

EFEKTIVITAS SEGMENTASI MENGGUNAKAN VLAN DAN INTER VLAN ROUTING PADA JARINGAN KOMPUTER DI PERUSAHAAN

Yazid Zaidan¹, Haida Dafitri^{*2}

^{1,2}Universitas Harapan Medan, Fakultas Teknik dan Komputer, Teknik Informatika

Email: ¹zaidan.yazid@gmail.com, ²aida.stth@gmail.com

SEJARAH ARTIKEL

Diterima: 22.12.2025

Direvisi: 30.12.2025

Publish: 31.12.2025



Hak Cipta © 2025

Penulis: Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan berdasarkan ketentuan Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ABSTRAK

Jaringan komputer tanpa segmentasi berpotensi menimbulkan permasalahan seperti tingginya trafik broadcast, rendahnya keamanan, dan sulitnya pengelolaan jaringan. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menerapkan Virtual Local Area Network (VLAN) dan Inter-VLAN Routing pada topologi jaringan. VLAN digunakan untuk memisahkan jaringan berdasarkan divisi (Administrasi, Keuangan, IT Support, dan HRD) sehingga komunikasi dalam satu VLAN menjadi lebih efisien dan aman. Agar perangkat dari VLAN yang berbeda tetap dapat berkomunikasi, diterapkan konfigurasi Inter-VLAN Routing dengan metode router multi-interface. Implementasi dilakukan melalui perancangan topologi, konfigurasi switch untuk segmentasi VLAN, serta konfigurasi router sebagai penghubung antar VLAN. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaringan memiliki kualitas sangat baik berdasarkan parameter QoS: delay rendah (0–6 ms), packet loss 0%, dan jitter kecil. Dengan demikian, penerapan VLAN dan Inter-VLAN Routing terbukti meningkatkan efisiensi, keamanan, serta fleksibilitas jaringan, sehingga dapat menjadi solusi tepat bagi organisasi skala menengah hingga besar.

Kata Kunci: VLAN, Inter-VLAN routing, router, segmentasi jaringan.

ABSTRACT

A non-segmented computer network may cause issues such as high broadcast traffic, low security, and management difficulties. To overcome these problems, this study applies Virtual Local Area Network (VLAN) and Inter-VLAN Routing within the network topology. VLANs are implemented to separate the network based on divisions (Administration, Finance, IT Support, and HRD), making intra-VLAN communication more efficient and secure. To enable communication across different VLANs, multi-interface router configuration is used. The implementation includes network topology design, switch configuration for VLAN segmentation, and router configuration as the interconnection between VLANs.

The testing results show that the network demonstrates excellent performance based on QoS parameters: low delay (0–6 ms), 0% packet loss, and minimal jitter. Therefore, the implementation of VLAN and Inter-VLAN Routing is proven to enhance efficiency, security, and flexibility, making it a suitable solution for medium to large-scale organizations.

Keywords: VLAN, Inter-VLAN Routing, Router, Network Segmentation

1. PENDAHULUAN

Saat ini banyak perusahaan, jaringan masih berbentuk *flat network* yakni semua perangkat komputer dan device yang lainnya berada dalam satu segmen jaringan, tidak terpisah dalam subnetwork maupun perangkat router. Kondisi ini menimbulkan beberapa masalah yakni domain broadcast yang besar sehingga trafik siaran membebani kinerja, keamanan rendah karena antar divisi saling dapat mengakses sumber daya tanpa isolasi memadai, manajemen sulit dan tidak skalabel saat jumlah pengguna atau layanan bertambah [1]–[3], serta ketahanan rendah ketika tidak tersedia jalur redundan dan pemantauan yang memadai. Studi pada lingkungan perusahaan dan instansi di Indonesia menunjukkan bahwa tanpa segmentasi, koneksi dan keamanan sering terganggu, serta pemisahan fungsi kerja menjadi tidak efektif. Implementasi VLAN terbukti membantu mengurangi masalah tersebut dan memudahkan pengelolaan jaringan, termasuk pengujian di simulasi dan lapangan pada beberapa organisasi.

Penelitian ini mengajukan segmentasi jaringan berbasis VLAN untuk memecah *broadcast domain* per divisi ataupun fungsi tugas tertentu dalam jaringan, dilengkapi Inter-VLAN routing agar antar-semen yang

berwenang tetap dapat berkomunikasi. Segmentasi jaringan merupakan salah satu strategi penting dalam perancangan infrastruktur jaringan komputer untuk meningkatkan kinerja, keamanan, dan efisiensi distribusi data. Salah satu metode segmentasi yang banyak digunakan adalah Virtual Local Area Network (VLAN), yang memungkinkan pembagian jaringan secara logis tanpa bergantung pada lokasi fisik perangkat.

