

VLAN Sebagai Solusi Infrastruktur Jaringan Yang Lebih Efisien

Nama : Chandra Wijaya, S.T., M.T.



**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Katolik Parahyangan
2012**

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya teknologi terutama komputer dan internet, kita dapat mendapatkan informasi dengan semakin mudah. Hal itu pula yang mendorong jumlah pengguna komputer dan internet semakin besar. Terlebih di lingkungan Universitas Parahyangan, jumlah mahasiswa dan karyawan yang menggunakan internet semakin banyak dari waktu ke waktu. Pertambahan user yang menggunakan jaringan akan menyebabkan infrastruktur jaringan yang sudah ada, harus semakin ditingkatkan agar tidak membuat pengguna kecewa akibat penurunan performa jaringan. Pertambahan alat jaringan untuk mendukung infrastruktur tidak bisa hanya sekedar menambah agar semakin banyak user yang bisa terhubung ke suatu jaringan tertentu. Penambahan suatu alat juga akan mempengaruhi performa jaringan terutama delay dan juga kompleksitas jaringan akan semakin rumit untuk dikelola.

Vlan adalah sebuah teknologi yang memungkinkan sebuah LAN dibagi menjadi beberapa domain yang berbeda. Vlan juga memungkinkan penggabungan jaringan yang terpisah lokasi, namun seakan-akan terletak dalam 1 domain yang sama. Penelitian penggunaan VLAN di lingkungan laboratorium Komputasi FTIS memberikan hasil bahwa VLAN dapat meningkatkan performa jaringan, pembagian jaringan berdasarkan ketentuan tertentu, mempermudah pengelolaan, meminimalkan biaya, dan penerapan metode keamanan.

ABSTRACT

Along with the development of technology, especially computers and the internet, we can get information more easily. The number of users and computers connected to the internet are increasing. Especially in Parahyangan University, the number of students and employees who use the internet is increasing from time to time. The addition of user who uses the network will cause the existing network infrastructure must be improved in order not to make the user disappointed due to decreased network performance. The addition of a tool will affect network performance, especially delay and the complexity of the network will be more complicated to manage.

VLAN is a technology that enables a LAN divided into a number of different domains. VLAN also allows the users in separate network location, as if it is located in 1 location. The research will be done in the FTIS Computer Laboratory and provide results that VLAN can improve network performance, network sharing based on certain provisions, simplify management, minimize costs, and implementation of security methods.

Daftar Isi

Abstrak	i
Abstract	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
Bab 1 Pendahuluan	1
Bab 2 Teori Dasar	4
Bab 3 Perancangan dan Pengujian	10
Bab 4 Kesimpulan dan Saran	21
Daftar Referensi	22

Daftar Gambar

Gambar 2.1. Jaringan Komputer tradisional dengan 1 broadcast domain	4
Gambar 2.2. Jaringan yang terdiri dari 4 switch dengan 1 broadcast domain	5
Gambar 2.3. Sebuah switch yang memiliki 2 broadcast domain	5
Gambar 2.4. dua buah switch yang tidak saling terhubung	6
Gambar 2.5. Header VLAN	6
Gambar 2.6. cisco switch yang mendukung teknologi VLAN	7
Gambar 3.1. topologi jaringan LabKomp FTIS kini	10
Gambar 3.2. Topologi usulan setelah menggunakan VLAN	11
Gambar 3.3. tampilan antarmuka router Cisco	16
Gambar 3.4. tampilan antar muka switch Cisco	16
Gambar 3.5. Pengiriman data 10 MB tanpa VLAN	17
Gambar 3.6. Pengiriman data 20 MB tanpa VLAN	17
Gambar 3.7. Pengiriman data 50 MB tanpa VLAN	18
Gambar 3.8. Pengiriman data 100 MB tanpa VLAN	18
Gambar 3.9. Pengiriman data 200 MB tanpa VLAN	19
Gambar 3.10. Pengiriman data 10 MB dengan menggunakan VLAN	20
Gambar 3.11. Pengiriman data 20 MB dengan menggunakan VLAN	20
Gambar 3.12. Pengiriman data 50 MB dengan menggunakan VLAN	21
Gambar 3.13. Pengiriman data 100 MB dengan menggunakan VLAN	21
Gambar 3.14. Pengiriman data 200 MB dengan menggunakan VLAN	22
Gambar 3.15 pengujian throughput	23
Gambar 3.16 pengujian waktu transfer	24
Tabel 3.1. Perbandingan Pengujian Throughput	23
Tabel 3.2. Perbandingan Pengujian Waktu Transfer	24

Daftar Tabel

Tabel 3.1. Perbandingan Pengujian Throughput	23
Tabel 3.2. Perbandingan Pengujian Waktu Transfer	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya teknologi terutama komputer dan internet, kita dapat mendapatkan informasi dengan semakin mudah. Hal itu pula yang mendorong jumlah pengguna komputer dan internet semakin besar. Terlebih di lingkungan Universitas Parahyangan, jumlah mahasiswa dan karyawan yang menggunakan internet semakin banyak dari waktu ke waktu. Layanan yang menggunakan jaringan juga semakin bertambah, misalnya Voice Over Internet Protocol (VoIP), yaitu layanan untuk berkomunikasi seperti telepon biasa tetapi menggunakan infrastruktur jaringan komputer.

Pertambahan user yang menggunakan jaringan akan menyebabkan infrastruktur jaringan yang sudah ada, harus semakin ditingkatkan agar tidak membuat pengguna kecewa akibat penurunan performa jaringan. Pertambahan alat jaringan untuk mendukung infrastruktur tidak bisa hanya sekedar menambah agar semakin banyak user yang bisa terhubung ke suatu jaringan tertentu. Penambahan suatu alat juga akan mempengaruhi performa jaringan terutama delay dan juga kompleksitas jaringan akan semakin rumit untuk dikelola.

Vlan adalah sebuah teknologi yang memungkinkan sebuah LAN dibagi menjadi beberapa domain yang berbeda. Vlan juga memungkinkan penggabungan jaringan yang terpisah lokasi, namun seakan-akan terletak dalam 1 domain yang sama. Penggunaan VLAN dapat meningkatkan performa jaringan, pembagian jaringan berdasarkan ketentuan tertentu, mempermudah pengelolaan, meminimalkan biaya, dan penerapan metode keamanan.

Pada penelitian ini, akan diteliti bagaimana pemanfaatan teknologi VLAN dapat bermanfaat bagi jaringan di Laboratorium Komputasi FTIS Unpar. Selain itu, akan diteliti juga performa jaringan setelah menggunakan teknologi VLAN setelah dilakukan penambahan alat jaringan yang mendukung teknologi VLAN.

