

SIMULASI DAN ANALISIS LAYANAN TRIPLE PLAY PADA JARINGAN DENGAN METODE VLAN DAN SELECTIVE QinQ

¹I Made Wahyuda Permana

²Dr. Ir. Rendy Munadi, M.T.

³Leanna Vidya Yovita, S.T., M.T.

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹madewahyuda@gmail.com

²rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

³leanna@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Virtual Local Area Network (VLAN) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk melakukan segmentasi *user* di dalam sebuah jaringan yang besar. Tapi belakangan, meski telah digunakan cukup lama oleh beberapa penyedia layanan komunikasi, metode VLAN mulai dikhawatirkan kemampuannya untuk mengakomodasi jaringan komunikasi yang semakin besar jumlah penggunanya. Kondisi yang kemudian memicu dikembangkannya VLAN menjadi sebuah metode baru dengan nama QinQ atau 802.1Q-in-802.1Q. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan performansi dari metode VLAN dan Selective QinQ ketika bekerja untuk memberikan sebuah layanan yang membutuhkan segmentasi *user*. Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan terhadap simulasi layanan Triple Play (data, suara, dan video) di dalam sebuah jaringan komunikasi dengan metode VLAN dan Selective QinQ, menggunakan aplikasi GNS3. Hasil menunjukkan jika metode Selective QinQ memiliki angka yang lebih baik daripada metode VLAN di segi kecepatan, namun lebih buruk jika memandang keutuhan data. Pada metode Selective QinQ, layanan Triple Play membutuhkan waktu rata-rata 159,154 ms ketika menyajikan layanan komunikasi data, suara dan video. Sedangkan metode VLAN butuh waktu rata-rata 160.488 ms.

Kata kunci: triple play, VLAN, Selective QinQ

ABSTRACT

Virtual Local Area Network (VLAN) is a method, often used to perform segmentation in a network. But later, even though it has been used for quite a while by some network providers, VLAN started feared its ability to accommodate the increasingly large number of network users. This is the condition that trigger the developed of a new method called QinQ or 802.1Q-in-802.1Q. This research aims to look at the comparison of the performance from Selective QinQ and VLAN while they're working to provide a service that requires user segmentation. On this research will be carried out an observations on the simulation of Triple Play services (voice, data, and video) over VLAN and Selective QinQ network, by using GNS3 applications. The result shown if the Selective QinQ network gave a better performance than VLAN network in term of speed, but it's worse if we're looking at the integrity of the package. Over Selective QinQ network, Triple Play services took average time of 159.154 ms when presenting the data, voice and video communication. While VLAN configuration took 160.488 ms at the average.

Keywords : triple play, VLAN, Selective QinQ

1. Pendahuluan

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. Permasalahan seperti *collision* pada aliran data yang umumnya terjadi karena pengiriman paket yang bersifat *broadcast*, konflik pada IP address di dalam sebuah jaringan, *vulnerabilities* yang masih sering terasa, dan fleksibilitas komunikasi antara *end-to-end* user yang sesuai dengan jenisnya.

Pada kondisi tersebut kehadiran VLAN memberikan dampak yang positif. VLAN mampu melakukan segmentasi komunikasi, sehingga sebuah jaringan dapat mengelompokkan *user* ke dalam kelompok-kelompok kecil sesuai dengan jenis komunikasinya, seperti konsep Local Area Network (LAN). Dengan efisiensi penggunaan perangkat *switch* yang lebih baik daripada LAN tradisional, VLAN terus diandalkan sebagai metode komunikasi di dalam jaringan yang besar jumlah penggunanya.

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 penggunanya. Alhasil, beberapa metode kemudian dikembangkan untuk mengakomodasi laju perkembangan *user*. Salah satunya adalah QinQ atau 802.1Q-in-802.1Q.

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.

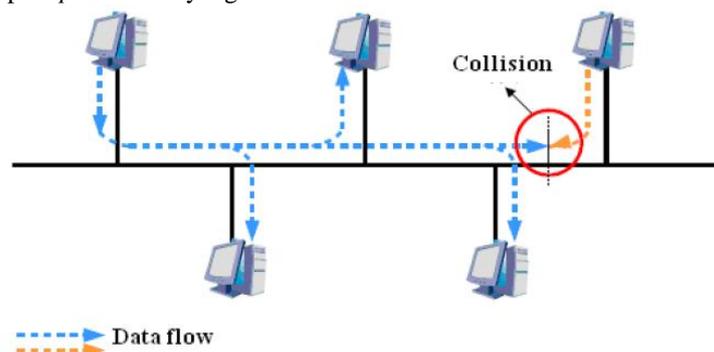
Kondisi inilah yang mendasari penelitian terhadap metode VLAN dan QinQ di dalam sebuah jaringan komunikasi. Penelitian dilakukan untuk menganalisis kinerja dari teknologi VLAN dan QinQ di dalam sebuah jaringan dengan layanan yang serupa. Dengan harapan hasil analisis dapat menjadi salah satu faktor penunjang perbandingan apakah metode QinQ yang saat ini sedang dikembangkan akan bekerja lebih baik daripada metode VLAN. Penelitian akan dilakukan dengan menguji layanan Triple Play, berupa *voice*, *video*, dan *data* ke dalam sebuah simulasi jaringan dengan topologi QinQ dan VLAN.