VLAN membantu mengurangi collision domain, membatasi broadcast, dan meningkatkan manajemen jaringan [4]. Namun, untuk memungkinkan komunikasi antar VLAN, diperlukan Inter-VLAN Routing yang dapat diimplementasikan menggunakan router atau multilayer switch. Penerapan kombinasi VLAN dan Inter-VLAN Routing terbukti efektif dalam memisahkan lalu lintas jaringan sekaligus mempertahankan koneksi antar segmen [5]. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa penggunaan router dengan konfigurasi sub-interface dalam implementasi VLAN mampu memaksimalkan pemanfaatan bandwidth dan mempermudah pengaturan jaringan skala menengah hingga besar [6]. Dengan demikian, kajian mengenai efektivitas segmentasi menggunakan VLAN dan Inter-VLAN Routing menjadi relevan untuk memastikan bahwa desain jaringan dapat memberikan performa optimal sesuai kebutuhan organisasi.

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan efisiensi *throughput* lebih stabil, serta *latency* yang lebih rendah pada segmen jaringan dan Manajemen serta skalabilitas berupa penomoran IP, kebijakan, dan pemantauan per VLAN memudahkan *troubleshooting* dan penambahan layanan dalam jaringan. Penelitian ini memanfaatkan Cisco Packet Tracer sebagai media simulasi untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji efektivitas segmentasi jaringan menggunakan VLAN dan Inter-VLAN Routing. Cisco Packet Tracer dipilih karena menyediakan lingkungan virtual yang fleksibel dan interaktif untuk menguji berbagai konfigurasi jaringan tanpa memerlukan perangkat fisik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jaringan Komputer

Jaringan, atau jaringan komputer, adalah proses menghubungkan dua atau lebih perangkat komputasi, seperti komputer desktop, perangkat seluler, router, atau aplikasi, untuk memungkinkan transmisi dan pertukaran informasi dan sumber daya. Biasanya, jaringan komputer ditentukan oleh wilayah geografis. Jaringan area lokal (LAN) menghubungkan komputer dalam ruang fisik yang ditentukan, sedangkan jaringan area luas (WAN) dapat menghubungkan komputer lintas benua. Namun, jaringan juga ditentukan oleh protokol yang digunakan untuk berkomunikasi, susunan fisik komponennya, cara mengelola lalu lintas jaringan, dan tujuan yang dilayani di lingkungan masing-masing [7]. Jaringan komputer adalah sebuah kumpulan perangkat elektronik yang saling terhubung untuk saling berbagi informasi dan sumber daya. Perangkat-perangkat ini dapat berupa komputer, printer, scanner, dan lain sebagainya. Jaringan komputer dapat dibuat dalam skala kecil, seperti jaringan rumah atau kantor, hingga skala besar, seperti jaringan internet [8].

2.2. IP Address

Alamat IP, singkatan dari Internet Protocol Address, adalah pengenal unik yang ditetapkan untuk perangkat yang terhubung ke jaringan. Anggaplah alamat IP sebagai label numerik yang memungkinkan komputer, server, ponsel pintar, dan perangkat lain untuk menemukan dan berkomunikasi satu sama lain dalam jaringan. Alamat-alamat ini memastikan bahwa data yang dikirim melalui internet mencapai tujuan yang tepat. IPv4 adalah sistem pengalamatan jaringan asli, yang berasal dari tahun 1983. Meskipun terjadi transisi bertahap ke IPv6, IPv4 tetap menjadi standar untuk sebagian besar komunikasi internet dan jaringan saat ini. Alamat IPv4 didasarkan pada sistem biner, yang terdiri dari 32 digit biner (bit). Setiap alamat IPv4 adalah angka 32-bit, dibagi menjadi empat segmen yang dikenal sebagai oktet atau byte. Setiap oktet berisi 8 bit, yang membentuk alamat 32-bit penuh. Istilah "oktet" berasal dari fakta bahwa setiap kelompok berisi tepat 8 bit. Dalam bentuknya yang lebih mudah dibaca manusia, oktet-oktet ini dipisahkan oleh titik, sebuah format yang dikenal sebagai notasi desimal bertitik. Setiap oktet dapat memiliki nilai desimal berkisar antara 0 hingga 255, yang berasal dari fakta bahwa bilangan biner 8-bit dapat mewakili 256 nilai yang berbeda ($2^8 = 256$) [9].

