

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VIRTUAL LOCAL AREA NETWORK (VLAN) BERBASIS SWITCH CISCO 2960

Viranda Zaizafun¹, Muhammad Syahroni², Muhammad³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: virandazai@gmail.com¹, msyahroni@pnl.ac.id², cekm4d@gmail.com³

Abstrak – Teknologi informasi berkembang dengan cepat dan sudah menjadi kebutuhan untuk setiap instansi. Dengan adanya jaringan komputer, mendapatkan informasi serta memberikan informasi menjadi lebih mudah dan menghemat waktu. Salah satu fitur yang berpengaruh terhadap performa jaringan komputer adalah *Virtual Local Area Network (VLAN)*. VLAN adalah suatu fitur yang berguna untuk membatasi jaringan dalam peralatan *switch*. Penggunaan VLAN juga menghindari keterbatasan fisik LAN yang dapat memungkinkan skala jaringan dan segmentasi guna meningkatkan langkah-langkah keamanan dan mengurangi adanya latensi jaringan, sehingga pada saat pengiriman informasi antara satu perangkat dan perangkat lainnya tidak saling terkoneksi walaupun secara fisik antara perangkat tersebut terhubung dengan satu *switch* yang sama. Setiap perangkat dapat saling berkomunikasi jika perangkat berada pada segmen jaringan yang sama walaupun berada pada *switch* yang berbeda. Pada implementasi ini dilakukan 20 kali percobaan ping untuk diambil datanya. Sehingga untuk melihat persentase keberhasilan setelah diterapkannya *implementasi VLAN* ini mencapai 100 %. Semua paket data yang dikirim sesuai tujuan awal yang diminta tanpa ada paket data yang berbeda jalur. Optimalisasi tersebut tercapai karena penggunaan jaringan VLAN dapat mengurangi tabrakan (*collision*) data dengan cara memblok paket/frame yang tidak perlu yang berada dalam jaringan. Selain itu, VLAN juga dapat membagi/memperkecil *broadcast domain*, sehingga paket-paket data yang dikirim dari suatu *host* hanya akan diteruskan ke *host* tujuan, dan *host-host* yang lain tidak akan menerima paket/frame.

Kata-kata kunci: *VLAN, Collision, Broadcast Domain, Optimalisasi*

Abstract – *Information technology is developing rapidly and has become a necessity for every agency. With computer networks, getting information and providing information becomes easier and saves time. One feature that influences computer network performance is Virtual Local Area Network (VLAN). VLAN is a feature that is useful for limiting networks in switch equipment. The use of VLANs also avoids the physical limitations of LANs which can enable network scale and segmentation to increase security measures and reduce network latency, so that when sending information between one device and another device is not connected to each other even though the devices are physically connected to one switch. the same one. Each device can communicate with each other if the devices are on the same network segment even though they are on different switches. In this implementation, 20 ping attempts were made to retrieve the data. So to see the percentage of success after the implementation of this VLAN implementation reaches 100%. All data packets are sent according to the initial requested destination without any data packets having different paths. This optimization is achieved because the use of a VLAN network can reduce data collisions by blocking unnecessary packets/frames on the network. Apart from that, VLANs can also divide/reduce broadcast domains, so that data packets sent from a host will only be forwarded to the destination host, and other hosts will not receive packets/frames.*

Keywords: *VLAN, Collision, Broadcast Domain, Optimization*

I. PENDAHULUAN

Dengan adanya jaringan komputer, mendapatkan informasi serta memberikan informasi menjadi lebih mudah dan menghemat waktu. Tetapi setiap bagian dalam instansi tidak harus mengetahui serta mendapatkan informasi dari bagian-bagian yang ada pada setiap instansi tersebut. Sebagai contoh, dalam suatu ruangan terdapat 2 komputer yang mana pada komputer A dan komputer B tidak harus saling terhubung dalam satu LAN karena masing-masing bagian memiliki tugas dan tanggung jawab masing-masing. VLAN merupakan salah satu cara untuk membuat beberapa *segment* dari sebuah *network*. Penerapan VLAN merupakan solusi yang baik untuk

mengelompokkan suatu jaringan berdasarkan bagian pekerjaan dalam ruangan pada sebuah instansi. Hal ini juga dapat memperkecil *broadcast domain* dengan membuat data-data yang terkirim hanya dengan satu tujuan. Dengan demikian, pada saat pengiriman data-data yang terkirim lebih terarah dan menghindari terjadinya *interferensi* sehingga dapat *mengoptimalkan bandwidth*.

