



**IMPLEMENTASI VPLS PADA JARINGAN MPLS BERBASIS
MIKROTIK**



TUGAS AKHIR

Program Studi

S1 Sistem Komputer

UNIVERSITAS
Dinamika

Oleh :

Adam Whiter Utha Bramantya

10.41020.0098

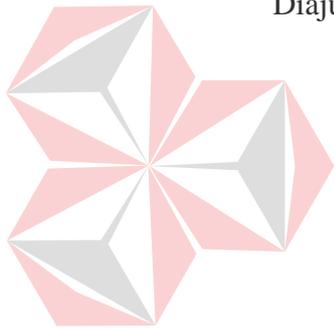
**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA
STIKOM SURABAYA
2015**

IMPLEMENTASI VPLS PADA JARINGAN MPLS

BERBASIS MIKROTIK

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan



Program Sarjana Komputer

UNIVERSITAS
Dinamika

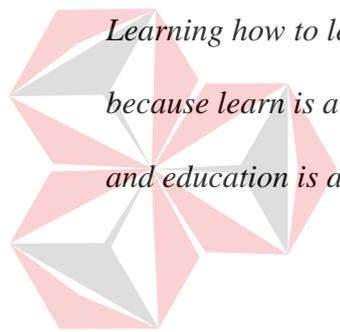
Disusun Oleh :

Nama : Adam Whiter Utha Bramantya

NIM : 10.41020.0098

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer



Learning how to learn is the most important thing

because learn is a way of living

and education is a powerful weapon to change

UNIVERSITAS

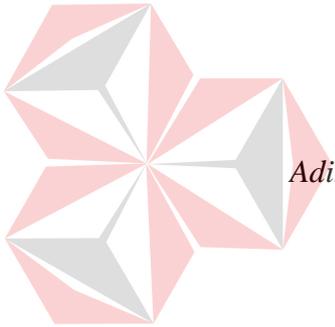
Dinamika

Kupersembahkan kepada

Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW

Bapak Kawit dan Ibu Sri Utami tercinta

Adik Aldian WMP dan Adik Avriella MPW tersayang



UNIVERSITAS
Dinamika

Tugas Akhir
IMPLEMENTASI VPLS PADA JARINGAN MPLS BERBASIS
MIKROTIK

dipersiapkan dan disusun oleh

Adam Whiter Utha Bramantya

NIM : 10.41020.0098

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji
Pada : 23 Januari 2015

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing	
I. Dr. Jusak	_____
Penguji	
I. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng	_____
II. Yosefine Triwidyastuti, MT	_____

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Dr. Jusak
Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

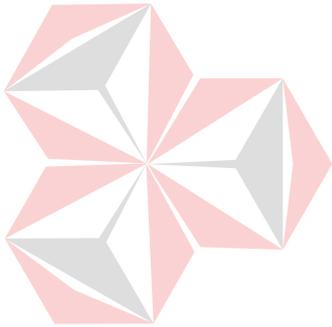
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan benar, bahwa Tugas Akhir ini adalah asli karya saya, bukan plagiat baik sebagian maupun apalagi keseluruhan. Karya atau pendapat orang lain yang ada dalam Tugas Akhir ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam daftar pustaka saya.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya tindakan plagiat pada karya Tugas Akhir ini, maka saya bersedia untuk dilakukan pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Surabaya, Januari 2015



Materai
Rp. 6000,-

Adam Whiter Utha B
NIM : 10.41020.0098

ABSTRAK

Multi Protocol Label Switching (MPLS) merupakan teknologi *Metropolitan Area Network* (MAN) dengan memanfaatkan label untuk proses pengiriman data. Label akan ditambahkan di antara layer 2 dan layer 3. Dengan adanya label tersebut, data akan dikirim secara bergantian, ke semua node yang terhubung (seperti teknologi *switch*), sehingga data bisa sampai tujuan dengan cepat.

Virtual Private Lan Service (VPLS) merupakan sebuah teknologi *point-to-multipoint tunneling* pada layer 2 yang berjalan di atas jaringan MPLS. Dengan memanfaatkan 1 IP *Public* dan *mac address*, proses pertukaran *packet data* antar router *Customer Edge* melalui jaringan *public* MPLS dilakukan secara transparan. Untuk mendapatkan kualitas nilai dari penggunaan jaringan VPLS yang berjalan pada MPLS pada mikrotik, dilakukan pengujian *video* dan *audio streaming* dengan mengukur *Utilisasi Bandwidth*, *latency*, *packet loss*, dan *bandwidth delay product* sebagai parameter penelitian.

Dari hasil pengujian *Utilisasi Bandwidth*, *latency*, *packet loss*, dan *bandwidth delay product* maka didapatkan kesimpulan bahwa minimal kebutuhan *bandwidth* untuk mengakses *video streaming* dengan kualitas terbaik yaitu 1 Mbps dengan spesifikasi video HD 720p , 2.5Mbit/s, AAC 192Kbit/s, 48kHz. Sedangkan minimal kebutuhan *bandwidth* untuk mengakses *audio streaming* dengan kualitas terbaik yaitu 512 kbps, dengan spesifikasi audio HQ 320 Kbit/s, 48kHz, stereo. Penerapan VPLS pada jaringan MPLS tidak memiliki perbedaan nilai yang cukup signifikan dengan jaringan MPLS tanpa penerapan VPLS.

Kata Kunci : *MPLS, VPLS, Audio streaming, Video streaming*

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat, dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Penulis mengambil judul “IMPLEMENTASI VPLS PADA JARINGAN MPLS BERBASIS MIKROTIK” ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer Surabaya.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir serta pembuatan laporan Tugas Akhir ini, banyak sekali pihak yang telah membantu penulis sehingga Tugas Akhir dapat terlaksana dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Pimpinan STIKOM Surabaya yang telah banyak memberikan motivasi serta teladan yang dapat membantu penulis selama menempuh pembelajaran hingga saat ini.
2. Bapak Anjik Sukmaaji, selaku Kepala Program Studi Sistem Komputer STIKOM Surabaya yang telah membantu serta mendukung setiap kegiatan sehingga pelaksanaan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak Susijanto Tri Rasmana, M.T. selaku dosen wali dan para dosen lainnya yang telah membantu penulis jika mengalami berbagai macam kesulitan sehingga penulis dapat termotivasi untuk terus berusaha hingga Tugas Akhir ini terlaksana sesuai dengan harapan.
4. Kedua orang tua penulis, dan keluarga yang selalu memberi semangat, dan memberi motivasi kepada penulis agar penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.

5. Orang spesial Penulis, Pipin Rofiah, yang selalu ada untuk mendukung penulis setiap waktu, memberi semangat, dan membantu mempersiapkan segala yang dibutuhkan penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Penulis, Frans, Riadi, Fauzi, Faysal dan Dani yang telah mendampingi dan memberi tempat saat penulis membutuhkan yang juga membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
7. Mantan, lawan, dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu serta memberi inspirasi penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Banyak hal dalam laporan Tugas Akhir ini yang masih perlu diperbaiki lagi.

Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan penulisan ini kedepannya. Penulis juga memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kata-kata yang salah serta menyinggung perasaan pembaca. Akhir kata penulis ucapkan banyak-banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pembaca, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Kontribusi	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Pengertian Mikrotik Router OS	6
2.2 Fitur Mikrotik	6
2.3 Mikrotik RouterBoard RB750	9
2.4 Definisi Komponen MPLS	9
2.4.1 <i>Label Switched Path (LSP)</i>	10
2.4.2 <i>Label Switching Router (LSR)</i>	10
2.4.3 <i>Label Edge Router (LER)</i>	11
2.4.4 <i>Forward Equivalence Class (FEC)</i>	12

2.4.5	<i>Label</i>	12
2.4.6	<i>Label Distribution Protocol (LDP)</i>	13
2.4.7	<i>Header MPLS</i>	13
2.5	<i>Virtual Private LAN Service</i>	14
2.6	<i>Routing</i>	15
2.6.1	<i>OSPF (Open Shortest Path First)</i>	16
2.7	<i>Wireshark</i>	17
2.8	<i>Audio dan Video Streaming</i>	18
2.9	<i>Parameter Analisis</i>	22
2.9.1	<i>Utilisasi Bandwidth</i>	22
2.9.2	<i>Latency</i>	22
2.9.3	<i>Packet Loss</i>	23
2.9.4	<i>Bandwidth Delay Product</i>	24
BAB III. METODE PENELITIAN		25
3.1	<i>Metode Penelitian</i>	25
3.1.1	<i>Studi Kepustakaan</i>	25
3.1.2	<i>Percobaan</i>	26
3.1.3	<i>Analisis</i>	26
3.2	<i>Prosedur Penelitian</i>	26
3.2.1	<i>Pengumpulan Data dan Parameter Penelitian</i>	27
3.2.2	<i>Desain dan Pembuatan Topologi</i>	28
3.2.3	<i>Konfigurasi Sistem</i>	32
3.2.4	<i>Menjalankan Sistem</i>	33
3.2.5	<i>Pengolahan Data</i>	35



3.2.6 Pengujian Sistem dan Plotting	38
BAB IV. Hasil dan Pembahasan	43
4.1. Kebutuhan Sistem	43
4.2. Hasil	44
4.2.1 Pengujian Pada <i>Video</i> dan <i>Audio streaming</i>	44
4.2.1.1 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth</i>	44
4.2.1.2 Pengujian <i>Latency</i>	51
4.2.1.3 Pengujian <i>Packet Loss</i>	57
4.2.1.4 Pengujian <i>Bandwidth Delay Product</i>	64
BAB V.PENUTUP.....	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel Konfigurasi IP <i>Interface</i>	30
Tabel 3.2 Tabel pembagian <i>bandwidth</i> untuk data multimedia (1)	34
Tabel 3.3 Tabel pembagian <i>bandwidth</i> untuk data multimedia (2)	35
Tabel 4.1 Tabel kebutuhan perangkat keras.....	43
Tabel 4.2 Tabel kebutuhan perangkat lunak	43
Tabel 4.3 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth video streaming</i> berjenis <i>video</i> Ekonomi	45
Tabel 4.4 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth video streaming</i> berjenis <i>video</i> Medium.....	46
Tabel 4.5 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth video streaming</i> berjenis <i>video</i> HD	47
Tabel 4.6 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> Ab	48
Tabel 4.7 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> OS	49
Tabel 4.8 Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> HQ	50
Tabel 4.9 Pengujian Variasi <i>Latency video streaming</i> berjenis <i>video</i> Ekonomi	52
Tabel 4.10 Pengujian Variasi <i>Latency video streaming</i> berjenis <i>video</i> Medium.....	53

Tabel 4.11 Pengujian Variasi <i>Latency video streaming</i> berjenis <i>video</i> HD.....	54
Tabel 4.12 Pengujian Variasi <i>Latency audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> Ab.....	55
Tabel 4.13 Pengujian Variasi <i>Latency audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> OS	56
Tabel 4.14 Pengujian Variasi <i>Latency audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> HQ....	57
Tabel 4.15 Pengujian <i>Packet Loss video streaming</i> berjenis <i>video</i> Ekonomi	58
Tabel 4.16 Pengujian <i>Packet Loss video streaming</i> berjenis <i>video</i> Medium	59
Tabel 4.17 Pengujian <i>Packet Loss video streaming</i> berjenis <i>video</i> HD.....	60
Tabel 4.18 Pengujian <i>Packet Loss audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> Ab.....	61
Tabel 4.19 Pengujian <i>Packet Loss audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> OS	62
Tabel 4.20 Pengujian <i>Packet Loss audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> HQ.....	63
Tabel 4.21 Pengujian <i>BDP video streaming</i> berjenis <i>Video</i> Ekonomi	64
Tabel 4.22 Pengujian <i>BDP video streaming</i> berjenis <i>Video</i> Medium.....	66
Tabel 4.23 Pengujian <i>BDP video streaming</i> berjenis <i>Video</i> HD	67
Tabel 4.24 Pengujian <i>BDP audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> Ab	68
Tabel 4.25 Pengujian <i>BDP audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> OS.....	69
Tabel 4.27 Pengujian <i>BDP audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> HQ.....	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mikrotik RouterBoard RB750.....	9
Gambar 2.2 <i>Header MPLS</i>	14
Gambar 2.3 Contoh topologi Jaringan VPLS	15
Gambar 3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Topologi Jaringan MPLS	29
Gambar 3.3 Topologi Jaringan VPLS.....	29
Gambar 3.4 Desain Alamat IP <i>System</i>	30
Gambar 3.5 Flowchart proses pengambilan data <i>wireshark</i>	31
Gambar 3.6 Hasil <i>ping IP Address PC Server</i> dari <i>PC Client</i>	33
Gambar 3.7 Hasil <i>traceroute PC Server</i> dari <i>PC Client</i>	33
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth video streaming</i> berjenis <i>video Ekonomi</i>	45
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth video streaming</i> berjenis <i>video Medium</i>	46
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth video streaming</i> berjenis <i>video HD</i>	47
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth audio streaming</i> berjenis <i>audio Ab</i>	48
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth audio streaming</i> berjenis <i>audio OS</i>	49
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Utilisasi <i>Bandwidth audio streaming</i> berjenis <i>audio HQ</i>	51