2.3. Routing OSPF

Open Shortest Path First (OSPF) adalah sebuah protokol routing otomatis (*Dynamic Routing*) yang mampu menjaga, mengatur dan mendistribusikan informasi routing antar network mengikuti setiap perubahan jaringan secara dinamis. Pada OSPF terdapat fitur-fitur yang bisa digunakan untuk memanagement jaringan dalam skala yang besar. Oleh karena itu untuk mempermudah penambahan informasi routing dan meminimalisir kesalahan distribusi informasi routing, maka OSPF bisa menjadi sebuah solusi. Dalam setiap area, router akan memilih DR atau BDR. DR atau Designated Router berfungsi untuk mengumpulkan dan mendistribusikan LSA ke dalam satu area. Kemudian BDR atau Backup Designated Router berfungsi untuk membackup tugas dari DR ketika perangkat DR bermasalah atau terjadi kegagalan system. Dalam implementasinya, ketika melakukan konfigurasi OSPF maka router DR dan BDR akan terbentuk secara otomatis berdasarkan perangkat yang pertama kali mengaktifkan OSPF. Sehingga bisa saja perangkat yang akan menjadi DR adalah perangkat dengan spesifikasi yang kurang tinggi (pemilihan tidak sesuai), misalnya seperti gambar berikut [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi

Implementasi yang dilakukan bertujuan untuk menguji skema jaringan yang dibangun sesuai dengan tujuan dan manfaatnya. Implementasi juga dilakukan dengan menjalankan semua fungsi dari setiap device yang ada dalam jaringan. Setiap device di uji dan diimplementasikan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Implementasi ini dilakukan dengan cara menguji coba perangkat masing-masing perangkat jaringan. Untuk melihat apakah telah terhubung sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mengirimkan packet ICMP melalui perintah PING dari PC ke perangkat yang lain. Kemudian dari PC ke perangkat router dan ke perangkat server. Implementasi yang akan dilakukan memerlukan beberapa persyaratan agar dapat berjalan dengan baik. Persyaratan tersebut berupa kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Kebutuhan tersebut penulis jabarkan dalam beberapa point sebagai berikut.

1. Kebutuhan Perangkat Keras

Agar implementasi dan pengujian dapat berjalan dengan baik maka diperlukan perangkat keras yang sesuai dengan kebutuhan yaitu sebagai berikut:

- Laptop atau Komputer dengan spesifikasi minimal intel pentium
- RAM minimal 1 Gb
- HDD minimal 500 Gb
- Monitor dengan resolusi layar 1200x800
- Keyboard dan Mouse

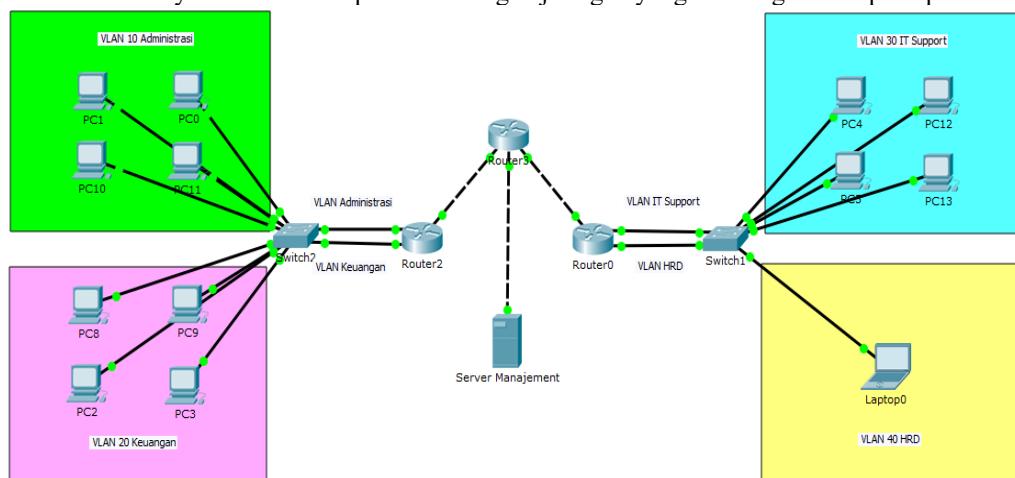
2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Agar implementasi dan pengujian dapat berjalan dengan baik maka diperlukan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan sebagai berikut:

- Sistem operasi minimal windows 8
- Software cisco packet tracer min versi 6.1

3.2. Pengujian Rancangan Jaringan

Langkah pertama dalam implementasi ini adalah melakukan pengujian terhadap hasil dari konfigurasi yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan rancangan jaringan yang akan digunakan pada penelitian ini.