Pengelompokan VLAN ini juga dapat memungkinkan pada saat anggota berpindah bagian tanpa harus merombak ulang *device* jaringan. VLAN menjaga keamanan pengguna dengan cara membatasi *user* yang dapat mengakses sebuah aplikasi berdasarkan *access list*. Perancangan VLAN dapat digunakan dengan *software Cisco Packet Tracer* dan *implementasi*

VLAN bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat *switch cisco seri 2960* dan dikonfigurasi menggunakan *software Putty*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Virtual Local Area Network

Virtual Local Area Network (VLAN) adalah suatu rancangan yang berguna untuk membatasi jaringan dalam peralatan yang dinamakan *switch*. Perancangan VLAN juga menghindari keterbatasan fisik LAN yang dapat memungkinkan skala jaringan dan segmentasi guna meningkatkan langkah-langkah keamanan dan mengurangi adanya latensi jaringan. VLAN dapat membagi *network* besar menjadi segmen-segmen yang lebih kecil. *Traffic local* (antarsesama anggota sebuah VLAN) dapat disekat dan tidak mengganggu VLAN yang lainnya, sehingga penggunaan *bandwith* menjadi lebih optimal [1].

B. Bandwidth

Bandwidth adalah suatu ukuran dari berbagai informasi yang mengalir ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu [2]. *Bandwidth* lebih umum digunakan untuk mengukur aliran data digital dan memakai satuan *bits per second (bps)*. *Bits* sendiri adalah angka yang terdiri dari 1 dan 0. Sehingga dapat lebih mudah diartikan *bandwith* tersebut adalah seberapa banyak bit 0 dan 1 yang lewat dari satu tempat ke tempat yang lain dalam setiap detik melalui suatu media.

C. Switch

Switch berfungsi sebagai *sentral* atau *konsentrator* pada sebuah *network*. *Switch* dapat mempelajari alamat *hardware host* tujuan, sehingga informasi bisa langsung dikirim ke host tujuan. *Switch* yang lebih cerdas dapat mengecek *frame* yang *error* dan dapat mem-blok *frame* yang *error* tersebut [1]. Cisco menyiapkan Cisco Catalyst 2960 sebagai produk yang memiliki *value* yang tinggi tetapi tetap mewarisi kemampuan seri *Catalyst* yang sudah membuktikan *track record-nya* pada kalangan *enterprise* dari sisi *reliability* dan *performa*. Contoh fisik dari *switch* cisco seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

D. Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah sebuah *software simulator* jaringan yang diluncurkan oleh perusahaan *cisco system*, dimana aplikasi ini dapat berfungsi untuk dijadikan media pembelajaran, pelatihan serta penelitian *simulasi* jaringan komputer [3]. Salah satu tujuan utama *cisco system* membuat *software simulator* ini adalah untuk memudahkan para pengguna untuk memahami prinsip jaringan komputer dan juga dapat memudahkan pada saat melakukan *implementasi* menggunakan perangkat *cisco*.