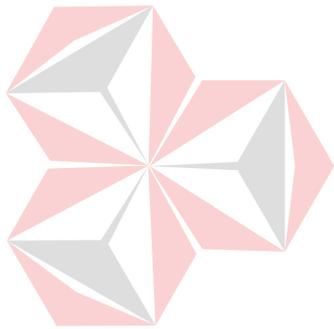
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Variasi <i>Latency video streaming</i> berjenis <i>video Ekonomi</i>	52
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Variasi <i>Latency video streaming</i> berjenis <i>video Medium</i>	53
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Variasi <i>Latency video streaming</i> berjenis <i>video HD</i>	54
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Variasi <i>Latency audio streaming</i> berjenis <i>audio Ab</i>	55
Gambar 4.11 Grafik Pengujian Variasi <i>Latency audio streaming</i> berjenis <i>audio OS</i>	56
Gambar 4.12 Grafik Pengujian Variasi <i>Latency audio streaming</i> berjenis <i>audio HQ</i>	57
Gambar 4.13 Grafik Pengujian <i>Packet Loss video streaming</i> berjenis <i>video HQ</i>	59
Gambar 4.14 Grafik Pengujian <i>Packet Loss video streaming</i> berjenis <i>video medium</i>	60
Gambar 4.15 Grafik Pengujian <i>Packet Loss video streaming</i> berjenis <i>video HD</i>	61
Gambar 4.16 Grafik pengujian <i>Packet Loss audio streaming</i> berjenis <i>audio Ab</i>	62
Gambar 4.17 Grafik pengujian <i>Packet Loss audio streaming</i> berjenis <i>audio OS</i>	63
Gambar 4.18 Grafik pengujian <i>Packet Loss audio streaming</i> berjenis <i>audio HQ</i>	64

Gambar 4.19 Grafik pengujian <i>Bandwidth Delay Product video streaming</i> berjenis <i>video</i> ekonomi.....	65
Gambar 4.20 Grafik pengujian <i>Bandwidth Delay Product video streaming</i> berjenis <i>video</i> Medium.....	66
Gambar 4.21 Grafik pengujian <i>Bandwidth Delay Product video streaming</i> berjenis <i>video</i> HD.....	67
Gambar 4.22 Grafik pengujian <i>Bandwidth Delay Product audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> Ab	68
Gambar 4.23 Grafik pengujian <i>Bandwidth Delay Product audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> OS.....	69
Gambar 4.24 Grafik pengujian <i>Bandwidth Delay Product audio streaming</i> berjenis <i>audio</i> HQ	70



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lampiran Konfigurasi Router Mikrotik	74
Lampiran 2. Lampiran Hasil Keseluruhan Konfigurasi	79
Lampiran 3. Lampiran Konfigurasi IP Address <i>PC Server</i> dan <i>PC Client</i>	84
Lampiran 4. Lampiran Installasi <i>Wireshark</i>	84



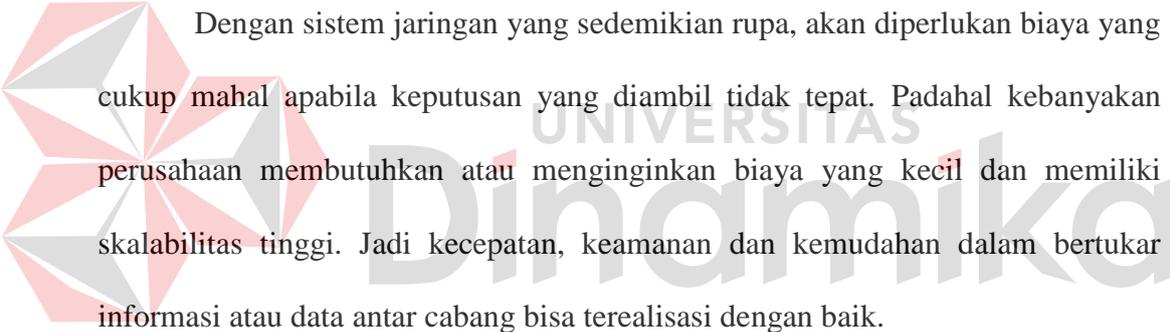
UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi jaringan komputer pada suatu perusahaan merupakan bagian yang sangat penting. Banyak perusahaan yang sudah memiliki kantor cabang dengan lokasi geografis yang berbeda. Untuk mendukung akses data, perusahaan membutuhkan sistem jaringan yang terbaik untuk transportasi data yang cepat, hemat dan aman. Dengan demikian infrastruktur perusahaan dapat berjalan dengan lancar tanpa ada masalah dalam hal akses data.



Dengan sistem jaringan yang sedemikian rupa, akan diperlukan biaya yang cukup mahal apabila keputusan yang diambil tidak tepat. Padahal kebanyakan perusahaan membutuhkan atau menginginkan biaya yang kecil dan memiliki skalabilitas tinggi. Jadi kecepatan, keamanan dan kemudahan dalam bertukar informasi atau data antar cabang bisa terealisasi dengan baik.

Teknologi *tunneling* banyak digunakan perusahaan agar perusahaan memiliki jalur khusus yang aman dalam berkomunikasi dan bertukar data antar perusahaan. Dengan *tunneling*, antar perusahaan dapat saling berkomunikasi data dengan aman, walaupun melalui jaringan publik. Teknologi *tunneling* itu diharapkan dapat mentransfer berbagai tipe paket data dan layanan seperti *text*, *voice*, dan *video*. Permasalahan ini menyebabkan perusahaan kesulitan karena selain tingkat kompleksitas layanan *tunneling* dengan layanan *backbone* yang tinggi, juga dibutuhkan alat-alat yang mahal.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan membuat sebuah jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) yaitu berupa teknologi Metropolitan Area Network (MAN) yang memungkinkan beberapa protokol untuk bisa berjalan menggunakan jaringan ini. Teknologi MPLS ini berbasis pelabelan paket seperti teknologi ATM. Namun, karena fleksibilitas dan skalabilitasnya, teknologi MPLS banyak dipilih karena selain mudah dalam pengimplementasiannya, banyak pula layanan dan protokol seperti IP, *routing*, dan VPN bisa berjalan di atasnya. Selain itu, MPLS juga menyediakan L2TP yaitu *Virtual Private Lan Service* (VPLS) yang merupakan sebuah teknologi *multipoint-to-multipoint tunneling* pada layer 2 yang berjalan di atas jaringan MPLS. Dengan teknologi VPLS, perusahaan dapat menghemat biaya karena tidak perlu membeli *IP Public* dengan jumlah yang banyak namun cukup menggunakan satu *IP public*. (Herlingga, 2013)

Berdasarkan latar belakang di atas, diketahui bahwa teknologi *Virtual Private Lan Service* (VPLS) yang berjalan pada jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) merupakan suatu solusi murah dengan fleksibilitas dan skalabilitas tinggi yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan saat ini. Dalam Tugas Akhir ini dibangun sebuah prototipe *Virtual Private Lan Service* (VPLS) yang berjalan pada jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) menggunakan router mikrotik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui unjuk kerja jaringan *Virtual Private Lan Service* (VPLS) yang berjalan pada jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) sebagai bahan evaluasi bagi perusahaan yang nantinya akan memanfaatkan teknologi ini.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *Virtual Private Lan Service* (VPLS) pada jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) dengan menggunakan router mikrotik?
2. Bagaimana melakukan pengujian *Virtual Private Lan Service* (VPLS) pada jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) dengan menggunakan router mikrotik?

