

# PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI WIDE AREA NETWORK MENGUNAKAN Q-IN-Q TUNELLING PADA TELKOM SCHOOL NETWORK

## *DESIGN AND IMPLEMENTATION WIDE AREA NETWORK USING Q-IN-Q TUNELLING IN TELKOM SCHOOL NETWORK*

Dian Rizki Pratama<sup>1</sup>, Umar Ali Ahmad, Ph.D<sup>2</sup>, Alif Mustofa. Amd<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>dianrizki@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>umar@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>alifmustofa@gmail.com

---

### Abstrak

Jaringan WAN atau Wide Area Network adalah sebuah jaringan komputer yang cakupan areanya sangat besar dan luas sehingga bisa mencakup wilayah antar negara, benua, atau di seluruh dunia. Jaringan WAN biasanya lebih mengarah pada jaringan internet, karena internet sendiri merupakan contoh jaringan WAN yang paling sering digunakan pada saat ini. Jika Wide Area Network sudah mencakup area intercontinental maka disebut jaringan informasi global atau internet. Dengan menggunakan Q-in-Q tunneling, berbeda dengan VLAN biasanya VLAN diimplementasikan dengan master-port interface lain, dimana hanya akan ada satu vlan tag dalam ethernet frame. Namun pada implementasi yang lebih kompleks, terkadang ada saat dimana kita membutuhkan VLAN didalam VLAN, yang disebut dengan Q-in-Q. Secara default standart 802.1Q hanya mengijinkan satu tag vlan header, akan tetapi fitur Q-in-Q memungkinkan untuk menambahkan lebih dari satu vlan header pada paket data. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan simulasi jaringan WAN menggunakan Q-in-Q Tunelling pada Telkom School Network. Hasil menunjukkan bahwa metode Q-in-Q Tunelling sangat layak diterapkan pada jaringan WAN Telkom School Network berdasarkan Delay, Troughput dan Packet Loss.

*Kata kunci: Jaringan Komputer, Wide Area Network, Q-in-Q Tunelling*

---

### Abstract

WAN network or Wide Area Network is a computer network whose coverage area is very large and broad so that it can cover regions between countries, continents, or the world. WAN networks are usually more directed to the internet network, because the internet is an example of the WAN network that is most often used at this time. If the Wide Area Network already covers the intercontinental area then it is called a global information network or the internet. By using Q-in-Q tunneling, contrast with VLAN, VLAN are usually implemented with other master-port interfaces, where there will only be one vlan tag in the ethernet frame. But in more complex implementations, sometimes there are times when we need VLANs within a VLAN, which is called Q-in-Q. By default 802.1Q only allows one vlan header tag, but the Q-in-Q feature makes it possible to add more than one vlan header to a data packet. In this research a WAN network simulation design using Q-in-Q Tunelling on Telkom School Network. The results show that the Q-in-Q Tunelling method is very feasible to be applied on Telkom School Network WAN network based on Delay, Throughput and Packet Loss

*Keyword: Computer Network, Wide Area Network, Q-in-Q Tunelling*

---

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin berkembangnya teknologi masa kini, maka kebutuhan pertukaran data dan penyebaran data akan semakin meningkat dari lokasi yang saling terpisah namun ingin tetap terhubung. Sejumlah perusahaan yang mempunyai beberapa cabang perusahaan tentunya ingin terhubung satu sama lain agar dapat bertukar informasi dan memiliki akses yang sama ke internet. Dengan bantuan teknologi jaman sekarang perusahaan dapat terhubung dan saling berbagi informasi walaupun dalam jarak yang sangat jauh dalam jaringan yang luas yang disebut WAN (*Wide Area Network*).[9].

Virtual Local Area Network (VLAN) dikembangkan sebagai salah satu pilihan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang sering terjadi di dalam komunikasi data dengan jumlah pelanggan yang cukup banyak. Namun dengan perkembangan teknologi komunikasi yang melaju cepat, beberapa penelitian menyatakan bahwa VLAN bukan lagi metode komunikasi yang akan mampu diandalkan terus-menerus. Kondisi ini dipertegas dengan field sepanjang 12 bit yang dimiliki oleh VLAN hanya akan mampu mengakomodasi 4096 kelompok saja. Dimana jumlah tersebut masih belum dapat merepresentasikan jumlah yang dibutuhkan untuk jaringan ethernet yang saat ini terus bertambah jumlah penggunaannya. Alhasil, beberapa metode kemudian dikembangkan untuk mengakomodasi laju perkembangan user. Salah satunya adalah QinQ atau 802.1Q-in-802.1Q.[2].

Beberapa penelitian terhadap metode QinQ menyatakan bahwa QinQ dapat memberikan segmentasi lebih banyak dan spesifik terhadap user di dalam sebuah jaringan. QinQ disebutkan memiliki field lebih panjang daripada VLAN sehingga dapat melakukan segmentasi kelompok user dengan jumlah lebih banyak. Keunggulan QinQ dalam melakukan segmentasi pun diyakini akan mampu mengakomodasi layanan komunikasi yang semakin beragam jenisnya.

Oleh karena itu penulis akan melakukan penelitian tentang perancangan jaringan WAN (*Wide Area Network*) menggunakan metode q-in-q tunneling pada Telkom School Network yang tersebar di beberapa kota di Indonesia dan pada akhirnya dapat saling terhubung menggunakan metode q-in-q tunneling.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat jaringan Wide Area Network Telkom School Network?
2. Bagaimana menerapkan metode Q-in-Q pada topologi jaringan Wide Area Network Telkom School Network?
3. Bagaimana pengaruh metode Q-in-Q terhadap kecepatan transmisi data dan keutuhan data?

