

# PERENCANAAN KONFIGURASI *INTERFACE METRO ETHERNET* DOT1Q MENJADI QINQ DI PLAZA INDONESIA

Hendar Septianto<sup>1</sup>, Rummi Sirait<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur, Jakarta, 12260

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur, Jakarta, 12260

e-mail : hendarseptianto@gmail.com, [rummi\\_sr@yahoo.com](mailto:rummi_sr@yahoo.com)

**ABSTRACT** - Metro Ethernet is a service of high capacity data network solution based on Ethernet that provides flexibility, simplicity and guaranteed Quality of Service (QoS) for business customers and Other Licenced Operators (OLO) and using fiber optic as medium of transmission, so it has the high level of reliability and security. Metro Ethernet provides an effective solution for a wide range of communication, data, internet and other applications needs. Metro Ethernet interface configuration planning in this final assignment aims to maximize the performance of the device according to business considerations to provide customer needs. This configuration planning is simulated by changing interface encapsulation mode from Dot1Q method to QinQ method using terminal emulation, that can extends the address space of the VLANs from 4,096 IDs becomes 16.7 million available IDs, and solving the scalability issue. The result of this planning is QinQ method is better than Dot1Q method because it has bigger MTU, bigger spaces VLAN, less delay and jitter.

**Keywords** : Metro Ethernet, Dot1Q, QinQ, VLAN, Scalability.

**ABSTRAK** - Metro Ethernet adalah layanan high capacity data network solution berbasis Ethernet yang memberikan fleksibilitas, kesederhanaan serta jaminan *Quality of Service* (QoS) bagi pelanggan bisnis dan Other Licenced Operator (OLO) dan menggunakan media transmisi fiber optik, sehingga memiliki tingkat kehandalan dan keamanan yang tinggi. Metro Ethernet memberikan solusi yang efektif untuk berbagai ragam kebutuhan komunikasi, baik data, internet maupun aplikasi lainnya. Perencanaan konfigurasi interface perangkat Metro Ethernet pada tugas akhir ini bertujuan untuk memaksimalkan kinerja perangkat sesuai dengan pertimbangan bisnis untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Pada perencanaan konfigurasi ini dilakukan dengan mengubah enkapsulasi mode interface dari metode Dot1Q menjadi metode QinQ menggunakan terminal emulasi, dengan perencanaan tersebut dapat menambah kapasitas VLAN dari 4096 menjadi 16,7 juta VLAN dan diharapkan dapat menjadi solusi skalabilitas. Dari hasil perencanaan ini, metode QinQ lebih unggul karena memiliki MTU yang lebih besar, kapasitas VLAN yang lebih besar serta delay dan jitter yang lebih kecil bila dibandingkan dengan metode Dot1Q.

**Kata kunci** : Metro Ethernet, Dot1Q, QinQ, VLAN, Skalabilitas.

## I. PENDAHULUAN

PT. Telekomunikasi Indonesia merupakan salah satu operator telekomunikasi di Indonesia yang menyediakan berbagai macam layanan komunikasi data. Salah satu layanan komunikasi data yang umum digunakan adalah *Metro Ethernet* yang berbasis FO. Metro Ethernet adalah layanan *high capacity data network solution* berbasis *Ethernet* yang memberikan fleksibilitas, kesederhanaan serta jaminan *Quality of Service* (QoS) bagi pelanggan bisnis dan *Other Licenced Operator* (OLO) dan menggunakan media transmisi *fiber optic*, sehingga memiliki tingkat kehandalan dan keamanan yang tinggi [1].

Penelitian untuk mengembangkan kapasitas

jaringan Metro Ethernet pada PT. Telkom yang sudah *overload* dengan berkembangnya jumlah penduduk yang sangat pesat telah dilakukan oleh Saputra dkk dengan judul penelitian perancangan peningkatan kapasitas jaringan Metro Ethernet PT. Telkom. Penelitian ini diawali dengan terlebih menganalisa jaringan yang sudah berjalan, kemudian merancang sistem dan kemudian menguji cobanya dengan mengimplementasikan secara langsung. Hasil uji coba sistem sudah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya dan kapasitasnya meningkat dan dapat mengatasi permasalahan yang ada di FT. Telkom [2].