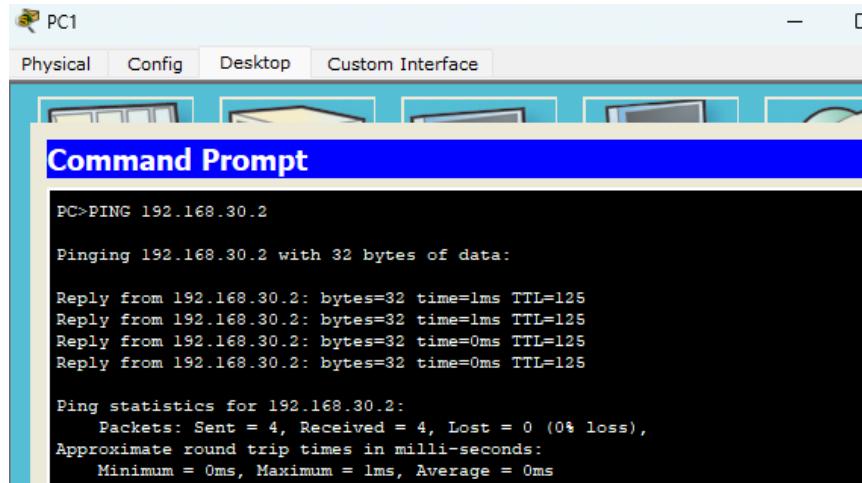


Gambar 1. Skema jaringan

Dari gambar diatas akan dilakukan pengujian secara bertahap pada setiap perangkat yang ada. Pengujian pertama dilakukan dengan cara menguji koneksi perangkat PC yang terdapat pada VLAN-Administrasi dan VLAN-Keuangan. Kemudian dilakukan pengujian routing pada setiap router dengan perintah traceroute.

3.3. Pengujian Jaringan VLAN

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan *ping* dari PC1 ke alamat IP 192.168.30.2 yakni PC4 yang berada pada jaringan VLAN IT-Support sebanyak 10 kali pengiriman paket ICMP (Internet Control Message Protocol) yakni PING. Berikut pengujian tersebut.



Gambar 2. Pengujian koneksi PC1 ke PC4

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua paket berhasil dikirim dan diterima kembali dengan packet loss 0%. Nilai *round trip time* (RTT) bervariasi pada setiap percobaan, dengan waktu respon minimum berada pada 0 ms dan waktu respon maksimum mencapai 12 ms. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan beban jaringan atau proses pengolahan paket pada perangkat yang diuji.

Secara umum, hasil uji *ping* menunjukkan kualitas jaringan yang cukup baik karena:

1. Tidak ada kehilangan paket (0% loss), menandakan koneksi stabil.
2. Delay rendah (0–12 ms), yang berarti komunikasi berlangsung sangat cepat.
3. Jitter (variasi delay) relatif kecil, hanya beberapa milidetik.

Berdasarkan parameter QoS (Quality of Service), jaringan ini berada pada kategori sangat baik karena nilai delay sangat kecil dan tidak terjadi packet loss.

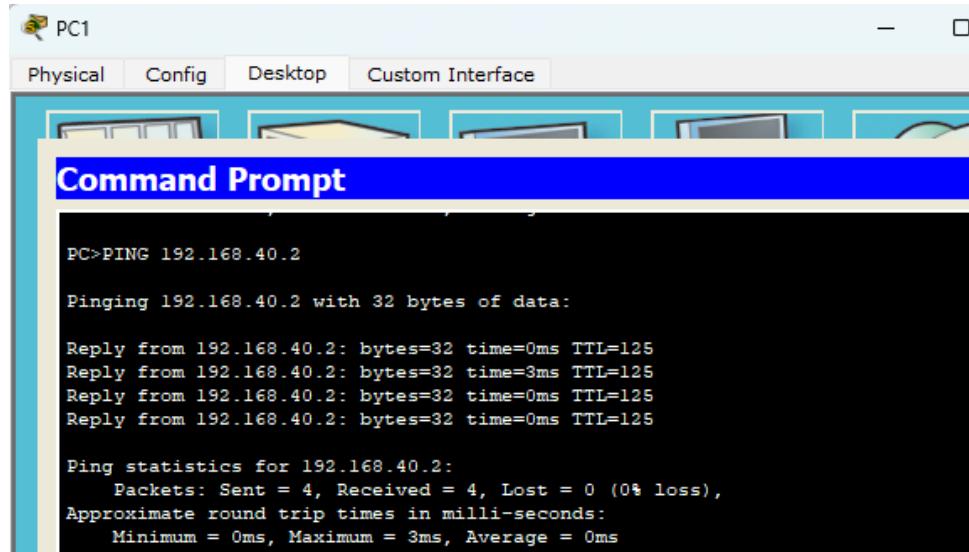
Tabel 1. Statistik Pengujian QoS PC1

Pengujian	Min RTT (ms)	Max RTT (ms)	Avg RTT (ms)	Packet Sent	Packet Received	Packet Loss	Keterangan
1	0	1	0	4	4	0%	Sangat Baik
2	0	3	1	4	4	0%	Sangat Baik
3	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
4	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
5	0	12	4	4	4	0%	Baik
6	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
7	0	3	1	4	4	0%	Sangat Baik
8	0	2	1	4	4	0%	Sangat Baik
9	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
10	0	1	4	4	4	0%	Baik

Analisis QoS:

- a. Delay: Semua pengujian berada di bawah 150 ms → kategori sangat baik menurut standar ITU-T.
- b. Packet Loss: 0% → sangat baik.
- c. Jitter: Variasi kecil (0–12 ms), masih dalam batas wajar.