1.2. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apakah VLAN dapat digunakan pada jaringan di laboratorium komputasi FTIS yang terdiri dari beberapa subnet?
2. Mengetahui apakah dengan menggunakan teknologi VLAN, kebutuhan fungsionalitas jaringan dapat terpenuhi.
3. Mengetahui apakah dengan menggunakan teknologi VLAN, akan lebih mempermudah pengelolaan jaringan.
4. Mengetahui apakah dengan menggunakan teknologi VLAN, performa jaringan akan meningkat?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian akan diujicobakan di lingkungan laboratorium komputasi FTIS.
2. Uji performa jaringan akan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak untuk mengetahui kecepatan maksimum pengiriman sebuah file.
3. Penelitian akan menggunakan router Cisco dan Switch Cisco Catalyst.

1.4. Metodologi Penelitian

Tahap – tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi literatur mengenai teknologi VLAN
Pada tahap ini dilakukan studi literatur oleh para peneliti mengenai apa saja kemampuan VLAN, bagaimana cara pengimplementasiannya, apa saja kebutuhan perangkat kerasnya, dan apa saja yang menjadi kendala dalam tahap implementasi.
2. Analisis topologi jaringan yang sudah ada
Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap topologi jaringan yang telah ada di lingkungan Laboratorium Komputasi FTIS. Apakah bisa teknologi VLAN diimplementasikan di lingkungan Laboratorium Komputasi FTIS, apakah

perangkat keras yang tersedia di Laboratorium Komputasi sudah memadai untuk mendukung teknologi VLAN.

3. Perancangan topologi jaringan menggunakan teknologi VLAN.

Pada tahap ini, dilakukan perancangan topologi jaringan baru yang menggunakan teknologi VLAN. Perancangan dilakukan dengan memperhitungkan user-user yang akan menggunakan komputer di jaringan Laboratorium Komputasi FTIS.

4. Pengujian performa jaringan

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian performa jaringan yang telah menggunakan teknologi VLAN.

1.5. Sistematika Pembahasan

Sistematika dalam penelitian ini adalah :

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2. DASAR TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai kompresi data dan secure shell yang digunakan untuk melakukan pengiriman data melalui jaringan.

BAB 3. PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan, kemudian dilakukan pengujian terhadap perangkat lunak yang telah dibangun.

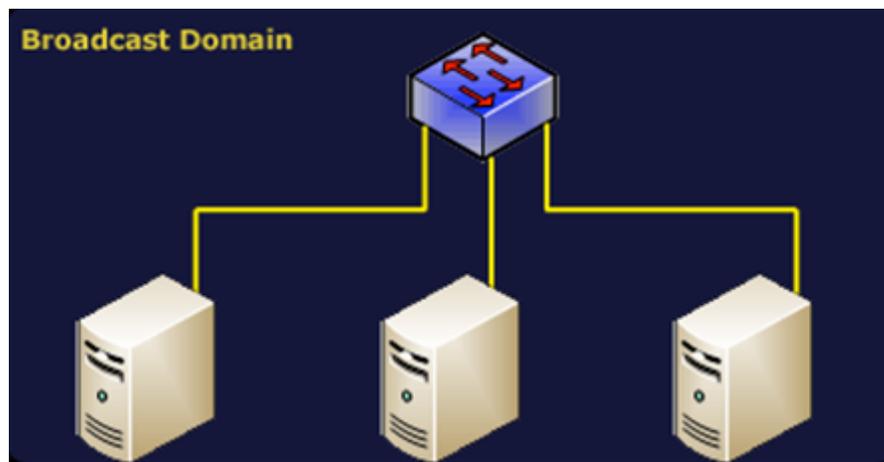
BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 2 TEORI DASAR

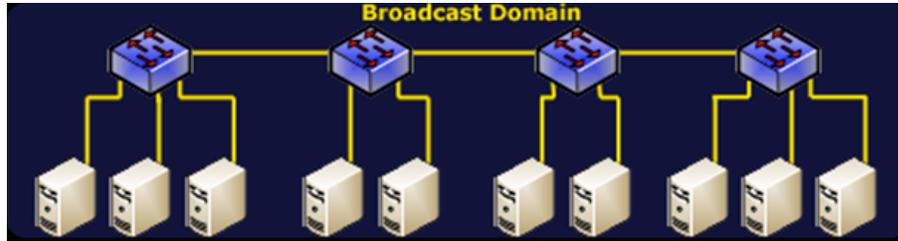
2.1. VLAN

Sebuah Local Area Network (LAN) pada dasarnya diartikan sebagai sebuah jaringan dari komputer-komputer yang berada pada lokasi yang sama. Sebuah LAN diartikan sebagai single broadcast domain, artinya ada sebuah broadcast informasi dari seorang user dalam LAN. Broadcast akan diterima oleh semua user lain yang berada pada LAN tersebut. Broadcast yang keluar dari LAN dapat difilter dengan menggunakan router. Virtual Local Area Network dikembangkan sebagai alternatif untuk mengurangi broadcast. Gambar jaringan tradisional dengan 1 broadcast domain dapat dilihat di gambar 2.1.



Gambar 2.1. Jaringan Komputer tradisional dengan 1 broadcast domain

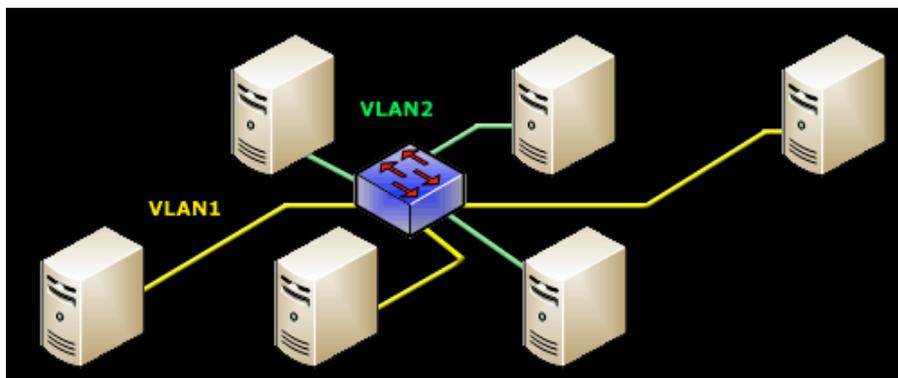
Sebuah VLAN merupakan fungsi logik dari sebuah switch. Fungsi logik ini mampu membagi jaringan LAN ke dalam beberapa jaringan virtual. Jaringan virtual ini tersambung ke dalam perangkat fisik yang sama. Implementasi VLAN dalam jaringan memudahkan seorang administrator dalam membagi secara logik grup-grup komputer secara fungsional dan tidak dibatasi oleh lokasi.