Gbr. 1 Switch Cisco Catalyst 2960

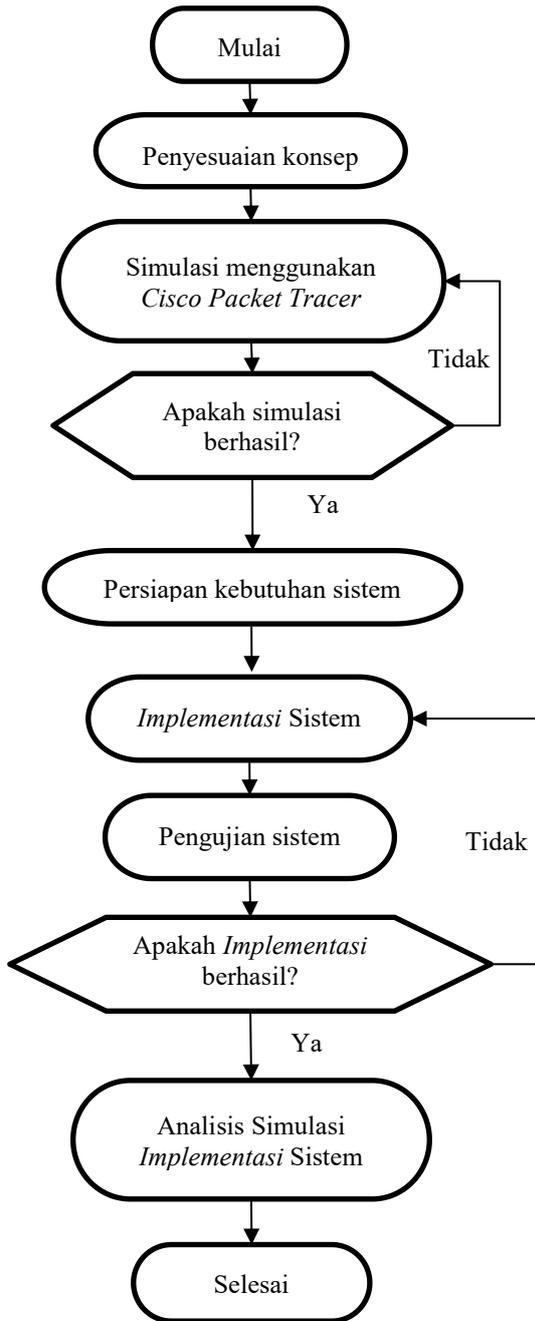
E. Topologi Jaringan

Topologi jaringan komputer adalah suatu cara menghubungkan komputer yang satu dengan komputer lainnya sehingga membentuk jaringan [4]. Dalam suatu jaringan komputer jenis topologi yang dipilih akan mempengaruhi kecepatan komunikasi. Untuk itu maka perlu dicermati kelebihan/keuntungan dan kekurangan/kerugian dari masing-masing topologi berdasarkan karakteristiknya [5]. Topologi *tree* adalah metode pembangunan jaringan yang proses pengembangannya dilakukan dengan cara menggabungkan dua topologi berbeda, yakni topologi *star* dan *bus*. Metode ini menghubungkan beberapa topologi *star* dengan sebuah topologi *bus* yang berperan sebagai tulang punggung (*backbone*). Dalam jaringan komputer, topologi *tree* bermanfaat untuk mendukung pengembangan atau penambahan jaringan berskala besar. Topologi ini membagi seluruh jaringan perangkat agar pengelolaannya lebih praktis dan sederhana. Sehingga, identifikasi kerusakan dan manajemen data dapat dilakukan dengan mudah [2].

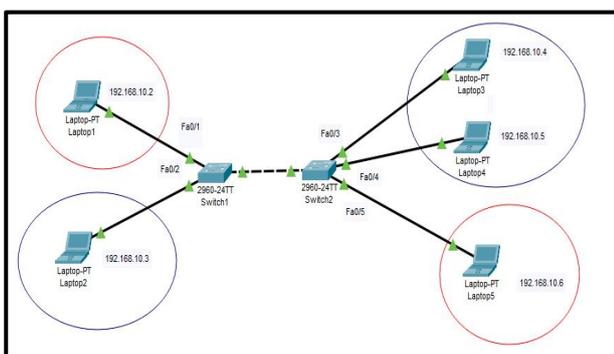
III. METODOLOGI

Metode simulasi dilakukan melalui beberapa proses yang telah dicantumkan pada bagan alir yang terdapat pada Gambar 2. Tahapan ini dilakukan dengan simulasi menggunakan *software cisco packet tracer* dan perancangan sistem. Perancangan sistem perlu sangat diperhatikan karena memerlukan persiapan yang baik, karena menyangkut dengan semua kebutuhan-kebutuhan pada sistem, juga merupakan tahap pembuatan model topologi jaringan.