Untuk memenuhi permintaan akan layanan Metro Ethernet di area gedung Mall Plaza Indonesia dan Office Tower yang semakin meningkat, perlu dilakukan perubahan interface sebagai salah satu cara untuk menambah kapasitas perangkat. Penulis merencanakan konfigurasi interface Metro Ethernet Dot1Q menjadi QinQ di Plaza Indonesia dengan memaksimalkan kinerja perangkat tanpa menambah biaya karena tidak memerlukan perangkat tambahan.

### 2.1. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk memberikan pelayanan yang berbeda kepada kelas layanan yang berbeda [3]. Tujuan QoS adalah memberikan layanan jaringan yang lebih baik dan terencana dengan *bandwidth*, *latency* dan *jitter* yang terkontrol. QoS merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan aplikasi atau layanan yang dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan.

#### 2.1.1. Delay (Latency)

Delay (*latency*) adalah waktu tunda sebuah data yang akan dikirimkan ke tujuan dengan jarak tertentu. Delay merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi perhitungan QoS dalam sebuah jaringan.

Delay (*latency*) dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$Latency = [L_{sf} + L_{wi} + L_{sw} + Lq] \dots\dots\dots (1)$$

$$L_{sf} = \frac{\text{frame packet size}}{\text{bandwidth}}$$

$$L_{wi} = \frac{\text{Distance}}{\text{propagation speed}}$$

dimana :  $L_{sf}$  = Store and Forward Latency

$L_{wi}$  = Wireline Latency

$L_{sw}$  = Switch Fabric Latency

$L_q$  = Queuing Latency

Performansi jaringan berdasarkan nilai *delay* sesuai standarisasi Tiphon ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Standar Delay (*latency*) Metro Ethernet [3]

Kategori	Delay ( <i>Latency</i> )
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	> 450 ms

#### 2.1.2. Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman data dari sumber (pengirim) sampai ke tujuan (penerima). Semakin banyak

paket yang hilang maka semakin buruk jaringan tersebut.

Tabel 2. Standar Packet Loss Metro Ethernet [3]

Kategori	Packet Loss
Sangat Bagus	0 %
Bagus	3 %
Sedang	15 %
Jelek	25

### 2.1.3. Throughput

Throughput adalah ukuran dari transfer data di media selama jangka waktu tertentu. Throughput didapat dari total kedatangan paket yang sukses diamati pada tujuan selama waktu tertentu dibagi durasi waktu tersebut.

Tabel 3. Standar Throughput Metro Ethernet [3]

Kategori	Throughput
Sangat Bagus	100 %
Bagus	75 %
Sedang	50 %
Jelek	< 25 %

### 2.1.4. Jitter

Jitter adalah variasi delay antar paket yang diakibatkan oleh panjang antrian dalam pengolahan data dan reassemble paket-paket data diakhir pengiriman.

Tabel 4. Standar Jitter Metro Ethernet [3]

Kategori	Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	76 s/d 125 ms
Jelek	125 d 225 ms

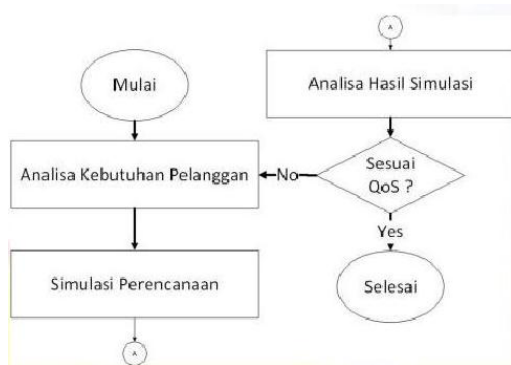
## 2.2. Metro Ethernet

Metro Ethernet adalah layanan komunikasi data akses *dedicated* berkecepatan tinggi hingga 10 Gbps yang menggunakan standart jaringan *carrier Ethernet Metro Ethernet Forum* untuk mengintegrasikan *network customer* yang berbeda lokasi baik di dalam maupun luar negeri. Metro Ethernet menggunakan protokol atau teknologi yang sama persis dengan *Ethernet/Fast Ethernet* pada LAN tetapi ada penambahan beberapa fungsi sehingga dapat digunakan untuk menghubungkan dua lokasi (dua LAN) dengan jarak puluhan bahkan ratusan kilometer.

