

Implementasi Jaringan Hotspot Mikrotik Dengan Menggunakan Metode *Queue Tree*

Putri Nazila¹, Atthariq^{2*}, Fachri Yanuar Rudi F³

^{1,3}Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹pnazila51@gmail.com

^{2*}atthariq@pnl.ac.id

³fachri@pnl.ac.id

Abstrak— Pemanfaatan jaringan hotspot Mikrotik telah menjadi salah satu solusi populer dalam menyediakan akses internet nirkabel yang luas dan mudah diakses. Namun, tantangan utama dalam mengoperasikan jaringan hotspot adalah mengelola sumber daya jaringan secara efektif, memastikan kualitas layanan yang baik, serta menjaga keamanan dan keandalan jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan tersebut dengan mengimplementasikan metode *Queue Tree* dalam jaringan hotspot Mikrotik. Metode *Queue Tree* digunakan untuk mengendalikan alokasi *bandwidth*, mengatur prioritas akses, dan mengoptimalkan penggunaan jaringan. Penelitian ini mencakup langkah-langkah implementasi, konfigurasi, serta pengujian metode *Queue Tree* pada jaringan hotspot Mikrotik yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode *Queue Tree* secara signifikan meningkatkan efektivitas pengendalian dalam hal pengalokasian *bandwidth*, kontrol akses pengguna, dan pengelolaan lalu lintas jaringan secara keseluruhan. Selain itu, implementasi ini juga membantu dalam menjaga keamanan jaringan dengan mengendalikan akses ke sumber daya yang sensitif. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah metode *Queue Tree* dapat digunakan dalam lingkungan hotspot Mikrotik untuk mencapai pengendalian yang lebih efektif dalam pengelolaan jaringan nirkabel yang semakin kompleks.

Kata Kunci— Hotspot, MikroTik, Queue Tree, Bandwidth, Prioritas.

Abstract— The utilization of MikroTik hotspot networks has become a popular solution for providing widespread and easily accessible wireless internet access. However, a primary challenge in operating hotspot networks is the effective management of network resources, ensuring quality of service, and maintaining network security and reliability. This research aims to address these challenges by implementing the Queue Tree method in MikroTik hotspot networks. The Queue Tree method is employed to control bandwidth allocation, prioritize access, and optimize network usage. This study encompasses the steps of implementation, configuration, and testing of the Queue Tree method in existing MikroTik hotspot networks. The research results indicate that the use of the Queue Tree method significantly enhances control effectiveness in terms of bandwidth allocation, user access control, and overall network traffic management. Additionally, this implementation aids in maintaining network security by regulating access to sensitive resources. The practical implications of this research are that the Queue Tree method can be adopted in MikroTik hotspot environments to achieve more effective control in managing increasingly complex wireless networks.

Keywords— Hotspot, MikroTik, Queue Tree, Bandwidth, Prioritas.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan jaringan komputer terus berkembang mengarah pada penggunaan teknologi yang semakin canggih. Keberadaan internet juga memberi banyak manfaat, dengan memiliki sistem yang saling berhubungan satu sama lain

sehingga bisa dengan mudah mendapatkan informasi hanya dengan menggunakan bantuan internet dan itu akan menjadi salah satu solusi untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam jangka waktu yang tidak lama.

Seiring dengan pertumbuhan pesat penggunaan internet, terutama dalam akses nirkabel, jaringan hotspot Mikrotik telah menjadi solusi yang populer untuk menyediakan akses internet yang luas dan mudah diakses. Namun, pengelolaan efektif dan

efisien dari jaringan hotspot ini adalah tantangan utama yang dihadapi oleh penyedia layanan dan administrator jaringan. Kebutuhan untuk mengalokasikan *bandwidth* secara adil, mengendalikan akses, memprioritaskan layanan, serta menjaga keamanan dan keandalan jaringan menjadi aspek krusial dalam menjaga kualitas layanan hotspot yang baik. Dalam hal ini, metode *Queue Tree* pada perangkat Mikrotik muncul sebagai alat yang dapat digunakan untuk mengatasi sejumlah tantangan ini.