### 1.3 Tujuan

1. Merancang simulasi Wide Area Network menggunakan Q-in-Q pada Telkom School Network.
2. Dapat Menganalisa metode Q-in-Q tunneling pada jaringan Wide Area Network.

#### 1.4 Batasan Masalah

1. Menggunakan parameter *Delay, Throughput* dan *Packet Loss* sebagai *Quality Of Service*.
2. Metode yang digunakan dalam perancangan jaringan Wide Area Network adalah Q-in-Q Tunneling.
3. Rancangan akan dibuat dalam aplikasi emulator Eve-NG tidak sampai implementasi pembangunan jaringan sesungguhnya pada Tekom school.
4. Menggunakan topologi star.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

##### 1.5.1 Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan studi literatur sebagai sumber acuan penulis dan pengembangan teori-teori mengenai penerapan Q-in-Q pada jaringan komputer.

##### 1.5.2 Analisa Kebutuhan

Dalam tahap ini dilakukan analisa kebutuhan sesuai dengan kebutuhan perancangan yang akan dibangun. Kebutuhan yang dianalisa dibagi menjadi analisa metode dan analisa device yang akan digunakan. Analisa tersebut dilakukan agar perancangan yang akan dibuat dapat berjalan dengan baik.

##### 1.5.3 Perancangan Sistem

Tahap ini perancangan jaringan dilakukan pada topologi yang sudah ditentukan dan device yang telah mendukung fitur Q-in-Q. Rancangan tersebut dibuat agar dapat berjalan senantiasa sesuai dengan apa yang diharapkan dan ditunjukkan.

##### 1.5.4 Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian menggunakan metode yang telah ditentukan untuk melihat apakah rancangan sudah berjalan dengan apa yang diharapkan.

##### 1.5.5 Analisa Pengujian

Analisa pengujian dilakukan dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan dan melakukan evaluasi terhadap penerapan metode Q-in-Q.

##### 1.5.6 Penyusunan Laporan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan tugas akhir dan dokumentasi yang diperlukan untuk tugas akhir ini.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa pokok pembahasan yaitu :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan latar belakang masalah dari perancangan jaringan Wide Area Network menggunakan metode *Q-in-Q*, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penyelesaian masalah dan sistematika penelitian.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan teori dasar yang berisi uraian singkat yang berhubungan dengan materi penelitian

## **BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Pada bab ini dijelaskan tentang perancangan sistem secara umum, alur pengerjaan dan penyelesaian sistem, serta metode yang digunakan.

## **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian, evaluasi dan implikasi dari perancangan dan implementasi sistem.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari penulis untuk pengembangan sistem.

## **2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/Perancangan**

### **2.1 Jaringan Komputer**

Jaringan komputer adalah "interkoneksi" antara 2 komputer autonomous atau lebih, yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (wireless). Autonomous adalah apabila sebuah komputer tidak melakukan kontrol terhadap komputer lain dengan akses penuh, sehingga dapat membuat komputer lain, restart, shutdowns, kehilangan file atau kerusakan sistem. Dalam definisi networking yang lain autonomous dijelaskan sebagai jaringan yang independent dengan manajemen sistem sendiri (punya admin sendiri), memiliki topologi Jaringan, hardware dan software sendiri, dan dikoneksikan dengan jaringan autonomous yang lain. (Internet merupakan contoh kumpulan jaringan autonomous yang sangat besar.) Dua unit komputer dikatakan terkoneksi apabila keduanya bisa saling bertukar data/informasi, berbagi resource yang dimiliki, seperti: file, printer, media penyimpanan (hardisk, floppy disk, cd-rom, flashdisk, dll).[10].

Data yang berupa teks, audio maupun video, bergerak melalui media kabel atau tanpa kabel (wireless) sehingga memungkinkan pengguna komputer dalam jaringan komputer dapat saling bertukar file/data, mencetak pada printer yang sama dan menggunakan hardware/software yang terhubung dalam jaringan bersama-sama

Tiap komputer, printer atau periferal yang terhubung dalam jaringan disebut dengan "node". Sebuah jaringan komputer sekurang-kurangnya terdiri dari dua unit komputer atau lebih, dapat berjumlah puluhan komputer, ribuan atau bahkan jutaan node yang saling terhubung satu sama lain. Didalam jaringan komputer dikenal sistem koneksi antar node (komputer), yakni:

## 1 Peer to peer

Peer artinya rekan sekerja. Peer-to-peer network adalah jaringan komputer yang terdiri dari beberapa komputer, terhubung langsung dengan kabel crossover atau wireless atau juga dengan perantara hub/switch. Komputer pada jaringan peer to peer ini biasanya berjumlah sedikit dengan 1-2 printer. Untuk penggunaan khusus, seperti laboratorium komputer, riset dan beberapa hal lain, maka model peer to peer ini bisa saja dikembangkan untuk koneksi lebih dari 10 hingga 100 komputer.

Peer to peer adalah suatu model dimana tiap PC dapat memakai resource pada PC lain atau memberikan resourcenya untuk dipakai PC lain, Tidak ada yang bertindak sebagai server yang mengatur sistem komunikasi dan penggunaan resource komputer yang terdapat di jaringan, dengan kata lain setiap komputer dapat berfungsi sebagai client maupun server pada periode yang sama.

## 2 Client – Server

Client Server merupakan model jaringan yang menggunakan satu atau beberapa komputer sebagai server yang memberikan resource-nya kepada komputer lain (client) dalam jaringan, server akan mengatur mekanisme akses resource yang boleh digunakan, serta mekanisme komunikasi antar node dalam jaringan.