### 2.3. Tahap Perencanaan

Untuk memulai sebuah perencanaan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menganalisa data data suatu wilayah yang akan dijadikan lokasi perencanaan. Parameter hasil analisis tersebut kemudian dijadikan sebagai

data masukan pada langkah selanjutnya yaitu analisa kebutuhan pelanggan. Dari hasil analisa kebutuhan pelanggan diperoleh skenario yang efektif untuk melayani sejumlah layanan di area Plaza Indonesia. Tahapan perencanaan konfigurasi ini digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti pada gambar 1.



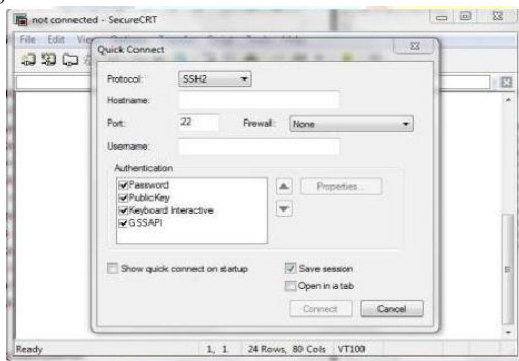
Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

## 2.4. Analisa Kebutuhan Pelanggan

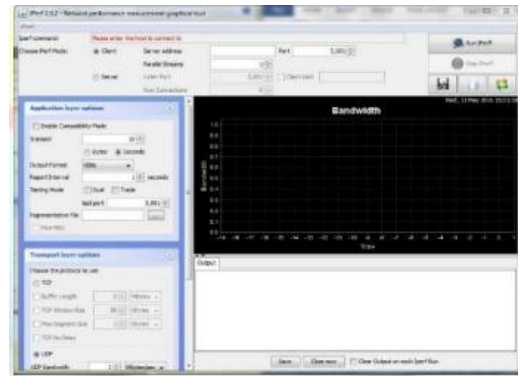
Analisa kebutuhan pelanggan ini dilakukan untuk mendapatkan suatu standart kualitas layanan dari suatu jaringan yang telah berjalan. Data kebutuhan pelanggan diperoleh dari aplikasi IPOPS yang berisi data teknis para pelanggan Telkom.

## 2.5. Software Penunjang

Pada perencanaan kali ini menggunakan software terminal emulasi SecureCRT dan JPerf.



Gambar 2. Tampilan Software SecureCRT



Gambar 3. Tampilan Software JPerf 2.0.2

## 2.6. Struktur Jaringan VLAN Dot1Q

Dot1Q adalah proses *tagging* VLAN pada *interface*, dimana 1 VLAN hanya dapat digunakan oleh 1 pelanggan saja. Pada standart IEEE 802.1Q untuk *frame marking* pada *trunk*, dan mendukung hingga 4096 VLAN dengan range dari 1-4095.

DA	SA	TAG	ETHERTYPE	DATA	FCS
6 Bytes	6 Bytes	4 Bytes	2 Bytes	46 to 1500 Bytes	4 Bytes

Gambar 4. Struktur Frame Dot1Q

Dari gambar 4 dapat dilihat struktur *frame* pada *interface* 802.1Q atau Dot1Q terdapat beberapa elemen penyusun *frame* yang terdiri dari *Destination Address*, *Source Address*, *Tag*, *EtherType*, *Data*, dan *Frame Check Sequence* (FCS).

## 2.7. Struktur Jaringan VLAN QinQ

QinQ adalah proses *tagging frame* dari *Customer Equipment* (CE) dengan VLAN *tag Provider Edge* (PE). Pada *interface* QinQ, 1 alokasi VLAN dapat digunakan oleh 2 pelanggan yang berbeda dalam satu jaringan dengan cara menambahkan *header* pada *frame* yaitu berupa VLAN *tag* Q-in-Q tersebut seperti pada gambar 5.