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1 VLAN

Salah satu permasalahan pada sebuah jaringan dengan komponen yang hanya bekerja pada *layer 2 (data link)* seperti HUB, *bridge* atau *switch unmanageable* adalah bahwa alat tersebut akan menimbulkan *broadcast* dan *multicast*. Kondisi tersebut tentu akan mempengaruhi performansi dari perangkat *user* yang terhubung dengan jaringan tersebut. Seperti pada gambar 1, *broadcast message* yang terkirim akan rentan menyebabkan *collision* terhadap aliran data.

Pada permasalahan tersebut, umumnya solusi yang digunakan adalah dengan memisahkan *broadcast domain*, dengan memberi *router* pada setiap segmen yang akan dipisah. Pada awalnya solusi seperti itu cukup membantu untuk mengendalikan permasalahan yang ada. Namun dengan terus berkembangnya jumlah *user*, solusi tersebut justru menghadirkan permasalahan baru pada sektor biaya. Karena semakin banyak segmen yang dibutuhkan, maka semakin banyak pula *port router* yang harus disediakan

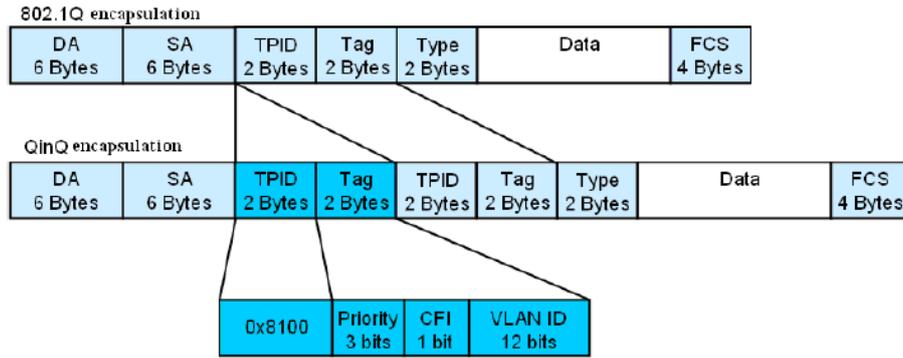


Gambar 1 Collision Pada Sebuah Jaringan

Pada kondisi inilah kehadiran metode VLAN lalu memberikan dampak positif. VLAN dapat membantu perangkat *switch* bekerja menjadi beberapa perangkat *switch* secara virtual, sehingga dapat membagi *user* ke dalam segmen-segmen tertentu. Tentu dengan satu catatan jika hanya dapat dilakukan pada perangkat-perangkat *switch* berspesifikasi tertentu. Sederhananya, dengan VLAN penyedia jaringan dapat membangun beberapa Local Area Network (LAN) dengan identitas yang berbeda-beda tanpa perlu menambahkan perangkat *switch*, sehingga komunikasi di dalam jaringan mampu terisolasi satu sama lain sesuai identitas paket, dengan biaya yang relatif lebih murah^{[1], [2], [3], [4], [9]}.

2.2 QinQ

QinQ, 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^[10].



Gambar 2 Frame Metode QinQ

Berdasarkan prinsip seperti pada gambar 2, 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*.

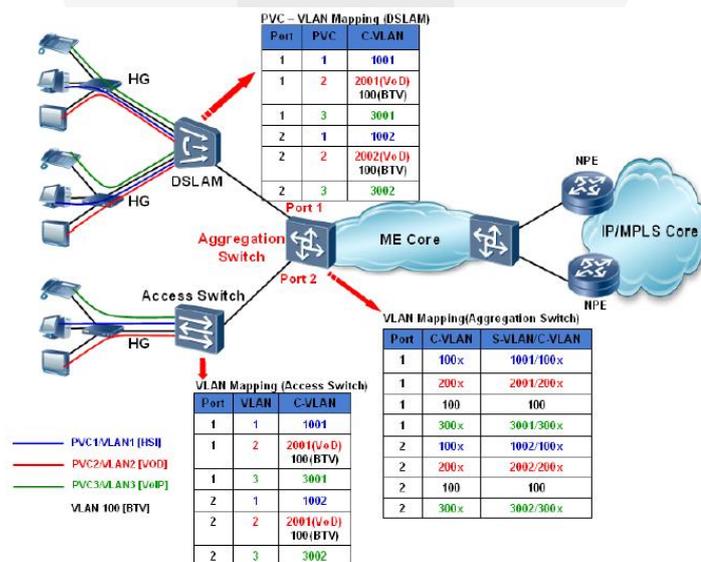
Menurut spesifikasi yang telah distandarisasi terakhir kali, IEEE 802.1AD menyebutkan bahwa QinQ dapat dilakukan dengan 2 macam metode, antara lain:

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^[10].