Selain pada jaringan lokal, sistem ini bisa juga diterapkan dengan teknologi internet. Dimana ada suatu unit komputer) berfungsi sebagai server yang hanya memberikan pelayanan bagi komputer lain, dan client yang juga hanya meminta layanan dari server. Akses dilakukan secara transparan dari client dengan melakukan login terlebih dulu ke server yang dituju.

Client hanya bisa menggunakan resource yang disediakan server sesuai dengan otoritas yang diberikan oleh administrator. Aplikasi yang dijalankan pada sisi client, bisa saja merupakan resource yang tersedia di server. namun hanya bisa dijalankan setelah terkoneksi ke server. Pada implementasi software splikasi yang di-install disisi client berbeda dengan yang digunakan di server.

Jenis layanan Client-Server antara lain :

File Server : memberikan layanan fungsi pengelolaan file.

Print Server : memberikan layanan fungsi pencetakan.

Database Server : proses-proses fungsional mengenai database dijalankan pada mesin ini dan stasiun lain dapat minta pelayanan.

DIP (Document Information Processing) : memberikan pelayanan fungsi penyimpanan, manajemen dan pengambilan data.[10].

## 2.2 WAN

Wide Area Network (WAN) Merupakan jaringan (network) komputer yang luas secara geografik. WAN adalah kumpulan dari LAN atau workgroup yang dihubungkan dengan menggunakan alat komunikasi modem dan jaringan internet, dari atau ke kantor pusat dan kantor cabang, maupun antar kantor cabang. Dengan sistem jaringan ini, pertukaran data antar kantor dapat dilakukan dengan cepat serta dengan biaya yang relatif murah. Sistem jaringan ini dapat menggunakan jaringan Internet yang sudah ada, untuk menghubungkan antara kantor pusat dan kantor cabang atau dengan PC stand alone atau notebook yang berada di lain kota ataupun Negara.

### 2.2.1 Keuntungan Jaringan WAN.

1. Server kantor pusat dapat berfungsi sebagai bank data dari kantor cabang.
2. Komunikasi antar kantor dapat menggunakan E-Mail & Chat.
3. Dokumen/File yang biasanya dikirimkan melalui fax ataupun paket pos, dapat dikirim melalui E-mail dan Transfer file dari/ke kantor pusat dan kantor cabang dengan biaya yang relatif murah dan dalam jangka waktu yang sangat cepat.

4. Pooling Data dan Updating Data antar kantor dapat dilakukan setiap hari pada waktu yang ditentukan.

### 2.2.2 Konsep Jaringan WAN

Untuk mengoneksikan jaringan WAN kita harus menggunakan alat khusus yang bekerja sebagai pusat layanan, misalnya satelit VSAT. VSAT merupakan jaringan atau sistem komunikasi satelit yang terdiri atas sejumlah stasiun remote (terminal VSAT) dengan menggunakan antena parabola berdiameter lebih kecil dibandingkan dengan komunikasi satelit lainnya, menggunakan sebuah atau sebagian transponder satelit sebagai pengulang (repeater) dengan didukung peralatan pada stasiun dan sebuah stasiun bumi utama.

WAN merupakan kumpulan dari beberapa LAN yang digabungkan menjadi suatu jaringan baru. Di sini VSAT berperan sebagai media penghubung antara suatu jaringan LAN. Jadi setiap jaringan LAN merupakan stasiun terminal. WAN mencakup daerah geografis yang luas, seringkali mencakup sebuah negara atau benua. Pada sebagian besar WAN, jaringannya terdiri dari dua komponen : kabel transmisi dan element switching. Kabel transmisi memindahkan bit-bit dari satu mesin ke mesin lainnya. Element switching adalah komputer khusus yang dipakai untuk menghubungkan dua kabel transmisi atau lebih.

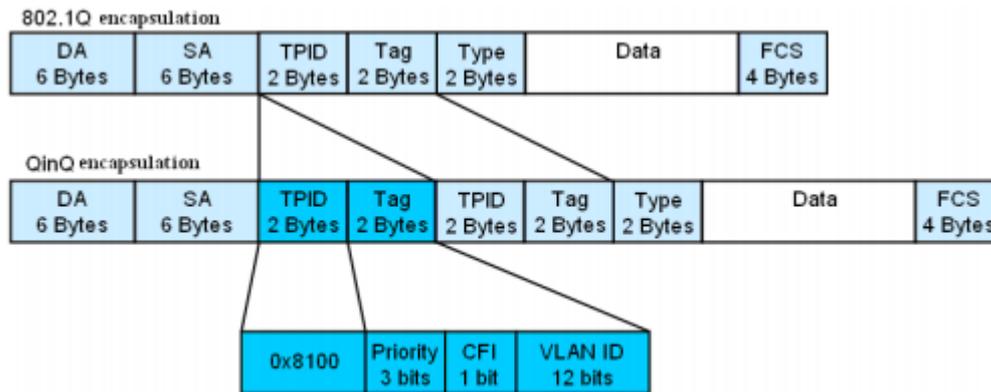
Pada sistem WAN dengan media VSAT maka selain server pada tiap jaringan LAN-nya masih ada server lain yang lebih besar yang berada pada stasiun Hub. Server ini akan mengontrol komunikasi antar terminal VSAT yang berada di bawahnya. Server yang berada pada stasiun terminal hanya menampung data dari workstation-workstation yang ada di bawahnya. Sistem kerja dari WAN adalah seperti halnya jaringan LAN hanya jika diinginkan transfer data dari user di terminal VSAT yang lain maka server yang berada pada terminal VSAT tersebut akan menghubungi stasiun Hub dan stasiun Hub akan menghubungkan dengan terminal VSAT yang diinginkan sehingga transfer data yang diinginkan dapat terjadi. Jadi jika user yang diinginkan dihubungi hanya berada pada terminal VSAT-nya sendiri maka hubungan ke stasiun Hub tidak dilakukan.[11].