Gambar 2.2. Jaringan yang terdiri dari 4 switch dengan 1 broadcast domain

Pada gambar 2.2. dapat dilihat sebuah jaringan dengan 4 buah switch yang menggunakan 1 broadcast domain. Pada jaringan tersebut, seluruh komputer akan menerima paket broadcast yang dikirimkan oleh sebuah komputer. Akibatnya, akan ada banyak trafik yang tidak diperlukan oleh setiap komputer, yang dilewatkan oleh switch.

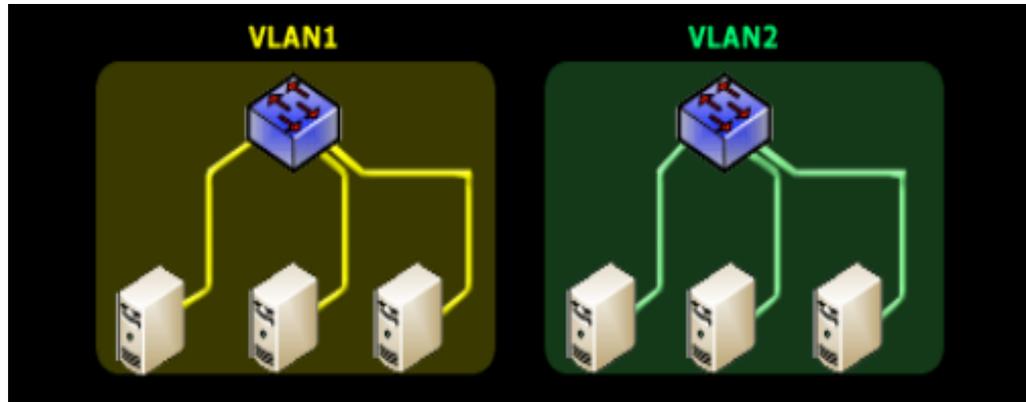
Virtual LAN menawarkan sebuah metode untuk membagi satu fisik network ke dalam banyak broadcast domain. Dalam network besar, broadcast domain ini biasanya sama dengan batas IP subnet, yang masing-masing subnet mempunyai satu VLAN. Gambar 2.3. menunjukkan sebuah switch dengan 2 broadcast domain.



Gambar 2.3. Sebuah switch yang memiliki 2 broadcast domain

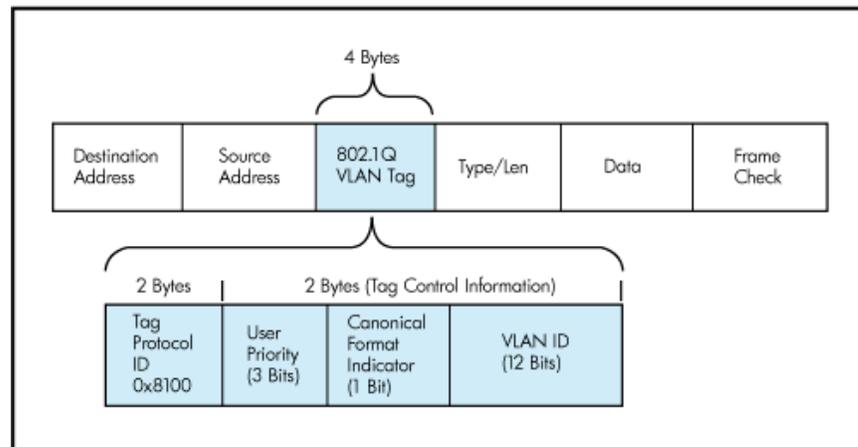
Sebuah VLAN memungkinkan banyak virtual LAN berdampingan dalam sebuah switch. Artinya jika ada dua mesin yang terhubung dalam switch yang sama, kedua komputer tersebut tidak akan bisa berkomunikasi tanpa adanya router tambahan. Sebuah router dibutuhkan untuk meneruskan paket antara kedua VLAN tersebut, seperti 2 buah LAN yang secara fisik terpisah. Gambar 2.4. menunjukkan

bagaimana sebuah switch dengan 2 broadcast domain bekerja seperti 2 buah switch yang tidak terhubung satu sama lain.



Gambar 2.4. dua buah switch yang tidak saling terhubung

Pada gambar 2.5, dapat dilihat bahwa VLAN menyisipkan 4 byte data ke dalam frame di layer 2 OSI. Dengan adanya header tersebut, switch akan membaca isi dari header VLAN dan meneruskan paket berdasarkan ketentuan yang telah dikonfigurasi pada switch.



Gambar 2.5. Header VLAN

2.2. Kebutuhan untuk menjalankan VLAN

Untuk dapat mengimplementasikan VLAN di jaringan, dibutuhkan switch yang memiliki standar IEEE 802.1Q atau spesifikasi VLAN yang ditentukan oleh vendor. Switch ini dapat beroperasi di layer 2 (Data Link Layer) maupun di layer 3 (Network Layer) pada model referensi OSI.

Selain switch yang mendukung VLAN, dibutuhkan juga perangkat lunak untuk manajemen VLAN. Dengan perangkat lunak ini, administrator jaringan dapat mengkonfigurasi infrastruktur VLAN pada switch.



Gambar 2.6. cisco switch yang mendukung teknologi VLAN

2.3. Tipe-tipe VLAN

Terdapat 3 macam pengelompokan VLAN, yaitu:

a. Port-based grouping

Teknik ini adalah yang paling banyak digunakan dalam mendefinisikan keanggotaan VLAN. Dengan port-based VLAN, sebuah switch dapat memiliki beberapa VLAN. Administrator jaringan dapat menentukan pemetaan port tertentu yang merupakan anggota dari VLAN tertentu.

b. MAC address based grouping

Dengan pengelompokan ini, administrator jaringan perlu mengetahui MAC address dari komputer mana saja yang akan tergabung di sebuah VLAN.

c. Protocol based grouping

Formasi VLAN pada tipe ini adalah berdasarkan prefix dari alamat IP. Setiap paket yang dilewatkan akan diperiksa dulu header IP nya.

2.4. Tipe link VLAN

Ada dua macam tipe link dalam VLAN, yaitu:

a. Access.

Tipe link ini digunakan menghubungkan antara switch dengan user/PC.

b. Trunk.

Tipe link ini digunakan menghubungkan antara switch dengan switch lainnya.