Pada Gambar 3 telah didesain segmen jaringan yang akan menjelaskan bagaimana proses perancangan VLAN, dilakukan pengujian terhadap sistem jaringan VLAN yang dibuat untuk kestabilan jaringan yang *efisien*, keamanan, keberhasilan dari sistem jaringan yang dikontrol, dan *konfigurasi* dari sistem jaringan VLAN yang dibuat.



Gbr. 2 Bagan Alir Penelitian



Gbr. 3 Desain VLAN pada Software Cisco Packet Tracer

Sistem Perancangan *Virtual LAN* ini dimulai dengan switch1 dihubungkan dengan menggunakan kabel UTP ke laptop1 dengan menggunakan *interface* Fa0/1 dengan *ip address* yang diberikan pada laptop yaitu 192.168.10.2. Kemudian pada laptop2 dihubungkan dengan menggunakan *interface* Fa0/2 pada switch1 dengan *ip address* yang diberikan adalah 192.168.10.3.

Interface Fa0/2 pada switch2 dihubungkan dengan laptop 3 dengan *ip address* yang diberikan pada laptop3 adalah 192.168.10.4. Pada laptop4 dihubungkan dengan menggunakan *interface* Fa0/3 pada switch1 dengan *ip address* yang diberikan adalah 192.168.10.5. Kemudian pada laptop5 dihubungkan dengan menggunakan *interface* Fa0/4 pada switch1 dengan *ip address* yang diberikan adalah 192.168.10.6.

Laptop yang ditandai dengan lingkaran berwarna pink itu adalah laptop dengan jaringan yang berada pada VLAN10 dan laptop yang ditandai dengan lingkaran yang berwarna hijau itu adalah laptop dengan jaringan yang berada pada VLAN20.

A. Fungsional dan Struktur Alat dan Sistem

Fungsional alat dan sistem yang digunakan adalah untuk mendapatkan informasi yang diinginkan guna untuk menyempurnakan penelitian. Fungsi beserta alat dan sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a) Laptop berfungsi sebagai *client* pada saat perancangan VLAN. Dibutuhkan 5 buah laptop, dimana pada laptop1 dan laptop5 berada pada VLAN 10 dan laptop2, laptop3 dan laptop4 berada pada VLAN 20.
 - b) Switch *Cisco* seri 2960 berfungsi untuk membagikan atau membatasi jaringan antara laptop1 sampai laptop5 walaupun dilihat secara fisik laptop tersebut terhubung ke 1 switch yang sama. Dibutuhkan 2 buah Switch dengan seri yang sama dimana laptop1 dan laptop2 pada switch 1 dan laptop3, laptop4 dan laptop5 pada switch 2.

2) Perangkat Lunak (*Software*)

- a) *Cisco Packet Tracer* berfungsi sebagai tempat untuk mendesain jaringan VLAN.
- b) *Putty* berfungsi sebagai konfigurasi perangkat keras agar dapat terbagi segmen jaringannya dan mempunyai alamat jaringan masing-masing.

B. Metode Analisis

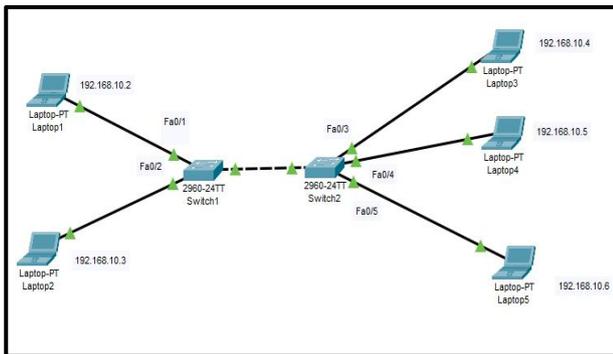
Dalam penelitian ini, terlebih dahulu membuat jaringan tersebut dapat terhubung antara sesama laptop dalam artian sebelum diterapkannya VLAN kemudian dibagi 2 segmen jaringan pada 2 switch. Setelah simulasi dilakukan dan berhasil PING dengan 1 segmen jaringan walaupun berbeda switch akan dicatat untuk semua hasil percobaan yang akan dibandingkan antara LAN

dengan VLAN. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat keras *switch cisco* seri 2960 dan 5 laptop dengan pengujian PING untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konfigurasi Dasar Jaringan LAN

Sebelum melakukan pembagian VLAN, terlebih dahulu melakukan konfigurasi dasar LAN agar dapat dilihat perbandingan antara sebelum dan sesudah diterapkannya VLAN pada sebuah jaringan. Rangkaian konfigurasi dasar jaringan LAN dapat dilihat pada Gambar 4.