Tujuan dari implementasi ini untuk menjelajahi kemungkinan metode *Queue Tree* dalam jaringan hotspot Mikrotik dengan harapan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam mengelola sumber daya jaringan dan meningkatkan pengalaman pengguna yang menggunakan layanan hotspot ini. Dengan memahami potensi dan manfaat implementasi metode *Queue Tree*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berharga dalam pengembangan dan peningkatan kualitas jaringan hotspot Mikrotik.

II. METODE PENELITIAN

A. Analisa QoS

QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. *QoS* digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis.

Throughput yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bit per-second (bps). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut [1]. Tabel I menunjukkan kategori *throughput*.

TABEL I
KATEGORI THROUGHPUT

Kategori Throughput	Throughput (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ketujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau waktu proses yang lama [1]. Tabel II memperlihatkan kategori *delay*.

TABEL II
KATEGORI DELAY

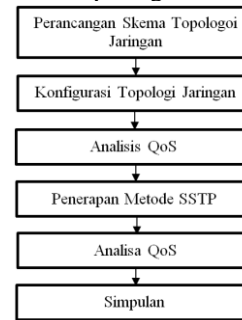
Kategori Latensi	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms s.d. 300 ms	3
Sedang	300 ms s.d. 450 ms	2

Buruk > 450 ms 1

B. Perancangan Jaringan

Analisis metode *SSTP* untuk Interkoneksi jaringan menggunakan bayangan kerja sebagai berikut:

- 1) Tahapan Interkoneksi MAN dengan *SSTP*: Gambaran tahapan untuk interkoneksi tiga *LAN* dengan letak kota yang berbeda terlihat pada gambar 1.



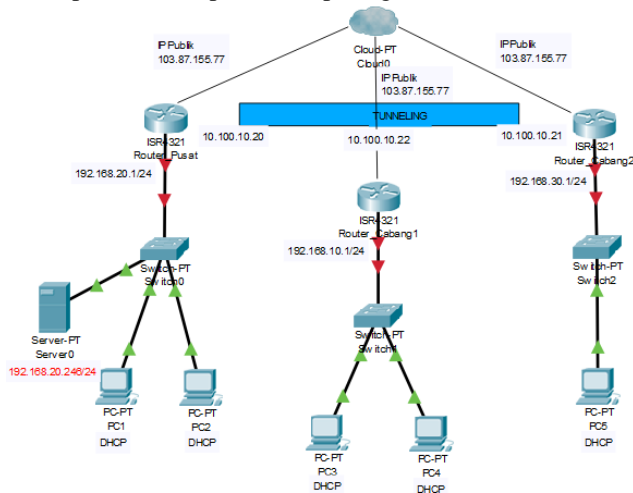
Gambar 1. Blok diagram Interkoneksi MAN

Tahapan pada gambar 1 yang dilakukan oleh peneliti dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Peneliti memulai dengan merancang topologi jaringan.
- b. Melakukan konfigurasi jaringan dengan beberapa tahapan yaitu:
 1. Mengajukan *bypass mikrotik* agar dapat terhubung ke internet kampus tanpa *password* dan tidak mengganggu topologi yang sudah ada.
 2. Melakukan konfigurasi *interface* agar setiap *client* dapat terhubung ke internet melalui *router* dan saling terkoneksi antar perangkat dalam jaringan yang sama.
 3. Membuat *home server* dengan *ubuntu server* dan *docker*, mendaftarkan *user* pada *owncloud* sebagai akses *client*.
 4. Melakukan limitasi *bandwidth* satu *Mbps* dan tiga *Mbps* pada setiap *client* secara bergantian.
- c. Melakukan pengujian dan analisa *QoS* dengan parameter *delay* dan *throughput* menggunakan aplikasi *wireshark* pada setiap pengaturan *bandwidth*.
- d. Melakukan konfigurasi untuk penerapan metode *SSTP* menggunakan *IPv4* agar *LAN* rumah dapat terhubung dengan *LAN* pusat secara *private*.
- e. Melakukan konfigurasi ulang jika metode *SSTP* tidak berhasil terhubung dan melakukan langkah selanjutnya jika berhasil terhubung.
- f. Melakukan pengujian dan analisa *QoS* dengan parameter *delay* dan *throughput* menggunakan aplikasi *wireshark* pada setiap pengaturan *bandwidth*.

g. Mengambil kesimpulan berdasarkan analisis yang dilakukan serta memberi saran terkait penelitian selanjutnya agar dapat lebih sempurna.