Selain digunakan untuk transfer data jaringan VSAT pada konfigurasi WAN juga dapat digunakan untuk transfer video maupun voice. Jadi terminal workstasiunnya pun tidak harus menggunakan komputer, tetapi bisa menggunakan mesin fax atau yang lainnya. Konfigurasi tersebut juga mempunyai bit rate yang cukup tinggi untuk transmisi datanya, selain itu kerahasiaan data terjamin pula.

Walaupun banyak manfaatnya sistem WAN ini akan menjadi tidak efektif jika penggunaannya hanya di bawah jumlah 100. Jika penggunaannya lebih dari 100 maka sistem tersebut menjadi efektif dan handal. Dalam perkembangan WAN, jika jaringan LAN semakin banyak dan user (penggunanya) berada di seluruh belahan dunia maka sistem tersebut dinamakan Internet.[11].

### 2.3 Q-in-Q

Q-in-Q, yang juga sering dikenal dengan sebutan Stacking VLAN, spesifikasinya telah diatur oleh standar IEEE 802.1AD. Metode QinQ mengenkapsulasi VLAN Tag dari sebuah private network dengan VLAN Tag dari public network. Sehingga frame bertransmisi sepanjang backbone dengan membawa dua buah identitas VLAN. Frame dikirimkan sesuai dengan outer VLAN Tag pada public network, sedangkan inner VLAN Tag dikirimkan sebagai data dari public network. Metode QinQ pun memiliki fleksibilitas cukup baik untuk diimplementasikan pada Layer 2 VPN (L2VPN), yang merupakan ekstensi dari Multi-Protocol Label Switching VPN od jaringan inti.[2].



Gambar 2. 1 Frame metode Q-in-Q

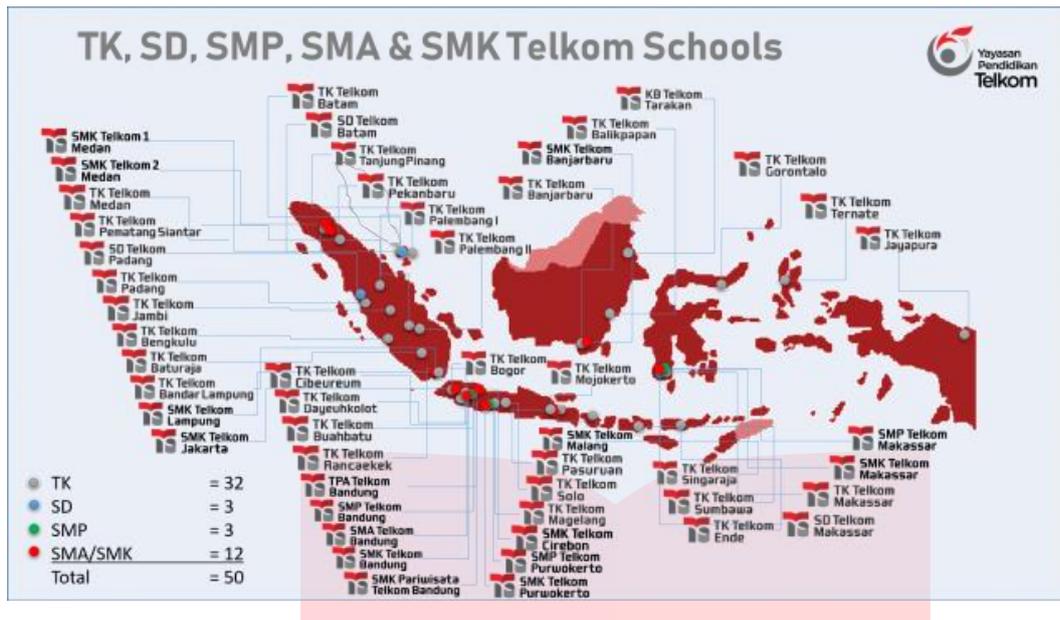
Berdasarkan prinsip, dapat dilihat metode QinQ mampu memberikan support terhadap stacking, namun dengan keterbatasan dari panjang frame ethernet. Teknologi yang sudah mulai digunakan dan dikembangkan oleh beberapa vendor networking ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Dapat memberikan keamanan lebih baik terhadap VLAN ID di public network.
2. Memberi kesempatan terhadap user untuk membangun VLAN ID privatnya sendiri, sehingga VLAN ID di user tidak konflik dengan VLAN ID di public network.
3. Memberi solusi lebih sederhana pada L2VPN untuk skala Metropolitan Area Network (MAN) atau enterprise network.[2].

