

## SIMULASI DAN ANALISA QoS MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING UNTUK LAYANAN METRONET PADA JARINGAN PT. INDONESIA COMNETS PLUS (ICON+)

### SIMULATION AND ANALYSIS QoS OF MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING FOR METRONET SERVICES ON NETWORK PT. INDONESIA COMNETS PLUS (ICON +)

Vito Putra Heryanto<sup>[1]</sup>, Tengku Ahmad Riza, ST, MT.<sup>[2]</sup>, Gaatot, S.T.<sup>[3]</sup>  
 Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom  
 Jl. Telekomunikasi No.1 Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia  
[vito.heryanto@gmail.com](mailto:vito.heryanto@gmail.com), [tengku.riza@telkomuniversity.ac.id](mailto:tengku.riza@telkomuniversity.ac.id), [gaatot@iconpln.ac.id](mailto:gaatot@iconpln.ac.id)

#### Abstrak

Pada era digital sekarang ini kebutuhan masyarakat akan jaringan komunikasi tentunya bertambah seiring berkembangnya teknologi. Komunikasi yang di butuhkan tentunya yang cepat, efisien dan tentunya murah, layanan yang di tawarkan pun beragam dari layanan data, video, ataupun voice. Berdasarkan kondisi tersebut maka penyedia layanan internet akan berusaha untuk melayani pelanggan dengan layanan yang berbeda-beda dan kualitas yang baik dengan memaksimalkan resource pada jaringan yang ada.

Salah satu teknologi yang dapat memaksimalkan resource pada jaringan yaitu jaringan Metro Ethernet yang dimana merupakan jaringan yang di implemtasikan pada area Metropolitan yang dimana menyediakan layanan LAN yang terhubung walaupun berbeda lokasi dan menjadi satu jaringan LAN private besar dengan menggunakan backbone MPLS. Pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran performansi jaringan jaringan eksisting dan simulasi jaringan Metro Ethernet di PT. Indonesia Comnets Plus. Simulasi di lakukan menggunakan NS3. Parameter yang QoS yang di Analisa adalah Throughput, Frame loss, Latency.

Didapatkan hasil dari data real untuk pengiriman packet size 9014 dengan data rate 1 Gbps untuk Throughput adalah 995.793 Mbps, Packet Loss adalah 0%, dan Delay adalah 3.68396 ms. Secara simulasi diperoleh nilai Throughput 874.366 Mbps, Packet Loss adalah 0% dan Delay adalah 4.30675 ms. Walaupun hasil data real dengan hasil data simulasi didapatkan hasil yang berbeda namun masih sesuai dengan standar yang ada.

**Kata kunci:** DVB-T2, LNA, Televisi, Gain, Noise Figure.

#### Abstract

*In today's digital era, the needs of people for communication networks are certainly increasing along with the development of technology. The needed is of course fast, efficient and inexpensive communication. The services offered also vary from data, video, and voice services. Based on these conditions, Internet Service Providers (ISP) will strive to serve customers with different services and good quality by maximizing resources on existing networks.*

*One technology that can maximize resources on the network is the Metro Ethernet network. Metro Ethernet is a network that is implemented in the Metropolitan area that provides LAN services connected to each other, different locations, and becomes a large private LAN network using the MPLS backbone. In this Final Project, performance measurements of existing networks were carried out and the Metro Ethernet network simulation at PT Indonesia Comnets Plus (PT ICON +) was carried out. Simulation is done using NS3 software. The QoS parameters analysed are Throughput, Frame Loss, and Latency.*

*Real data showed the delivery of 9014 packet size with 1 Gbps of data rate for Throughput is 995.793 Mbps, the Packet Loss is 0% and the Delay is 3.68396ms. Simulation showed Throughput value of 874.366 Mbps, the Packet Loss is 0% and the Delay is 4.30675 ms. Although Real Data's output is different with Simulation data's, it is still comprehend with the existing standard.*