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^[10].



Gambar 3 Contoh Implementasi QinQ pada Jaringan MAN

2.3 Layanan Triple Play

Triple Play merupakan suatu konvergensi atau bundel layanan berupa suara (voice), data dan video pada infrastruktur jaringan komunikasi akses tunggal. Menggunakan jaringan IP Multimedia Subsystem (IMS), dapat menjadi suatu kemudahan dalam melakukan *bundling* layanan suara, data, dan video. Layanan Triple Play tersedia konvergen menjadi satu, melalui *single transport*, *single media handled*, dan *single equipment*^[13].

Spesifikasi dari layanan Triple Play diantaranya:

1. Video Services.

Untuk komunikasi berupa informasi video yang dapat dikatakan telah terkirim dengan baik, sebuah jaringan Triple Play haruslah memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- Tingkat *delay* yang sangat rendah.
- Gangguan *jitter* yang sangat rendah.
- Tingkat *loss* yang sangat rendah.
- Dapat menyediakan *bandwidth* yang sangat tinggi untuk setiap pelanggan.
- Mekanisme paket *broadcast*, *multicast*, dan *unicast* yang efisien dan aman dari gangguan.
- Mampu dikembangkan untuk keperluan Video on Demand (VoD).
- Proteksi gangguan fisik dibawah 50 milidetik.

2. Data Services

Untuk komunikasi berupa informasi data yang dapat dikatakan telah terkirim dengan baik, sebuah jaringan Triple Play haruslah memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- Dapat menjamin *bandwidth* yang diberikan untuk komunikasi data bagi semua pelanggan komunikasi.
- Memiliki kemampuan untuk memberikan “*burst bandwidth*”, supaya memiliki alternatif solusi saat menangani masalah kekurangan *bandwidth* pada saat-saat tertentu.
- Memiliki kemampuan interaksi dan kolaborasi dengan media-media berbeda jenis, serta dapat berinteraksi dengan perangkat jaringan pendukungnya seperti *router*, *modem*, *switch*, dan lainnya.

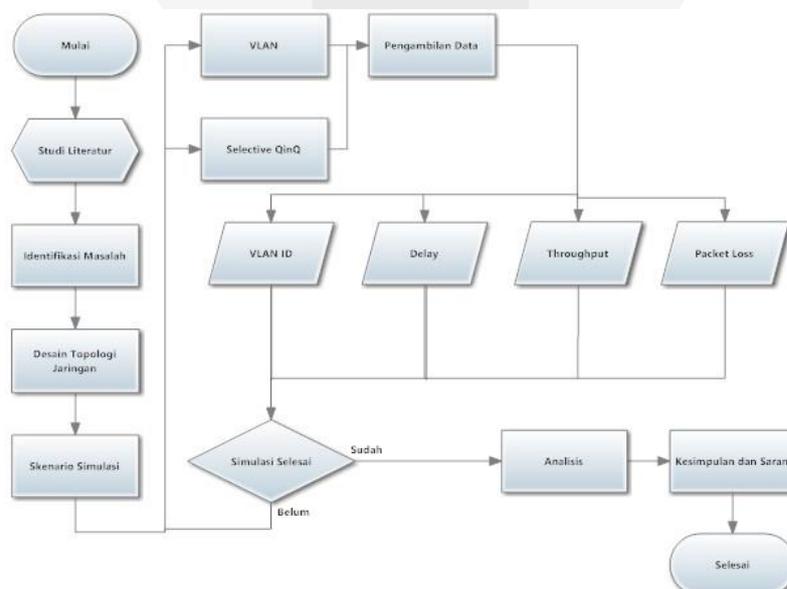
3. Voice Services.

Aplikasi suara memiliki sensitifitas serupa dengan aplikasi video, hanya saja tingkat urgensinya lebih rendah daripada aplikasi video. Untuk komunikasi berupa informasi suara yang dapat disebut memuaskan, jaringan Triple Play harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- Tingkat gangguan *delay*, *jitter*, dan *loss* yang rendah.
- Proteksi gangguan fisik dibawah 50 milidetik.

2.4 Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini penulis telah melakukan simulasi terhadap layanan Triple Play pada jaringan komunikasi dengan dua macam skenario. Skenario pertama adalah layanan Triple Play pada topologi jaringan dengan metode VLAN, dan yang kedua adalah layanan Triple Play pada topologi jaringan dengan metode Selective QinQ.