Menurut spesifikasi yang telah distandarisasi terakhir kali, IEEE 802.1AD menyebutkan bahwa QinQ dapat dilakukan dengan 2 macam metode, antara lain:

1. Basic QinQ. Pada jenis pertama, QinQ diimplementasikan berdasarkan port yang dilewati oleh VLAN. Ketika sebuah frame tiba pada salah satu interface yang memiliki VLAN, maka perangkat switch akan memberikan VLAN Tag secara default, tidak peduli apakah paket sebelumnya sudah memiliki VLAN Tag atau belum. Jika frame yang tiba sudah memiliki VLAN Tag, maka akan terjadi double VLAN Tag. Tetapi apabila frame yang sudah tiba belum memiliki VLAN Tag, maka frame akan memiliki VLAN Tag default dari interface ketika selesai proses enkapsulasi .
2. Selective QinQ. Pada jenis kedua, metode QinQ dapat memilih untuk memberikan VLAN Tag pada sebuah frame atau merepresentasikan outer VLAN Tag berdasarkan klasifikasi dari jenis trafiknya. Selective QinQ dapat mengklasifikasikan trafik berdasarkan VLAN Tag, priority, MAC Address, IP protocol, source IP address, destination IP Address, atau nomor port dari sebuah aplikasi.[3].

## 2.4 Telkom Schools



Gambar 2. 2 Telkom Schools

Yayasan Pendidikan Telkom (YPT) adalah sebuah yayasan yang dengan mengusung konsep One Pipe Education System (OPES) dan tersebar diseluruh wilayah Indonesia, hal ini terselenggara atas bergabungnya dua Yayasan dibidang pendidikan yang diprakarsai oleh PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk (PT.Telkom) yaitu Yayasan Sandhykara Telkom (YSPT) dan Yayasan Pendidikan Telkom (YPT) pada tahun 2015. Kami telah menyelenggarakan lembaga pendidikan selama lebih dari 35 tahun. Dimulai dari Daycare, Play Group, TK, lembaga pendidikan dasar, menengah, sampai dengan lembaga pendidikan tinggi. Disamping itu untuk mendukung kegiatan pendidikan formal, kami memiliki lembaga riset, lembaga pelatihan & lembaga sertifikasi profesional yang bekerjasama dengan global partner, serta kami menyediakan laboratorium nyata bagi siswa dan mahasiswa untuk mengasah kemampuan diberbagai bidang dengan mendirikan perusahaan yang kami kelola secara profesional.

YPT juga memiliki lembaga riset yang sekaligus merupakan lembaga inkubasi bisnis, Bandung Techno Park, yang merupakan role model Techno Park di Indonesia. Good Corporate/University Governance yang didukung oleh strategi Quality Excellence, melalui berbagai kebijakan mutu yang mengacu kepada regulasi yang berlaku (diantaranya DIKTI, BAN PT, dsb) dan dikemas dengan ISO 9001:2008 diharapkan dapat meningkatkan kepuasan serta membina hubungan baik jangka panjang dengan pihak Stakeholders. Dalam penyelenggaraan lembaga pendidikan, sumber pendanaan YPT di dukung oleh unit usaha yang bergerak di berbagai bidang.

Pendidikan di usia golden age yaitu pada umur 0-8 tahun sangat penting, oleh karena itu anak-anak harus diarahkan dan diberikan pendidikan yang tepat sesuai dengan kondisi anak-anak karena semua anak itu berbeda-beda tidak bisa disamakan cara mendidiknya. Maka dari itu Yayasan Pendidikan Telkom memiliki 49 Lemikdasmen dan 3 Lemdikti, khusus PAUD adalah bagian dari 32 PAUD dari Medan sampai dengan Jayapura dan 5 diantaranya ada di tatar Sunda.

TK Telkom Medan

TK Telkom Pematang Siantar

TK Telkom Pekanbaru

1. TK Telkom Padang
2. TK Telkom Palembang I
3. TK Telkom Palembang II
4. TK Telkom Bengkulu

TK Telkom Jambi  
TK Telkom Tanjung Pinang  
TK Telkom Baturaja  
TK Telkom Bandar Lampung  
TK Telkom Batam  
TK Telkom Bogor  
TK Telkom Buah Batu  
TK Telkom Rancaekek  
TK Telkom Cibeureum  
TK Telkom Dayeuhkolot  
TK Telkom Magelang  
TK Telkom Solo  
TK Telkom Mojokerto  
TK Telkom Pasuruan  
TK Telkom Balikpapan  
TK Telkom Banjarbaru  
TK Telkom Sumbawa  
TK Telkom Singaraja  
TK Telkom Ende  
TK Telkom Makassar  
TK Telkom Jayapura  
TK Telkom Gorontalo  
TK Telkom Ternate  
Day Care Telkom Bandung  
Play Group Telkom Tarakan

#### 2.4.1 SD TELKOM

Sekolah dasar merupakan upaya untuk mencerdaskan dan mencetak kehidupan bangsa yang bertaqwa, cinta dan bangga terhadap bangsa dan negara, terampil, kreatif, berbudi pekerti yang santun serta mampu menyelesaikan permasalahan di lingkungannya. Yayasan Pendidikan Telkom hadir dan peduli akan pendidikan di sekolah dasar yang merupakan pendidikan anak yang berusia antara 7 sampai dengan 13 tahun sebagai pendidikan di tingkat dasar yang dikembangkan sesuai dengan satuan pendidikan, potensi daerah/karakteristik daerah, sosial budaya masyarakat setempat bagi siswa.

SD Telkom Padang  
SD Telkom Makassar  
SD Telkom Batam

#### 2.4.2 SMP TELKOM

Pribadi yang baik adalah pribadi yang bisa bertanggung jawab dan peduli terhadap lingkungan sekitarnya, dan Telkom Schools mengajarkan peserta didiknya untuk bertanggung jawab dan peduli dalam segala hal. Telkom Schools melakukan pendekatan secara individual, yang memungkinkan kepercayaan diri para peserta didik berkembang. Lingkungan yang diupayakan membuat para peserta didik belajar dengan menggunakan seluruh inderanya, diharapkan dapat menciptakan manusia yang peka terhadap lingkungan sekitar.

