



## Evaluasi kinerja inter virtual local area network (VLAN) routing menggunakan arsitektur router on a stick (ROAS)

Miftahur Rahman<sup>\*1</sup>, Moh. Dasuki<sup>2</sup>

Email: <sup>1</sup>miftahurrahman@unmuhjember.ac.id, <sup>2</sup>moh.dasuki22@unmuhjember.ac.id

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Diterima: 28 April 2026 | Direvisi: 05 September 2026 | Disetujui: 06 September 2026

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,  
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

### Abstrak

Komunikasi inter VLAN merupakan kebutuhan penting dalam jaringan kampus maupun perkantoran untuk mendukung pertukaran data antar divisi secara efisien. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Router on a Stick* (ROAS), yaitu teknik inter VLAN routing yang memanfaatkan satu antarmuka fisik router dengan beberapa *sub-interface*. Namun, arsitektur ini memiliki keterbatasan, terutama pada kondisi trafik tinggi karena berpotensi menimbulkan *bottleneck* pada jalur *trunk*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja inter VLAN routing menggunakan metode ROAS berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *recovery time*. Penelitian dilakukan menggunakan simulasi Cisco Packet Tracer dengan tiga VLAN yang mewakili divisi Akademik, Keuangan, dan Perpustakaan. Pengujian performa dilakukan pada dua kondisi trafik, yaitu trafik normal dan *heavy traffic*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi trafik normal diperoleh nilai *latency* rata-rata sebesar 1 ms, *jitter* 0 ms, dan *packet loss* 0%, yang menunjukkan performa jaringan sangat stabil. Pada kondisi *heavy traffic*, *latency* meningkat menjadi 1,2–1,3 ms, *jitter* mencapai 8,5 ms, dan *packet loss* berada pada rentang 0–1%, sedangkan *recovery time* setelah gangguan link tercatat 3–4 detik. Berdasarkan standar QoS TIPHON, seluruh parameter masih berada dalam batas yang dapat diterima, sehingga arsitektur ROAS dinilai layak digunakan pada jaringan skala kecil hingga menengah. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa arsitektur ROAS layak digunakan untuk mendukung komunikasi antar VLAN pada skenario yang diuji, meskipun peningkatan beban trafik dapat mempengaruhi nilai *jitter* pada jaringan.

**Kata kunci:** Evaluasi Kinerja; VLAN; Routing; Router on a Stick; ROAS

## Performance evaluation of inter-virtual local area network (VLAN) routing using the router-on-a-stick (ROAS) architecture

### Abstract

Inter VLAN communication is an essential requirement in campus and office networks to support data exchange between different divisions efficiently. One commonly used method is Router on a Stick (ROAS), which enables inter VLAN routing using a single physical interface with multiple sub-interfaces. However, this architecture has limitations, particularly when handling high network traffic due to the possibility of bottlenecks on the trunk link. This study aims to analyze the performance of inter VLAN routing using the ROAS method based on Quality of Service (QoS) parameters, including latency, jitter, packet loss, and recovery time. The research was conducted using Cisco Packet Tracer simulation involving three VLANs representing Academic, Finance, and Library divisions. Performance testing was conducted under two traffic conditions, namely normal traffic and heavy traffic. The results showed that under normal traffic conditions, the average latency was 1 ms, jitter was 0 ms, and packet loss was 0%, indicating highly stable network performance. Under heavy traffic conditions, latency increased to 1.2–1.3 ms, jitter reached 8.5 ms, and packet loss ranged from 0–1%, while the recovery time after link disruption was recorded at 3–4 seconds. Based on the TIPHON QoS standards, all parameters remained within acceptable limits, indicating that the ROAS architecture is suitable

for small to medium-scale networks. Overall, the evaluation results show that the ROAS architecture is feasible for supporting inter VLAN communication in the tested scenario, although increased traffic load may affect the jitter value in the network.

**Keyword:** Performance Evaluation, VLAN, inter-VLAN routing, Router-on-a-Stick, ROAS

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan teknologi jaringan komputer dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang signifikan diberbagai sektor, seperti pendidikan, perkantoran, sektor medis, dan industri [1] yang menuntut untuk dilakukannya segmentasi jaringan komputer yang aman, efisien, dan mudah dikelola. Segmentasi jaringan menjadi kebutuhan utama untuk meningkatkan keamanan dan mengoptimalkan kinerja sistem jaringan komputer. Salah satu metode segmentasi yang digunakan untuk keamanan jaringan komputer adalah *Virtual Local Area Network* (VLAN) [2].

VLAN memungkinkan pembagian secara logis dalam sistem jaringan, meskipun jaringan tersebut menggunakan infrastruktur fisik yang sama. Dengan begitu, kelompok pengguna atau layanan dapat berjalan secara terpisah dan tidak saling memengaruhi satu sama lain [3]. Namun, dalam banyak skenario nyata, meskipun trafik di setiap VLAN terisolasi, komunikasi antar VLAN tetap diperlukan sehingga dibutuhkan mekanisme inter VLAN *routing*. Seperti halnya, dalam infrastruktur jaringan komputer di sebuah Kampus, pada Divisi Administrasi diperlukan untuk mengakses layanan yang ada pada Divisi Akademik. Karena masing-masing divisi berada pada VLAN yang berbeda, komunikasi secara langsung tidak bisa dilakukan. Agar kedua VLAN tersebut bisa saling terhubung, dibutuhkan rute antar VLAN, yaitu mekanisme yang memungkinkan perangkat dari VLAN yang berbeda melakukan komunikasi melalui *gateway* tertentu. Pendekatan yang umum digunakan adalah dengan metode *Router on a Stick* (ROAS). Pada lingkup area yang kecil hingga menengah seperti ruang laboratorium komputer, kampus, dan perkantora, metode ROAS masih menjadi pilihan yang lebih populer karena biaya implementasi yang lebih rendah dan kemudahan konfigurasi [4]. Arsitektur *Router on a Stick* (ROAS) bekerja dengan memanfaatkan satu antarmuka fisik pada router yang dikonfigurasi menggunakan beberapa sub *interface*. Setiap sub *interface* merepresentasikan VLAN tertentu dan menjadi *gateway* bagi perangkat di dalam VLAN tersebut [5]. Metode ini memungkinkan router untuk menangani proses routing antar VLAN melalui satu *trunk link* menuju *switch Layer 2* (*data link layer*). Meskipun ROAS cukup mudah digunakan dan bekerja dengan baik, kinerjanya kadang diragukan pada jaringan yang padat atau memiliki banyak trafik. Ini karena semua pertukaran data antar VLAN harus melewati satu *interface* router saja, sehingga bisa menimbulkan titik kemacetan (*bottleneck*). Permasalahan performa tersebut menjadikan evaluasi arsitektur ROAS penting untuk dilakukan, khususnya pada pengukuran parameter seperti *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan waktu respon. Parameter-Parameter ini merepresentasikan kualitas layanan jaringan atau QoS (*Quality of Service*).