Gambar 4 Diagram Alir dari Proses Pengerjaan

Penggunaan kedua macam metode tersebut memiliki tujuan agar penulis dapat melihat nilai perbandingan dari performansi yang diberikan oleh jaringan, baik dengan metode VLAN dan Selective QinQ terhadap jenis layanan Triple Play. Sebelum melihat performansi berdasarkan nilai QoS yang diberikan pada sisi *user* dengan parameter *delay*, *throughput*, dan *packet loss*, penulis lebih dulu memeriksa VLAN ID yang aktif pada masing-masing topologi.

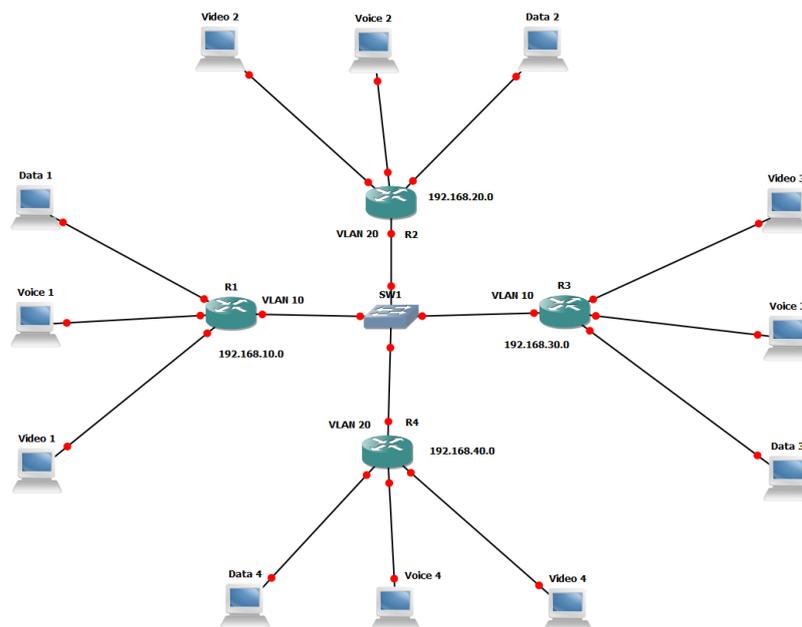
Pada simulasi dari masing-masing topologi, setiap *user* yang terhubung dengan jaringan sedang melakukan komunikasi terhadap *user* lainnya pada kelompok VLAN yang sama. Lalu pengamatan terhadap nilai-nilai parameter QoS yang diberikan oleh setiap metode dilakukan pada sisi *user* yang sesuai dengan jenis layanan Triple Play. Hal tersebut dilakukan karena baik metode VLAN atau Selective QinQ sama-sama mampu untuk melakukan segmentasi di dalam jaringan, yang pada akhirnya memberikan keuntungan berupa kanal yang terisolasi satu sama lain sesuai konfigurasi. Maka dengan melihat sisi-sisi tersebut, uji coba terhadap performansi layanan Triple Play pada topologi jaringan bermetode VLAN dan Selective QinQ diharapkan dapat memberikan nilai perbandingan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Setelah simulasi dilakukan, nilai-nilai parameter QoS yang telah ditentukan dari skenario pertama dan kedua akan dianalisis dan dibandingkan sebagai acuan untuk menyimpulkan bagaimana performansi dari kedua macam metode tersebut di dalam sebuah jaringan dengan layanan Triple Play.

Berikut adalah kedua buah skenario simulasi yang dilakukan:

1. Skenario A.

Pada skenario pertama, topologi jaringan yang digunakan memiliki metode VLAN sebagai sistem komunikasi di dalamnya, sedangkan layanan Triple Play adalah variabel yang diujicobakan.