Secara keseluruhan, jaringan yang diuji memiliki kualitas sangat baik untuk kebutuhan komunikasi data, bahkan layak digunakan untuk aplikasi *real-time* seperti VoIP atau video conference. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan inter-VLAN routing tidak menghambat koneksi jaringan yang dibangun pada perusahaan. Selanjutnya dilakukan pengujian dari PC1 ke VLAN-HRD yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



```

PC>PING 192.168.40.2
Pinging 192.168.40.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time=0ms TTL=125
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time=3ms TTL=125
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time=0ms TTL=125
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time=0ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.40.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 3ms, Average = 0ms
  
```

Gambar 3. Pengujian PC1 ke HRD

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua paket berhasil dikirim dan diterima kembali dengan packet loss 0%. Nilai *round trip time (RTT)* bervariasi pada setiap percobaan, dengan waktu respon minimum berada pada 0 ms dan waktu respon maksimum mencapai 4 ms. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan beban jaringan atau proses pengolahan paket pada perangkat yang diuji.

Secara umum, hasil uji *ping* menunjukkan kualitas jaringan yang cukup baik karena:

1. Tidak ada kehilangan paket (0% loss), menandakan koneksi stabil.
2. Delay rendah (0–4 ms), yang berarti komunikasi berlangsung sangat cepat.
3. Jitter (variasi delay) relatif kecil, hanya beberapa milidetik.

Berdasarkan parameter QoS (*Quality of Service*), jaringan ini berada pada kategori sangat baik karena nilai delay sangat kecil dan tidak terjadi packet loss.

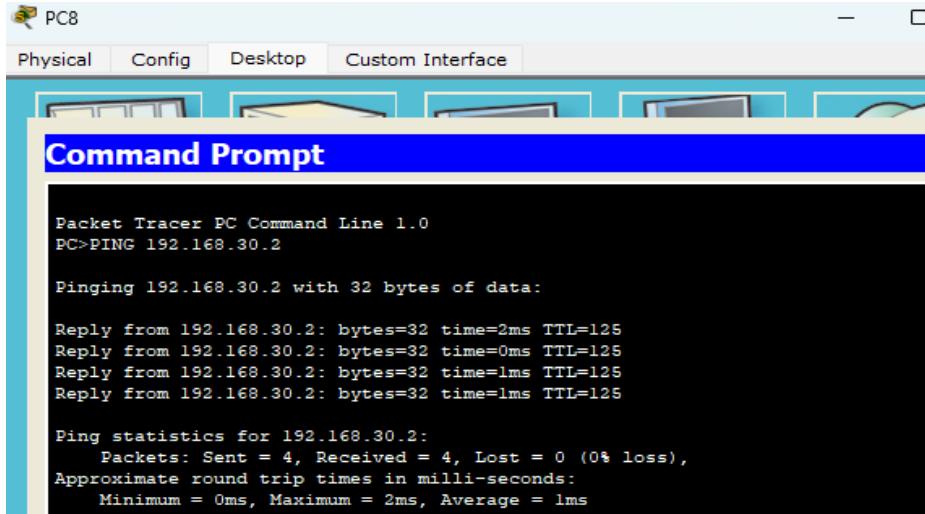
Tabel 2. Statistik Pengujian QoS PC1

Pengujian	Min RTT (ms)	Max RTT (ms)	Avg RTT (ms)	Packet Sent	Packet Received	Packet Loss	Keterangan
1	0	1	0	4	4	0%	Sangat Baik
2	0	3	1	4	4	0%	Sangat Baik
3	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
4	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
5	0	4	2	4	4	0%	Sangat Baik
6	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
7	0	3	1	4	4	0%	Sangat Baik
8	0	2	1	4	4	0%	Sangat Baik
9	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
10	0	1	2	4	4	0%	Sangat Baik

Analisis QoS:

- a. Delay: Semua pengujian berada di bawah 150 ms → kategori sangat baik menurut standar ITU-T.
- b. Packet Loss: 0% → sangat baik.
- c. Jitter: Variasi kecil (0–4 ms), masih dalam batas wajar.