Gbr. 4 Skema Rangkaian Konfigurasi Dasar Jaringan LAN

Pada konfigurasi jaringan dasar ini, jaringan disimulasikan dengan menggunakan 5 buah laptop dan 2 buah *switch*, dimana pada switch1 port 1 terhubung dengan laptop1 (192.168.10.2), switch1 port 2 terhubung dengan laptop2 (192.168.10.3), dan switch1 port3 dihubungkan ke switch2 port1. Pada switch2 port 2 terhubung dengan laptop3 (192.168.10.4), switch2 port 3 terhubung dengan laptop4 (192.168.10.5) dan switch2 port 4 terhubung dengan laptop5 (192.168.10.6).

B. Hasil Ping Konfigurasi Dasar Jaringan LAN

Setelah IP pada masing-masing laptop telah diatur dan telah diimplementasi pada perangkat keras sesuai dengan skema yang ada pada *software Cisco Packet Tracer*, maka hasil ping seperti pada Tabel 1.

TABEL I
Hasil Ping Konfigurasi Dasar Jaringan LAN

No	Sumber		Tujuan		Status Uji
	Lap.	IP	Lap.	IP	
1.	Lap. 1	192.168.10.2	Lap. 2	192.168.10.3	Berhasil
			Lap. 3	192.168.10.4	Berhasil
			Lap. 4	192.168.10.5	Berhasil
			Lap. 5	192.168.10.6	Berhasil
2.	Lap. 2	192.168.10.3	Lap. 1	192.168.10.2	Berhasil

No	Sumber		Tujuan		Status Uji
	Lap.	IP	Lap.	IP	
3.	Lap. 3	192.168.10.4	Lap. 3	192.168.10.4	Berhasil
			Lap. 4	192.168.10.5	Berhasil
			Lap. 5	192.168.10.6	Berhasil
			Lap. 1	192.168.10.2	Berhasil
			Lap. 2	192.168.10.3	Berhasil
4.	Lap. 4	192.168.10.5	Lap. 4	192.168.10.5	Berhasil
			Lap. 5	192.168.10.6	Berhasil
			Lap. 1	192.168.10.2	Berhasil
			Lap. 2	192.168.10.3	Berhasil
			Lap. 3	192.168.10.4	Berhasil
5.	Lap. 5	192.168.10.6	Lap. 5	192.168.10.6	Berhasil
			Lap. 1	192.168.10.2	Berhasil
			Lap. 2	192.168.10.3	Berhasil
			Lap. 3	192.168.10.4	Berhasil
			Lap. 4	192.168.10.5	Berhasil

C. Implementasi VLAN

Implementasi VLAN dilakukan menggunakan *software* Putty yang diprogramkan pada 2 buah *switch* Cisco seri 2960. Tabel konfigurasi IP Address yang dimasukkan pada setiap laptop dan *switch* seperti pada Tabel 2.

TABEL II
Konfigurasi IP address

Perangkat	Deskripsi	Ip Address
Switch 1 <i>cisco</i> seri 2960	Fa 0/1 = VLAN 10 Fa 0/2 = VLAN 20 Fa 0/3 = Mode <i>Trunk</i>	-
Switch 2 <i>cisco</i> seri 2960	Fa 0/1 = Mode <i>Trunk</i> Fa 0/2 = VLAN 20 Fa 0/3 = VLAN 20 Fa 0/4 = VLAN 10	-
Laptop 1	VLAN 10	192.168.10.2
Laptop 2	VLAN 20	192.168.10.3
Laptop 3	VLAN 20	192.168.10.4
Laptop 4	VLAN 20	192.168.10.5
Laptop 5	VLAN 10	192.168.10.6