Gambar 5 Topologi Simulasi Jaringan dengan Metode VLAN

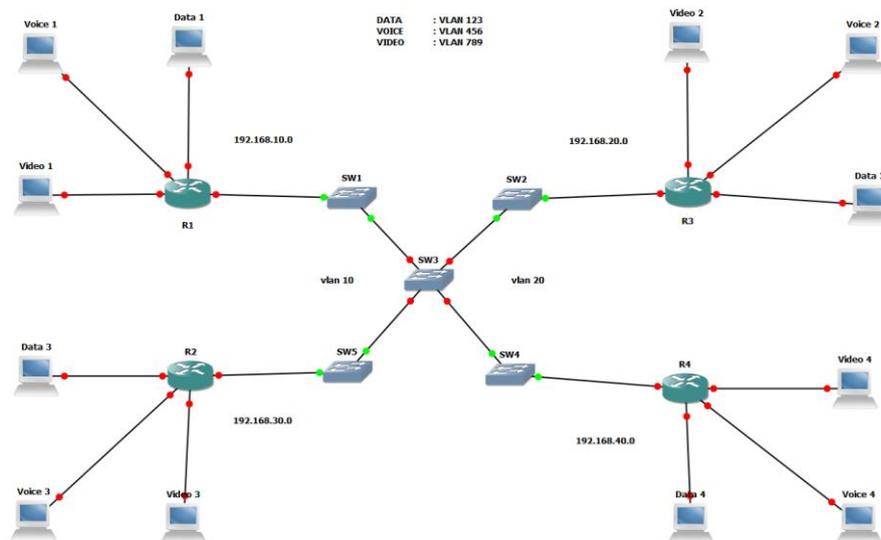
Langkah pertama dalam simulasi dilakukan dengan menyusun topologi jaringan VLAN ke dalam canvas aplikasi GNS3. Seperti yang terlihat pada gambar 5, topologi jaringan yang digunakan memiliki 2 jenis kelompok VLAN. Setiap kelompok VLAN memiliki 3 buah *user* yang mewakili setiap jenis layanan Triple Play.

Konfigurasi VLAN dikatakan telah berfungsi dengan baik apabila setiap *user* hanya dapat berhubungan dengan *user* lainnya yang berada di dalam kelompok VLAN yang sama, dan tidak mampu membangun sesi komunikasi dengan *user* lain yang berada di kelompok VLAN berbeda.

Jika konfigurasi VLAN telah tersisip dengan baik, simulasi dapat dilanjutkan dengan pengambilan data performansi dari setiap jenis layanan. Setiap *user* yang terhubung diskenarioikan untuk melakukan komunikasi dengan *user* lainnya pada sisi-sisi VLAN berlawanan, namun dengan ID yang serupa, sesuai dengan jenis layanan yang sama, serta dalam rentang waktu yang sama. Kinerja setiap layanan, *voice*, *data*, dan *video*, kemudian diamati dan dicatat pada sisi *user* sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

2. Skenario B.

Pada skenario kedua, topologi jaringan yang digunakan memiliki metode Selective QinQ di dalamnya, dengan Triple Play sebagai layanan yang diujicobakan.



Gambar 6 Topologi Jaringan dengan Metode Selective QinQ

Tidak jauh berbeda dengan skenario A, langkah pertama dalam simulasi dilakukan dengan menyusun topologi jaringan Selective QinQ ke dalam kanvas aplikasi GNS3. Seperti pada gambar 6, topologi jaringan yang digunakan memiliki 2 buah kelompok VLAN. Setiap kelompok VLAN memiliki 3 *user* yang mewakili setiap jenis layanan Triple Play. Namun, setiap *user* di dalam VLAN akan disegmentasi ke dalam kelompok VLAN lagi.

Metode QinQ sebenarnya merupakan metode yang melakukan pengelompokan *user* sebanyak dua kali. Pada gambar di atas, setelah disegmentasi menjadi 2 buah kelompok VLAN seperti pada skenario pertama, *user* yang terhubung kembali dikelompokkan ke dalam beberapa VLAN kembali. Ada VLAN 123 untuk layanan berupa data, VLAN 456 untuk layanan berupa voice, dan VLAN 789 untuk layanan berupa video.

Pada metode Selective QinQ setiap *user* hanya dapat berhubungan dengan *user* lainnya pada kelompok VLAN yang sama. Metode Selective QinQ akan membungkus frame-frame yang terkirim dengan dua buah VLAN ID. Misal, *user* layanan suara di dalam VLAN 10 akan memiliki ID 123/10, dan hanya dapat mengakses *user* dengan ID VLAN 123/10, tidak dapat berkomunikasi dengan *user* lainnya.

Simulasi kemudian dapat dilanjutkan dengan pengambilan data dari performansi setiap jenis layanan. Setiap *user* terhubung diskenariokan untuk melakukan komunikasi dengan *user* lainnya di sisi VLAN berlawanan dengan ID yang serupa, sesuai dengan jenis layanan yang sama, serta dalam rentang waktu yang sama. Kinerja setiap layanan suara, data, dan juga video, kemudian diamati dan dicatat pada sisi *user* sesuai dengan parameter QoS yang telah ditentukan.

3. HASIL DAN ANALISIS SIMULASI

3.1 Verifikasi VLAN dan Selective QinQ

Pencatatan parameter QoS yang diberikan oleh layanan Triple Play pada topologi jaringan metode VLAN atau Selective QinQ dilakukan dengan melihat nilai-nilai yang sampai pada sisi *user*. Pengamatan performansi juga dilakukan pada kondisi dimana setiap *user* yang terhubung sedang berkomunikasi satu sama lain sesuai dengan identitas VLAN. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai QoS ketika trafik di dalam jaringan tidak dalam kondisi kosong. Sehingga nilai perbandingan VLAN dan Selective QinQ terhadap sebuah layanan yang beragam jenisnya akan terlihat.