Secara keseluruhan, jaringan yang diuji memiliki kualitas sangat baik untuk kebutuhan komunikasi data, bahkan layak digunakan untuk aplikasi *real-time* seperti VoIP atau video conference. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan inter-VLAN routing tidak menghambat konektivitas jaringan yang dibangun pada perusahaan. Selanjutnya dilakukan pengujian dari PC8 ke VLAN-IT-Support yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Pengujian PC8 ke PC4

Hasil pengujian pada gambar diatas menunjukkan bahwa semua paket berhasil dikirim dan diterima kembali dengan packet loss 0%. Nilai *round trip time (RTT)* bervariasi pada setiap percobaan, dengan waktu respon minimum berada pada 0 ms dan waktu respon maksimum mencapai 10 ms yang dapat disebabkan adanya proses looping pada routing. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan beban jaringan atau proses pengolahan paket pada perangkat yang diuji. Secara umum, hasil uji *ping* menunjukkan kualitas jaringan yang cukup baik karena:

1. Tidak ada kehilangan paket (0% loss), menandakan koneksi stabil.
2. Delay rendah (0–10 ms), yang berarti komunikasi berlangsung cepat.
3. Jitter (variasi delay) relatif kecil, hanya beberapa milidetik.

Berdasarkan parameter QoS (*Quality of Service*), jaringan ini berada pada kategori sangat baik karena nilai delay sangat kecil dan tidak terjadi packet loss.

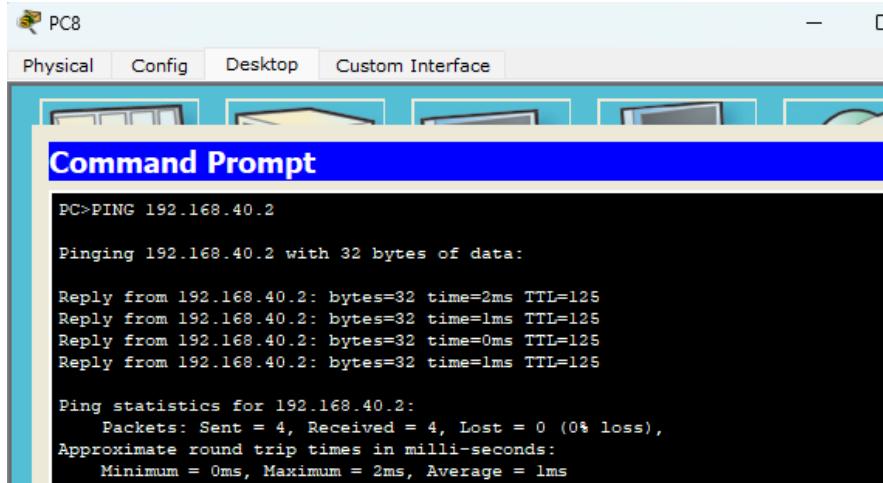
Tabel 3. Statistik Pengujian QoS PC8

Pengujian	Min RTT (ms)	Max RTT (ms)	Avg RTT (ms)	Packet Sent	Packet Received	Packet Loss	Keterangan
1	0	1	0	4	4	0%	Sangat Baik
2	0	3	1	4	4	0%	Sangat Baik
3	0	10	0	4	4	0%	Sangat Baik
4	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
5	0	1	2	4	4	0%	Sangat Baik
6	0	4	0	4	4	0%	Sangat Baik
7	0	2	1	4	4	0%	Sangat Baik
8	0	2	1	4	4	0%	Sangat Baik
9	0	2	0	4	4	0%	Sangat Baik
10	0	1	2	4	4	0%	Sangat Baik

Analisis QoS:

- a. Delay: Semua pengujian berada di bawah 150 ms → kategori sangat baik menurut standar ITU-T.
- b. Packet Loss: 0% → sangat baik.
- c. Jitter: Variasi kecil (0–10 ms), masih dalam batas wajar.

Secara keseluruhan, jaringan yang diuji memiliki kualitas sangat baik untuk kebutuhan komunikasi data, bahkan layak digunakan untuk aplikasi *real-time* seperti VoIP atau video conference. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan inter-VLAN routing tidak menghambat koneksi jaringan yang dibangun pada perusahaan. Selanjutnya dilakukan pengujian koneksi dari PC8 ke jaringan VLAN-HRD yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Pengujian PC8 ke VLAN-HRD

Hasil pengujian yang diperlihatkan pada gambar diatas menunjukkan bahwa semua paket berhasil dikirim dan diterima kembali dengan packet loss 0%. Nilai *round trip time (RTT)* bervariasi pada setiap percobaan, dengan waktu respon minimum berada pada 0 ms dan waktu respon maksimum mencapai 6 ms. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan beban jaringan atau proses pengolahan paket pada perangkat yang diuji.

Secara umum, hasil uji *ping* menunjukkan kualitas jaringan yang cukup baik karena:

1. Tidak ada kehilangan paket (0% loss), menandakan koneksi stabil.
2. Delay rendah (0–6 ms), yang berarti komunikasi berlangsung cepat.
3. Jitter (variasi delay) relatif kecil, hanya beberapa milidetik.