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang lebih luas terkait dengan “Implementasi Jaringan MPLS VPLS Berbasis Mikrotik” terdapat beberapa batasan masalah, maka penelitian ini hanya ditentukan pada ruang lingkup tertentu, antara lain :

1. Penelitian akan menggunakan 5 router mikrotik Routerboard 750 yang nantinya akan digunakan sebagai router PE, router CE, dan router P.
2. Media penghubung yang digunakan adalah media kabel *Ethernet* UTP cat 5
3. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan *network analisist tools* seperti *wireshark*.
4. Tidak diimplementasikan di jaringan *public*

1.4 Tujuan

Tujuan dalam membuat penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengimplementasian sistem *Virtual Private Lan Service (VPLS)* pada jaringan *Multi Protocol Label Switching (MPLS)*.
2. Melakukan pengujian terhadap sistem *Virtual Private Lan Service (VPLS)* pada jaringan *Multi Protocol Label Switching (MPLS)* dalam hal *bandwidth delay product, bandwidth utilization, latency, dan packet loss* agar bisa diketahui performa dari system tersebut.

1.5 Kontribusi

Mengingat dunia multimedia sekarang ini telah banyak masuk dalam dunia internet dan digunakan oleh berbagai kalangan. Terutama perusahaan yang hampir semuanya memiliki jaringan internet. Selain itu dengan adanya kantor cabang yang berada sangat berjauhan dengan kantor pusat, diharapkan dengan adanya tugas akhir ini, perusahaan besar bisa mengevaluasi system terbaik untuk berhubungan antar link atau antar kantor cabang.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan didalam memahami persoalan dan pembahasannya, maka penulisan laporan Tugas Akhir ini dibuat dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dikemukakan hal-hal yang menjadi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, kontribusi, tujuan yang ingin dicapai serta sistematika penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini dibahas secara singkat teori-teori yang berhubungan dengan *Multi Protocol Label Switching* dan *Virtual Private Lan Service* serta parameter-parameter analisis yang nantinya akan di teliti yaitu *bandwidth delay product*, *bandwidth utilization*, *lantency*, dan *packet loss*.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dibahas tentang perancangan system. Bab ini akan menjelaskan tentang topologi yang akan di gunakan, instalasi system dengan konfigurasinya meliputi instalasi router mikrotik sampai instalasi *PC Server* dan *PC Client*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan dilakukan pengujian system, dengan cara mengambil data dari wireshark, untuk di olah sesuai dengan kebutuhan untuk menyelesaikan perhitungan dari parameter-parameter analisis yaitu *bandwidth delay product*, *bandwidth utilization*, *lantency*, dan *packet loss*. hasil tersebut akan di tabulasi dan akan dibuat menjadi grafik.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dengan tujuan dan permasalahan yang ada serta saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Mikrotik Router OS

Mikrotik Router OS merupakan sistem operasi berbasis linux. Fitur utamanya adalah *control network*. Mikrotik banyak digunakan oleh perusahaan *Internet Service Provider (ISP)*, Perusahaan kecil RT RW net, *Hotspot Provider*, dan lainnya karena kemudahan dan keamanan yang di tawarkan. Selain itu mikrotik tidak membutuhkan piranti lunak tambahan sebagai media perantara berjalannya *Operating System (OS)*. Menurut (Hendriyanto, 2009) mikrotik Router OS memiliki kelebihan sebagai berikut.

- 1 Tangguh dalam masalah jaringan.
- 2 *Tools* lebih banyak.
- 3 Sistem keamanan tingkat tinggi.
- 4 Tidak terlalu membutuhkan spesifikasi komputer yang besar
- 5 Kemudahan dalam penggunaan dan harga relative murah

2.2 Fitur Mikrotik

1. *Address List* : Pengelompokan IP Address berdasarkan nama.
2. *Asynchronous* : Mendukung serial PPP *dial-in / dial-out*, dengan otentikasi CHAP, PAP, MSCHAPv1 dan MSCHAPv2, *Radius*, *dial-on demand*, *modem pool* hingga 128 ports.
3. *Bonding* : Mendukung dalam pengkombinasian beberapa antar muka *ethernet* ke dalam 1 pipa pada koneksi cepat.

4. *Bridge* : Mendukung fungsi *bridge spinning tree*, *multiple bridge interface*, *bridging firewalling*.
5. *Data Rate Management* : QoS berbasis HTB dengan penggunaan *burst*, PCQ, RED, SFQ, FIFO *queue*, CIR, MIR, *limit* antar *peer to peer*.
6. DHCP : Mendukung DHCP tiap antarmuka : DHCP *Relay*, DHCP *Client*, *multiple network* DHCP, *static* dan DHCP *leases*.
7. *Firewall* dan NAT : Mendukung pemfilteran koneksi *peer to peer*, *source* NAT dan *destination* NAT. Mampu memfilter berdasarkan MAC, IP *address*, *range port*, protokol IP, pemilihan opsi protokol seperti ICMP, TCP *Flags* dan MSS.
8. Hotspot : Hotspot *gateway* dengan otentikasi RADIUS. Mendukung limit *data rate*, SSL ,HTTPS.
9. IPSec : Protokol AH dan ESP untuk IPSec; MODP *Diffie-Hellmann* groups 1, 2, 5; MD5 dan algoritma SHA1 *hashing*; algoritma enkripsi menggunakan DES, 3DES, AES-128, AES-192, AES-256; *Perfect Forwarding Secresy* (PFS) MODP groups 1, 2,5
10. ISDN : mendukung ISDN *dial-in/dial-out*. Dengan otentikasi PAP, CHAP, MSCHAPv1 dan MSCHAPv2, *Radius*. Mendukung 128K *bundle*, Cisco HDLC, x751, x75ui, x75bui *line* protokol.
11. M3P : MikroTik Protokol Paket Packer untuk wireless *links* dan *ethernet*.
12. MNDP : MikroTik Discovery *Neighbour Protocol*, juga mendukung Cisco *Discovery Protokol* (CDP).

13. *Monitoring / Accounting* : Laporan Traffic IP, log, statistik *graph* yang dapat diakses melalui HTTP.
14. NTP : *Network Time Protocol* untuk *server* dan *clients*; *sinkronisasi* menggunakan system GPS.
15. *Poin to Point Tunneling Protocol* : PPTP, PPPoE dan L2TP *Access Concentrator*; protokol otentikasi menggunakan PAP, CHAP, MSCHAPv1, MSCHAPv2; otentikasi dan laporan Radius; enkripsi MPPE; kompresi untuk PPOE; limit *data rate*.
16. *Proxy* : *Cache* untuk FTP dan HTTP *proxy server*, HTTPS *proxy*; *transparent proxy* untuk DNS dan HTTP; mendukung protokol SOCKS; mendukung *parent proxy*; *static* DNS.
17. *Routing* : *Routing* statis dan dinamis; RIP v1/v2, OSPF v2, BGP v4.
18. SDSL : Mendukung Single Line DSL; mode pemutusan jalur koneksi dan jaringan.
19. *Simple Tunnel* : *Tunnel* IPIP dan EoIP (*Ethernet over IP*).
20. SNMP : *Simple Network Management Protocol* mode akses *read only*.
21. *Synchronous* : V.35, V.24, E1/T1, X21, DS3 (T3) *media types*; sync-PPP, Cisco HDLC; *Frame Relay line protokol*; ANSI-617d (ANDI atau *annex D*) dan Q933a (CCITT atau *annex A*); *Frame Relay* jenis LMI.
22. *Tool* : *Ping*, *Traceroute*; *bandwidth test*; *ping flood*; *tellnet*; *SSH*; *packet sniffer*; *Dinamic DNS update*.
23. UPnP : Mendukung antarmuka *Universal Plug dan Play*.