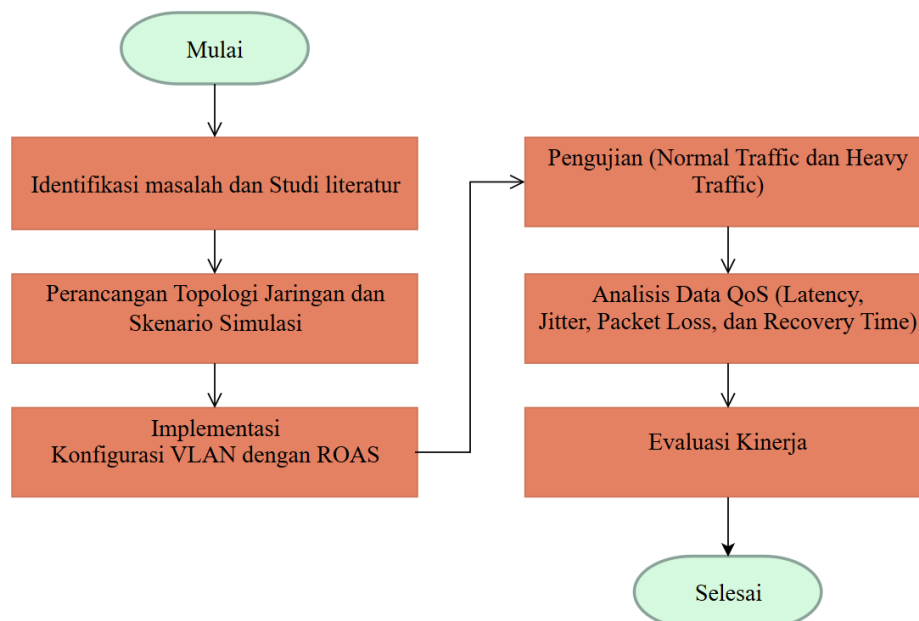
Penelitian mengenai VLAN dan inter-VLAN routing telah banyak dilakukan dalam konteks desain segmentasi jaringan, keamanan, dan efisiensi akses. Pada penelitian Optimasi Infrastruktur Jaringan VLAN *Trunking Protocol* oleh Harun Ar Rasyid dkk., lebih banyak membahas desain segmentasi dan keamanan, tanpa metrik QoS [6]. Penelitian lain dilakukan oleh Dea Pratama Putra di SMKN 3 Pujut dengan tujuan membangun *blueprint* jaringan berbasis inter-VLAN routing dan hotspot Mikrotik. Lebih menekankan integrasi perangkat (Mikrotik, AP) dan jangkauan jaringan, bukan kinerja routing antar VLAN [7]. Sementara itu, penelitian oleh Zaidan Fahrezi dan I Ketut Sudaryana memberikan kontribusi berupa perbandingan antar metode inter-VLAN routing, yaitu *Switch Virtual Interface* (SVI) dan *Router-on-a-Stick* (ROAS) membahas Kinerja, Tetapi Hanya Pada *Throughput*–Latensi, Belum Menyentuh *Jitter*, *Packet Loss*, dan *Recovery Time* [4].

Penelitian yang akan dilakukan ini memiliki beberapa kebaruan penting. Pertama, penelitian ini mengevaluasi kinerja *Router on a Stick* (ROAS) secara komprehensif menggunakan (4) empat parameter QoS (*latency*, *jitter*, *packet loss*, dan waktu respon/*recovery*) yang belum dibahas lengkap pada penelitian sebelumnya. Kedua, pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu normal dan *heavy traffic*, sehingga memberikan gambaran batasan performa ROAS secara lebih realistis.

Evaluasi kinerja ini dilakukan dengan dibantu tool simulasi Cisco Packet Tracer, sebab sampai saat ini tool tersebut masih banyak digunakan sebagai software simulasi utama untuk memahami cara kerja jaringan komputer khususnya konsep inter VLAN routing yang menjadi topik riset ini. Implementasi inter VLAN routing dilakukan berdasarkan skenario infrastruktur jaringan pada sebuah Kampus yang melibatkan 3 (tiga) divisi: Divisi Akademik (VLAN 10), Divisi Keuangan (VLAN 20), dan Divisi Perpustakaan (VLAN 30). Penelitian spesifik yang mengukur kinerja ROAS dalam simulasi Cisco Packet Tracer dengan pendekatan kuantitatif terhadap 4 (empat) parameter QoS secara sistematis masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk memberikan gambaran performa ROAS dalam skenario nyata berbasis simulasi yang terstruktur.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berbasis simulasi dengan Cisco Packet Tracer. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengujian parameter Quality of Service (QoS) secara terkontrol pada skenario inter VLAN routing menggunakan arsitektur Router-on-a-Stick (ROAS). Langkah penelitian dilakukan melalui tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

## 2.1. Studi pendahuluan: Identifikasi masalah dan Studi literatur

### 1). Identifikasi Masalah

- Implementasi VLAN membutuhkan mekanisme inter-VLAN routing yang handal, namun efektivitas arsitektur Router-on-a-Stick (ROAS) dalam menangani pertukaran data antar VLAN masih perlu dievaluasi secara sistematis.
- Arsitektur ROAS berpotensi mengalami bottleneck karena seluruh trafik antar VLAN melewati satu antarmuka router, sehingga kinerjanya pada kondisi trafik normal maupun tinggi belum dapat dipastikan secara terukur.
- Penelitian sebelumnya, belum mengevaluasi ROAS menggunakan parameter QoS secara komprehensif, khususnya pada aspek latency, jitter, packet loss, dan recovery time.
- Belum terdapat kajian mendalam terkait performa ROAS pada dua skenario berbeda—kondisi normal dan heavy traffic—yang diperlukan untuk memahami batasan performanya.
- Pengukuran waktu pemulihan (recovery time) akibat gangguan link pada implementasi ROAS di lingkungan simulasi seperti Cisco Packet Tracer belum banyak diteliti, sehingga efektivitasnya dalam menghadapi gangguan jaringan masih belum terverifikasi.