2.5. Keuntungan VLAN

Keuntungan yang didapatkan saat menggunakan VLAN adalah sebagai berikut:

a. Meningkatkan performa

VLAN membantu meningkatkan performa jaringan dengan cara membagi broadcast domain menjadi ukuran yang lebih kecil. Dengan melakukan pengelompokan user ke dalam beberapa domain, broadcast traffic yang dikirimkan menuju ke jaringan tertentu akan lebih sedikit. Akibatnya, traffic yang dikirimkan akan lebih sedikit.

b. Memudahkan pengelolaan

VLAN akan memperkecil biaya perpindahan dan perubahan workstation. Keanggotaan VLAN tidak tergantung pada lokasi, sehingga bila ada seorang user yang ingin berpindah tempat, alamat IP yang tersimpan di komputernya tidak perlu diubah. Dengan adanya hal ini, administrator jaringan akan lebih dimudahkan dalam hal pengelolaan jaringan.

c. Peningkatan keamanan

Switch yang mengimplementasikan teknologi VLAN hanya akan meneruskan sebuah paket ke subnet yang dituju. User-user yang mengirimkan data-data sensitif dapat ditempatkan dalam 1 VLAN tertentu, dan user yang tidak berada dalam VLAN yang sama tidak akan dapat melihat/menerima data sensitif yang dikirimkan.

d. Flexibility dan scalability

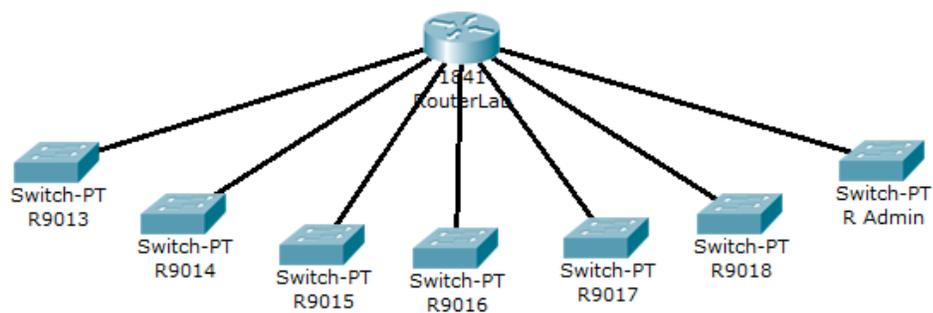
Sebuah port dapat memiliki beberapa keanggotaan secara sekaligus, sehingga antar user yang berbeda VLAN dapat berbagi sumber daya tanpa adanya penambahan alat tertentu.

BAB 3

PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

3.1 Analisis Jaringan Kini

Jaringan di Laboratorium Komputasi FTIS ditunjukkan pada gambar 3.1. berikut ini.

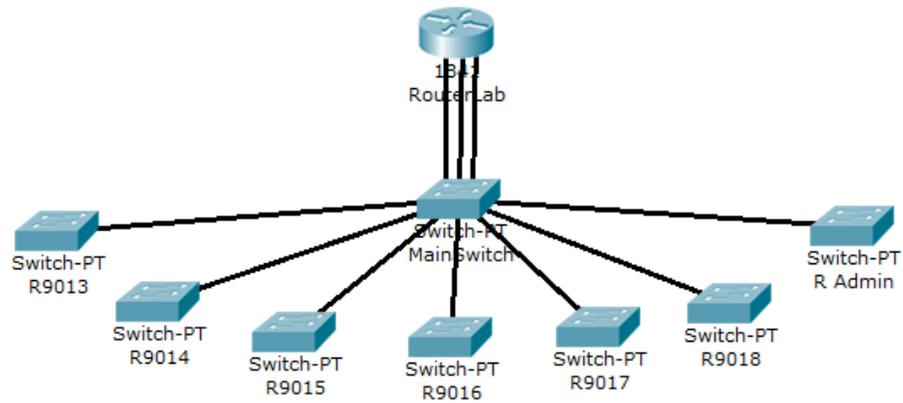


Gambar 3.1. topologi jaringan LabKomp FTIS kini

Pada gambar 3.1. dapat dilihat bahwa jaringan yang ada di LabKomp FTIS adalah 7 subnet. 6 subnet diantaranya digunakan untuk mahasiswa di ruangan 9013 – 9018. Dan 1 subnet sisanya digunakan oleh administrator jaringan.

3.2 Perancangan Topologi Usulan

Topologi usulan yang telah menggunakan teknologi VLAN dapat dilihat pada gambar 3.2. berikut ini.



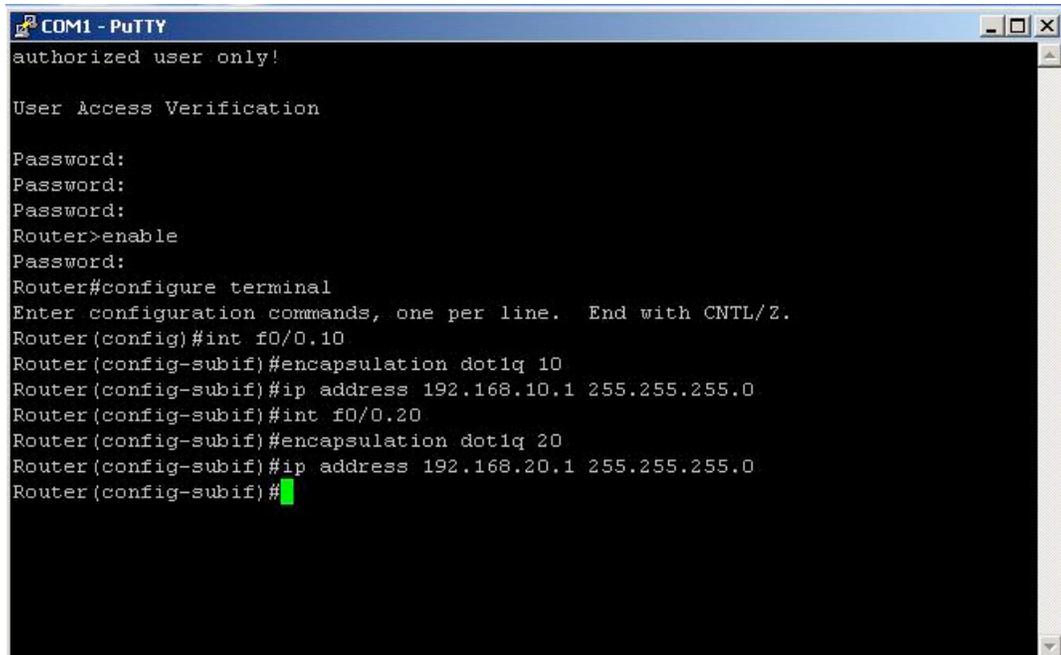
Gambar 3.2. Topologi usulan setelah menggunakan VLAN

Pada topologi yang diusulkan, seluruh subnet yang berada di LabKomp FTIS sebelum terhubung ke router akan terhubung ke sebuah switch. Mainswitch tersebut adalah switch yang memiliki kemampuan meneruskan paket data dengan kecepatan tinggi. Mainswitch terhubung dengan Router yang terhubung ke jaringan komputer di UNPAR.