24. VLAN : Mendukung *Virtual LAN IEEE 802.1q* untuk jaringan *ethernet* dan *wireless*; *multiple VLAN*; *VLAN bridging*.
25. VoIP : Mendukung aplikasi *voice over IP*.
26. VRRP : Mendukung *Virtual Router Redundant Protocol*.
27. WinBox : Aplikasi mode GUI untuk *remote* dan mengonfigurasi
28. MikroTik *Router OS*. (Dwi, 2010)

2.3 Mikrotik RouterBoard RB750

Rb 750 merupakan router dengan OS Mikrotik, yang memiliki fitur-fitur yang bisa dibilang lebih baik daripada router sekelasnya. Memiliki kecepatan prosesor 400Mhz, dan RAM 32 Mb dan menggunakan adaptor 12V.



Gambar 2.1. Mikrotik RouterBoard RB750

2.4 Definisi dan Komponen MPLS

Multi Protocol Label Switch (MPLS) adalah suatu metode pengiriman paket data melalui suatu jaringan dengan konsep *Label Switching*, yaitu dengan menambahkan sebuah label independen dan unik di deretan paket data (paket IP). Fungsi dari *label* ini adalah sebagai proses penyambungan dan pencarian jalur dalam jaringan komputer. MPLS menggabungkan teknologi *switching* di *layer 2*

dan teknologi *routing* di *layer* tiga sehingga menjadi solusi jaringan terbaik dalam menyelesaikan masalah kecepatan, *scalability*, QoS (*Quality of Service*), dan rekayasa trafik (Ayu, 2010). Komponen MPLS terdiri dari *Label Switched Path* (LSP), *Label Switching Router* (LSR), *Label Edge Router* (LER), *Forward Equivalence Class* (FEC), label, *Label Distribution Protocol* (LDP), *Header MPLS*.

2.4.1 *Label Switched Path* (LSP)

Merupakan jalur yang melalui satu atau serangkaian *Label Switching Router* (LSR) dimana paket diteruskan oleh *label swapping* dari satu MPLS *node* ke MPLS *node* yang lain. Pada domain MPLS, suatu lintasan di *set-up* dengan tujuan untuk mengirim paket yang didasarkan pada sebuah *Equivalence Class* (FEC).

MPLS menyediakan dua pilihan cara yang dapat dilakukan untuk *set-up* suatu LSP, yaitu:

1. *Hop-by-Hop Routing*, Tiap-tiap LSR secara terpisah memilih *hop* selanjutnya yang akan diberi FEC. LSR menggunakan beberapa *protocol routing* yang tersedia, seperti OSPF, ATM *private-network-to-network interface* (PNNI).
2. *Explicit Routing*, *Explicit routing* hampir sama dengan *source routing*, dimana *ingress* LSR, yaitu LSR tempat terjadinya aliran data yang pertama menuju jaringan, merinci daftar *node* yang akan dilalui oleh LER-LSP.

2.4.2 *Label Switching Router* (LSR)

Sebuah *router* yang terdapat pada inti jaringan MPLS yang berperan dalam menetapkan LSP dengan menggunakan teknik *label signalling* dengan

kecepatan yang telah ditetapkan. Dalam fungsi pengaturan trafik, LSR dapat dibagi dua, yaitu. (Wijaya, Hadi, & Soelistijorini, 2012)

1. *Ingress* LSR : berfungsi mengatur trafik saat paket memasuki jaringan MPLS.
2. *Egress* LSR : berfungsi untuk mengatur trafik saat paket meninggalkan jaringan MPLS menuju ke LER.

Dalam arsitektur jaringan MPLS, sebuah LSR yang merupakan tujuan atau *hop* selanjutnya akan mengirimkan informasi tentang ikatan sebuah *label* ke LSR yang sebelumnya dengan cara mengirimkan pesan untuk mengikat *label* tersebut pada rute paketnya. Teknik ini biasa disebut distribusi *label downstream on demand*. Mekanisme *signalling* yang berlaku pada MPLS adalah sebagai berikut. (Wijaya, Hadi, & Soelistijorini, 2012)

1. *Label Request*, Dengan menggunakan mekanisme ini sebuah LSR meminta sebuah label dari LSR *downstream* terdekat sehingga dapat diikatkan pada FEC khusus.
2. *Label Mapping*, Sebagai respon dari permintaan label, LSR *downstream* akan mengirimkan label pada LSR *upstream* yang memulai dengan menggunakan mekanisme pemetaan

2.4.3 Label Edge Router (LER)

LER merupakan peralatan yang beroperasi pada jaringan akses dan jaringan MPLS. LER mempunyai kemampuan untuk dihubungkan dengan jaringan yang tidak sama atau sejenis, seperti frame relay, ATM dan Ethernet, dan meneruskan trafik tersebut ke jaringan MPLS setelah pembentukan LSP, dengan menggunakan *label signalling protocol* pada *ingress* LSR dan mendistribusikan

trafik kembali menuju jaringan akses pada bagian egress LSR. (Wijaya, Hadi, & Soelistijorini, 2012)

2.4.4 Forward Equivalence Class (FEC)

Forward Equivalence Class (FEC) merupakan representasi dari beberapa paket data yang diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan *resource* yang sama di dalam proses pertukaran data. Klasifikasi pada FEC didasarkan pada beberapa parameter, yaitu: *address prefix*, *host address*, dan *Quality of Service* (QoS) (Afis, 2010)

2.4.5 Label

Label merupakan deretan bit informasi yang ditambahkan pada *header* suatu paket data dalam jaringan MPLS. *Label* MPLS atau yang disebut juga *MPLS header* ini terletak diantara *header layer* dua dan *header layer* tiga. Dalam proses pembuatan *label* ada beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu.