### 2). Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian penting dari proses penelitian yang akan dilakukan. Hal ini melibatkan pengumpulan, kajian pustaka, dan analisis karya-karya ilmiah dan referensi yang berkaitan dengan topik penelitian. Berikut kajian pustaka dari penelitian ini:

- Jaringan Komputer**  
Seperangkat komputasi yang saling terhubung yang dapat bertukar data dan berbagi sumber daya satu sama lain. Perangkat jaringan ini menggunakan protokol komunikasi tertentu, untuk dapat mengirimkan informasi melalui teknologi fisik kabel atau nirkabel [8].
- VLAN (Virtual Local Area Network)**  
Jaringan lokal yang diatur secara logis untuk membagi segmen jaringan dalam satu perangkat fisik. Hal ini mencakup manfaat VLAN dalam manajemen jaringan, seperti meningkatkan keamanan dan mempermudah pengelolaan jaringan [9].
- Router on a Stick (ROAS)**  
Sebuah proses untuk melakukan forward traffic jaringan, dari sebuah VLAN menuju VLAN yang lain menggunakan router agar bisa saling berkomunikasi [5].
- Cisco Packet Tracer**  
Software simulasi jaringan yang dikembangkan oleh Cisco Systems, Inc. untuk mengajarkan dan mempelajari cara membuat topologi jaringan dan meniru jaringan komputer. Perangkat ini menawarkan kombinasi unik antara pengalaman simulasi dan visualisasi yang realistis, kemampuan penilaian dan penulisan aktivitas, serta peluang kolaborasi dan kompetisi multi-pengguna [10].
- Perangkat Router**  
Perangkat yang bekerja pada layer 3 digunakan pada sistem jaringan yang berfungsi untuk manajemen jaringan dan menghubungkan beberapa jaringan yang berbeda untuk dapat saling berkomunikasi [11]. Sedangkan Perangkat Switch adalah perangkat jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan beberapa perangkat komputer agar dapat

melakukan pertukaran paket, baik menerima, memproses, dan meneruskan data ke perangkat yang dituju dan bekerja pada layer 2 dan 3 [12].

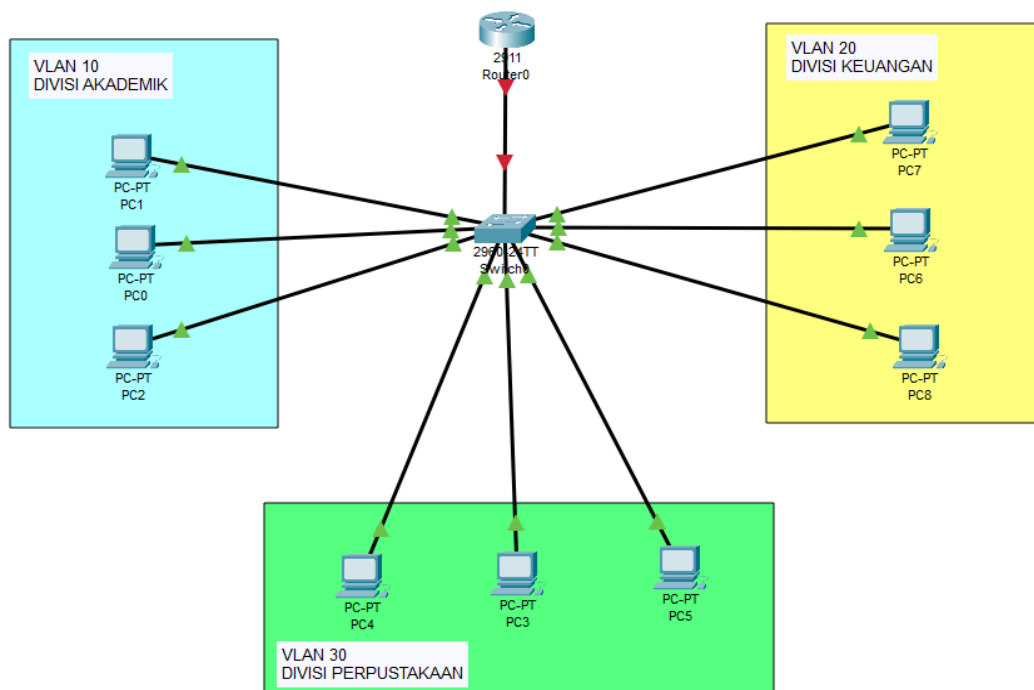
f. Quality of Service (QoS)

Sekumpulan teknologi yang bekerja pada jaringan untuk memastikan kemampuannya dalam menyediakan layanan jaringan komputer dengan kualitas lebih baik, sehingga persyaratan layanan dapat dipenuhi [13]. Untuk menentukan kualitas pelayanan diperlukan parameter pendukung yaitu:

- Latency adalah waktu yang dibutuhkan oleh satu paket data untuk melakukan perjalanan dari titik A (pengirim) ke titik B (penerima). Latensi sering juga disebut sebagai “ping time” dengan rumus perhitungan:  
$$\text{Latency} / \text{RTT} = \text{Waktu Penerimaan} - \text{Waktu Pengiriman}$$
- Jitter adalah variasi atau selisih perubahan waktu antar paket yang diterima secara berurutan. Jitter menunjukkan kestabilan jaringan semakin kecil jitter, semakin stabil. dengan rumus perhitungan:  
$$\text{Jitter} = \text{RTT} - (\text{RTT} - 1)$$
- Packet Loss adalah persentase paket yang hilang selama perjalanan dari pengirim ke penerima. Diperoleh dari laporan ping, berapa paket dikirim dan berapa yang diterima. dengan rumus perhitungan:  
$$\text{Packet Loss} = ((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) / \text{paket dikirim}) \times 100\%$$
- Waktu respon/recovery adalah waktu yang dibutuhkan jaringan untuk pulih setelah terjadi gangguan, seperti putusnya link atau perubahan konfigurasi. dengan rumus perhitungan:  
$$\text{Waktu Recovery} = t \text{ stabil} - t \text{ gangguan.}$$