SMP Telkom Bandung

SMP Telkom Makassar

SMP Telkom Purwokerto

#### 2.4.3 Telkom Schools: Pendidikan Menengah Atas dan Kejuruan

Telkom Schools merupakan perubahan dari Sekolah Telkom Sandhyputra yang dikelola oleh Yayasan Sandhykara Putra Telkom (YSPT). Peluncuran Telkom Schools dilaksanakan di SMK Telkom Jakarta pada tanggal 23 Januari 2014 oleh Dirjen Pendidikan Menengah Kemendikbud RI Prof. Dr. Ir. Achmad Jazidie beserta Dewan Pengurus dan Pembina Yayasan Sandhykara Putra Telkom. Selanjutnya mulai tanggal 21 Maret 2014 berdasarkan arahan dari jajaran Direksi PT Telkom selaku Dewan pembina, Yayasan Sandhykara Putra Telkom secara resmi digabung dengan Yayasan Pendidikan Telkom (YPT) dan berubah nama menjadi Telkom Foundation. Sehingga Telkom Foundation selanjutnya menjadi Yayasan pengelola Telkom Schools untuk tingkat pendidikan Dasar dan Menengah.

Suatu lembaga pendidikan menengah atas dan kejuruan Telkom merupakan bentuk satuan pendidikan menengah yang menyelenggarakan program pendidikan tiga tahun. Maka dari itu Yayasan Pendidikan Telkom menunjang tercapainya tujuan pendidikan nasional, untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengembangkan manusia Indonesia seutuhnya. Tujuan pendidikan SMK adalah menyiapkan siswa menjadi tenaga kerja yang terampil produktif untuk dapat mengisi lowongan kerja yang ada dan mampu menciptakan lapangan kerja. Sedangkan tujuan pendidikan SMA adalah meningkatkan pengetahuan siswa untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi dan untuk mengembangkan diri sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi.

Beberapa lembaga pendidikan atas dan kejuruan yang dikelola oleh Yayasan Pendidikan Telkom ialah sebagai berikut.

SMA Telkom Bandung

SMK Telkom Jakarta

SMK Telkom Malang

SMK Telkom Purwokerto

SMK Telkom Makassar

SMK Telkom Medan

SMK Telkom Banjarbaru

SMK Telkom Bandung

SMK Pariwisata Telkom Bandung

SMK Pariwisata Telkom Medan

#### 2.4.4 Kampus Telkom

Di bawah naungan Yayasan Pendidikan Telkom terdapat tiga perguruan tinggi yang tersebar di tiga kota yaitu Bandung, Purwokerto dan Jakarta.

#### **2.4.5 TELKOM UNIVERSITY**

Universitas Telkom, atau disingkat Tel-U adalah sebuah perguruan tinggi swasta di Indonesia. Merupakan penggabungan dari beberapa institusi yang berada dibawah badan penyelenggara Yayasan Pendidikan Telkom (YPT). Kampus utama Tel-U terletak di Kabupaten Bandung, Jawa Barat, tepatnya di Jalan Telekomunikasi – Terusan Buahbatu, di kawasan Bandung Technoplex (BT-Plex). Kampus lainnya berlokasi di daerah Gegerkalong Hilir, sebelah utara Kota Bandung, di kompleks perkantoran PT. Telkom yaitu IT Telkom, IM Telkom, Poltek Telkom dan STISI Telkom. Tel-U mengkhususkan program studinya pada bidang “Information and Communications Technologies, Management and Creative Industries” sebagai jawaban atas tuntutan perkembangan industri TIK yang begitu pesat.

#### **2.4.6 IT TELKOM PURWOKERTO**

Institut Teknologi (IT) Telkom Purwokerto merupakan Institut Teknologi yang pertama dan satu-satunya di Provinsi Jawa Tengah, menyediakan layanan pendidikan ICT yang terdepan. Melalui SK Menristek Dikti Nomor.446/KPT/I/2017 pada tanggal 21 Agustus 2017, perguruan tinggi yang semula Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom (ST3 Telkom) berubah menjadi Institut Teknologi Telkom (IT Telkom) Purwokerto. Sebagai perguruan tinggi yang disupport penuh oleh Telkom Group, dengan semangat ingin terus tumbuh dan atas besarnya dukungan dari masyarakat, pemerintah, dan dunia kerja ST3 Telkom Purwokerto terus berbenah untuk menyiapkan diri menjadi Telkom University Purwokerto dalam beberapa tahun ke depan.