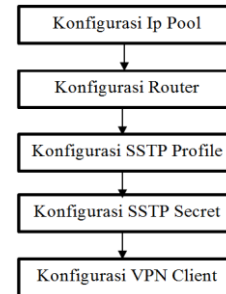
2) *Skema Perancangan*: Implementasi topologi *tunneling* yang akan dianalisa disimulasikan seperti gambar 2. Berikut rancangan infrastruktur jaringan pada Politeknik Negeri Lhokseumawe dan pada dua cabang yang akan dilakukan pengujian. Rancangan topologi penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Topologi Interkoneksi MAN dengan Metode SSTP

Router MikroTik yang digunakan sebanyak tiga *mikrotik* yang masing-masing dari *mikrotik* memiliki jaringan LAN yang berbeda-beda. *Mikrotik* pertama bertindak sebagai pusat berada di Politeknik Negeri Lhokseumawe dengan tiga komputer, satu di konfigurasi sebagai server dan selebihnya sebagai *client*. *Mikrotik* cabang satu bertindak sebagai *client* berada di Lhoksukon berjarak ± 27 Km dari *mikrotik* pusat dengan dua laptop sebagai *client*. *Mikrotik* cabang dua bertindak sebagai *client* berada di Pantan labu berjarak ± 32 Km dari *mikrotik* pusat dengan satu laptop sebagai *client*. Setiap *client* yang berada pada ketiga *mikrotik* dapat terhubung ke server yang berada pada *mikrotik* pusat untuk berbagi file maupun menyimpan file dengan aman.

3) *Tahapan Pengaturan Metode SSTP untuk Interkoneksi MAN*: Menghubungkan *router* pusat dan *router* cabang pada penelitian ini menggunakan VPN dengan metode SSTP dapat dilihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Blok diagram pengaturan SSTP

Tahapan pada gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Konfigurasi *IP Pool*, pengaturan *IP Pool* untuk *DHCP* server pada *mikrotik* kantor pusat.
2. Konfigurasi *Routes*, konfigurasi *NAT* pada *firewall NAT* adalah proses pada alamat *IP* yang menyebabkan *IP private* pada LAN dapat mengakses *IP public*. Dengan konfigurasi ini setiap *client* akan mendapatkan internet melalui *mikrotik*.
3. Konfigurasi *SSTP* server, yang menjadi pusat dari link *SSTP* adalah *mikrotikrouter* pusat dan akan dilakukan *setting SSTP* server pada perangkat tersebut.
4. Pembuatan *SSTP profile*, langkah ini bertujuan untuk memudahkan manajemen jaringan VPN. Pembuatan *profile* baru bertujuan agar tidak memakai *profile default* bawaan *mikrotik*.
5. Pembuatan *SSTP Secret*, pembuatan ini berfungsi untuk membangun akun kepada *user* untuk dapat melakukan akses pada jaringan VPN tersebut.
6. Konfigurasi *SSTP Client*, *mikrotik* cabang menambah *interface* baru dengan mengisi *username* dan *password* disesuaikan dengan pengaturan pada *secret SSTP* server. Pada tahap ini *mikrotik* cabang melakukan koneksi ke *IP public* dari server yang sudah disewa.
7. *Static Route*, tahap ini bertujuan agar antar jaringan lokal dapat saling berkomunikasi.

C. Teknik Pengujian Jaringan

Aplikasi *VMware* dijalankan pada komputer yang bertindak sebagai server. *Owncloud* dijalankan pada komputer yang bertindak sebagai *client*. Jaringan diuji oleh empat komputer *client* secara bersamaan dengan empat kegiatan; *upload*, *download*, *treaming* dan *comment*. Kegiatan ini dilakukan secara bertahap pada keadaan 1 Mbps dan 3 Mbps yang diatur melalui *mikrotik*.

D. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

- 1) *Teknik Pengumpulan Data*: Data dikumpulkan menggunakan aplikasi *wireshark* yang difokuskan untuk membaca jaringan LAN yang dituju. Hasil *capture wireshark* dihitung nilai *throughput* dan *delay* berdasarkan informasi tabel pada *summary*.
- 2) *Teknik Analisis Data*: Penelitian ini menggunakan analisa *Quality of Services (QoS)* pada jaringan *Metropolitan Area Network*. *Software* yang digunakan adalah *Wireshark*, diasumsikan bahwa *Software Wireshark* telah terpasang di-*client* yang akan digunakan pada saat proses analisa *QoS*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penerapan Metropolitan Area Network

Peralatan yang tertera dihubungkan untuk implementasi *SSTP*. Topologi jaringan pusat dapat dilihat pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Local Area Network Pusat

Topologi jaringan cabang 1 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Local Area Network cabang 1

Topologi jaringan cabang 2 dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Local Area Network cabang 2

B. Pengujian Sebelum Penerapan Metode

- 1) *Pengujian Throughput*: Pengujian *throughput* dilakukan untuk mengetahui kecepatan (*rate*) transfer data efektif. *throughput* menjelaskan tentang besaran data sebenarnya yang diterima dalam setiap detik. Sehingga semakin besar nilai *throughput* semakin baik pula jaringan tersebut. Tabel III dan gambar 7

menunjukkan perbandingan nilai *throughput* ketika diberi satu *mbps* dan tiga *mbps*.

TABEL III
THROUGHPUT SEBELUM PENERAPAN METODE *SSTP*

Percobaan	Pengguna	Kegiatan Yang Dilakukan	Throughput (bps)	
			1 Mbps	3 Mbps
Percobaan ke 1	Komputer 1	Upload	3630949	8020642
	Komputer 2	Download		
	Komputer 3	Streaming		
	Komputer 4	Comment		
	Komputer 5	Upload		
Percobaan ke 2	Komputer 1	Download	3223380	2399392
	Komputer 2	Streaming		
	Komputer 3	Comment		
	Komputer 4	Upload		
	Komputer 5	Download		
Percobaan ke 3	Komputer 1	Streaming	5486898	2163651
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Upload		
	Komputer 4	Download		
	Komputer 5	Streaming		
Percobaan ke 4	Komputer 1	Comment	3038822	2942003
	Komputer 2	Upload		
	Komputer 3	Download		
	Komputer 4	Streaming		
	Komputer 5	Comment		
Percobaan ke 5	Komputer 1	download	2112580	703133
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Streaming		
	Komputer 4	Upload		
	Komputer 5	Comment		
Rata-rata			3498526	3245764

Hasil pengujian pada tabel III dapat diketahui bahwa nilai *throughput* terbesar atau terbaik terjadi pada percobaan ke-1 sebesar 8020642 *bps* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps* dan nilai *throughput* terkecil terjadi pada percobaan ke-5 sebesar 703133 *bps* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps*. Tabel tersebut menunjukkan data kecepatan jaringan pada saat satu *mbps* yaitu rata-rata *throughput* sebesar 3498526 *bps* termasuk dalam kategori sangat bagus dan pada saat diatur tiga *mbps* yaitu rata-rata 3245764 *bps* termasuk kategori sangat bagus.

- 2) *Pengujian Delay*: Pengujian *delay* dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ketujuan. Sehingga semakin kecil nilai *delay* dalam suatu jaringan maka semakin baik jaringan tersebut. Tabel IV dan gambar 8 menunjukkan perbandingan nilai *delay* ketika diberi satu *mbps* dan tiga *mbps*.