DA	SA	TAG	TAG	ETHERTYPE	DATA	FCS
6 Bytes	6 Bytes	4 Bytes	4 Bytes	2 Bytes	46 to 1500 Bytes	4 Bytes

Gambar 5. Struktur Frame QinQ

## II. SIMULASI DAN ANALISA

Perangkat yang digunakan dalam simulasi sebagai berikut :

1. 2 buah Laptop
2. 2 buah *Switch* Juniper
3. 1 *Metro* Alcatel-Lucent
4. *Software* SecureCRT dan JPerf

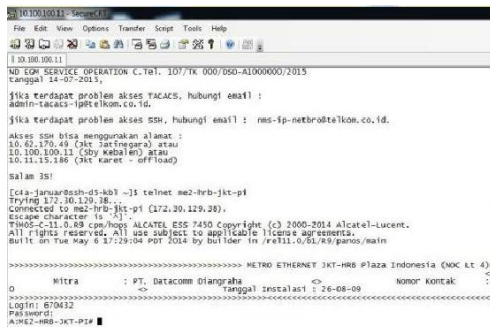
### 3.1. Simulasi Konfigurasi *Interface* Dot1Q

## dan QinQ

Pada tahap ini yang dilakukan adalah membuat konfigurasi *service dummy* di *Metro Ethernet* dengan memanfaatkan *port* yang masih *idle* dengan dua metode enkapsulasi Dot1Q dan QinQ pada ME2-HRB JKT-PI.

### 3.1.1. Simulasi Konfigurasi Interface Dot1Q

Untuk melakukan konfigurasi, buka aplikasi SecureCRT masukkan alamat server ssh (*secure shell*) lalu telnet ip atau *hostname* ME2-HRB-JKT-PI dan akan muncul menu *login* pada perangkat ME2-HRB-JKT-PI. Selanjutnya masuk *configure mode* pada *interface* untuk melakukan konfigurasi enkapsulasi, VCID, VLAN layanan, *service-MTU*, dan deskripsi pada *interface* dengan *command line* seperti pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Login Telnet session pada ME2-HRB-JKT-PI menggunakan SecureCRT

```
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config# service
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service# epipe 1913300101
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/17:101 create
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# exit
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/18:101 create
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# exit
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# service-mtu 1500
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# description "test dot1q pi"
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# no shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# info
-----
description "test dot1q pi"
service-mtu 1500
sap 3/1/17:101 create
exit
sap 3/1/18:101 create
exit
no shutdown
```

Gambar 7. Konfigurasi Enkapsulasi Dot1Q pada interface 3/1/17

Langkah selanjutnya membuat VLAN layanan dan *service-mtu* pada *interface* seperti pada gambar 8.

```
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config# service
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service# epipe 1913300101
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/17:101 create
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# exit
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/18:101 create
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# exit
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# service-mtu 1500
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# description "test dot1q pi"
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# no shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# info
-----
description "test dot1q pi"
service-mtu 1500
sap 3/1/17:101 create
exit
sap 3/1/18:101 create
exit
no shutdown
```

Gambar 8. Konfigurasi VLAN dan service-mtu Dot1Q

### 3.1.2. Menghapus Konfigurasi Interface

## Dot1Q

Sebelum mengubah konfigurasi Dot1Q menjadi QinQ, layanan harus diubah statusnya menjadi non aktif dan dihapus konfigurasi Dot1Qnya.

```
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config# service
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service# epipe 1913300101
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/17:101 shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# no sap 3/1/17:101
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/18:101 shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/18:101 shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# no sap 3/1/18:101
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# info
-----
shutdown
description "test dot1q pi"
service-mtu 1500
```

Gambar 9. Menghapus Konfigurasi Layanan Dot1Q

Setelah menghapus VLAN layanan dan mengubah statusnya menjadi non aktif, langkah selanjutnya mengubah layanan tersebut menjadi non aktif.

### 3.1.3. Simulasi Konfigurasi Interface QinQ

Pada konfigurasi interface QinQ, *command line* yang digunakan sama seperti konfigurasi interface Dot1Q, hanya saja yang membedakan adalah enkapsulasi dan MTU yang digunakan.

```
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config#
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config# port 3/1/17
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# ethernet encap-type qinq
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# ethernet mtu 9000
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# info
-----
shutdown
description "Sw31-HRB-JKT-PI @Resident Tower Lt 23"
ethernet
mode access
encap-type qinq
mtu 9000
no autonegotiate
exit
-----
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# no shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# info
-----
description "Sw31-HRB-JKT-PI @Resident Tower Lt 23"
ethernet
mode access
encap-type qinq
mtu 9000
no autonegotiate
exit
no shutdown
```