Sebelum pencatatan nilai-nilai dari parameter QoS pada setiap skenario dilakukan, terlebih dahulu dilakukan verifikasi apakah metode VLAN dan Selective QinQ sudah tersisip dengan baik pada setiap topologi jaringan. Menggunakan bantuan aplikasi Wireshark, hasil verifikasi dapat ditentukan dengan melihat jumlah ID VLAN pada paket-paket yang terkirim pada setiap topologi. Pada konfigurasi VLAN, hanya akan tampak satu ID VLAN saja, sementara pada konfigurasi Selective QinQ akan menampilkan dua ID VLAN.

```

    > Frame 1: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits)
    # Ethernet II, Src: ca:03:0d:b4:00:1c (ca:03:0d:b4:00:1c), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
      > Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
      > Source: ca:03:0d:b4:00:1c (ca:03:0d:b4:00:1c)
        Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)
    # 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 10
      000. .... .... = Priority: Best Effort (default) (0)
      ...0 .... .... = CFI: Canonical (0)
      .... 0000 0000 1010 = ID: 10
        Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)
    > Address Resolution Protocol (request)
    
```

Gambar 7 Hasil Verifikasi dari Konfigurasi VLAN

Pada gambar 7, menunjukkan hasil verifikasi dari konfigurasi skenario pertama. Yang mana menampilkan jika pada topologi jaringan telah tersisip metode VLAN, dengan paket-paket terkirim pada salah satu sisi *user* terenkapsulasi oleh satu jenis ID VLAN dan sistem yang berlaku adalah 802.1Q Virtual Lan (0x8100).

```

    > Frame 1: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits)
    # Ethernet II, Src: ca:03:0d:b4:00:1c (ca:03:0d:b4:00:1c), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
      > Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
      > Source: ca:03:0d:b4:00:1c (ca:03:0d:b4:00:1c)
        Type: 802.1ad Provider Bridge (Q-in-Q) (0x88a8)
    # IEEE 802.1ad, ID: 10
      000. .... .... = Priority: 0
      ...0 .... .... = DEI: 0
      .... 0000 0000 1010 = ID: 10
        Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)
    # 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 123
      000. .... .... = Priority: Best Effort (default) (0)
      ...0 .... .... = CFI: Canonical (0)
      .... 0000 0111 1001 = ID: 123
        Type: IPv4 (0x0800)
        Trailer: 466d627a
        Trailer: 00000000
    > Address Resolution Protocol (request)
    
```

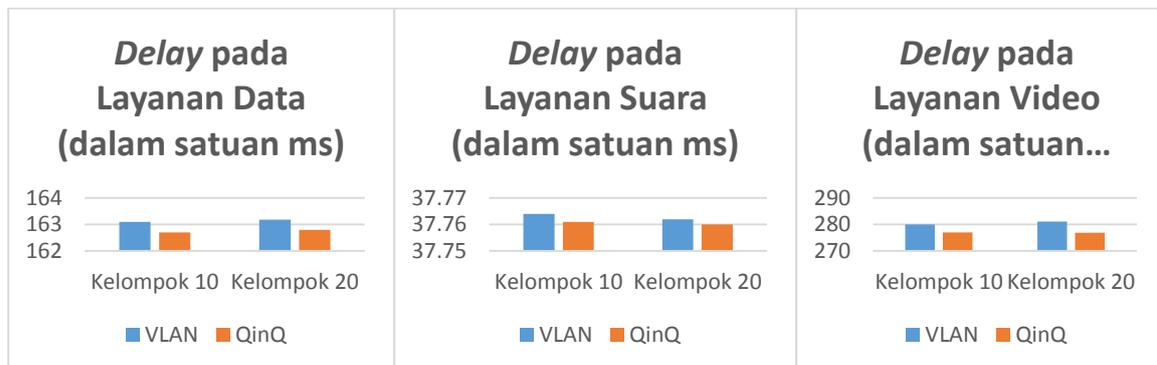
Gambar 8 Hasil Verifikasi dari Konfigurasi Selective QinQ

Sementara itu, pada gambar 8, menunjukkan hasil verifikasi dari konfigurasi skenario kedua. Yang mana menampilkan jika topologi jaringan telah tersisip oleh metode Selective QinQ, dengan paket-paket terkirim pada salah satu sisi *user* terenkapsulasi oleh dua macam ID VLAN, VLAN 10 dan VLAN 123, serta sistem yang berlaku adalah 802.1ad Provider Bridge (Q-in-Q). Hasil verifikasi juga menjadi referensi bagaimana metode Selective QinQ mampu menyediakan solusi lebih sederhana pada L2VPN pada sebuah jaringan.