Dengan menggunakan topologi ini, port pada Router tidak seluruhnya dipergunakan seperti pada topologi ini. Port pada router yang tidak dipergunakan untuk subnet-subnet di LabKomp FTIS dapat dipergunakan untuk keperluan yang lain, misalkan cadangan atau backup pada saat terjadi kerusakan pada port yang sedang dipergunakan.

3.3 Konfigurasi Router

Router yang digunakan untuk penelitian ini adalah Cisco Router 1841. Tampilan dari router tersebut dapat dilihat pada gambar 3.3. berikut ini.



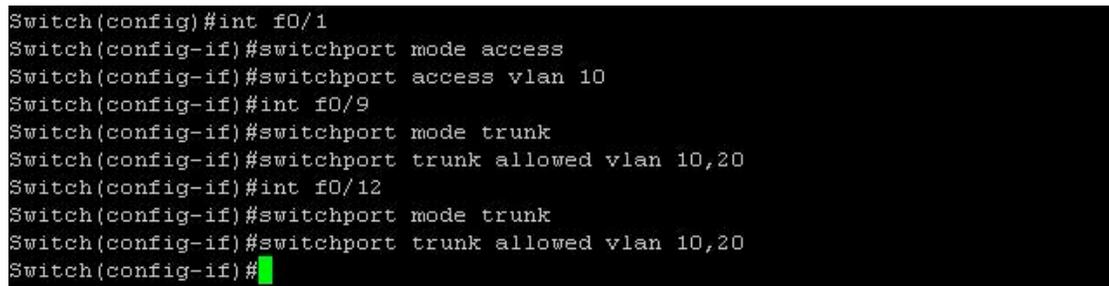
```
COM1 - PuTTY
authorized user only!

User Access Verification

Password:
Password:
Password:
Router>enable
Password:
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#int f0/0.10
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#int f0/0.20
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#
```

Gambar 3.3. tampilan antarmuka router Cisco

Tampilan antar muka switch yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.4. berikut ini.



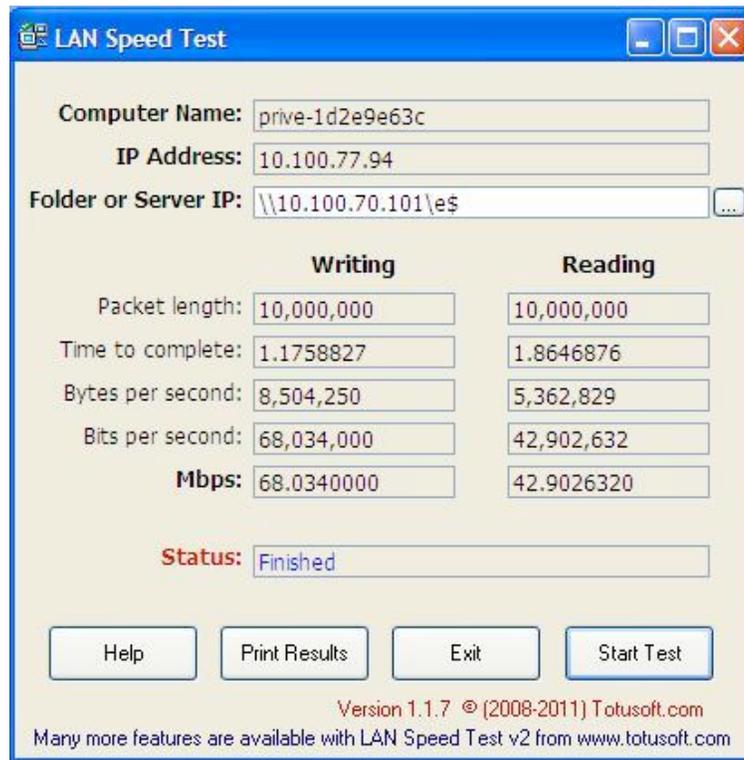
```
Switch(config)#int f0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#int f0/9
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20
Switch(config-if)#int f0/12
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20
Switch(config-if)#
```

Gambar 3.4. tampilan antar muka switch Cisco

3.4 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian throughput dan pengujian waktu transfer. Untuk pengujian tersebut, digunakan perangkat lunak yang bertugas untuk mengirimkan data dari sebuah PC ke PC lainnya. Data yang dikirimkan berupa file berukuran 10 MB, 20 MB, 50 MB, 100 MB dan 200 MB. Hasil pengujian dapat dilihat pada beberapa gambar dibawah ini.

3.4.1. Pengujian tanpa menggunakan VLAN



The screenshot shows the LAN Speed Test application window. The test configuration is as follows:

- Computer Name: prive-1d2e9e63c
- IP Address: 10.100.77.94
- Folder or Server IP: \\10.100.70.101\es

	Writing	Reading
Packet length:	10,000,000	10,000,000
Time to complete:	1.1758827	1.8646876
Bytes per second:	8,504,250	5,362,829
Bits per second:	68,034,000	42,902,632
Mbps:	68.0340000	42.9026320

Status: Finished

Buttons: Help, Print Results, Exit, Start Test

Version 1.1.7 © (2008-2011) Totusoft.com
Many more features are available with LAN Speed Test v2 from www.totusoft.com

Gambar 3.5. Pengiriman data 10 MB tanpa VLAN



The screenshot shows the LAN Speed Test application window. The test configuration is as follows:

- Computer Name: prive-1d2e9e63c
- IP Address: 10.100.73.125
- Folder or Server IP: \\10.100.70.101\es