Gambar 10. Konfigurasi Enkapsulasi QinQ pada Interface 3/1/17

```
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config#
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config# port 3/1/18
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# ethernet encap-type qinq
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# ethernet mtu 9000
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# info
-----
shutdown
description "Sw6-HRB-JKT-PI @NOC Lt 4"
ethernet
mode access
encap-type qinq
mtu 9000
no autonegotiate
exit
-----
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# no shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>port# info
-----
description "Sw6-HRB-JKT-PI @NOC Lt 4"
ethernet
mode access
encap-type qinq
mtu 9000
no autonegotiate
exit
no shutdown
```

Gambar 11. Konfigurasi Enkapsulasi QinQ pada Interface 3/1/18

Langkah selanjutnya membuat VLAN layanan dan *service-mtu* pada *interface* seperti pada gambar 12.

```
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config# service
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service# epipe 1913300100
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/17:100.* create
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# sap 3/1/18:100.* create
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# exit
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# service-mtu 2000
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# description "test qnq pi"
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# no shutdown
*A:ME2-HRB-JKT-PI>config>service>epipe# info
-----
description "test qnq pi"
service-mtu 2000
sap 3/1/17:100.* create
exit
sap 3/1/18:100.* create
no shutdown
```

**Gambar 12.** Konfigurasi VLAN dan service-mtu QinQ

Langkah selanjutnya adalah memberikan deskripsi pada layanan dan mengaktifkan layanan tersebut.

**3.2. Pengukuran Delay, Packet Loss, Throughput dan Jitter**

Pada proses pengukuran jaringan *Metro Ethernet* ini menggunakan *service dummy* untuk mewakili *service* pelanggan yang akan terkoneksi pada jaringan *Metro Ethernet*.

**3.2.1. Pengukuran Round Trip Time pada Metro Ethernet Dot1Q dan QinQ**

Pengukuran *round trip* dilakukan dengan *bandwidth* 1 Mbps dari *client* ke *server*. Pengukuran dilakukan dengan mengirimkan paket dengan cara ping secara berulang sebanyak 1000 kali dengan beban default 56 bytes.

Pada gambar 13 pengukuran *round trip* yang dilakukan pada jaringan *Metro Ethernet* menggunakan metode Dot1Q dengan *bandwidth* 1 Mbps dari *client* ke *server* didapat nilai *round trip min/avg/max/stddev* = 1,434/3,138/105,351/4,731 ms. Sedangkan pengukuran *round trip* yang dilakukan pada jaringan yang sama menggunakan metode QinQ dengan *bandwidth* 1 Mbps pada gambar 4.10 didapat nilai *round trip min/avg/max/stddev* = 1,585/2,829/41,269/1,821 ms.

```
rama@Sw6-HRB-JKT-PI> ping 11.1.17.2 rapid count 1000
PING 11.1.17.2 (11.1.17.2): 56 data bytes
.....
--- 11.1.17.2 ping statistics ---
1000 packets transmitted, 1000 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.434/3.138/105.351/4.731 ms
```

**Gambar 13.** Pengukuran Round Trip Time Dot1Q

```
rama@Sw6-HRB-JKT-PI> ping 11.1.17.2 rapid count 1000
PING 11.1.17.2 (11.1.17.2): 56 data bytes
.....
--- 11.1.17.2 ping statistics ---
1000 packets transmitted, 1000 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.585/2.829/41.269/1.821 ms
```

**Gambar 14.** Pengukuran Round Trip Time QinQ

Dari data pengukuran yang dilakukan dengan *bandwidth* 1 Mbps dapat dilakukan perhitungan

dengan persamaan 1 :  
Frame packec size = 56 bytes x 8 x 1000 = 448x10<sup>3</sup> bit.  
Bandwidth = 1 Mbps = 1,024x10<sup>6</sup> bps  
Maka nilai Lsf adalah :

$$L_{sf} = \frac{448 \times 10^3 \text{ bit}}{1,024 \times 10^6 \text{ bps}} = 0,4375 \text{ ms}$$

Menghitung nilai Lwi :  
Distance pada Metro Ethernet = 1 Km = 1000 m  
Propagation speed = 2x10<sup>8</sup> m/s  
Maka nilai Lwi adalah :

$$L_{wi} = \frac{10^3 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 0,000005 \text{ s} = 0,005 \text{ ms}$$