#### **2.4.7 AKADEMI TELKOM**

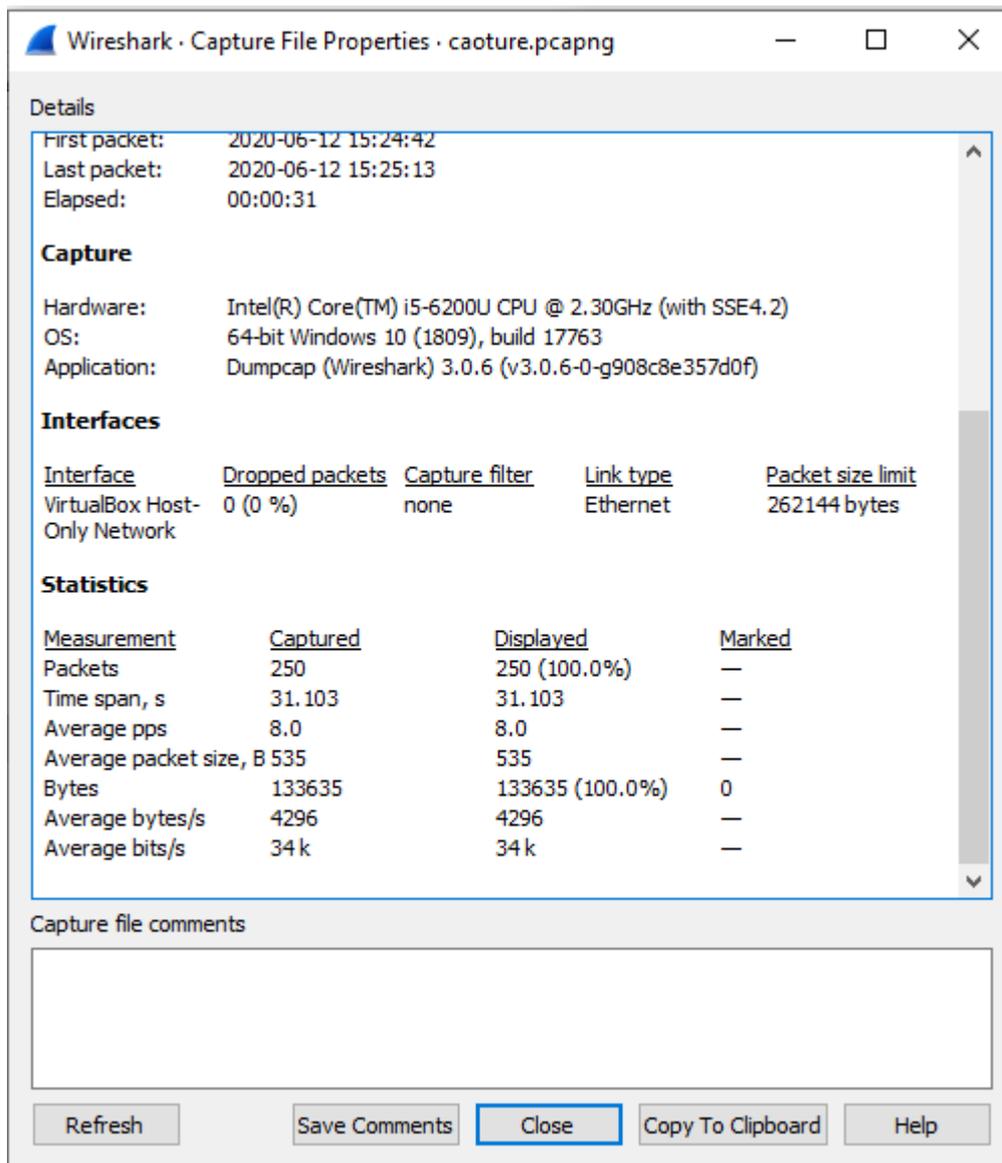
Perguruan Tinggi Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta atau biasa disingkat dengan Akatel Sandhy Putra Jakarta atau lebih sering disebut Akademi Telkom Jakarta berdiri pada tahun 2002 sebagai respon terhadap tuntutan kebutuhan tenaga menengah yang siap pakai di bidang ICT (Information and Communications Technologies). Akademi Telkom Jakarta sudah memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun dalam menghasilkan lulusan D3 Teknik Telekomunikasi untuk tenaga menengah bidang ICT, yang kompeten dan trampil serta berwawasan entrepreneur yang telah diakui oleh operator, vendor dan perusahaan lain di bidang ICT. Akademi ini memiliki 2 jenjang pendidikan yaitu Diploma Teknik Telekomunikasi dan Sarjana Terapan (D4) Teknik Telekomunikasi.

### **3. Pengujian**

#### **3.1 Pengujian Throughput**

Throughput merupakan parameter QoS yang digunakan untuk mengetahui kehandalan dari satu topologi jaringan dalam meneruskan paket yang datang hingga nanti sampai pada tujuan. Pengukuran dilakukan dengan melakukan tes ping dari satu sisi user ke user lainnya, selama 30 detik.

Pengambilan data menggunakan wireshark selama 30 detik. berikut hasil capture data untuk melakukan perhitungan throughput:



Gambar 3. 1 Capture Data Troughput

Adapun tabel kategori troughput menurut versi TIPHON sebagai berikut:

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

(sumber : TIPHON)

Tabel 3.1 Kategori Troughput

Persamaan perhitungan Throughput:

$$\text{Throughput} : \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

Di dalam percobaan didapatkan data menggunakan wireshark sebagai berikut :

Paket yang diterima :250 packets

Lama pengamatan :31,103 s

$$\text{Throughput: } \frac{250}{31,103} = 8,037 \text{ bytes}$$

$$8,037 \text{ bytes} = 64,302 \text{ bits}$$

Hasil perhitungan *Throughput* menggunakan wireshark didapatkan hasil 64,302 bits. Mengacu pada kategori throughput (sumber:TIPHON) bahwa hasil *Throughput* metode Q-in-Q tunneling adalah bagus dengan indeks 3.

### 3.2 Pengujian Delay

*Delay* adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket untuk bergerak dari sisi pengirim hingga sampai pada sisi penerima. Satuan yang digunakan oleh penulis adalah detik (ms). Pengukuran dilakukan dengan melakukan tes ping dari salah satu sisi user ke sisi user lainnya, selama 30 detik.

