diperlukan. Kedua interface, ether2 dan ether4, berfungsi dengan sangat baik dalam hal pengiriman data, meskipun tidak ada aktivitas penerimaan data yang signifikan pada saat pengamatan. Ether2 mencatat kecepatan pengiriman yang lebih tinggi (191.1 Mbps), namun ether4 memiliki volume data

yang lebih besar dengan 29.4 GiB dibandingkan ether2 yang mencapai 21.9 GiB. Keduanya menunjukkan stabilitas yang sangat baik tanpa adanya kehilangan paket atau kesalahan transmisi. Interface ini cocok untuk jaringan yang membutuhkan pengiriman data dalam jumlah besar, tetapi mungkin perlu perhatian lebih jika diharapkan adanya penerimaan data, mengingat bahwa pada kedua interface ini, aktivitas penerimaan data hampir tidak ada. Meski begitu, dengan status koneksi yang baik, keduanya siap digunakan dalam kondisi jaringan yang lebih kompleks, baik untuk pengiriman maupun penerimaan data di masa mendatang.

REFERENSI

- Academy, C. N. (n.d.). *Introduction Cyber Security*. Www.Netacad.Com. www.netacad.com
- Cervone, H. F. (2020). Computer Network Security and Cyber Ethics (review). In *portal: Libraries and the Academy* (Vol. 7, Issue 2). <https://doi.org/10.1353/pla.2007.0017>
- Damanik, B., SINUSOIDA, M. H.-, & 2020, undefined. (2017). Simulasi Perancangan Spanning Tree Protocol Dengan Topologi Ring Pada Multi-Akses Virtual Local Area Network. *Ejournal.Istn.Ac.Id*, 8(2), 138.
- Dewi, S., & Firmansyah, F. (2019). Quality of Service Gateway Load Balancing Protocol Message Digest algorithm 5 Authentication For Network Quality Enhancement. *Journal of Telematics and Informatics*, 7(1), 45–50. <http://section.iaesonline.com/index.php/JTI/article/view/709>
- Ganesh Chandra Deka, Khaleel Ahmad, N. I. U. (2020). *Opportunistic Networks Mobility Models, Protocols, Security, and Privacy*. CRC Press.
- Mochamad Wahyudi, M. M., Kom, M., & Firmansyah. (2021). *15 BEST PRACTICE SKILL CISCO ROUTING AND SWITCHING*. Bintang Pustaka Madani.
- Mugi Raharjo, Frengki Pernando, A. F. (2019). Perancangan Performansi Quality Of Service Dengan Metode Virtual Routing Redudancy Protocol (VRRP). *Teknik Komputer*, V(1), 87–92. <https://doi.org/10.31294/jtk.v5i1.4555>
- Prabantini, D. (2019). *panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan Menggunakan Mikrotik RouterOS*. Andi Yogyakarta.
- Prasetyo, J. A., & Suardinata, I. W. (2020). Comparison of Voice over Internet Protocol (VoIP) Performances in Various Network Topologies. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 18(1), 65. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2020.180105>
- Subli, M., -, H., & Wahyudi, E. (2020). Penerapan Spanning Tree Protocol Untuk Mencegah Terjadinya Looping Pada Frame Ethernet. *Explore*, 10(1), 7. <https://doi.org/10.35200/explore.v10i1.358>
- Syawaludin, H. A., Fauzi, A., & Rosyida, S. (2020). Perancangan Dan Implementasi Jaringan Tunnel Dengan Metode Pptp Pada Yayasan Pendidikan Bina Putera Indonesia. *Jurnal Edik Informatika*, 7(1). <http://dx.doi.org/10.22202/ei.2020.v7i1.4346>
- Taufan, M., Zaen, A., & Tanton, A. (2022). Topologi Redundansi Link Untuk Keamanan Serta Mitigasi Ketersediaan Jaringan Komputer Menggunakan Rapid Spanning Tree Protocol. 4(1), 88–100. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i1.2336>
- Wahyudi, M., & Firmansyah. (2021). Network Performance Optimization using Dynamic Enhanced Interior Routing Protocols Gateway Routing Protocol for IPv6 (EIGRPv6) and IPv6 Access Control List. *Journal of Physics: Conference Series*, 1830(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1830/1/012017>
- webcitra. (n.d.). <https://citraweb.com/>
- Willis, P. (2019). *A Performance Analysis of the Meshed Tree Protocol and the A Performance Analysis of the Meshed Tree Protocol and the Rapid Spanning Tree Protocol Rapid Spanning Tree Protocol*. RIT – Main Campus.