## 2.2. Perancangan Topologi

Mendesain topologi router-switch-end device dan skenario inter-VLAN routing ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Topologi Jaringan

- Skenario Simulasi dari Rancangan Topologi yang sudah dibuat:
  - Divisi Akademik menggunakan VLAN 10 Network Address 192.168.10.0/24 Gateway 192.168.10.1
  - Divisi Keuangan menggunakan VLAN 20 Network Address 192.168.20.0/24 Gateway 192.168.20.1
  - Divisi Perpustakaan menggunakan VLAN 30 Network Address 192.168.30.0/24 Gateway 192.168.30.1
- Skenario alur komunikasi:
  - Divisi Perpustakaan → Divisi Akademik (Validasi Status Mahasiswa): PC Perpustakaan (VLAN 30) mengakses database akademik (VLAN 10), Paket harus melalui router (ROAS), Pengujian latency dan jitter karena akses berlangsung cepat dan berkala.
  - Divisi Akademik → Divisi Keuangan (Cek Status Pembayaran): BAAK melakukan pengecekan status keuangan mahasiswa sebelum proses administrasi, Komunikasi intensif ketika banyak mahasiswa mengurus administrasi, Pengujian beban tinggi (heavy traffic test).

- c. Divisi Perpustakaan → Divisi Keuangan (Akses Pembayaran Denda): Jika ada denda keterlambatan peminjaman, perpustakaan perlu update ke divisi keuangan, skenario ini menghasilkan trafik sederhana tetapi sensitif terhadap packet loss.

### 2.3. Implementasi

Tahapan ini akan mengimplementasikan semua yang telah dirancang sebelumnya. Pada tahapan ini akan terlihat sejauh mana pengembangan yang akan dibangun akan memberikan pengaruh terhadap sistem yang sudah ada. Pada tahap ini peneliti akan melakukan kebutuhan pengalamatan, konfigurasi switch (VLAN, assign port ke VLAN, trunk), konfigurasi router (sub-interface).

### 2.4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk menilai kinerja jaringan pada dua kondisi, yaitu kondisi normal dan kondisi beban tinggi (*heavy traffic*). Pada kondisi normal, pengujian dilakukan dengan lalu lintas jaringan standar untuk melihat performa dasar sistem. Pada kondisi *heavy traffic* yang dibentuk dengan meningkatkan jumlah paket pengujian dari 20 paket pada kondisi normal menjadi 100 paket pada setiap skenario komunikasi antar VLAN. Peningkatan beban ini digunakan untuk mengamati perubahan kinerja ROAS, terutama pada *latency*, *jitter*, dan *packet loss*, ketika trafik yang melewati jalur trunk meningkat. Pengujian ini bertujuan mengetahui bagaimana arsitektur ROAS merespons perubahan beban jaringan.

### 2.5. Analisis Data QoS

Pada tahap ini dilakukan pencatatan parameter Quality of Service (QoS) yang meliputi *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *recovery time*. Nilai *latency* diperoleh dari hasil *round trip time* pengujian ping. *Jitter* dihitung dari variasi nilai *latency* berturut-turut. *Packet loss* diperoleh dari perbandingan paket yang dikirim dan diterima. Sementara itu, *recovery time* dicatat saat dilakukan simulasi gangguan untuk mengetahui waktu pemulihan jaringan. Seluruh data dikumpulkan secara sistematis untuk setiap skenario pengujian. Data QoS yang telah dikumpulkan kemudian diolah menjadi bentuk tabel untuk memudahkan interpretasi. Analisis dilakukan dengan membandingkan performa jaringan pada kondisi normal dan heavy traffic, serta mengacu pada standar kualitas jaringan yang relevan. Hasil analisis digunakan untuk menilai kelayakan dan batasan performa arsitektur ROAS pada skenario yang diuji.

### 2.6. Evaluasi Kinerja

Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap kelayakan arsitektur ROAS berdasarkan hasil analisis QoS. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap standar kualitas jaringan. Tujuannya untuk mengetahui apakah ROAS masih mampu memberikan performa yang baik, stabil, dan layak digunakan pada kondisi normal maupun saat trafik tinggi/*heavy*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Implementasi

#### 1). Pengalamatan

Skema pengalamatan IP pada penelitian ini menggunakan metode subnetting berbasis kelas C dengan pemisahan jaringan berdasarkan VLAN. Setiap VLAN memiliki gateway pada sub-interface router yang dikonfigurasi menggunakan teknik Router-on-a-Stick (ROAS) sehingga memungkinkan komunikasi antar VLAN secara terpusat. Informasi pengalamatan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1. VLAN dan Subnet

| VLAN ID | Nama VLAN    | Network      | Subnet Mask   | Default Gateway | Interface Router |
|---------|--------------|--------------|---------------|-----------------|------------------|
| 10      | Akademik     | 192.168.10.0 | 255.255.255.0 | 192.168.10.1    | Fa0/0.10         |
| 20      | Keuangan     | 192.168.20.0 | 255.255.255.0 | 192.168.20.1    | Fa0/0.20         |
| 30      | Perpustakaan | 192.168.30.0 | 255.255.255.0 | 192.168.30.1    | Fa0/0.30         |

Tabel 2. IP Address Tiap PC

| Device | Interface Switch | VLAN | IP Address   | Subnet Mask   | Gateway      |
|--------|------------------|------|--------------|---------------|--------------|
| PC0    | Fa0/1            | 10   | 192.168.10.2 | 255.255.255.0 | 192.168.10.1 |
| PC1    | Fa0/2            | 10   | 192.168.10.3 | 255.255.255.0 | 192.168.10.1 |
| PC2    | Fa0/3            | 10   | 192.168.10.4 | 255.255.255.0 | 192.168.10.1 |
| PC3    | Fa0/4            | 20   | 192.168.20.2 | 255.255.255.0 | 192.168.20.1 |
| PC4    | Fa0/5            | 20   | 192.168.20.3 | 255.255.255.0 | 192.168.20.1 |
| PC5    | Fa0/6            | 20   | 192.168.20.4 | 255.255.255.0 | 192.168.20.1 |
| PC6    | Fa0/7            | 30   | 192.168.30.2 | 255.255.255.0 | 192.168.30.1 |
| PC7    | Fa0/8            | 30   | 192.168.30.3 | 255.255.255.0 | 192.168.30.1 |

|     |       |    |              |               |              |
|-----|-------|----|--------------|---------------|--------------|
| PC8 | Fa0/9 | 30 | 192.168.30.4 | 255.255.255.0 | 192.168.30.1 |
|-----|-------|----|--------------|---------------|--------------|