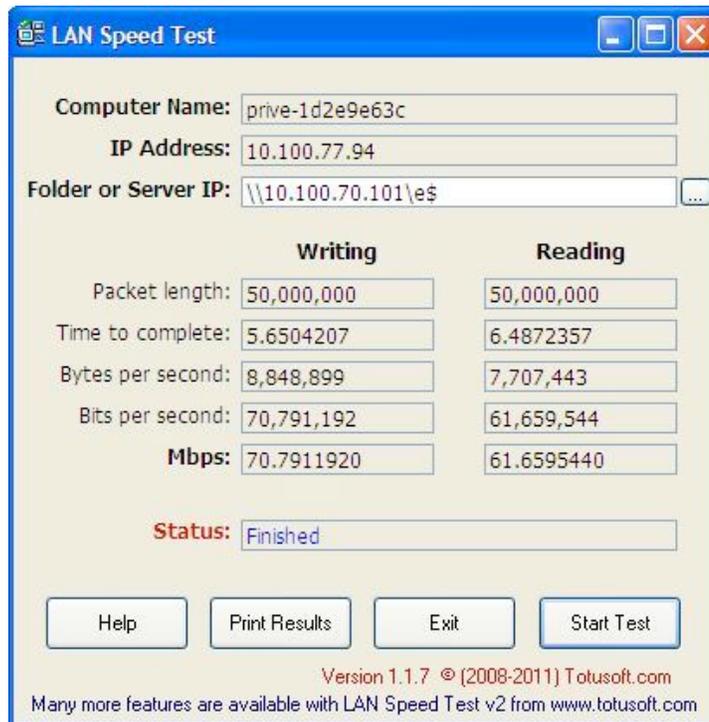
	Writing	Reading
Packet length:	20,000,000	20,000,000
Time to complete:	2.4454938	2.6630502
Bytes per second:	8,531,727	7,510,185
Bits per second:	68,253,816	60,081,480
Mbps:	68.2538160	60.0814800

Status: Finished

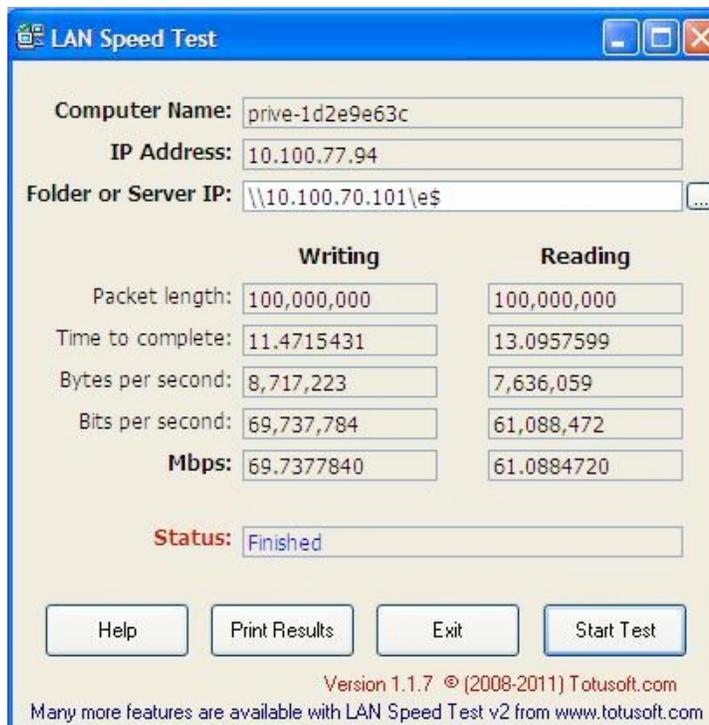
Buttons: Help, Print Results, Exit, Start Test

Version 1.1.7 © (2008-2011) Totusoft.com
Many more features are available with LAN Speed Test v2 from www.totusoft.com

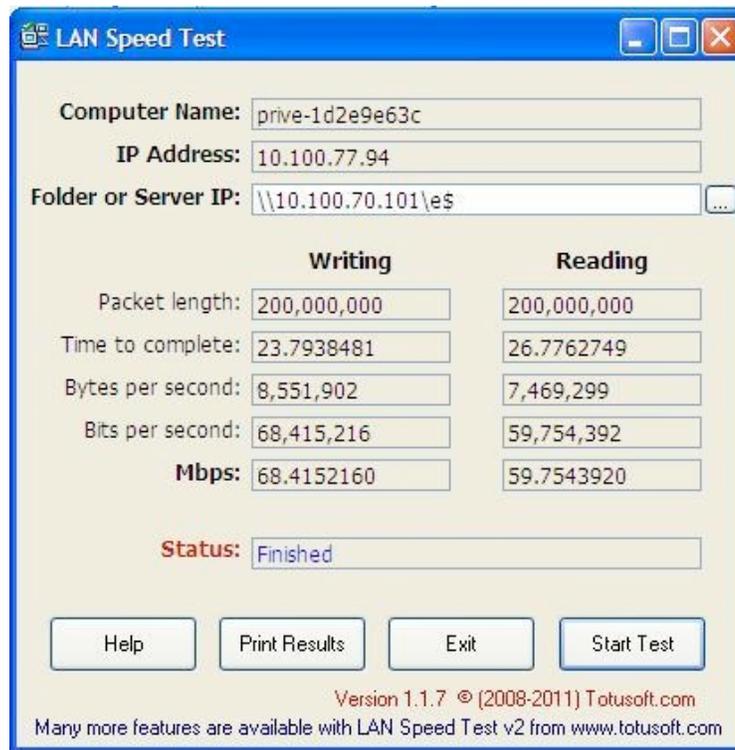
Gambar 3.6. Pengiriman data 20 MB tanpa VLAN