Untuk nilai Lsw (*switch fabric latency* atau *delay process node*) pada *switch* Juniper adalah 5,2 μs = 0,0052 ms[6]. Untuk nilai Lq (*queuing latency*) diasumsikan nilai 0 ms atau tidak ada *traffic*. Karena proses tersebut merupakan proses waktu antrean (Lq) untuk paket yang akan dikirimkan pada *output link*. Dan pada saat prosesnya nilai tersebut berubah-ubah tergantung *traffic* data lain yang melewati perangkat tersebut.

Dari data perhitungan diatas dapat diketahui nilai *latency*-nya :  
Latency = [0,4375 + 0,005 + 0,0052 + 0] 4 h = 1,7908 ms

Dari perhitungan *latency* atau *delay* pada *Metro Ethernet* memiliki nilai *delay* yaitu 1,7908 ms mendekati nilai *latency* pada hasil pengukuran yang didapat pada metode Dot1Q yaitu 1,434 ms dan pada metode QinQ yaitu 1,585 ms. Berdasarkan hasil pengukuran *delay* metode Dot1Q dan QinQ dapat dilihat bahwa performa metode QinQ lebih baik karena *delay* yang dihasilkan lebih kecil bila dibandingkan dengan *delay* pada metode Dot1Q. Namun berdasarkan QoS *delay* kedua metode tersebut masih dalam kategori sangat bagus.

**Tabel 5.** Hasil perhitungan dan pengukuran latency/delay

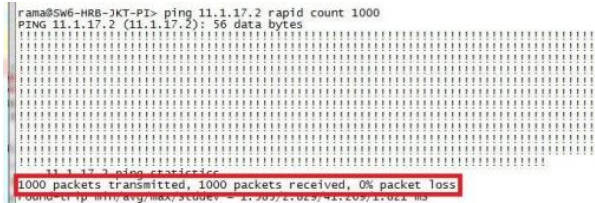
Metode	Bandwidth	Perhitungan			Pengukuran		
		Lsf	Lwi	Latency	Min	Max	Average
Dot1Q	1 Mbps	0,4375	0,005	1,7908	1,434	105,351	3,138
QinQ	1 Mbps	0,4375	0,005	1,7908	1,585	41,269	2,829

**3.2.2. Pengukuran Packet Loss pada Metro Ethernet Dot1Q dan QinQ**

Gambar 15 dan gambar 16 menunjukkan hasil pengukuran *packet loss* pada jaringan *Metro Ethernet* metode Dot1Q dan QinQ.

```
rama@Sw6-HRB-JKT-PI> ping 11.1.17.2 rapid count 1000
PING 11.1.17.2 (11.1.17.2): 56 data bytes
.....
--- 11.1.17.2 ping statistics ---
1000 packets transmitted, 1000 packets received, 0% packet loss
```

**Gambar 15.** Pengukuran Packet Loss Dot1Q



Gambar 16. Pengukuran Packet Loss QinQ

Dari gambar 15 dan gambar 16 didapat hasil pengukuran pada jaringan *Metro Ethernet* dengan metode Dot1Q dan metode QinQ dengan *bandwidth* 1 Mbps memiliki hasil *packet loss* 0 % atau *success rate* 100% dimana seluruh paket yang ditransmisikan pada kedua metode dalam jaringan tersebut terkirim sempurna tanpa ada paket yang hilang dalam proses transmisinya.

Dari data pengukuran *packet loss* yang dilakukan dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

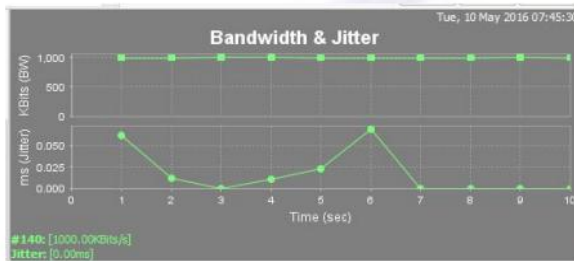
Banyaknya paket yang dikirim = 1000  
 Banyaknya paket yang diterima = 1000