Berdasarkan parameter QoS (*Quality of Service*), jaringan ini berada pada kategori sangat baik karena nilai delay sangat kecil dan tidak terjadi packet loss.

Tabel 4. Statistik Pengujian QoS PC8

Pengujian	Min RTT (ms)	Max RTT (ms)	Avg RTT (ms)	Packet Sent	Packet Received	Packet Loss	Keterangan
1	0	1	1	4	4	0%	Sangat Baik
2	0	6	0	4	4	0%	Sangat Baik
3	0	2	2	4	4	0%	Sangat Baik
4	0	3	0	4	4	0%	Sangat Baik
5	0	1	2	4	4	0%	Sangat Baik
6	0	4	0	4	4	0%	Sangat Baik
7	0	2	1	4	4	0%	Sangat Baik
8	0	1	0	4	4	0%	Sangat Baik
9	0	2	2	4	4	0%	Sangat Baik
10	0	1	1	4	4	0%	Sangat Baik

Analisis QoS:

- d. Delay: Semua pengujian berada di bawah 150 ms → kategori sangat baik menurut standar ITU-T.
- e. Packet Loss: 0% → sangat baik.
- f. Jitter: Variasi kecil (0–6 ms), masih dalam batas wajar.

Secara keseluruhan, jaringan yang diuji memiliki kualitas sangat baik untuk kebutuhan komunikasi data sama dengan perangkat sebelumnya yang telah diuji, bahkan layak digunakan untuk aplikasi *real-time* seperti VoIP atau video conference. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan inter-VLAN routing tidak menghambat koneksi jaringan yang dibangun pada perusahaan.

3.4. Pengujian Inter-VLAN Routing

Pengujian dilakukan pada router2 ke jaringan VLAN-HRD. Jaringan ini merupakan jaringan remote network router2 yakni jaringan yang tidak terkoneksi langsung pada router. Tujuan dari pengujian ini adalah melihat sejauh mana hasil dari kofigurasi Inter-VLAN dalam mempengaruhi koneksi pada perangkat jaringan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan perintah traceroute yang berfungsi untuk;

1. Menelusuri jalur paket data
 - a. Traceroute digunakan untuk mengetahui jalur atau lintasan yang dilewati paket data dari perangkat asal (router/PC) menuju ke alamat tujuan (IP address atau domain).

- b. Jalur ini ditampilkan dalam bentuk daftar *hop* (lompatan) melalui router-router atau perangkat jaringan yang dilewati.
- 2. Mengidentifikasi titik masalah jaringan
 - a. Dengan melihat waktu respon pada setiap *hop*, kita bisa mengetahui di mana terjadi keterlambatan (*delay*) atau bahkan kegagalan koneksi.
 - b. Jika ada perangkat yang tidak merespons, akan muncul tanda * * * pada hasil traceroute.
- 3. Menganalisis kinerja jaringan
 - a. Menunjukkan *round trip time (RTT)* dari setiap *hop* sehingga bisa dianalisis kualitas koneksi pada tiap segmen jaringan.
 - b. Berguna untuk troubleshooting ketika koneksi internet lambat atau putus.

```

Router#traceroute 192.168.40.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.40.2
 1  192.168.1.2      2 msec      0 msec      0 msec
 2  192.168.2.1      0 msec      0 msec      0 msec
 3  192.168.40.2      0 msec      1 msec      1 msec

Router#traceroute 192.168.40.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.40.2
 1  192.168.1.2      0 msec      3 msec      0 msec
 2  192.168.2.1      0 msec      0 msec      0 msec
 3  192.168.40.2      0 msec      0 msec      0 msec

Router#traceroute 192.168.40.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.40.2
 1  192.168.1.2      1 msec      0 msec      1 msec
 2  192.168.2.1      0 msec      0 msec      0 msec
 3  192.168.40.2      0 msec      0 msec      1 msec

Router#traceroute 192.168.40.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.40.2
 1  192.168.1.2      6 msec      0 msec      0 msec
 2  192.168.2.1      0 msec      0 msec      0 msec
 3  192.168.40.2      0 msec      0 msec      0 msec

Router#

```

Gambar 6. Pengujian traceroute router

Pada gambar pengujian diatas, terlihat bahwa pengujian dilakukan dengan perintah traceroute dari Router2 menuju alamat tujuan 192.168.40.2 yakni VLAN-HRD. Hasil traceroute menunjukkan bahwa paket melewati 3 hop, yaitu:

1. Hop 1: 192.168.1.2 → delay sangat kecil (0–6 ms).
2. Hop 2: 192.168.2.1 → delay 0 ms.
3. Hop 3: 192.168.40.2 → tujuan akhir dengan delay 0–2 ms.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa rute sudah optimal, tidak ada packet loss, serta waktu respon (delay) sangat rendah. Variasi delay antar traceroute hanya berkisar 0–6 ms, sehingga kualitas jaringan dapat dikategorikan sangat baik.