**Keywords:** Metro Ethernet, MPLS, QoS, NS3.

#### 1. Pendahuluan

Pada era digital sekarang ini, kebutuhan masyarakat akan komunikasi semakin tinggi seiring berkembangnya teknologi. Komunikasi yang di butuhkan haruslah efisien dan murah. Dimana semua layanan berupa video, data, voice di kombinasikan menjadikan satu layanan dan dapat di bawa dalam satu media pembawa. [7] Konsep inilah yang mendorong terciptanya arsitektur *Next Generation Network* atau biasa di sebut NGN yang nantinya diprediksi

semua layanan akan berbasis IP yang memiliki beberapa keuntungan yaitu dari sisi layanan keamanan, kekayaan layanan dan fleksibilitas layanan. [2]

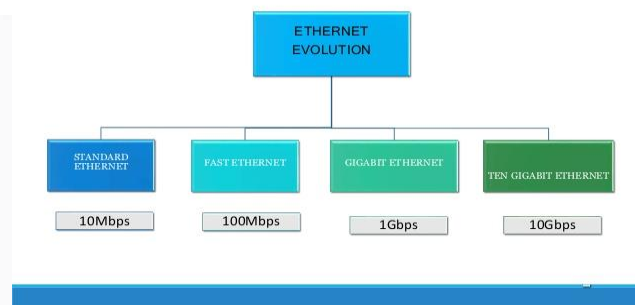
Salah satu bentuk dari teknologi dari *Next Generation Network* dan juga untuk memenuhi kebutuhan komunikasi adalah *MetroNet*. *MetroNet* adalah teknologi jaringan ethernet yang di implementasikan di sebuah area metropolitan yang menyediakan layanan LAN yang saling terhubung walaupun berbeda lokasi dan menjadi satu LAN *private* besar bahkan jika tersebar ke area metropolitan berbeda. [5] dan teknologi ini termasuk jenis *Broadband Wired* karena speed bandwidth-nya yang besar bisa mencapai 10/100 Mbps, bahkan ada yang 1/10 Gigabps. Dengan layanan *Metro Ethernet* maka konektivitas perusahaan akan lebih cepat, fleksibel, dan juga aman.

Pada jaringan *Metro ethernet* itu sendiri terdapat teknologi MPLS merupakan teknologi tunneling ringan dimana MPLS penyampaian paket pada jaringan backbone berkecepatan tinggi, dengan teknologi penyampaian paket data yang berbasis paket ini memaksimalkan kinerja dari paket data. MPLS juga memberikan fleksibilitas dalam membangun jaringan backbone. [4] Dimana teknologi MPLS beroperasi di antara layer 2 (*datalink*) dan layer 3 (*network*).

Pada Proyek Akhir ini dilakukan analisa *QoS* untuk layanan jaringan *MetroNet* di PT. Indonesia Comnet Plus. Sebagai pembandingan, maka di buat sebuah program simulasi menggunakan NS3 yang menggunakan beberapa skenario yaitu penambahan *packet size*, penambahan persentase *bandwidth* dan pengurangan jumlah node yang mendekati kondisi di lapangan. Diharapkan dari analisa tersebut dapat diketahui seberapa besar *QoS* yang optimal dan diharapkan menjadi acuan dalam peningkatan performansi dari link yang diamati.

## 2. Dasar teori

### 2.1 Arsitektur Ethernet



Gambar 2. 1 Evolusi Ethernet 4 Generasi

Ethernet adalah suatu sistem jaringan yang dibuat yang dipatenkan perusahaan Xerox dan merupakan implementasi dari metode CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access) yang dikembangkan tahun 1960 pada proyek wireless ALOHA di Hawaii University pada kabel coaxial. Ethernet asli diciptakan pada tahun 1976 di Xerox's Palo Alto Research Center (PARC). Sejak itu, telah melalui empat generasi : Ethernet standard (10 Mbps), Fast Ethernet (100 Mbps), Gigabit Ethernet (1 Gbps), dan ten-Gigabit Ethernet (10 Gbps). [13]

### 2.2 WAN (Wide Area Network)

*Wide Area Network* merupakan jaringan computer yang mencakup area yang sangat besar sehingga menjadi mudah dalam berkomunikasi baik antar negara maupun benua. Sebagai contoh adalah jaringan yang menghubungkan suatu wilayah atau suatu negara dengan negara lainnya sehingga jaringan lokal suatu wilayah dengan jaringan lokal wilayah lain dapat terhubung.