3.2 Hasil dan Analisis Simulasi

3.2.1 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 komunikasi paket data, suara, dan video dari salah satu sisi *user* ke sisi *user* lainnya, selama 30 detik.

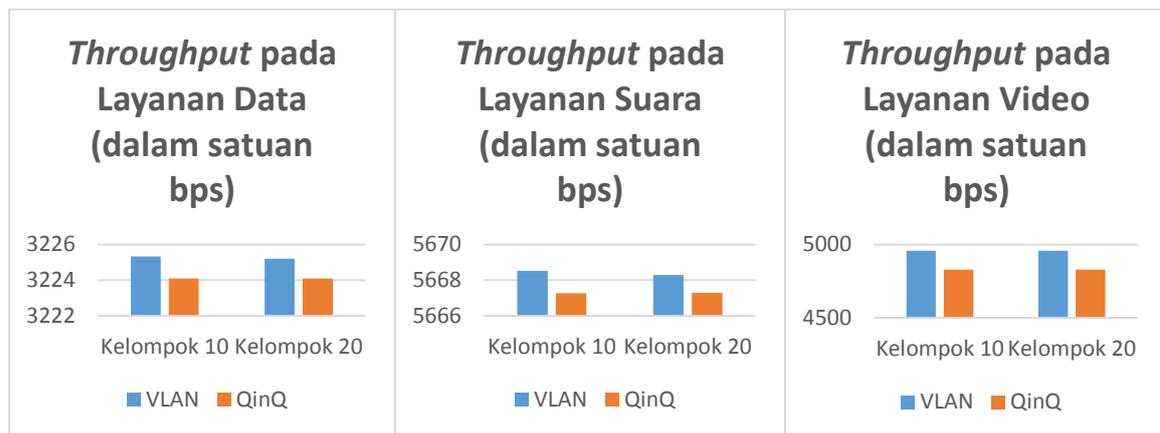


Gambar 9 Grafik Perbandingan Delay oleh Metode VLAN dan Selective QinQ

Pada gambar 9 terlihat jelas perbedaan dari parameter *delay* untuk metode VLAN dan Selective QinQ, dimana Selective QinQ menawarkan performansi yang lebih baik dengan tingkat *delay* yang lebih rendah. Baik pada layanan data, suara, atau video.

3.2.2 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 komunikasi paket data, suara, dan video dari salah satu sisi *user* ke sisi *user* lainnya, selama 30 detik.

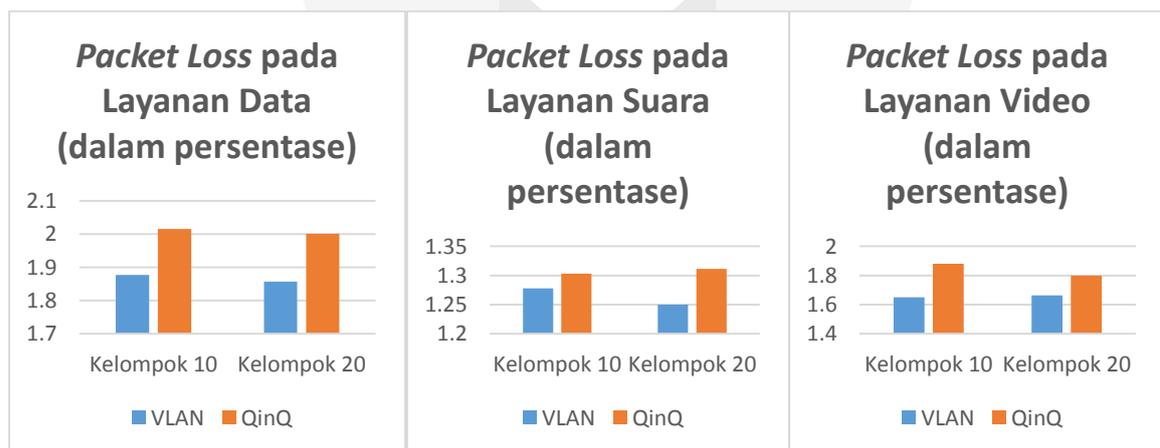


Gambar 10 Grafik Perbandingan *Throughput* oleh Metode VLAN dan Selective QinQ

Pada gambar 10 dapat terlihat cukup jelas perbedaan dari parameter *throughput* yang dihasilkan oleh metode VLAN dan Selective QinQ. Namun kali ini, konfigurasi dari jaringan metode Selective QinQ yang menawarkan nilai performansi lebih buruk.

3.2.3 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 komunikasi paket data, suara, dan video dari salah satu sisi *user* ke sisi *user* lainnya, selama 30 detik.