D. Skema Rangkaian VLAN

Rangkaian jaringan dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah diimplementasikan maka bentuk rancangan jaringannya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gbr. 5 Implementasi Rangkaian VLAN

Switch1 port 1 (Fa0/1) dihubungkan dengan laptop1, switch1 port 2 (Fa0/2) dihubungkan dengan laptop2 dan switch1 port 3 (Fa0/3) diaktifkan sebagai *mode trunk*. switch2 port 1 (Fa0/1) diaktifkan sebagai *mode trunk*, switch2 port 2 (Fa0/2) dihubungkan dengan laptop3, switch2 port 3 (Fa0/3) dihubungkan dengan laptop4 dan switch2 port 4 (Fa0/4) dihubungkan dengan laptop5.

E. Hasil Ping Implementasi VLAN

Setelah program pada switch1 dan switch2 berhasil di implementasikan, langkah selanjutnya adalah menguji koneksi antar laptop sesama *switch* dan uji koneksi antara laptop berbeda *switch*. Hasil uji koneksi dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III
Hasil PING Konfigurasi VLAN

No	Sumber		Tujuan		Hasil Ping	Status Uji VLAN
	Lap.	VLAN	Lap.	VLAN		
1.	Lap. 1	VLAN 10	Lap. 2	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 3	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 4	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 5	VLAN 10	Succeed	Berhasil
2.	Lap. 2	VLAN 20	Lap. 1	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 3	VLAN 20	Succeed	Berhasil

No	Sumber		Tujuan		Hasil Ping	Status Uji VLAN
	Lap.	VLAN	Lap.	VLAN		
3.	Lap. 3	VLAN 20	Lap. 4	VLAN 20	Succeed	Berhasil
			Lap. 5	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 1	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 2	VLAN 20	Succeed	Berhasil
			Lap. 4	VLAN 20	Succeed	Berhasil
			Lap. 5	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 1	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 2	VLAN 20	Succeed	Berhasil
			Lap. 3	VLAN 20	Succeed	Berhasil
			Lap. 5	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
4.	Lap. 4	VLAN 20	Lap. 1	VLAN 10	Succeed	Berhasil
			Lap. 2	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 3	VLAN 20	Succeed	Berhasil
			Lap. 5	VLAN 10	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 1	VLAN 10	Succeed	Berhasil
			Lap. 2	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 3	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil
			Lap. 4	VLAN 20	Host Unreachable	Berhasil

F. Analisa Perbandingan Hasil LAN dan VLAN

Sebelum diterapkannya VLAN pada sebuah jaringan, semua laptop dapat terhubung walaupun laptop tersebut berada pada *switch* yang berbeda, sehingga dapat mempengaruhi kinerja para pekerja karena pada saat pekerja mengirim data akan di-*request* ke seluruh *broadcast* domain. Oleh karena itu, diterapkannya VLAN ini untuk membagi segmen jaringan, walaupun secara fisik dapat dilihat bahwa antar laptop ini berada pada 1 *switch* yang sama tetapi secara virtual *switch* ini telah terbagi segmennya menjadi 2 segmen jaringan dalam 1 *switch* yang sama.

Dapat dilihat pada tabel hasil ping antar laptop pada konfigurasi dasar jaringan LAN, antara laptop yang ada pada switch1, yaitu laptop1 dengan IP *address* yang diberikan adalah 192.168.10.2 terhubung dengan port 1 dan laptop2 dengan IP *address* 192.168.10.3 terhubung dengan port 2 berhasil di ping. Ketika dilakukan pengujian dengan laptop yang berada pada switch2, yaitu laptop3 dengan IP *address* 192.168.10.4 terhubung dengan port 2, laptop4 dengan IP *address* 192.168.10.5 terhubung dengan port 3, dan laptop5 dengan IP *address* 192.168.10.6 terhubung dengan port 4, ketika melakukan pengujian ping baik pada *switch* yang sama maupun pada *switch* yang berbeda semua laptop berhasil di ping.