1. Metode berdasarkan topologi jaringan, yaitu dengan menggunakan *protocol* IP - *routing* seperti OSPF dan BGP.
2. Metode berdasarkan kebutuhan *resource* suatu paket data, yaitu dengan menggunakan *protocol* yang dapat mengontrol trafik suatu jaringan seperti RSVP (*Resource Reservation Protocol*).
3. Metode berdasarkan besar trafik pada suatu jaringan, yaitu dengan menggunakan metode penerimaan paket dalam menentukan tugas dan distribusi sebuah *label*. (Afis, 2010)

Label dalam bentuk yang paling sederhana mengidentifikasi lintasan yang seharusnya dilalui oleh suatu paket data. Suatu label dibawa atau dibungkus pada *header layer* dua sepanjang paket. *Router* penerima selanjutnya akan

mempelajari isi dari *label* paket data yang diterima dan menentukan *hop* selanjutnya yang akan dilalui oleh paket data tersebut. (Afis, 2010)

2.4.6 Label Distribution Protocol (LDP)

Protokol baru yang berfungsi untuk mendistribusikan informasi pada *label* ke setiap LSR pada jaringan MPLS. *Protocol* ini digunakan untuk memetakan FEC ke dalam *label*, untuk selanjutnya akan dipakai untuk menentukan LSP. LDP *message* dapat dikelompokkan menjadi.

1. *Discovery Messages*, yaitu pesan yang memberitahukan dan memelihara hubungan dengan LSR yang baru tersambung ke jaringan MPLS.
2. *Session Messages*, yaitu pesan untuk membangun, memelihara dan mengakhiri sesi antara titik LDP.
3. *Advertisement Messages*, yaitu pesan untuk membuat, mengubah dan menghapus pemetaan *label* pada jaringan MPLS.
4. *Notification Messages*, yaitu pesan yang menyediakan informasi bantuan dan sinyal informasi jika terjadi *error* (Ayu, 2010)

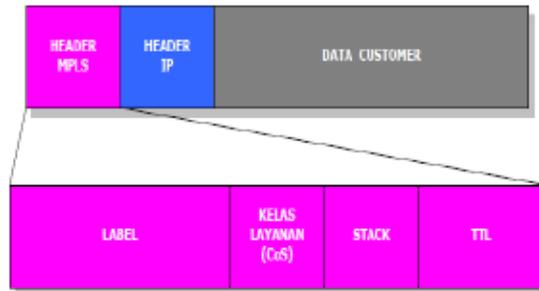
Pada distribusi suatu *label* dalam MPLS diselesaikan dalam beberapa cara, yaitu.

1. Perluasan *protocol routing* seperti OSPF untuk mendukung distribusi *label*.
2. Pemakaian mekanisme *signalling* RSVP untuk mendeteksi *label* yang *termapping* pada aliran RSVP.
3. Pemakaian LDP sebagaimana terdefiniskan oleh IETF (Dwi, 2010)

2.4.7 Header MPLS

MPLS memiliki *header* yang disebut *header* MPLS, dengan memasang *header* MPLS ini, maka MPLS hanya melakukan paket IP. *Header* MPLS ini

terdiri dari 20 bit untuk label, 2 bit untuk eksperimen, 1 bit untuk identifikasi *stack* serta 8 bit untuk TTL, yang dapat dilihat pada pada gambar 2.2. (Dwi, 2010)



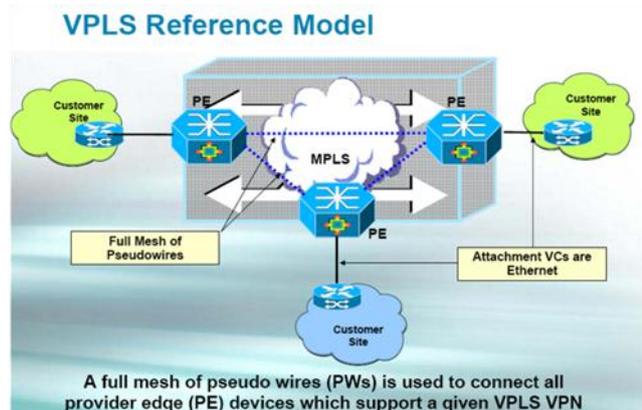
Gambar 2.2. Header MPLS

Keterangan :

1. 20-bit label value : Suatu bidang label yang berisi nilai yang nyata dari MPLS label. algoritma paket data yang tidak diperlukan.
2. 1-bit bo
3. 3-bit field CoS : Suatu bidang CoS yang dapat digunakan untuk mempengaruhi antrian paket data dan *ttom of stack flag* : Jika 1 bit di-*setting*, maka ini menandakan label yang sekarang adalah label yang terakhir. Suatu bidang yang mendukung hierarki label stack.
4. 8-bit TTL (*time to live*) field. Untuk 8 bit data yang bekerja.

2.5 Virtual Private LAN Service

Virtual Private LAN Service adalah merupakan teknologi tunneling point to multipoint yang berjalan pada layer 2 melewati jaringan MPLS. Dengan menggunakan VPLS, paket data akan dikirim secara transparan melalui jaringan public yaitu MPLS.



Gambar 2.3 Contoh topologi jaringan VPLS

Pada gambar 2.3 merupakan struktur *Full Mesh* dari VPLS. *Customer Site* atau juga bisa disebut *Customer Edge* (CE) merupakan *router* yang ada pada lokasi pelanggan. Paket data akan dikirimkan melalui *router* CE dan akan melalui *router Provider Edge* (PE) (*router* yang ada di penyedia layanan internet) dan melewati jaringan MPLS (jaringan public) secara transparan, dan akan di sampaikan lagi menuju *router* PE lainnya, terakhir akan di sampaikan ke *router* CE yang lainnya. (Wijaya, Hadi, & Soelistijorini, 2012)

2.6 Routing

Fungsi utama dari *layer network* adalah pengalamatan dan *routing*. *Routing* merupakan fungsi yang bertanggung jawab membawa data melewati sekumpulan jaringan dengan cara memilih jalur terbaik untuk dilewati data. Tugas *routing* akan dilakukan *device* jaringan yang disebut sebagai *router*. *Router* merupakan komputer jaringan yang bertugas atau berfungsi menghubungkan dua jaringan atau lebih. Tipe *router* antara lain dapat berupa: komputer yang kita fungsikan sebagai *router* atau peralatan khusus yang dirancang sebagai *router*. Tugas *router* adalah *forward* data (fungsi IP *Forward* harus diaktifkan) menggunakan *routing* protocol (Algoritma

Routing). Data diatur oleh *routed protocol*. Router adalah komputer general purpose (untuk tujuan yang lebih luas) dengan dua atau lebih interface jaringan (*Network Interface Card*) di dalamnya yang berfungsi menghubungkan dua jaringan atau lebih, sehingga dia bisa meneruskan paket dari satu jaringan ke jaringan yang lain. Untuk jaringan kecil, interface-nya adalah *Network Interface Card* (NIC), sehingga router mempunyai dua *Network Interface Card* (NIC) atau lebih yang bisa menghubungkan dengan jaringan lain. Untuk *Local Area Network* (LAN) kecil yang terhubung internet, salah satu interface adalah NIC card, dan interface yang lain adalah sembarang *hardware* jaringan misal modem untuk leased line atau *Intergrated Service Digital Network* (ISDN) atau koneksi internet *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL) yang digunakan. Supaya router bisa meneruskan data, komputer yang ada pada jaringan tersebut harus menugaskan router untuk meneruskan data, penugasan dilakukan dengan cara setting komputer default gateway ke *router*, jika tidak disetting default *gateway* maka bisa dipastikan LAN tersebut tidak bisa terkoneksi dengan jaringan lainnya. (Dwi, 2010)