$$\text{Maka : Packet Loss} = \frac{(1000 - 1000)}{1000} \times 100\% = 0\%$$

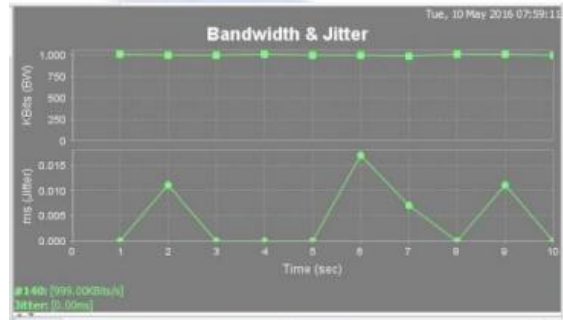
Dari hasil perhitungan diatas, *packet loss* mempunyai hasil yang sama dengan *packet loss* yang dilakukan pada pengukuran menggunakan *software SecureCRT* yaitu 0% *packet loss*. Dari hasil pengukuran dan perhitungan *packet loss* dapat dikatakan bahwa jaringan yang menggunakan metode Dot1Q dan QinQ tersebut sangat bagus karena memenuhi standart *Service Level Agreement (SLA)* dan QoS.

### 3.2.3. Pengukuran Throughput dan Jitter pada Metro Ethernet Dot1Q dan QinQ

Pada pengukuran *throughput* dan *jitter* dilakukan dengan *bandwidth* yang sama yaitu 1 Mbps pada kedua metode Dot1Q dan QinQ. Pengukuran ini dilakukan dengan memberikan *dummy traffic* sesuai *bandwidth* dari *client* ke *server*. Gambar 17 dan gambar 18 merupakan hasil pengukuran *throughput* dan *jitter* yang dilakukan pada jaringan dengan metode Dot1Q dan QinQ selama 10 detik.



Gambar 17. Pengukuran Throughput dan Jitter Dot1Q



Gambar 18. Pengukuran Throughput dan Jitter QinQ

Pada gambar 17 dapat dilihat hasil pengukuran *throughput* dan *jitter* yang dilakukan pada metode Dot1Q dengan *bandwidth* 1 Mbps dari *client* ke *server* didapat *throughput* rata-rata 999,63 Kbps dan *jitter* rata-rata 0,0161 ms. Sedangkan pada gambar 17 merupakan hasil pengukuran *throughput* dan *jitter* pada metode QinQ adalah 999,54 Kbps dan *jitter* rata-rata 0,0041 ms.

Dari pengukuran *throughput* dan *jitter* yang dilakukan dengan *bandwidth* 1 Mbps dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan :

$$P = \frac{S}{t} \text{ atau } \text{Throughput} = \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{total waktu pengamatan}}$$

dimana :

t = Waktu yang digunakan untuk melakukan pengiriman data (detik); s = Ukuran data yang diterima (bit); P = *Throughput* aktual pada waktu pengiriman data (bit per detik).

Diketahui panjang paket yang diterima pada jaringan yaitu 1223 KB dan total waktu pengetesan yaitu 10 detik.

$$S = 1223 \text{ KB} \times 8 = 9784 \text{ Kb}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

Maka *Throughput* yang diterima adalah :

$$\text{Throughput}(P) = \frac{9784 \text{ Kb}}{10 \text{ s}} = 978,4 \text{ Kbps}$$

Untuk menghitung *Jitter* dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

Total variasi delay = delay – (rata-rata delay)

$$\text{Total variasi delay (Dot1Q)} = 1,7908 + 3,138 = 4,9288 \text{ ms}$$

$$\text{Total variasi delay (QinQ)} = 1,7908 + 2,829 = 4,6198 \text{ ms}$$

$$\text{Total paket yang diterima} = 84$$

$$\text{Jitter(dot1q)} = \frac{4,9288}{84 - 1} = 0,059 \text{ ms}$$

$$\text{Jitter(qinq)} = \frac{4,6198}{84 - 1} = 0,055 \text{ ms}$$

Dari data perhitungan diatas nilai *throughput* yang didapat adalah 978,4 Kbps. Nilai *throughput* yang didapat dari perhitungan memiliki sedikit selisih

dengan nilai *throughput* yang didapat dari pengukuran yaitu 999 Kbps. Begitu juga dengan nilai *jitter* yang didapat dari perhitungan dan pengukuran juga memiliki selisih yang sedikit. Total paket yang diterima dikurangi nilai satu karena variasi *delay* dihitung diantara dua *delay*, sehingga bila dihitung keseluruhan paket menjadi minus satu. Tabel 6 menunjukkan perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan rumus.