## 2). Konfigurasi Switch

Konfigurasi Virtual Local Area Network (VLAN) pada switch dilakukan sebagai tahap awal segmentasi jaringan untuk memisahkan domain broadcast berdasarkan kebutuhan masing-masing divisi. Pada penelitian ini, switch dikonfigurasi untuk membentuk tiga VLAN, yaitu VLAN 10 (Divisi Akademik), VLAN 20 (Divisi Keuangan), dan VLAN 30 (Divisi Perpustakaan).

Proses konfigurasi dimulai dengan pembuatan VLAN pada switch melalui mode konfigurasi global. Setiap VLAN diberi identitas berupa VLAN ID dan nama VLAN untuk memudahkan administrasi jaringan. Hasil konfigurasi ditunjukkan pada gambar berikut ini:

```
Switch>en
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name AKADEMIK
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 20
Switch(config-vlan)#name KEUANGAN
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 30
Switch(config-vlan)#name PERPUSTAKAAN
Switch(config-vlan)#exit
```

Gambar 3. Konfigurasi VLAN pada Switch

Setelah VLAN terbentuk, langkah berikutnya adalah melakukan assignment port, yaitu menetapkan port-port switch tertentu ke VLAN yang sesuai menggunakan mode access. Port yang terhubung ke perangkat end device (PC) dikonfigurasi sebagai access port agar frame yang masuk dan keluar tidak bertag (untagged) dan langsung menjadi anggota VLAN yang telah ditentukan. Pada penelitian ini PC yang terhubung pada switch interface Fa0/1-3 menjadi anggota VLAN 10, PC yang terhubung pada switch interface Fa0/4-6 menjadi anggota VLAN 20, dan PC yang terhubung pada switch interface Fa0/7-9 menjadi anggota VLAN 30. Hasil konfigurasi ditunjukkan pada gambar berikut ini:

```
Switch(config)#interface range fa0/1-3
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#interface range fa0/4-6
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 20
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#interface range fa0/7-9
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 30
Switch(config-if-range)#exit
```

Gambar 4. Konfigurasi Assign Port ke VLAN

Selanjutnya, port switch yang terhubung ke router dikonfigurasi sebagai trunk. Mode trunk digunakan karena link tersebut harus membawa traffic dari beberapa VLAN secara bersamaan dengan mekanisme tagging IEEE 802.1Q. Konfigurasi trunk ini merupakan komponen penting dalam implementasi Router-on-a-Stick (ROAS), karena memungkinkan router menerima dan memproses paket dari berbagai VLAN melalui satu interface fisik. Hasil konfigurasi ditunjukkan pada gambar berikut ini:

```
Switch(config)#interface fa0/10
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20,30
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#
```

Gambar 5. Konfigurasi Trunk ke Router

Setelah seluruh konfigurasi dilakukan, lalu dilakukan verifikasi menggunakan perintah monitoring pada switch untuk memastikan VLAN telah terbentuk dengan benar, port telah berada pada VLAN yang sesuai, dan link trunk aktif. Dengan konfigurasi ini, switch berhasil melakukan segmentasi jaringan secara logis sehingga meningkatkan efisiensi broadcast domain, keamanan jaringan, serta menjadi dasar bagi proses inter-VLAN routing pada tahap berikutnya.

## 3). Konfigurasi Router

Inter-VLAN routing pada penelitian ini diimplementasikan menggunakan metode Router-on-a-Stick (ROAS), yaitu teknik yang memanfaatkan satu interface fisik router untuk melayani beberapa VLAN melalui sub-interface logis. Pendekatan ini dipilih karena efisien dalam penggunaan sumber daya perangkat serta sesuai untuk jaringan berskala kecil hingga menengah. Konfigurasi dimulai dengan mengaktifkan interface fisik router yang terhubung ke switch, pada penelitian ini interface yang digunakan Adalah Fa0/0, hasil konfigurasi ditunjukkan pada gambar berikut ini:

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fa0/0
Router(config-if)#no shutdown
```

Gambar 6. Konfigurasi Mengaktifkan Interface Router

Selanjutnya dibuat sub-interface untuk setiap VLAN dan dikonfigurasi menggunakan enkapsulasi IEEE 802.1Q (dot1Q) sesuai VLAN ID masing-masing. Setiap sub-interface diberikan alamat IP yang berfungsi sebagai default gateway bagi host dalam VLAN terkait. Hasil konfigurasi ditunjukkan pada table berikut ini:

```
Router(config)#interface fa0/0.10
Router(config-subif)#
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0.10, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.10, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
Router(config-subif)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fa0/0.20
Router(config-subif)#
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0.20, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.20, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 20
Router(config-subif)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fa0/0.30
Router(config-subif)#
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0.30, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.30, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 30
Router(config-subif)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
```

Gambar 7. Konfigurasi sub-interface untuk setiap VLAN

Melalui mekanisme ini, router menerima frame bertag dari switch melalui link trunk, melakukan proses routing layer-3 berdasarkan tabel routing, kemudian meneruskan paket ke VLAN tujuan melalui sub-interface yang sesuai. Verifikasi dilakukan dengan pemeriksaan status interface dan pengujian konektivitas antar host berbeda VLAN menggunakan perintah ping.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa metode ROAS berhasil memungkinkan komunikasi antar VLAN secara terpusat melalui satu interface fisik router dengan konfigurasi yang relatif sederhana dan efisien.

#### 4). Tes Koneksi

Tes koneksi dilakukan untuk memverifikasi keberhasilan konfigurasi VLAN dan inter-VLAN routing. Metode yang digunakan adalah utilitas ping dengan mengirimkan paket ICMP Echo Request dari host sumber ke alamat tujuan.

Tes koneksi pertama dilakukan dari PC ke default gateway pada VLAN yang sama untuk memastikan konfigurasi IP, subnet mask, dan gateway telah benar serta konektivitas menuju router berfungsi dengan baik. Tes koneksi dilakukan antara PC0 dengan default gateway 192.168.10.1 hasil tes koneksi ditunjukkan pada gambar berikut ini:

```
C:\>ping 192.168.10.1

Pinging 192.168.10.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time=11ms TTL=255
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.10.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 2ms
```

Gambar 8. Tes Koneksi PC dengan Default Gateway

Tes koneksi kedua dilakukan dengan melakukan ping antar PC pada VLAN yang berbeda untuk memvalidasi proses routing melalui metode Router-on-a-Stick. Tes koneksi dilakukan antara PC0 dengan PC7 VLAN 30 hasil tes koneksi ditunjukkan pada gambar berikut ini:

```
C:\>ping 192.168.30.3

Pinging 192.168.30.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.30.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.30.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.30.3: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.30.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Gambar 9. Tes Koneksi PC antar VLAN

Hasil tes koneksi menunjukkan bahwa seluruh host berhasil melakukan ping ke gateway masing-masing maupun ke host pada VLAN lain tanpa kehilangan paket. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi VLAN, trunk, dan inter-VLAN routing telah berjalan sesuai perancangan.

### 3.2. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memverifikasi performa jaringan inter-VLAN routing menggunakan metode Router-on-a-Stick (ROAS). Pengujian dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi normal dan kondisi heavy traffic. Pada tahap ini hanya ditampilkan hasil konektivitas dan pengiriman paket, sedangkan nilai QoS dihitung pada tahap berikutnya.

#### 1). Hasil Pengujian Kondisi Trafik Normal

Pada pengujian ini dilakukan pada saat kondisi trafik normal yaitu dengan mengirimkan paket sebanyak 20 paket dari Divisi Perpustakaan → Divisi Akademik, Divisi Akademik → Divisi Keuangan, dan Divisi Perpustakaan → Divisi Keuangan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 10 dan Hasil lengkapnya ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini:

```

C:\>ping 192.168.10.2 -n 20

Pinging 192.168.10.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=9ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=2ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.10.2:
    Packets: Sent = 20, Received = 20, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 9ms, Average = 0ms

```

Gambar 10. Hasil Pengujian Trafik Normal Divisi Perpustakaan → Divisi Akademik

Tabel 3. Hasil Pengujian Trafik Normal

| No | Skenario Komunikasi               | VLAN Sumber | VLAN Tujuan | Paket Dikirim | Paket Diterima | Status   |
|----|-----------------------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|----------|
| 1  | Div. Perpustakaan → Div. Akademik | VLAN 30     | VLAN 10     | 20            | 20             | Berhasil |
| 2  | Div. Akademik → Div. Keuangan     | VLAN 10     | VLAN 20     | 20            | 20             | Berhasil |
| 3  | Div. Perpustakaan → Div. Keuangan | VLAN 30     | VLAN 20     | 20            | 20             | Berhasil |

Hasil pengujian pada kondisi normal menunjukkan bahwa seluruh perangkat dapat berkomunikasi dengan baik tanpa kehilangan paket. Hal ini menandakan konfigurasi VLAN, trunking, dan inter-VLAN routing menggunakan metode ROAS telah berjalan sesuai perancangan.

## 2). Hasil Pengujian Kondisi *Heavy Traffic*

Pada pengujian ini dilakukan pada saat kondisi heavy traffic yaitu dengan mengirimkan paket sebanyak 100 paket secara bersamaan dari Divisi Perpustakaan → Divisi Akademik, Divisi Akademik → Divisi Keuangan, dan Divisi Perpustakaan → Divisi Keuangan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 11 dan Hasil detailnya ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini:

```

Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.10.2:
    Packets: Sent = 100, Received = 99, Lost = 1 (1% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 0ms

C:\>

```

Gambar 11. Hasil Pengujian *Heavy Traffic* Divisi Perpustakaan → Divisi AkademikTabel 4. Hasil Pengujian *Heavy* Trafik

| No | Skenario Komunikasi               | VLAN Sumber | VLAN Tujuan | Paket Dikirim | Paket Diterima | Status   |
|----|-----------------------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|----------|
| 1  | Div. Perpustakaan → Div. Akademik | VLAN 30     | VLAN 10     | 100           | 99             | Berhasil |
| 2  | Div. Akademik → Div. Keuangan     | VLAN 10     | VLAN 20     | 100           | 100            | Berhasil |
| 3  | Div. Perpustakaan → Div. Keuangan | VLAN 30     | VLAN 20     | 100           | 99             | Berhasil |

Pada kondisi heavy *traffic* terlihat bahwa jaringan masih mampu melakukan komunikasi antar VLAN, namun mulai muncul penurunan performa pada pengujian Ke-1 dan Ke-3 ditunjukkan pada Tabel 5.4 diatas, berupa kehilangan paket dalam jumlah kecil akibat meningkatnya beban trafik pada router.

### 3.3. Analisis Data

Setelah pengujian dilakukan, langkah berikutnya adalah analisis data *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *recovery time*. Data diperoleh dari hasil pengujian ping dan dicatat untuk setiap skenario komunikasi.

Tabel 5. Hasil QoS Trafik Normal

| No | Skenario Komunikasi | Latency Rata-rata (ms) | Jitter Rata-Rata (ms) | Packet Loss (%) |
|----|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1  | VLAN 30 → VLAN 10   | 1                      | 0                     | 0               |
| 2  | VLAN 10 → VLAN 20   | 1                      | 0                     | 0               |
| 3  | VLAN 30 → VLAN 20   | 1                      | 0                     | 0               |

Berdasarkan Tabel 5, hasil pengujian QoS pada kondisi trafik normal menunjukkan bahwa seluruh skenario komunikasi antar VLAN memiliki latency rata-rata sebesar 1 ms, dengan jitter 0 ms serta packet loss 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa pada kondisi beban jaringan normal, komunikasi antar VLAN dapat berjalan dengan sangat stabil tanpa adanya variasi delay maupun kehilangan paket. Hal tersebut mengindikasikan bahwa performa jaringan berada pada kondisi optimal.