TABEL IV
DELAY SEBELUM PENERAPAN METODE SFTP

Percobaan	Pengguna	Kegiatan	Delay	
			1 Mbps	3 Mbps
Percobaan ke 1	Komputer 1	Upload	33	22
	Komputer 2	Download		
	Komputer 3	Streaming		
	Komputer 4	Comment		
	Komputer 5	Upload		
Percobaan ke 2	Komputer 1	Download	84	103
	Komputer 2	Streaming		
	Komputer 3	Comment		
	Komputer 4	Upload		
	Komputer 5	Download		
Percobaan ke 3	Komputer 1	Streaming	50	141
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Upload		
	Komputer 4	Download		
	Komputer 5	Streaming		
Percobaan ke 4	Komputer 1	Comment	18	73
	Komputer 2	Upload		
	Komputer 3	Download		
	Komputer 4	Streaming		
	Komputer 5	Comment		
Percobaan ke 5	Komputer 1	download	43	51
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Streaming		
	Komputer 4	Upload		
	Komputer 4	Comment		

Hasil pengujian pada tabel IV dapat diketahui bahwa nilai *delay* terkecil atau terbaik terjadi pada percobaan ke-4 sebesar 122.08 *ms* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps* dan nilai *delay* terbesar terjadi pada percobaan ke-1 sebesar 448.17 *ms* saat dilakukan pengujian dengan satu *mbps*. Tabel tersebut menunjukkan data waktu untuk menempuh jarak asal ketujuan pada jaringan dengan satu *mbps* yaitu rata-rata *delay* sebesar 250.11 *ms* termasuk dalam kategori bagus dan pada saat diatur tiga *mbps* yaitu rata-rata 185.94 *ms* termasuk kategori bagus bahwa nilai *delay* terkecil atau terbaik terjadi pada percobaan ke-4 sebesar 18 *ms* saat dilakukan pengujian dengan satu

mbps dan nilai *delay* terbesar terjadi pada percobaan ke-3 sebesar 141 *ms* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps*. Tabel tersebut menunjukkan data waktu untuk menempuh jarak asal ketujuan pada jaringan dengan satu *mbps* yaitu rata-rata *delay* sebesar 45 *ms* termasuk dalam kategori sangat bagus dan pada saat diatur tiga *mbps* yaitu rata-rata 78 *ms* termasuk kategori sangat bagus.

C. Pengujian Sesudah Penerapan Secure Socket Tunneling Protocol

Pengujian metode SFTP bertujuan untuk mengetahui nilai dari setiap parameter *QoS* saat satu *mbps* dan tiga *mbps*. Adapun hasil pengujian sesudah penerapan metode sebagai berikut.

- 1) *Pengujian Throughput*: Pengujian *throughput* dilakukan untuk mengetahui kecepatan (*rate*) transfer data efektif. *Throughput* menjelaskan tentang besaran data sebenarnya yang diterima dalam setiap detik. Sehingga semakin besar nilai *throughput* semakin baik pula jaringan tersebut. Tabel V menunjukkan perbandingan nilai *throughput* ketika diberi satu *mbps* dan tiga *mbps*.

TABEL V
THROUGHPUT SESUDAH METODE SFTP

Percobaan	Pengguna	Kegiatan	Throughput	
			1 Mbps	3 Mbps
Percobaan ke1	Komputer 1	Upload	14199401	28399211
	Komputer 2	Download		
	Komputer 3	Streaming		
	Komputer 4	Comment		
	Komputer 5	Upload		
Percobaan ke2	Komputer 1	Download	4874044	1889694
	Komputer 2	Streaming		
	Komputer 3	Comment		
	Komputer 4	Upload		
	Komputer 5	Download		
Percobaan ke3	Komputer 1	Streaming	8150459	7388503
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Upload		
Percobaan ke4	Komputer 4	Download	2760123	11749143
	Komputer 5	Streaming		
	Komputer 1	Comment		

Hasil pengujian pada tabel V dapat diketahui bahwa nilai *throughput* terbesar atau terbaik terjadi pada percobaan ke-1

sebesar 28399211 *bps* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps* dan nilai *throughput* terkecil terjadi pada percobaan ke-2 sebesar 1889694 *bps* saat dilakukan pengujian dengan tiga *Mbps*. Tabel tersebut menunjukkan data kecepatan jaringan pada saat satu *mbps* yaitu rata-rata *throughput* sebesar 8216968 *bps* termasuk dalam kategori sangat bagus dan pada saat diatur tiga *mbps* yaitu rata-rata 13681135 *bps* termasuk kategori sangat bagus.