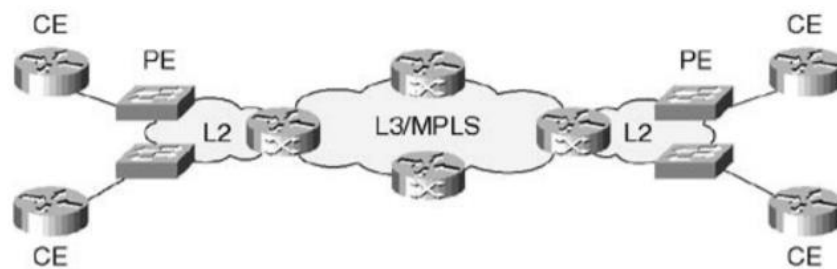
Gambar 2. 2 Wide Area Network

### 2.3 Metro Ethernet

*Metro Ethernet*, memiliki arti istilah komunikasi jaringan yang berskala Metro termasuk layanan Layer 2 VPN, yang biasanya ditawarkan kepada pelanggan yang ingin mengelola jaringannya sendiri. *Metro Ethernet* juga merupakan penghubung beberapa lokasi LAN pelanggan yang memiliki lokasi geografis yang berbeda. Di ibaratkan sebagai Bridge dari suatu jaringan atau menghubungkan wilayah yang terpisah bisa juga menghubungkan LAN dengan WAN atau backbone network yang umumnya di miliki oleh service provider. [11] Teknologi ini termasuk jenis *Broadband Wired* karena speed bandwidth-nya yang besar bisa mencapai 10/100 Mbps.

Jasa yang termasuk dalam Layer 2 adalah jasa ;

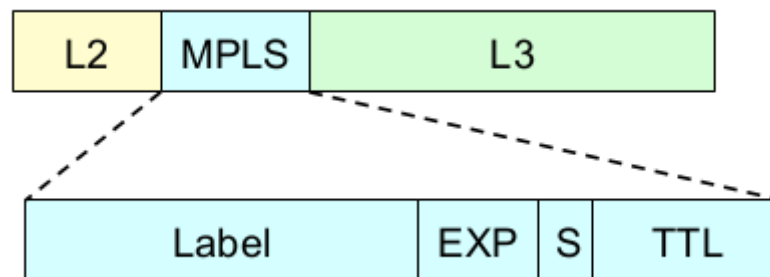
1. VLL (Virtual Leased Line, atau biasa disebut Ethernet Leased Line)/ELL. ELL, yaitu Layanan Ethernet Leased Line (ELL) yang sesuai untuk pelanggan yang membutuhkan koneksi point-to-point dengan skalabilitas yang fleksibel. Pelanggan dapat dengan mudah melakukan upgrade bandwidth tanpa harus mengubah interface di sisi pelanggan yang umumnya menggunakan Interface Ethernet
2. VPLS (Virtual Private LAN Service). VPLS, Virtual Private LAN services yaitu Layanan VPLS merupakan layanan basic dari Metronet yang memungkinkan pelanggan untuk mendapatkan security value dengan mengatur sendiri manajemen routing untuk jaringan internalnya, dalam konsep koneksi any-to-any ataupun point-to-multipoint. [1]



Gambar 2. 3 L2 VPN (Metro Ethernet) [12]