Tabel 6. Hasil QoS Heavy Trafik

| No | Skenario Komunikasi | Latency Rata-rata (ms) | Jitter Rata-Rata (ms) | Packet Loss (%) |
|----|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1  | VLAN 30 → VLAN 10   | 1.2                    | 8.5                   | 1               |
| 2  | VLAN 10 → VLAN 20   | 1.3                    | 2.3                   | 0               |
| 3  | VLAN 30 → VLAN 20   | 1.3                    | 4.7                   | 1               |

Berdasarkan Tabel 6, pada kondisi heavy traffic terjadi peningkatan nilai QoS dibandingkan kondisi normal. Nilai latency rata-rata berada pada rentang 1.2–1.3 ms, sedangkan jitter meningkat hingga 8.5 ms pada salah satu skenario komunikasi. Selain itu, packet loss tercatat sebesar 0–1%. Meskipun terjadi peningkatan jitter dan sedikit packet loss, jaringan masih mampu mempertahankan performa komunikasi yang relatif stabil pada kondisi beban trafik tinggi.

Perbedaan kinerja paling terlihat pada jitter dan packet loss. Pada trafik normal, seluruh skenario menghasilkan jitter 0 ms dan packet loss 0%. Saat beban meningkat, jitter berubah menjadi 2,3–8,5 ms dan packet loss mencapai 1% pada beberapa skenario. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan trafik mulai memengaruhi kestabilan pengiriman paket melalui satu interface router ROAS, meskipun nilai QoS masih berada dalam batas TIPHON.

Tabel 7. Hasil QoS Recovery Time

| ID      | Skenario Gangguan                | Waktu Gangguan (s) | Waktu Stabil (s) | Recovery Time (s) |
|---------|----------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| VLAN 10 | Link trunk router-switch diputus | 10                 | 13               | 3                 |
| VLAN 20 | Link trunk router-switch diputus | 15                 | 18               | 3                 |
| VLAN 30 | Link trunk router-switch diputus | 20                 | 24               | 4                 |

Berdasarkan Tabel 7, pengujian recovery time dilakukan dengan mensimulasikan gangguan berupa pemutusan link trunk antara router dan switch. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaringan mampu kembali stabil dalam waktu 3–4 detik setelah gangguan terjadi. Nilai ini menunjukkan bahwa jaringan memiliki kemampuan pemulihan yang cukup cepat sehingga komunikasi antar VLAN dapat kembali berjalan dalam waktu singkat.

Pada kondisi trafik normal, seluruh skenario komunikasi antar VLAN menunjukkan nilai latency rata-rata sebesar 1 ms, jitter 0 ms, serta packet loss 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa jaringan mampu memberikan performa yang sangat stabil tanpa adanya variasi delay maupun kehilangan paket. Berdasarkan standar kualitas jaringan TIPHON, nilai latency di bawah 150 ms dikategorikan sangat baik, sehingga performa jaringan pada kondisi normal dapat dikatakan berada pada tingkat optimal.

Ketika jaringan diuji pada kondisi heavy traffic, terjadi peningkatan nilai QoS terutama pada parameter jitter dan latency. Nilai latency meningkat menjadi 1.2–1.3 ms, sedangkan jitter mencapai nilai tertinggi 8.5 ms pada komunikasi VLAN 30 menuju VLAN 10. Selain itu, packet loss tercatat sebesar 0–1% pada beberapa skenario komunikasi. Meskipun terjadi peningkatan nilai jitter dan sedikit packet loss, seluruh parameter QoS masih berada dalam batas yang direkomendasikan oleh standar TIPHON, yaitu latency <150 ms, jitter <75 ms, dan packet loss <3%.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa arsitektur Router on a Stick (ROAS) memiliki kinerja yang sangat baik pada kondisi trafik normal serta tetap mampu mempertahankan kualitas layanan yang baik pada kondisi heavy traffic. Dengan demikian, arsitektur ROAS yang diterapkan pada skenario pengujian ini layak digunakan untuk mendukung komunikasi antar VLAN, meskipun terdapat keterbatasan berupa peningkatan jitter ketika beban jaringan meningkat. Hasil analisis perbandingan QoS ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 0.3 Analisis Perbandingan QoS

| Parameter   | Trafik Normal | Heavy Traffic | Standar TIPHON | Kategori    |
|-------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| Latency     | 1 ms          | 1.2 – 1.3 ms  | <150 ms        | Sangat Baik |
| Jitter      | 0 ms          | 2.3 – 8.5 ms  | <75 ms         | Baik        |
| Packet Loss | 0 %           | 0 – 1 %       | <3 %           | Sangat Baik |

### 3.4. Evaluasi Kinerja

Berdasarkan hasil pengujian QoS pada kondisi trafik normal dan heavy traffic, arsitektur Router on a Stick (ROAS) menunjukkan kinerja jaringan yang baik dalam mendukung komunikasi antar VLAN. Pada kondisi trafik normal, seluruh parameter QoS menunjukkan nilai yang sangat stabil dengan latency rata-rata 1 ms, jitter 0 ms, dan packet loss 0%, sehingga menunjukkan bahwa jaringan mampu beroperasi secara optimal tanpa adanya gangguan performa.

Pada kondisi heavy traffic, terjadi peningkatan nilai latency menjadi 1.2–1.3 ms serta jitter hingga 8.5 ms, sementara packet loss berada pada rentang 0–1%. Meskipun terjadi peningkatan nilai QoS, seluruh parameter masih berada dalam batas standar kualitas jaringan yang direkomendasikan oleh TIPHON, yaitu latency di bawah 150 ms, jitter di bawah 75 ms, dan packet loss di bawah 3%. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan masih mampu mempertahankan kualitas layanan yang baik meskipun terjadi peningkatan beban trafik.