Pengujian Delay: Pengujian *delay* dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ketujuan. Semakin kecil nilai *delay* dalam suatu jaringan maka semakin baik jaringan tersebut. Tabel VI menunjukkan perbandingan nilai *delay* ketika diberi satu *mbps* dan tiga *mbps*.

TABEL VI
DELAY SESUDAH METODE SSTP

Percobaan	Pengguna	Kegiatan	Delay	
			1 Mbps	3 Mbps
Percobaan ke 1	Komputer 1	Upload	1	0,6
	Komputer 2	Download		
	Komputer 3	Streaming		
	Komputer 4	Comment		
	Komputer 5	Upload		
Percobaan ke 2	Komputer 1	Download	50	55
	Komputer 2	Streaming		
	Komputer 3	Comment		
	Komputer 4	Upload		
	Komputer 5	Download		
Percobaan ke 3	Komputer 1	Streaming	24	23
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Upload		
	Komputer 4	Download		
	Komputer 5	Streaming		
Percobaan ke 4	Komputer 1	Comment	24	6
	Komputer 2	Upload		
	Komputer 3	Download		
	Komputer 4	Streaming		
	Komputer 5	Comment		
Percobaan ke 5	Komputer 1	download	15	9
	Komputer 2	Comment		
	Komputer 3	Upload		
	Komputer 4	Streaming		
	Komputer 5	Comment		
Rata-rata			22	19

Hasil pengujian pada tabel VI dapat diketahui bahwa nilai *delay* terkecil atau terbaik terjadi pada percobaan ke-1 sebesar 0,6 *ms* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps* dan nilai *delay* terbesar terjadi pada percobaan ke-2 sebesar 55 *ms* saat dilakukan pengujian dengan tiga *mbps*. Tabel tersebut menunjukkan data waktu untuk menempuh jarak asal ketujuan pada jaringan dengan satu *mbps* yaitu rata-rata *delay* sebesar 22 *ms* termasuk dalam kategori bagus dan pada saat

diatur tiga *mbps* yaitu rata-rata 19 *ms* termasuk kategori buruk.

D. Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Penerapan Metode SSTP

Perbandingan sebelum dan sesudah penerapan metode *Point to Point Tunneling Protocol* bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai setiap parameter *QoS* yang diberi satu *mbps* dan tiga *mbps* pada masing-masing tahap pengujian. Adapun nilai perbandingan sebelum dan sesudah penerapan metode sebagai berikut.

- 1) Perbandingan *Throughput*: Tabel VII menunjukkan perbandingan nilai *throughput* sebelum dan sesudah penerapan metode *SSTP*. Adapun hasil dari perbandingan nilai *throughput* sebelum dan sesudah metode *SSTP* dari masing-masing proses dijumlahkan sehingga dapat nilai rata-rata seperti pada tabel VII.

TABEL VII
NILAI PERBANDINGAN THROUGHPUT SEBELUM DAN SESUDAH METODE SSTP

Sebelum Metode				
Parameter QoS	1 Mbps	Kualitas	3 Mbps	Kualitas
<i>Throughput (bps)</i>	3498526	Sangat Bagus	3245764	Sangat Bagus
Sesudah Metode SSTP				
Parameter QoS	1 Mbps	Kualitas	3 Mbps	Kualitas
<i>Throughput (bps)</i>	8216968	Sangat Bagus	13681135	Sangat Bagus

Hasil perbandingan *throughput* sebelum dan sesudah penerapan metode *PPTP* pada tabel VII dan gambar 7 menunjukkan bahwa metode mempengaruhi hasil dan karakteristik jaringan. Sebelum penerapan metode mengendalikan nilai rata-rata antrian dengan nilai *throughput* 3498526 *bps* yang diberi satu *mbps* termasuk kategori sangat bagus. Disisi lain, sebelum penerapan metode mengendalikan nilai rata-rata antrian dengan nilai *throughput* 3245764 *bps* yang diberi tiga *mbps* termasuk kategori sangat bagus. Sedangkan metode *SSTP* dengan mengendalikan nilai rata-rata antrian dengan nilai *throughput* 8216968 *bps* yang diberi satu *mbps* termasuk kategori sangat bagus. Disisi lain, metode *SSTP* mengendalikan nilai rata-rata antrian dengan nilai *throughput* 13681135 *bps* yang diberi tiga *mbps* termasuk kategori sangat bagus.