### 2.4 MPLS (Multiprotocol Label Switching)

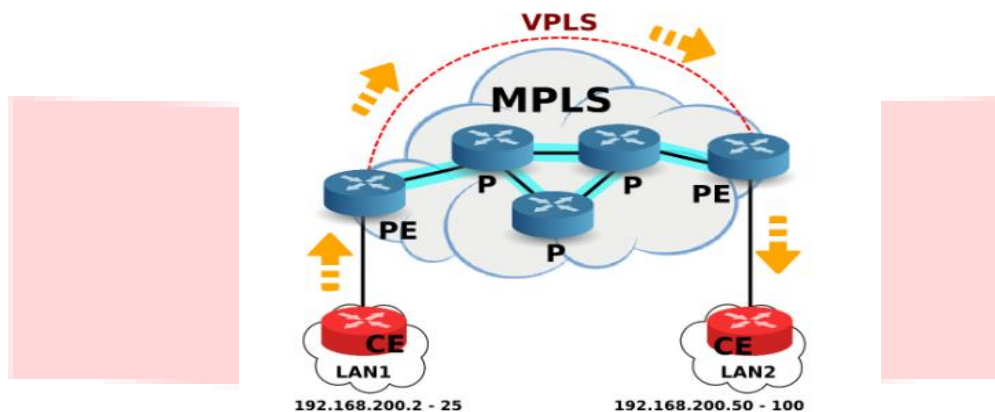
Multiprotocol Label Switching merupakan teknologi penyampaian paket pada jaringan backbone berkecepatan tinggi. Cara kerjanya yaitu menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi circuit-switched dan paket-switched yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya , sebelumnya paket-paket di teruskan dengan protocol routing seperti OSPF, IS-IS, BGP, atau EGP yang dimana protocol routing berada pada lapisan network atau layer 3 dalam system OSI, sedangkan MPLS berada di antara lapisan kedua dan ketiga. [8]



Gambar 2. 4 MPLS Label [7]

### 2.5 Arsitektur MPLS

Sebagai contoh bentuk arsitektur MPLS dengan router yang masing-masing ada yang menjadi P (Provider), PE (Provider Edge) dan CE (Customer Edge).



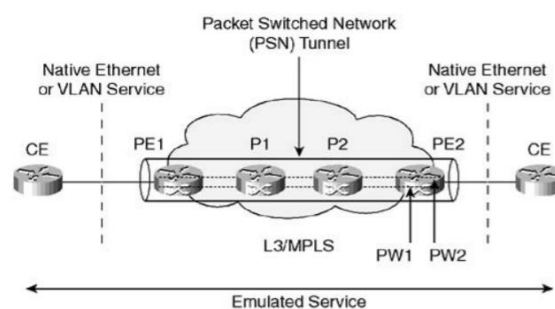
Gambar 2.5 Arsitektur MPLS [7]

Masing-masing perangkat router dalam MPLS juga mempunyai peran yang secara umum dibedakan menjadi 3 jenis:

1. **P (Provider Router)** - Router backbone yang melakukan label switching (LSR). Tidak melibatkan routing internet atau routing dari customer.
2. **PE (Provider Edge Router)** - Router yang melakukan Label Popping (LER). Router yang terhubung ke berbagai service: Internet, L3VPN, L2VPN/VPLS, TE (Traffic Engineering).
3. **CE (Customer Edge Router)** - Perangkat yang ada di customer yang akan berkomunikasi dengan PE. [8]

## 2.6 Virtual Private Wire Service (VPWS) / Any Transport Over MPLS (AToM)

Any Transport Over MPLS (AToM) adalah implementasi dari VPWS dari Cisco dalam jaringan MPLS yang menyediakan layanan tunnel Point-to-Point dari node PE ke PE. Dua type dari teknologi *pseudowire* yang di gunakan di VPWS, yaitu AToM dan L2TP dimana mendukung transport ATM, HDLC, Frame-Relay dan Traffic melalui sebuah jaringan IP//MPLS.[3]



Gambar 2.6 Pseudowire [15]

## 2.7 QoS (Quality of Service)

QoS (Quality of Service) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi jitter dan delay. Parameter QoS adalah latency, jitter, packet loss, throughput, MOS, echo cancellation dan PDD[9]. Adapun standarisasi yang akan digunakan untuk mengukur seberapa besar kualitas QoS pada jaringan yang akan diujikan adalah standarisasi ITU-T G.1010[6].

Parameter	Data Transfer
<i>Throughput</i>	NA
<i>Delay</i>	<i>Preferred</i> , < 15 s <i>Acceptable</i> , < 60 s
<i>Jitter</i>	NA
<i>Packet loss</i>	0%

Gambar 2. 8 Standarisasi QoS [6]

## 2.8 Parameter-parameter QoS (Quality of Service)

### a. Troughput

Yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam kbps. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}}$$

### b. Packet Loss

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan.

$$\text{Packet Loss} = \left( \frac{\text{Data yang di kirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100\%$$

### c. Delay

Adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}}$$

## 2.9 BER Test Ethernet

Bit Error Rate Tester (Bert), adalah suatu peralatan tes elektronik, yaitu digunakan untuk menguji kualitas sinyal transmisi dari komponen tunggal atau sistem yang lengkap.