Selain itu, hasil pengujian recovery time menunjukkan bahwa jaringan mampu kembali stabil dalam waktu 3–4 detik setelah terjadi gangguan pada link trunk router-switch. Waktu pemulihan ini menunjukkan bahwa jaringan memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik dalam merespons gangguan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa arsitektur ROAS layak digunakan untuk mendukung komunikasi antar VLAN pada skenario yang diuji, meskipun peningkatan beban trafik dapat mempengaruhi nilai jitter pada jaringan.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi kinerja inter-VLAN routing menggunakan arsitektur *Router on a Stick* (ROAS) berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *recovery time* pada kondisi trafik normal dan *heavy traffic*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi trafik normal, seluruh skenario komunikasi menghasilkan *latency* rata-rata sebesar 1 ms, *jitter* 0 ms, dan *packet loss* 0%, yang menunjukkan bahwa komunikasi antar VLAN berjalan secara stabil. Pada kondisi *heavy traffic*, terjadi peningkatan *latency* menjadi 1,2–1,3 ms, *jitter* sebesar 2,3–8,5 ms, serta *packet loss* sebesar 0–1%. Perubahan paling terlihat pada parameter *jitter*, khususnya pada komunikasi VLAN 30 menuju VLAN 10 yang mencapai 8,5 ms, sedangkan *packet loss* sebesar 1% muncul pada beberapa skenario. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan beban trafik mulai memengaruhi kestabilan waktu kedatangan paket dan keandalan pengiriman, meskipun seluruh parameter masih berada dalam batas standar TIPHON yang digunakan dalam penelitian. Pengujian *recovery time* juga menunjukkan bahwa jaringan dapat kembali stabil dalam waktu 3–4 detik setelah gangguan pada *link trunk router-switch*.

Berdasarkan hasil tersebut, arsitektur ROAS menunjukkan kinerja yang baik pada skenario pengujian yang menggunakan tiga VLAN, yaitu VLAN 10, VLAN 20, dan VLAN 30, dengan lingkungan simulasi Cisco Packet Tracer. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ROAS masih mampu mendukung komunikasi antar VLAN pada konfigurasi dan beban trafik yang diuji. Namun, hasil tersebut belum dapat digeneralisasikan secara langsung untuk jaringan dengan jumlah VLAN, jumlah pengguna, atau volume trafik yang lebih besar maupun untuk implementasi pada perangkat jaringan fisik, karena penelitian dilakukan dalam lingkungan simulasi Cisco Packet Tracer dengan jumlah VLAN yang terbatas.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, pengujian dapat dilakukan dengan menambah jumlah VLAN dan *end device*, meningkatkan variasi serta volume trafik, serta menggunakan perangkat jaringan fisik atau simulator/emulator jaringan yang lebih mendekati kondisi implementasi nyata. Perbandingan dengan metode inter-VLAN routing lain, seperti Layer 3 Switch atau *Switch Virtual Interface* (SVI), juga dapat dilakukan untuk mengetahui batas kinerja ROAS secara lebih komprehensif.

## Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memberikan pembiayaan penelitian ini dan telah mendukung selama berjalannya kegiatan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rahman, R. B. Hadnawika, and A. I. Zahro, "Penerapan Model Network Development Life Cycle (NDLC) Pada Infrastruktur Jaringan Internet Kantor Desa Kemiri," *J. Publ. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 3, 2023, doi: 10.55606/jupti.v2i3.1790.
- [2] R. Bredezen and S. Mujeye, "Network Segmentation Security with the Implementation of Threats," in *ICSIM '25: Proceedings of the 2025 8th International Conference on Software Engineering and Information Management*, 2025, pp. 137–141. doi: 10.1145/3725899.3725920.

- [3] T. Rahman, T. R. Zaini, and G. Chrisnawati, "Perancangan Jaringan Virtual Local Area Network (VLAN) & DHCP Pada PT. Navicom Indonesia Bekasi," *J. Tek. Inform. Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 4, no. 1, pp. 36–41, 2020, doi: 10.31000/jika.v4i1.2366.
- [4] Z. Fahrezi and I. K. Sudaryana, "Komparasi Metode Inter-VLAN Routing : Studi Kasus Penggunaan SVI dan Router on a Stick berdasarkan simulasi pada Cisco Packet Tracer," *J. Elektron. dan Tek. Inform. Terap.*, vol. 2, no. 4, pp. 32–42, 2024, doi: 10.59061/jentik.v2i4.822.
- [5] M. S. Al Hadi, "Configure and verify ROAS (Router On A Stick)," *ID-Workers*. <https://www.idn.id/configure-and-verify-roas-router-on-a-stick/> (accessed Nov. 20, 2025).
- [6] H. Ar Rasyid, S. Broto, and W. Artika, "Optimasi Infrastruktur Jaringan VLAN Trunking Protocol menggunakan Simulasi Packet Tracer pada PT. Rukun Sejahtera Teknik," *J. Elektro Inform. Swadharma*, vol. 4, no. 1, pp. 39–46, 2024.
- [7] D. P. Putra, "Perencanaan Blueprint Jaringan Komputer Berbasis Inter-Vlan Routing Pada SMKN 3 Pujut," *J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 92–98, 2022.
- [8] M. Rahman *et al.*, "Optimalisasi Jangkauan Sinyal Wireless Fidelity Menggunakan Mi WiFi Range Extender Pro," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 164–171, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4630.
- [9] I. Widyastuti and Y. Hendrian, "Pemanfaatan VLAN Untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan Komputer BKPP Kabupaten Bogor," *Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2022.
- [10] I. Cisco Systems, "Cisco Packet Tracer," *Cisco Networking Academy*, 2024. <https://www.netacad.com/cisco-packet-tracer> (accessed Nov. 20, 2025).
- [11] M. S. H. Simarangkir, A. Puspabhuaana, and B. H. Irawan, "Pelatihan Implementasi Server VoIP Menggunakan Router Cisco Pada Jaringan Lokal," *BEMAS J. Bermasyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 9–18, 2021, doi: 10.37373/bemas.v2i1.119.
- [12] M. Syihabuddin and Jenih, "Implementasi Redundant Switch Menggunakan CISCO Catalyst Di PT . Citra Solusi Pratama," *J. Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 77–85, 2021, doi: 10.52643/jti.v7i2.1900.
- [13] M. Rahman, M. Dasuki, and H. Oktavianto, "Implementasi Manajemen Bandwidth Simple Queue Sebagai Optimalisasi Layanan Jaringan Internet Warga Menggunakan Metode NDLC," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 27–35, 2024, doi: 10.37859/coscitech.v5i1.6899.