Setelah dilakukan percobaan selama 30 detik waktu *Delay* yang di peroleh dari percobaan ini adalah:

Waktu 1	Waktu 2	Waktu 2 - Waktu 1
0	0.040485	0.040485
0.040485	0.622687	0.582202
0.622687	0.622782	9.50E-05
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
30.555396	30.595466	0.04007
30.595466	31.102664	0.507198
31.102664		
Total Delay=		31.102664

Tabel 3.2 Total Delay

Tabel berikut adalah tabel kategori *Delay* menurut standar TIPHON:

Kategori Latensi	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

(sumber : TIPHON)

Tabel 3. 3 Kategori Delay

Persamaan perhitungan *Delay*

$$Delay : \frac{\text{Total Delay}}{\text{Packet yang diterima}}$$

Data yang diperoleh :

Total *Delay* : 31,10266 s

Packet yang diterima : 250 packet

$$Delay: \frac{31,10266}{250} = 0,124411 \text{ s} \rightarrow 0,124411 \text{ s} = 124,411 \text{ ms}$$

Hasil perhitungan *Delay* menggunakan wireshark didapatkan hasil 124,411 ms. Mengacu pada kategori *Delay* (sumber:TIPHON) bahwa hasil *Delay* metode Q-in-Q tunneling adalah sangat bagus dengan indeks 4.

### 3.3 Pengujian Packet Loss

Sesuai namanya, *Packet Loss* adalah indikator QoS yang menunjukkan jumlah paket terbuang pada saat proses pengiriman sedang berlangsung di tengah jaringan. Perhitungan nilai akhir dari parameter ini disebutkan dalam persentase (%). Pengukuran dilakukan dengan melakukan tes ping dari salah satu sisi user ke sisi user lainnya, selama 30 detik.

Berikut kategori packetloss versi TIPHON:

Kategori Degredasi	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1

(sumber : TIPHON)

Tabel 3.4 Kategori Packet Loss

Persamaan *Packet Loss*

$$Packet\ Loss: \frac{(paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima) \times 100\ \%}{paket\ data\ yang\ dikirim}$$

Data yang didapatkan melalui wireshark sebagai berikut:

Paket data dikirim : 250 packets

Paket data diterima : 250 packets

$$Packet\ Loss : \frac{(250-250) \times 100\ \%}{250} = 0\ \%$$

Hasil perhitungan *Packet Loss* menggunakan wireshark didapatkan hasil 0% yang artinya tidak ada paket yang hilang. Mengacu pada kategori packet loss (sumber: TIPHON) bahwa hasil packet loss metode Q-in-Q tunneling adalah sangat bagus dengan indeks 4.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, berdasarkan hasil pengujian *Delay*, *Troughput* dan *Packet Loss* selama 30 detik dengan nilai masing-masing perhitungan  $Delay = 124,411$  ms dan mengacu standarisasi TIPHON jika nilai  $Delay < 150$  ms maka indeks yang didapatkan untuk  $Delay = 4$ /sangat bagus,  $Troughput = 64,302$  bits mengacu standarisasi TIPHON jika nilai  $Troughput > 50$  maka indeks yang didapatkan untuk kategori  $Troughput = 3$ /bagus, dan  $Packet Loss = 0\ \%$  mengacu standarisasi TIPHON jika nilai  $Packet Loss = 0\ \%$  maka indeks yang didapatkan untuk kategori  $Packet Loss = 4$ /sangat bagus. Dapat ditarik kesimpulan metode Q-in-Q Tunneling sangat layak untuk digunakan dan diterapkan pada jaringan Wide Area Network Telkom School Network.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1]. 2012. VLAN And QinQ Technology White Paper. Huawei Technologies Co., Ltd.
- [2]. Chengwen Zhu, Wang Li, .2009. Discuss of QinQ Technology in E-Learning. Wuhan University.
- [3]. D. Sunyoto, Teori, Kuesioner, dan Analisis Data, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [4]. Dwiarum Astriani. 2014. Ilmu Komputer dasar.
- [5]. Fahri, M., Fiade, A., & Suseno, H. B. 2017. SIMULASI JARINGAN VIRTUAL LOCAL AREA NETWORK ( VLAN ) MENGGUNAKAN POX CONTROLLER.
- [6]. H. Ramadhan, "Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet menggunakan Metode RMA (Reliability, Maintainability, and Availability) dan QOS (quality of service) (Studi kasus : SMK Negeri 1 Bekinang)", Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi, 2016.
- [7]. Imam Baihaqi. 2018. ILKOM UNU Blitar - The Character Building University.

- [8]. Knežić, Mladen., Dokić, Branko., Ivanović, Željko. 2012. Performance Evaluation of the Switched EtherCAT Networks with VLAN Tagging. Serbian Journal Of Electrical Engineering.
- [9]. Li Xinzhan, Xu GenChao. 2009. Research on Double Vlan Scheme in Ethernet Network. Wuhan University of Science and Engineering
- [10]. Made Wahyu permana.2017.Simulasi Analisis Layanan Tripleplay Pada Jaringan Dengan Metode VLAN dan Selective Q-in-Q.
- [11]. P.P. Romadhon, "Analisis Kinerja Jaringan Wireless LAN Menggunakan Metode Qos Dan RMA Pada PT. Pertamina Ep Ubep Ramba (Persero)", Skripsi. Palembang: Ilmu Komputer Universitas Bina Darma, 2014.
- [12]. Surwadi.2017.Perkembangan Teknologi Komunikasi Dan Seiring Perkembangan Peradaban.
- [13]. Tengku Mohd Diansyah. 2016. METODE ACL(ACCESS CONTROL LIST) MENGGUNAKAN FRAME RELAY PADA JARINGAN WAN. Jurnal Warta Edisi : 49.
- [14]. Whitehead, Stuart. 2006. VLAN Stacking or QinQ. Anritsu.