Gambar 3.7. Pengiriman data 50 MB tanpa VLAN

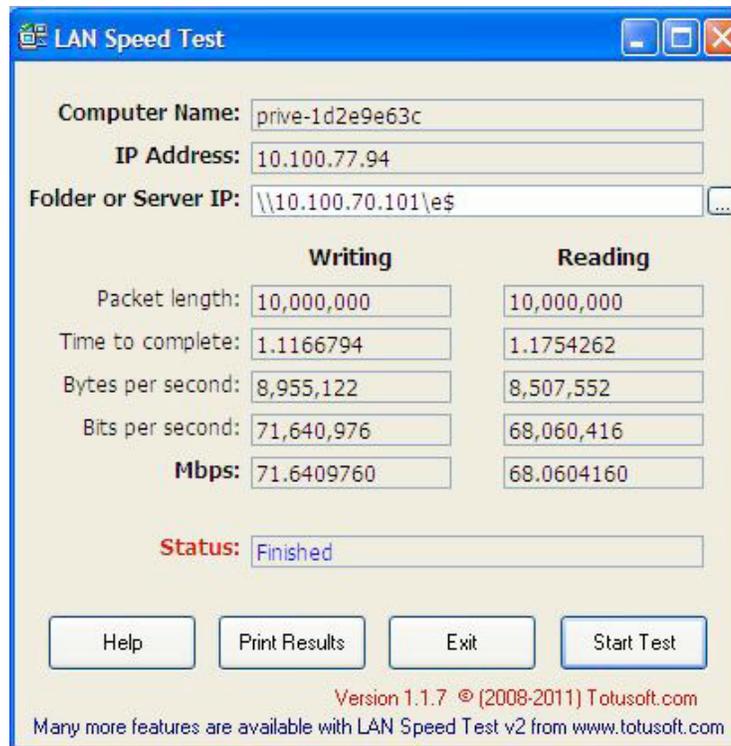


Gambar 3.8. Pengiriman data 100 MB tanpa VLAN

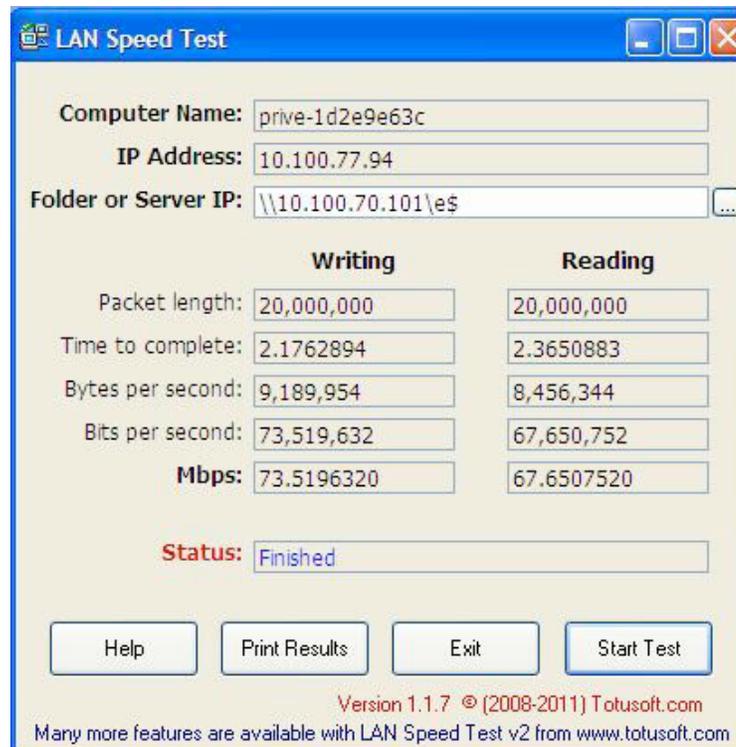


Gambar 3.9. Pengiriman data 200 MB tanpa VLAN

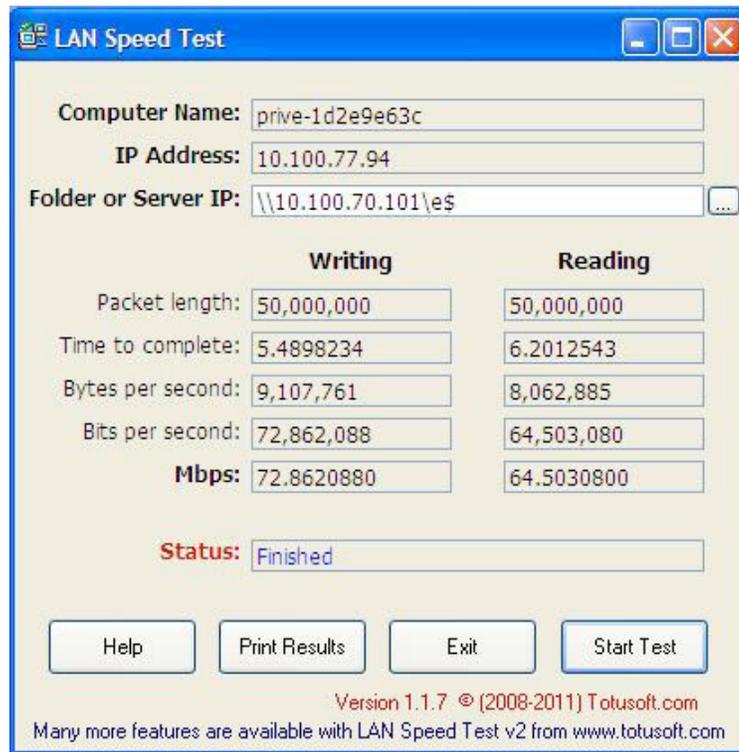
3.4.2. Pengujian setelah menggunakan VLAN



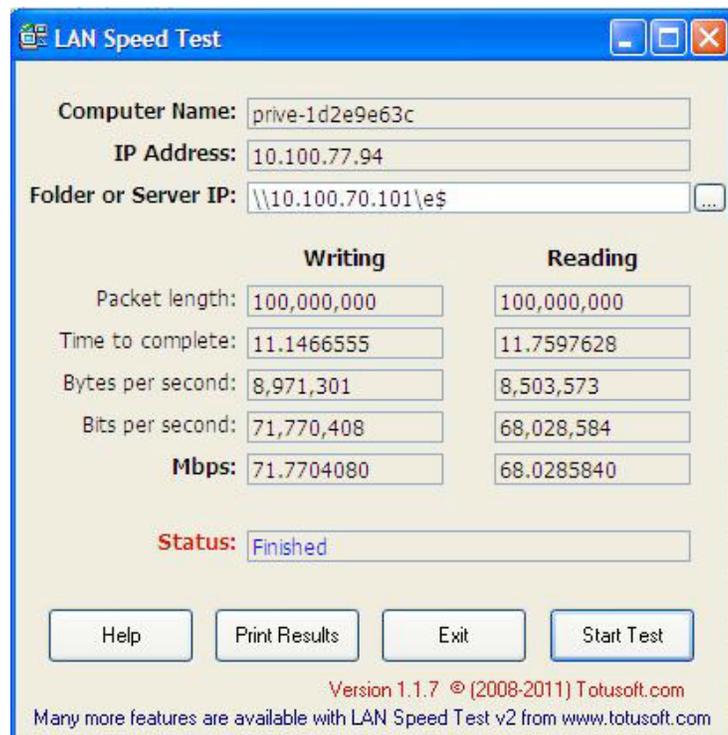
Gambar 3.10. Pengiriman data 10 MB dengan menggunakan VLAN