Tabel 5. Statistik Parameter QoS

Hop	Alamat IP	Delay Min (ms)	Delay Max (ms)	Delay Avg (ms)	Packet Loss	Keterangan
1	192.168.1.2	0	6	1–2	0%	Respon cepat, sedikit variasi delay
2	192.168.2.1	0	0	0	0%	Stabil, tidak ada delay
3	192.168.40.2	0	2	0–1	0%	Host tujuan, respon cepat

Kesimpulan

- Packet Loss = 0% → semua hop dapat diakses dengan baik.
- Delay 0–6 ms → masih dalam kategori Excellent menurut standar QoS (TIPHON/ITU-T).
- Jitter sangat rendah → variasi delay tidak signifikan.

Sehingga, kualitas koneksi dari Router2 ke host tujuan 192.168.40.2 dapat disimpulkan sangat baik dengan jalur routing yang optimal dan stabil.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi VLAN (*Virtual Local Area Network*) berhasil memisahkan lalu lintas data berdasarkan divisi, yaitu Administrasi, Keuangan, TI Support, dan HRD,

sehingga jaringan menjadi lebih terstruktur, aman, dan efisien karena area broadcast terbatas pada masing-masing VLAN. Penerapan inter-VLAN routing melalui router memungkinkan komunikasi antar VLAN dengan memanfaatkan gateway pada setiap subnet, sehingga perangkat antar divisi tetap dapat berkomunikasi sesuai kebutuhan operasional tanpa menghilangkan segmentasi jaringan yang telah diterapkan. Topologi jaringan yang digunakan membuktikan bahwa konfigurasi router dengan multi-interface tanpa metode Router-on-a-Stick dapat berjalan secara efektif, meskipun pendekatan ini memerlukan lebih banyak port fisik pada router dibandingkan penggunaan sub-interface. Hasil pengujian kualitas jaringan menunjukkan performa yang sangat baik berdasarkan parameter Quality of Service (QoS), dengan delay rendah berkisar 0–6 ms, packet loss sebesar 0%, serta nilai jitter yang kecil, sehingga jaringan mampu mendukung aplikasi real-time seperti VoIP dan video conference. Secara keseluruhan, implementasi VLAN dan inter-VLAN routing dalam penelitian ini terbukti meningkatkan efisiensi, keamanan, dan fleksibilitas jaringan, sehingga layak diterapkan pada organisasi berskala menengah hingga besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Zaenudin, L. D. Samsumar, A. Kalbuadi, and B. Imran, “Pelatihan Pembuatan Website Bagi Staf Desa di Desa Teratak Kecamatan Batukliang Utara Kabupaten Lombok Tengah,” *J. Karya untuk Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 168–176, 2022, doi: 10.36914/jkum.v3i2.797.
- [2] S. Aji and D. Pratmanto, “Perancangan Sistem Informasi Inventory Barang,” *Peranc. Sist. Inf. Invent. Barang*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2021, [Online]. Available: https://repository.bsi.ac.id/index.php/unduh/item/303949/File_10.-Bab-II-Landasan-Teori.pdf
- [3] Z. Mutaqin, B. Imran, and S. Rosida, “SISTEM INFORMASI PENJUALAN ONLINE (E-COMMERCE) BERBASIS WEB PADA TOKO MATAHARI PRAYA,” *J. Comput. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 29–36, 2023.
- [4] O. K. Sulaiman, “Simulasi Perancangan Sistem Jaringan Inter Vlan Routing di Universitas Negeri Medan,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 2, no. 1, pp. 92–96, 2017.
- [5] M. Noviansyah, “EFISIENSI JARINGAN KOMPUTER DENGAN PENERAPAN FIREWALL MANGLE DAN BANDWIDTH LIMIT DENGAN METODE PER CONNECTION QUEUING (PCQ),” *Akrab Juara J. Ilmu-ilmu Sos.*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [6] A. Abdurrahman, M. A. Nushair, and K. Yahya, “Penerapan Replikasi Basis Data Terdistribusi Menggunakan Metode Synchronous Pada Hotel Favehotel Makassar,” *Nusant. Hasana J.*, vol. 1, no. 12, pp. 46–53, 2022.
- [7] Ibm, “Apa itu jaringan komputer?,” 2024.
- [8] Biznet, “Definisi & Perbedaan Jaringan Komputer dan Internet,” 2024.
- [9] Hostwinds, “IPv4 Classes: What are They & How are They Used,” 2024.
- [10] CITRAWEB, “[OSPF] Penentuan DR dan BDR,” 2023.