Tabel 6. Hasil perhitungan dan pengukuran *throughput* dan *Jitter*

Metode	Bandwidth	Waktu	Perhitungan		Pengukuran	
			Jitter	Throughput	Jitter	Throughput
Dot1Q	1 Mbps	10	0,059 ms	978,4 Kbps	0,016 ms	999,63 Kbps
QinQ	1 Mbps	10	0,055 ms	978,4 Kbps	0,004 ms	999,54 Kbps

Pada tabel 6 dapat dilihat perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan *throughput* dan *jitter* pada *Metro Ethernet*. Dari kedua pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa *throughput* rata-rata yang dihasilkan pada metode Dot1Q lebih besar dibandingkan dengan metode QinQ. Namun pada metode Dot1Q *jitter* yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan *jitter* yang dihasilkan pada metode QinQ. Dari pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk kecepatan pengiriman data, metode Dot1Q dapat mengirimkan data lebih besar namun untuk kestabilan jaringan, metode QinQ lebih unggul karena *jitter* yang dihasilkan lebih kecil dari metode Dot1Q.

### III. KESIMPULAN

Berdasarkan teori, perhitungan, simulasi dan analisis pada perancangan dalam tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengukuran *round trip (delay)* yang dilakukan pada jaringan *Metro Ethernet* dengan metode Dot1Q dan metode QinQ dapat diambil kesimpulan bahwa jaringan yang menggunakan metode Dot1Q memiliki *delay* yang lebih besar. Namun berdasarkan QoS *delay* kedua metode tersebut masih dalam kategori sangat bagus.
2. Hasil pengukuran pada jaringan *Metro Ethernet* dengan metode Dot1Q dan QinQ memiliki hasil *packet loss* 0% atau *success rate* 100% yang sama. Hal ini karena pada kedua jaringan tersebut sama sama menggunakan jaringan *Wireline*.
3. Hasil pengukuran *throughput* dan *jitter* yang dilakukan pada jaringan *Metro Ethernet* dengan metode Dot1Q dan metode QinQ, pada metode Dot1Q mempunyai hasil *throughput* yang lebih besar bila dibandingkan dengan metode QinQ. Namun bila dilihat dari segi kestabilan jaringan metode QinQ lebih unggul karena *jitter* yang dihasilkan lebih kecil.
4. Dari hasil analisa perbandingan kedua metode tersebut, metode QinQ lebih unggul karena

memiliki MTU yang lebih besar, kapasitas VLAN yang lebih besar serta *delay* dan *jitter* yang lebih kecil bila dibandingkan dengan metode Dot1Q.

### REFERENSI

- [1]. Huynh, Minh. Prasant Mohapatra. *Metropolitan Ethernet Network : A Move from LAN to MAN*. Jurnal. Computer Science Department. University of California at Davis Davis, California, USA.
- [2]. Saputra, Surul and Dimas Pratama, Aranditio and Pranayana, Rhezaldy and Gunar Setiadji, M.Eng., Tatang, Perancangan Peningkatan Kapasitas Jaringan Metro Ethernet PT. Telkom, Undergraduate thesis, Binus, 2013
- [3]. Tiphon, "Tellecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (Tiphons) General Aspect of Quality of Service (QoS)", DTR/TIPHON-05001.1998
- [4]. Liu, Chunming. Bryan Fleming. *Overbooking In Mobile Backhaul*. Jurnal Vol. 5, No. 4. International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN). 2013.
- [5]. Spirent. *Spirent Journal of PASS Test Methodologies*. Jurnal. November 2010.
- [6]. Mellanox Technologies. *ConnectX@-3 Pro: Solving the NVGRE Performance Challenge*. White Paper. Oktober 2013
- [7]. Alcatel-Lucent Data Sheet. Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch Release 10. Alcatel-Lucent 2012.
- [8]. Juniper Networks, Inc. The Juniper Networks QFabric Architecture : A Revolution In Data Center Network Design. White Paper. 2011.