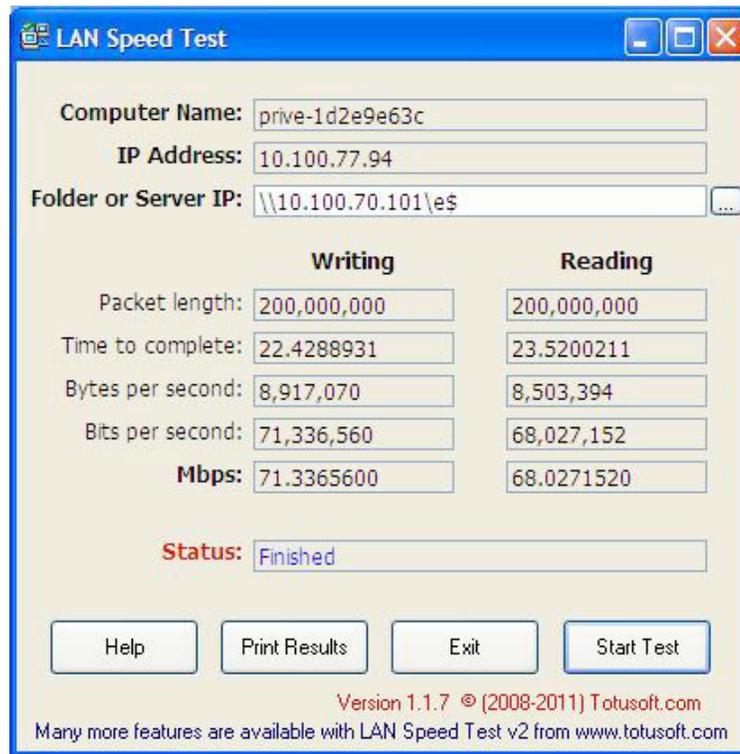
Gambar 3.11. Pengiriman data 20 MB dengan menggunakan VLAN



Gambar 3.12. Pengiriman data 50 MB dengan menggunakan VLAN



Gambar 3.13. Pengiriman data 100 MB dengan menggunakan VLAN



Gambar 3.14. Pengiriman data 200 MB dengan menggunakan VLAN

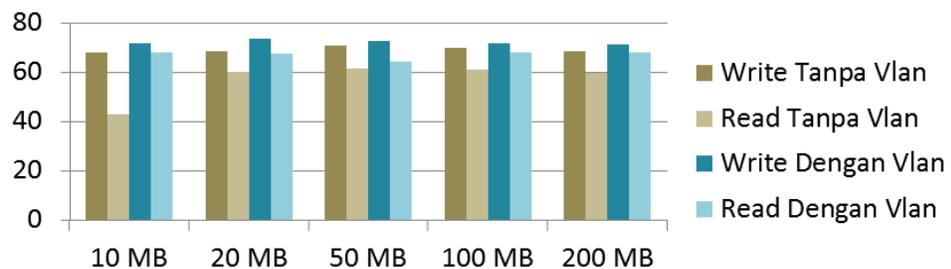
Perbandingan pengujian throughput antara jaringan yang tidak menggunakan VLAN dan yang menggunakan VLAN, dapat dilihat pada tabel 3.1. berikut ini.

Tabel 3.1. Perbandingan Pengujian Throughput

Ukuran File	Tanpa VLAN		Dengan VLAN	
	Write	Read	Write	Read
10 MB	68,034	42,903	71,641	68,060
20 MB	68,253	60,081	73,519	67,651
50 MB	70,791	61,659	72,862	64,503
100 MB	69,738	61,088	71,770	68,029
200 MB	68,415	59,754	71,337	68,027

(*dalam satuan MBps)

Dari hasil perbandingan di atas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan VLAN, throughput baik menulis atau membaca melalui jaringan dapat lebih tinggi dibandingkan dengan tidak menggunakan VLAN.



Gambar 3.15 pengujian throughput

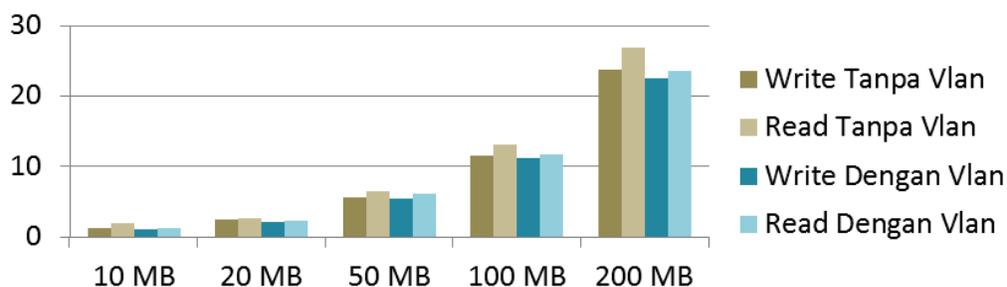
Perbandingan pengujian waktu transfer antara jaringan yang tidak menggunakan VLAN dan yang menggunakan VLAN, dapat dilihat pada tabel 3.2. berikut ini.

Tabel 3.2. Perbandingan Pengujian Waktu Transfer

Ukuran File	Tanpa VLAN		Dengan VLAN	
	Write	Read	Write	Read
10 MB	1,176	1,865	1,117	1,175
20 MB	2,445	2,663	2,176	2,365
50 MB	5,650	6,487	5,490	6,201
100 MB	11,472	13,096	11,147	11,760
200 MB	23,794	26,776	22,429	23,520

(*dalam satuan detik)

Dari hasil perbandingan di atas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan VLAN, waktu transfer baik menulis atau membaca melalui jaringan dapat lebih cepat dibandingkan dengan tidak menggunakan VLAN.



Gambar 3.16 pengujian waktu transfer

BAB 4

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis akan menyimpulkan beberapa hal berikut:

1. Penggunaan teknologi VLAN dapat diimplementasikan di lingkungan Laboratorium Komputasi FTIS yang memiliki 7 subnet pada 1 router.
2. Pengimplementasian VLAN pada router FTIS dapat meningkatkan throughput dan memperkecil waktu transfer data antara PC yang terhubung di jaringan Laboratorium Komputasi FTIS.
3. Switch yang berbeda vendor (Cisco Catalyst dan HP Procurve) dapat menggunakan VLAN dan menghubungkan beberapa komputer.

Saran penulis untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Jaringan yang digunakan lebih besar, misalkan 1 universitas.
2. Device yang digunakan berasal dari vendor selain Cisco dan HP, sehingga dapat diketahui kompatibilitas antar vendor.
3. Membandingkan performa teknologi VLAN dengan MPLS.

DAFTAR REFERENSI

- [BAR-04] Barnes, D, Sakandar, B., 2004, "Cisco LAN Switching Fundamentals", Cisco Press.
- [MCQ-09] McQuerry, S., Jansen, D., Hucaby, D., 2009, "Cisco LAN Switching Configuration Handbook", Cisco Press.
- [HEL-97] Held, Gibert, 1997, "Virtual LANs", John Wiley & Sons, Inc.