Berbeda halnya pada saat VLAN berhasil diterapkan, laptop yang berhasil di ping hanya yang sesama VLAN saja. Posisi dan IP yang diberikan pada saat penerapan VLAN ini sama seperti pada saat penerapan jaringan dasar LAN, tujuannya agar mudah untuk dilihat perbedaan antara sebelum dan sesudah diterapkannya VLAN. Laptop1 pada port 1 (Fa0/1) diberikan VLAN 10 hanya akan terhubung dengan laptop yang diberikan VLAN 10 juga, yaitu laptop5 port 4 (Fa0/4). Begitu juga dengan VLAN 20, disini port yang diaktifkan pada VLAN 20 yaitu port 2 (Fa0/2) pada switch1 yang dihubungkan dengan laptop 2, port 2 (Fa0/2) pada switch 2 yang dihubungkan dengan laptop3, dan port 3 (Fa0/3) pada switch 2 yang dihubungkan dengan laptop4. Dapat diamati pada Tabel 1 dan Tabel 3, hanya perangkat yang dihubungkan dengan satu segmen jaringan yang sama atau berada pada satu VLAN yang sama yang dapat terhubung ketika dilakukan pengujian ping.

Untuk melihat persentase keberhasilan setelah diterapkannya implementasi VLAN ini dapat diamati pada Tabel 3. Terdapat 20 percobaan pengujian ping antara satu laptop dan laptop lainnya, baik pada satu segmen jaringan maupun pada segmen jaringan yang berbeda. Pada Tabel 3 menyatakan keberhasilan ping secara keseluruhan mencapai 100 %.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan *implementasi* jaringan yang telah dijelaskan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sebelum diterapkannya VLAN pada sebuah jaringan, seluruh laptop yang terhubung pada kedua perangkat *switch* dapat terhubung antara satu dan lainnya.
2. Hasil dari penerapan VLAN, menghasilkan 2 segmen jaringan yaitu VLAN 10 dan VLAN 20. VLAN 10 memuat laptop 1 yang dikoneksikan pada switch1 dan laptop5 yang dikoneksikan pada switch2. Sedangkan VLAN 20 memuat laptop2 yang dikoneksikan pada switch1, dan laptop3 dan laptop4 yang dikoneksikan pada switch2.

3. Implementasi VLAN yang telah diterapkan pada jaringan tersebut menjadikan setiap data yang dikirim dari suatu laptop hanya akan diterima kepada laptop lainnya yang berada pada VLAN yang sama walaupun berada pada *switch* yang berbeda.
4. Keberhasilan penerapan VLAN mencapai 100% karena pada 20 percobaan ping antar satu VLAN maupun berbeda VLAN itu sesuai dengan yang diharapkan, yaitu hanya dapat ping ke dalam satu segmen jaringannya saja.

REFERENSI

- [1] Sofana, I. (2017). Cisco CCNA-CCNP: routing dan switching-Cetakan pertama. *Informatika. Bandung*.
- [2] Novinaldi, N., Nurbahri, R., & Ikhsan, I. (2021). Perancangan dan Implementasi Virtual Local Area Network (Vlan) untuk Optimalisasi Bandwidth Jaringan: Studi Kasus Universitas Baiturrahmah. *Jurnal Pustaka Data (Pusat Akses Kajian Database, Analisa Teknologi, dan Arsitektur Komputer)*, 1(1), 13-18.
- [3] Sulaiman, Oris. (2017). NETWORK SYSTEM DESIGN SIMULATION INTER VLAN ROUTING IN STATE UNIVERSITY MEDAN. *Computer Engineering, Science and System Journal*. 2. 92-96. 10.24114/cess.v2i1.4965
- [4] Halawa, S. (2016). Perancangan Aplikasi Pembelajaran Topologi Jaringan Komputer untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) dengan Metode Computer Based Instruction. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 3(1).
- [5] Dasmen, R. N., & Rasmila, R. (2019). Rancang Bangun VLAN Pada Jaringan Komputer RRI Palembang Dengan Simulasi Cisco Packet Tracer. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 47-56.