Gambar 2. 7 Pengukuran Menggunakan BERTest Ethernet [15]

### 2.10 Network Simulator 3

Network Simulator 3 adalah sebuah discrete-event network simulator, ditargetkan terutama untuk keperluan penelitian dan edukasi. NS-3 adalah perangkat lunak gratis, dilisensikan di bawah lisensi GNU GPLv2, dan tersedia secara public untuk penelitian, pengembangan, dan penggunaan.[10]

### 2.11 Router

Router adalah peralatan yang bekerja pada layer 3 Open System Interconnection (OSI) dan sering digunakan untuk menyambungkan jaringan luas Wide Area Network (WAN) atau untuk melakukan segmentasi layer 3 di LAN. Sebuah router memiliki kemampuan routing, artinya router secara cerdas dapat mengetahui kemana rute perjalanan informasi (paket) akan dilewatkan melalui rute terbaik, apakah ditujukan untuk host lain yang satu network ataukah berada di network yang berbeda.[9]



Gambar 2. 8 Router ASR 920

### 2.10 Switch

Switch adalah suatu perangkat yang berfungsi sebagai pengatur dan pembagi sinyal data di beberapa komputer lainnya pada sebuah jaringan komputer yang memiliki kebutuhan akan bandwidth yang cukup besar. Terdapat 2 macam switch yaitu :

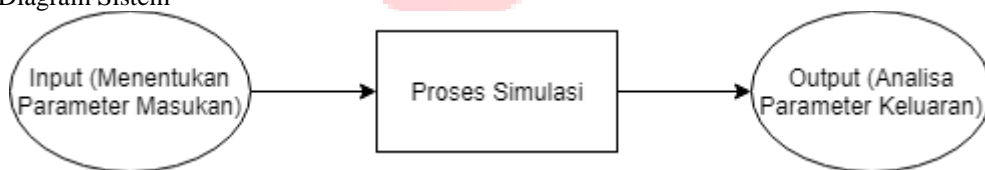
- Switch Manage (Manageble Switch) Switch manage merupakan jenis switch yang dapat dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan network agar lebih efisien dan maksimal sehingga dapat diatur untuk kebutuhan jaringan tertentu.
- Switch Unmanage (Unmanageble Switch) Switch Unmanage adalah jenis switch yang tidak dapat di-manage. Artinya tidak diperlukan konfigurasi saat sudah menyambungkan kabel ke switch.[9]