2.6.1 OSPF (*Open Shortest Path First*)

Routing *Open Shortest Path First* (OSPF) adalah sebuah routing protocol standard terbuka yang telah diimplementasikan oleh sejumlah besar vendor jaringan. Alasan untuk mengkonfigurasi OSPF dalam sebuah topologi adalah untuk mengurangi *overhead* (waktu pemrosesan) *routing*, mempercepat *convergence*, serta membatasi ketidakstabilan *network* disebuah area dalam suatu *network*. (Martono, 2010)

OSPF *Message Encapsulation* terjadi pada lapisan *data-link* dengan nomor *protocol* 89. Data field ini dapat berisi salah satu dari lima tipe paket OSPF. Pada IP *packet header*, alamat tujuannya mempunyai dua alamat *multicast* yaitu 224.0.0.5 dan 224.0.0.6 namun yang diset cukup salah satu dari alamat tersebut. Bila paket OSPF diencapsulasi di sebuah *frame Ethernet*, alamat tujuan dari MAC address juga merupakan sebuah alamat *multicast*, yaitu 01-00-5E-00-00-05 dan 01-00-5E-00-00-06. Semua paket OSPF mempunyai 24 byte yang berisikan informasi yang diperlukan. *Packet header* ini terdiri dari berbagai bidang seperti jenis-jenis paket OSPF, router ID serta alamat IP dari router yang mengirimkan paket. (Martono, 2010)

2.7 Wireshark

Wireshark adalah sebuah *Network Packet Analyzer*. *Network Packet Analyzer* akan mencoba menangkap paket-paket jaringan dan berusaha untuk menampilkan semua informasi di paket tersebut sedetail mungkin. Kita bisa mengumpamakan sebuah *Network Packet Analyzer* sebagai alat untuk memeriksa apa yang sebenarnya sedang terjadi di dalam kabel jaringan, seperti halnya voltmeter atau tespen yang digunakan untuk memeriksa apa yang sebenarnya sedang terjadi di dalam sebuah kabel listrik.

Wireshark banyak digunakan admin jaringan memecahkan *troubleshooting* di jaringannya, memeriksa keamanan jaringan, men-debug implementasi protokol jaringan dalam software mereka, mempelajari protokol jaringan secara detail banyak juga orang usil yang menggunakannya sebagai sniffer atau “pengendus” data-data privasi di jaringan. (Ilmukomputer, 2013).

2.8 *Audio dan Video Streaming*

Audio streaming merupakan suatu layanan yang memungkinkan suatu server untuk me-broadcast file *Audio* yang bisa diakses oleh client. Layanan *Audio* streaming memungkinkan pengguna untuk mengakses *Audio* secara real time ataupun sudah direkam sebelumnya. (Afis, 2010)

Video streaming merupakan suatu layanan yang memungkinkan suatu server untuk me-broadcast suatu *video* yang bisa diakses oleh client. Layanan *video* streaming memungkinkan pengguna untuk mengakses *video* secara real time ataupun sudah direkam sebelumnya. Isi dari *video* ini dapat dikirimkan dengan tiga cara, yaitu.

1. *Live video* : server dilengkapi dengan web camera yang memungkinkan untuk memperlihatkan suatu kejadian secara langsung. Walaupun hal ini dikaitkan dengan broadcast *video*, *video* ini sebenarnya ditransmisikan menggunakan protocol IP multicast.
2. *Scheduled video* : *video* yang sudah direkam sebelumnya dikirimkan dari suatu server pada waktu yang sudah ditentukan. *Scheduled video* ini juga menggunakan protocol IP multicast .
3. *Video on demand* : pengguna yang sudah di authorisasi bisa mengakses *video* yang sudah direkam sebelumnya dari server kapan saja mereka mau melihatnya. (Afis, 2010)

2.9 *Format File dan Codec Audio*

File *Audio* memiliki beberapa format file dan codec berbeda sesuai kriteria-kriteria tertentu. Berikut beberapa format file dan codec *Audio* :

1. AAC (*Advance Audio Code*)

AAC adalah sistem lossy compression untuk file *Audio*, dikembangkan oleh Motion Picture Expert Group (Fraunhofer Institute, Dolby, Sony, Nokia dan AT&T) untuk menggantikan MP3. Ini perluasan dari MPEG-2 standard dan mempunyai kelebihan tersendiri dibandingkan MP3, kompresi yang lebih efisien dengan kualitas suara *Audio* yang lebih baik dan mendukung *Audio* multi channel. (Afis, 2010)

2. AIFF dan AIFC (*Audio Interchange File Format*)

AIFF dan AIFC merupakan format file yang tidak dikompres, yang dikembangkan oleh Apple pada Machintosh dan platform Unix. (Afis, 2010)

3. MP3

MP3 (MPEG-1/2 *Audio Layer 3*) adalah format *Audio* yang paling populer. Menggunakan algoritma *Audio* lossy compression untuk mengurangi ukuran file, sambil memproduksi kembali lagi aslinya. MP3 dikembangkan di German Fraunhofer Institute dan berbasis format MPEG. MP3 mengalami kejayaan pada tahun 1995, dimana semakin banyak file MP3 tersedia di internet dan popularitasnya semakin terdongkrak karena kualitasnya dan kapasitas yang menjadi relatif sangat kecil. Kompresi MP3 dapat dilakukan dengan bit rate yang beragam. Standar yang baik untuk kualitas *Audio* dan ukuran file adalah 128 kbps, untuk mendapati kualitas yang mendekati kualitas CD diperlukan bit-rate 192 kbps. Kualitas CD dan MP3 sulit dibedakan pada bit rate 192 kbps. Pada tahun 2001, MP3 Pro generasi berikutnya diperkenalkan dan menawarkan kualitas suara dan kompresi yang sudah ditingkatkan, namun karena tidak ada decoder MP3 Pro gratisan, format yang

sebenarnya luar biasanya ini belum dapat menggantikan standar MP3. (Afis, 2010)

4. Ogg dan Ogg Vorbis

Ogg adalah format multimedia yang dirancang untuk streaming dan penyimpanan yang efisien. Format ini dikembangkan oleh Xiph.org Foundation. Begitu pula Vorbis yang merupakan codec *Audio* gratisan. Vorbis biasanya dipasang bersama Ogg, sehingga muncullah yang namanya Ogg Vorbis. Peluncuran format dan codec ini sebenarnya respon atas rencana pemilik MP3 pada tahun 1998 yang hendak mengenakan biaya lisensi untuk format MP3. OggVorbis sangat populer dikalangan open source, karena kualitas dan sifatnya yang gratis. Namun hingga saat ini walaupun gratis, masih sedikit player yang mendukung format ini, salah satu yang terkenal adalah winamp yang ikut mendukung format Ogg Vorbis. (Afis, 2010)