Perbandingan Delay: Tabel VIII dan gambar 8 menunjukkan perbandingan nilai *delay* sebelum dan

sesudah penerapan metode *SSTP*. Adapun hasil dari perbandingan nilai *delay* sebelum dan sesudah metode *SSTP* dari masing-masing proses dijumlahkan sehingga dapat nilai rata-rata seperti pada tabel VIII.

TABEL VIII
NILAI PERBANDINGAN *DELAY* SEBELUM DAN SESUDAH METODE *SSTP*

Sebelum Metode				
Parameter <i>QoS</i>	1 Mbps	Kualitas	3 Mbps	Kualitas
<i>Delay</i> (Ms)	45	Sangat Bagus	78	Sangat Bagus
Sesudah Metode <i>SSTP</i>				
Parameter <i>QoS</i>	1 Mbps	Kualitas	3 Mbps	Kualitas
<i>Delay</i> (Ms)	22	Sangat Bagus	19	Sangat Bagus

Hasil perbandingan *delay* sebelum dan sesudah penerapan metode *SSTP* pada tabel VIII dan gambar 8 menunjukkan bahwa metode mempengaruhi hasil dan karakteristik jaringan. Sebelum penerapan metode nilai *delay* 45 ms yang diberi satu *mbps* termasuk kategori sangat bagus. Disisi lain, nilai *Delay* sebelum penerapan metode 78 ms yang diberi tiga *mbps* termasuk kategori sangat bagus. Sedangkan metode *SSTP* dengan nilai *delay* 22 ms yang diberi satu *mbps* termasuk kategori sangat bagus. Disisi lain, metode *SSTP* memiliki nilai *delay* 19 ms yang diberi tiga *mbps* termasuk kategori sangat bagus.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan metode *SSTP* lebih baik daripada tanpa penerapan metode *SSTP* dilihat dari nilai *throughput* yang lebih besar dan nilai *delay* yang lebih kecil daripada sebelum penerapan *SSTP*.
2. Nilai rata-rata *delay* sebelum menerapkan metode *PPTP* adalah 218.025 ms dengan kualitas sangat bagus dan sesudah menerapkan metode *PPTP* adalah 79.535 ms dengan kualitas sangat bagus. Faktor-faktor yang memengaruhi kinerja koneksi *SSTP* dalam *MAN* mencakup konfigurasi enkripsi, alokasi *bandwidth*, jumlah pengguna, dan keadaan jaringan. Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan pemantauan aktif, penyesuaian konfigurasi yang bijak, dan peningkatan sumber daya jaringan.
3. Perbandingan nilai rata-rata *throughput* sebelum menerapkan metode *SSTP* adalah 3372145 *bps* dengan kualitas sangat bagus dan sesudah menerapkan metode *SSTP* adalah 10949052 *bps* dengan kualitas sangat bagus.

Nilai rata-rata *delay* sebelum menerapkan metode *SSTP* adalah 61.5 ms dengan kualitas sangat bagus dan sesudah menerapkan metode *SSTP* adalah 20,5 ms dengan kualitas sangat bagus.

REFERENSI

- [1] Wulandari, R. (2016). *Analisis QoS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi)*. Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi, 2(2), 162–172. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i2.454>
- [2] Wafmah, S. (2020). *Implementasi VPN Menggunakan Point-To-Point Tunneling Protocol (PPTP) Mikrotik Router Pada BPRS Bumi Artha Sampang*. INSANtek – Jurnal Inovasi Dan Sains Teknik Elektro ISSN: 2722-574X, 1(1), 6–12.
- [3] Mufida, E., Irawan, D., & Chrisnawati, G. (2017). *Remote Site Mikrotik VPN Dengan Point To Point Tunneling Protocol (PPTP) Studi Kasus pada Yayasan Teratai Global Jakarta*. Jurnal Matrik, 16(2), 9. <https://doi.org/10.30812/matrik.v16i2.7>