Gambar 2. 9 Switch zyxel mgs3520

### 3. Perancangan dan realisasi

#### 3.1 Blok Diagram Sistem



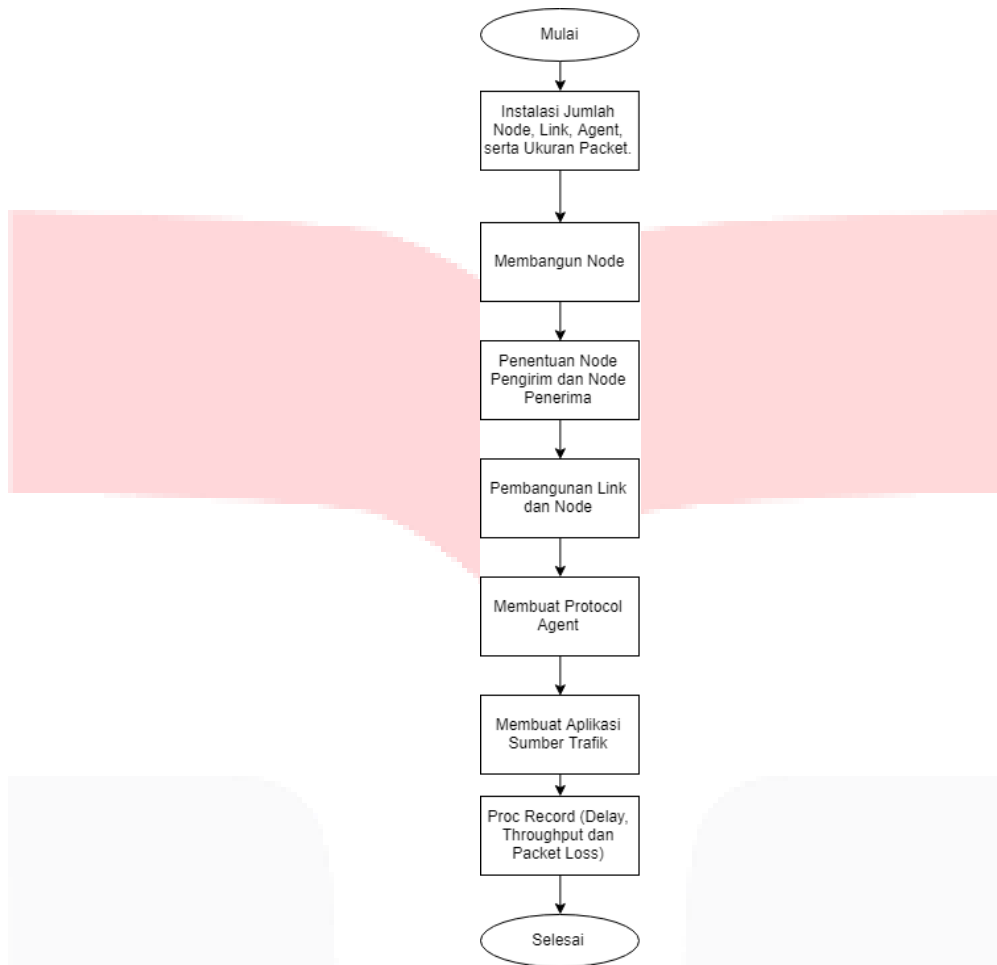
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Pada proyek akhir ini telah dibuat simulasi MPLS pada layanan MetroNet dengan menggunakan NS-3 (Network Simulator-3). Pada proyek akhir ini, dimana penulis memasukkan konfigurasi, parameter masukan, dan skenario simulasi dan keluarannya berupa parameter QoS yang akan dianalisis.

#### 3.2 Deskripsi Perancangan Sistem

Pada pembuatan simulasi MPLS pada layanan MetroNet di kerjakan secara bertahap menyesuaikan dengan kondisi yang ada dilapangan. Pada Gambar 3.2 menunjukkan proses yang dilakukan pada pembuatan simulasi yang tersusun sesuai dengan flowchart, seperti gambar dibawah ini:



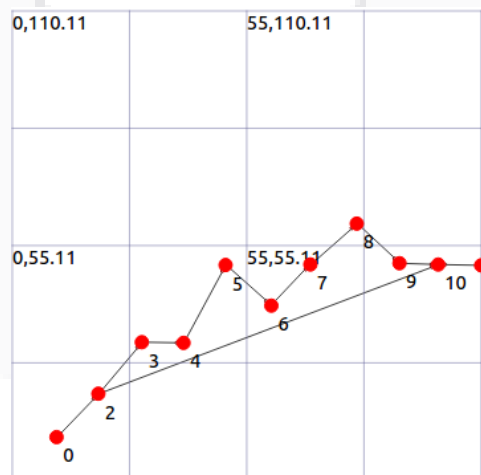


Gambar 3. 2 Simulasi yang ditampilkan pada NetAnim

**4. Pengukuran dan analisis**

4.1 Hasil NetAnim

Berikut hasil simulasi yang dihasilkan dengan NetAnim.