Gambar 11 Grafik Perbandingan *Packet Loss* oleh Metode VLAN dan QinQ

Seiring dengan nilai parameter *throughput* sebelumnya, pada gambar 11 terlihat bagaimana perbedaan dari parameter *packet loss* yang dihasilkan oleh metode VLAN dan Selective QinQ, dimana Selective QinQ kembali menawarkan angka yang menunjukkan nilai performansi lebih buruk daripada metode VLAN. Rendahnya tingkat performansi dari parameter *packet loss* dan *throughput* pada metode Selective QinQ bisa disebabkan salah satunya oleh proses segmentasi yang harus berulang kali dilalui paket-paket data ketika dikirimkan dari satu *user* ke *user* lainnya.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Metode QinQ pada dasarnya merupakan pengembangan dari metode VLAN untuk mengakomodasi jumlah *user* dalam jumlah besar.
2. Apabila berfokus pada segi kecepatan transmisi, metode QinQ dapat menjadi salah satu alternatif yang lebih baik daripada metode VLAN.
3. Seiring bertambah panjangnya *frame* dari setiap paket terkirim dengan metode QinQ, dan juga proses segmentasi serta identifikasi yang berulang, maka keutuhan data dari sisi pengirim memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk hilang atau rusak di saat tiba di sisi penerima.
4. Berdasarkan jumlah *user* dan *node* yang masih tergolong sedikit, metode QinQ belum terlalu memberikan nilai lebih baik daripada metode pendahulunya. Meski begitu, dari hasil simulasi, dapat dilihat jika metode QinQ memang dapat lebih mengakomodasi kebutuhan *user* akan durasi waktu lebih cepat.

Saran

1. Pendekatan terhadap skenario yang lebih detail lagi, dengan melakukan implementasi metode QinQ dan VLAN terhadap layanan Triple Play.
2. Mengembangkan skenario terbaru untuk meneliti lebih dalam mengapa metode QinQ justru menghasilkan performansi lebih rendah di segi keutuhan paket-paketnya.
3. Mengembangkan skenario terbaru untuk meneliti lebih dalam tentang keamanan yang mampu ditawarkan oleh metode QinQ.

REFERENSI

- [1]Abdullahi Mohamed Haji Nur. 2014. *Performance Analysis of LAN and VLAN Using Soft Computing Techniques*. International Islamic University Chittagong.
- [2]Knežić, Mladen., Dokić, Branko., Ivanović, Željko. 2012. *Performance Evaluation of the Switched EtherCAT Networks with VLAN Tagging*. Serbian Journal Of Electrical Engineering.
- [3]Prakash Pal, Gyan., Pal, Sadhana. 2013. *Virtual Local Area Network (VLAN)*. 1,2Faculty of Electronics & Communication Engineering Department, SIT, Meerut, VGI, Greater Noida.
- [4]Fang, Luyuan., Zhang, Raymond., Taylor, Michael. 2008. *The Evolution of Carrier Ethernet Services — Requirements and Deployment Case Studies*. IEEE Communications Magazine.
- [5]Allan, David., Bragg, Nigel. Holness, Marc. 2010. *Q-in-Q Ethernet Rings*. Nortel Networks Limited, St.
- [6]Cisco 7600 Series Router Cisco IOS Software Configuration Guide, Release 15 S – Chapter 53. Diakses 19 Mei 2015.
- [7]Macknovsky, Gary. 2006. *Benefits of VLANs And QinQ*. Exfo Electro-Optical Engineering Inc.
- [8]2006. *Overview of VLANs (Virtual LAN)*. Allied Telesis.
- [9]Whitehead, Stuart. 2006. *VLAN Stacking or QinQ*. Anritsu.
- [10]2012. *VLAN And QinQ Technology White Paper*. Huawei Technologies Co., Ltd.
- [11]Pappagiani, Chryssa A., Tselikas, Nikolaos D., Kosmatos, Angela A., Papapanagiotou, Stauros., Venieris, Iakovos S. 2007. *Performance Evaluation Study For QoS-Aware Triple Play Services Over Entry-Level XDSL Connections*. School of Electrical and Computer Engineering, National Technical University of Athens.
- [12] David Allan, Nortel., David Thorne, BT. 2006. *Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements*. DSL Forum.
- [13]Alanen, Olli. 2007. *Quality of Service for Triple Play Services in Heterogeneous Networks*. University of Jyväskylä.
- [14]Prima Auditia S., Sofia Naning Hertiana, Ir., MT., Leanna Vidya Yovita, S.T., M.T. 2010. *Simulasi dan Analisis QoS Triple Play pada Jaringan IP Multimedia Subsystem (IMS)*. Fakultas Elektro dan Komunikasi, Institut Teknologi Telkom.
- [15] Ribeiro, Flávio., Florêncio, Dinei., Zhang, Cha., Seltzer, Michael. 2011. *Crowdmos: An Approach for Crowdsourcing Mean Opinion Score Studies*. Electronic Systems Engineering Department, Universidade de São Paulo