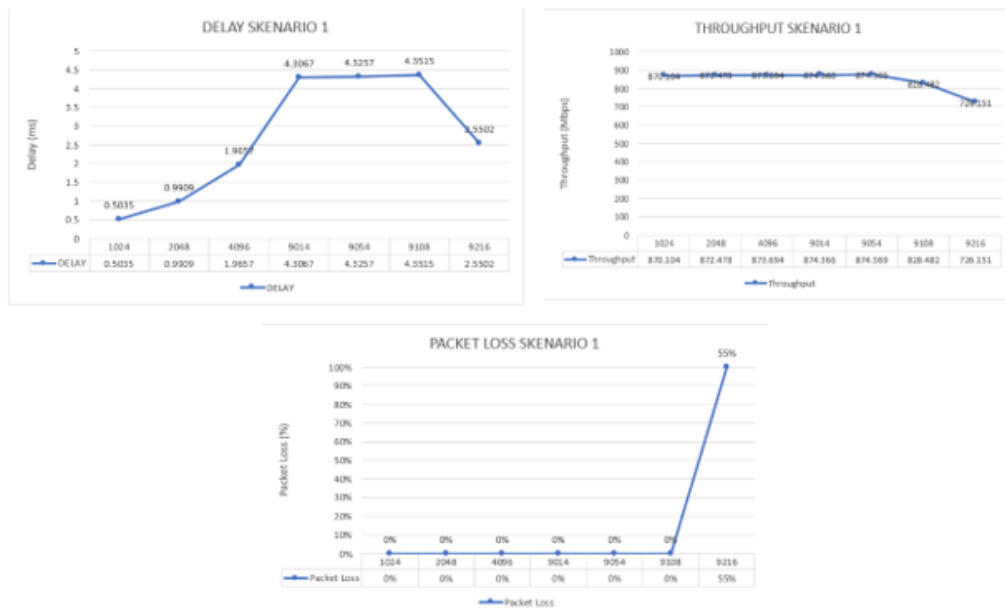


Gambar 3. 2 Desain skematik LNA



4.2 Hasil Skenario 1

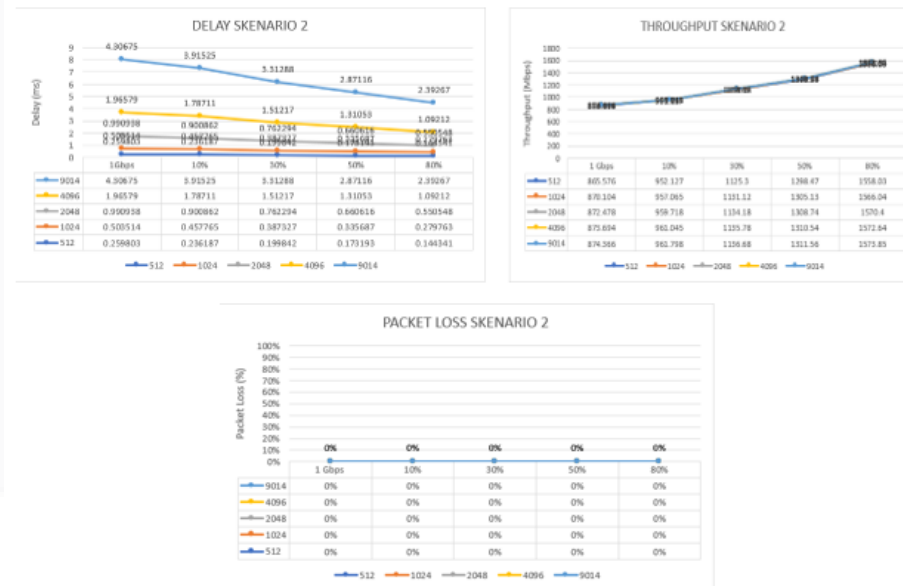
Pada skenario 1 dilakukan pengujian terhadap simulasi jaringan MetroNet berdasarkan penambahan packet size yang dikirimkan.



Gambar 3. 3 Hasil QoS skenario 1

4.3 Hasil Skenario 2

Pada skenario 2 dilakukan pengujian terhadap simulasi jaringan MetroNet berdasarkan penambahan persentase bandwidth yang dikirimkan.



Gambar 3. 3 Hasil QoS Skenario 2

4.4 Hasil Skenario 3

Pada skenario 3 dilakukan pengujian terhadap simulasi jaringan MetroNet berdasarkan pengurangan jumlah node yang memiliki titik koordinat yang bersamaan.



Gambar 3. 6 Hasil QoS Skenario 3

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pemodelan, simulasi dan analisis performansi dari setiap skenario, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada skenario pertama dapat disimpulkan bahwa ukuran packet size yang masih dapat dilayani dengan baik yaitu sampai ukuran 9108 Bytes, apabila melebihi dari 9108 Bytes maka akan menghasilkan packet loss yang besar. Sehingga terjadi penurunan nilai throughput.
2. Pada skenario kedua untuk penambahan persentase data rate dapat dilayani dengan baik dengan tidak adanya packet loss sesuai pada percobaan skenario yaitu penambahan persentase data rate 80%.
3. Pada skenario ketiga dilakukan pengurangan node sebanyak 2 node dan dilakukan analisis bahwa nilai throughput yang dihasilkan mengalami peningkatan dan delay yang dihasilkan akan semakin berkurang.
4. Untuk nilai performansi QoS lainnya seperti delay pada masing-masing skenario masih tergolong bagus, karena sesuai dengan standarisasi ITU-T yaitu < 150 ms. Sedangkan untuk nilai throughput akan mengalami penurunan jika pengiriman packet size yang terlalu besar ataupun pengiriman packet size terlalu kecil.

### 5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa di sampaikan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Disarankan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan topologi dengan daerah yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian menggunakan simulator yang berbeda agar bisa dibandingkan hasilnya.

## 6. Daftar pustaka

- [1] APLIKASI METRO-E SEBAGAI PENGGANTI DARI IPVPN DI PT. APLIKANUSA LINTASARTA Asep Permana A.R., Albert Gifson Hutajulu Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260 Telp. : (021) 5853753 ext 253, Fax. : (021) 7371163 e-mail: [sumed4nk@yahoo.com](mailto:sumed4nk@yahoo.com)
- [2] Cisco Systems; "IP Next-Generation Network Security for Service Providers"; [http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/serviceprovider/secureinfra/structure/net\\_implementation\\_white\\_paper0900aecd803fcbbe.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/serviceprovider/secureinfra/structure/net_implementation_white_paper0900aecd803fcbbe.pdf);

- [3] Comparative Analysis of MPLS Layer 3vpn and MPLS Layer 2 VPN Umar Bashir Sofi [1], Er. Rupinder Kaur Gurm [2] Department of Computer Science and Engineering [1] PTU/RIMT Institute of Engineering and Technology Sirhind Side Mandi Gobindgarh Punjab – India
- [4] Daugherty, B., & Metz, C. (2005). *Multiprotocol Label Switching and IP, Part I: MPLS VPNs over IP Tunnels*. *IEEE Internet Computing*, 9(3), 68–72. doi:10.1109/mic.2005.61
- [5] Dongmei Wang, Lynch, D., Jian Li, Klineciewicz, J., Li, G., Doverspike, R., & Segal, M. (2010). *Design of metro Ethernet networks*. *2010 17th IEEE Workshop on Local & Metropolitan Area Networks (LANMAN)*. doi:10.1109/lanman.2010.5507141
- [6] I. T. UNION, "ITU-T G.1010 : End-user multimedia QoS categories. ITU-T Recommendation G.1010," INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION .
- [7] Khyavi, M. H., & Rahimi, M. (2016). *Conceptual Model for Security in Next Generation Network*. *2016 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*. doi:10.1109/waina.2016.12
- [8] "Mikrotik.ID : Konfigurasi Dasar MPLS di MikroTik," n.d.
- [9] Modul Pembelajaran Lab Switching Broadband Telkom University.
- [10] Modul Pengenalan Network Simulator Politeknik Negeri Surabaya (PENS) di download di <http://hendy.lecturer.pens.ac.id/NS-3/1.%20Pengenalan%20Network%20Simulator-3.pdf>.
- [11] Prashant Gandhi and Bob Klessig. 2003. Metro Ethernet WAN Services and Architectures. International Engineering Consortium's Annual Review of Communications. 17 Februari 2009. <http://www.iec.org>.
- [12] [Sam Halabi](#), [Bassam Halabi](#) (2003) Cisco Press Metro Ethernet
- [13] The IEEE 802.3 Standard (Ethernet): An Overview of the Technology Rion Hollenbeck ICS 620 Dr. Jones 17 September, 2001
- [14] Tiphon."Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of Services (QoS)", DTR/TIPHON-05006(cb0010cs.PDF).1999.
- [15] Tutorial-BER-Ethernet-Dengan-FTB-8510B.pdf