5. RealAudio

RealAudio adalah codec *Audio* yang dikembangkan oleh Real Networks pada tahun 1995. Codec ini awalnya dikembangkan untuk transmisi bandwidth rendah. Dapat digunakan untuk streaming informasi *Audio* dan dapat berjalan saat file *Audio* tersebut masih didownload. *RealAudio* banyak digunakan oleh stasiun radio untuk streaming program-program mereka via internet secara real time. *Real Networks* juga menyediakan player software gratisan dan berbayar yang bernama RealPlayer, namun untuk yang gratisan tidak dapat melakukan menyimpan *Audio* stream sebagai file. (Afis, 2010)

6. WAV (WAV E-form)

WAV adalah standar *Audio* yang dikembangkan oleh Microsoft dan IBM, WAV ini adalah format utama untuk menyimpan data *Audio* mentah pada Windows dan menggunakan metode yang sama dengan AIFF Apple untuk menyimpan data. WAV menggunakan teknik pulsecode modulation (PCM) yang tidak dikompres. Dengan cara ini detail tidak hilang ketika *Audio* analog dijadikan digital dan disimpan. Ini membuat format WAV (menggunakan PCM) menjadi pilihan untuk mengedit *Audio* high-fidelity. Akan tetapi untuk keperluan mengoleksi musik, transfer via internet dan memainkan di player portable, format ini kurang populer dibandingkan dengan MP3, Ogg Vorbis dan VMA yang dikarenakan ukuran file yang sangat besar. (Afis, 2010)

7. WMA (*Windows Media Audio*)

WMA adalah codec untuk *lossy compression*, yang dikembangkan pertama kali untuk menyaingi MP3 oleh Microsoft. Sementara ini Microsoft memposisikan WMA bersaing dengan AAC yang digunakan pada produk Apple seperti iPod dan iTunes Music Store. WMA juga menggunakan sistem Digital *Rights Management* seperti AAC untuk proteksi pengandaan dan membatasi pemutaran pada PC atau peranti tertentu. WMA *Audio* stream hampir selalu dengan file ASF. Jika hanya membawa data *Audio*, biasanya file mempunyai ekstensi .WMA. Adapula versi lossless untuk multichannel surround sound dan untuk voice encoding (WMA Voice). (Afis, 2010)

2.9 Parameter Analisis

2.9.1 Utilisasi *Bandwidth*

Bandwidth, merupakan kapasitas atau daya tampung kabel Ethernet agar dapat dilewati trafik paket data dalam jumlah tertentu. *Bandwidth* juga bisa berarti jumlah konsumsi paket data per satuan waktu dinyatakan dengan satuan *bit per second* (bps). Penggunaan *bandwidth* untuk *multiuser* dalam sebuah lingkungan institusi akan dipengaruhi banyak faktor karakteristik situs yang diakses, jumlah user, *delay* (jeda) transmisi, dan *bandwidth* tersedia. Faktor-faktor ini akan dianalisa dengan asumsi, utilisasi sumber daya atau sering disebut sebagai utilisasi. Utilisasi adalah ukuran seberapa sibuk sumber daya yang ada. Dalam teori antrian utilisasi direpresentasi sebagai waktu server melakukan layanan dan didefinisikan dengan persamaan 2.2. (Riadi & Wicaksono, 2011)

Perhitungan utilisasi *bandwidth* memerlukan nilai throughput. Rumus throughput ditunjukkan pada persamaan 2.1. (Riadi & Wicaksono, 2011)

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Data yang berhasil lewat (bps)}}{\text{Lama waktu pengamatan (s)}} \quad (2.1)$$

$$\text{Utility} = \frac{\text{throughput}}{\text{bandwidth}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Throughput = Jumlah paket yang berhasil melewati jalur dalam waktu tertentu.

Bandwidth = Jumlah besaran *bandwidth* yang tersedia (bps)

2.9.2 Latency

Menurut (Sofana, 2009), *Latency* disebut juga *delay*. *Latency* menyatakan berapa lama waktu yang diperlukan mengirim sebuah (message) dari satu node ke node lainnya (end to end *network*). Sebagai contoh, *latency* sebuah *service* adalah 24 ms, artinya waktu yang diperlukan untuk mengirim message

dari *service* tersebut dari satu node ke node lainnya selama 24 ms. *Latency* bersifat dinamis sesuai dengan situasi dan kondisi. Jika suatu *network session* menghendaki *latency* maksimum untuk setiap paket yang dikirimkan adalah 39 ms, namun ternyata ada beberapa paket yang hanya bisa sampai setelah 50 ms, maka dapat dikatakan paket tersebut mengalami perbedaan *latency* atau variasi *latency*. Variansi dari *latency* disebut sebagai *jitter*. *Jitter* dapat didefinisikan sebagai *delay* yang diakibatkan oleh panjang-panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, atau waktu yang diperlukan dalam proses transmisi data.

2.9.3 Packet Loss

Menurut (Riadi & Wicaksono, 2011), *Packet loss* adalah jumlah paket yang hilang saat pengiriman paket data ke tujuan, kualitas terbaik pada jaringan LAN/WAN jika jumlah *losses* paling kecil. *Packet loss* dianalisis berdasarkan berapa banyak paket yang hilang atau gagal mencapai tujuan pada waktu paket sedang berjalan. Kemudian perhitungan paket yang hilang dilakukan dengan persamaan 2.3 (Khalid M. N., 2010) dalam satuan *byte* dan persamaan 2.4 (Riadi & Wicaksono, 2011) dalam bentuk prosentase.

$$Packet\ loss = \text{Jumlah paket dikirim} - \text{jumlah paket diterima} \quad (2.3)$$

$$Packet\ loss = \left(\frac{Pd}{Ps} \right) \times 100\% \quad (2.4)$$

dimana :

Pd = Jumlah paket yang mengalami *drop* (paket)

Ps = Jumlah paket yang dikirim (paket)

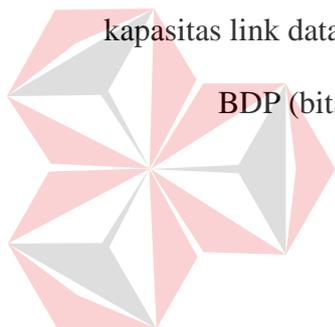
Menurut *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) *packet loss* dapat dikategorikan menjadi empat. Kategori

sangat bagus dengan nilai *packet loss* 0%, kategori bagus dengan nilai *packet loss* 3%, kategori sedang dengan nilai *packet loss* 15% dan kategori jelek dengan nilai *packet loss* 25%. (Riadi & Wicaksono, 2011)

2.9.4 Bandwidth Delay Product

Menurut (Yulianto, 2014), Bandwidth *delay* product (BDP) dalam komunikasi data mengacu pada perkalian dari kapasitas data link atau bandwidth per second dengan penundaan koneksi end-to-end atau round trip time (RTT). Hasilnya, jumlah data yang diukur dalam bit (atau byte), yang setara dengan jumlah data maksimum pada rangkaian jaringan pada suatu waktu tertentu, yaitu data yang telah dikirim tapi belum diterima. Kadang-kadang dihitung sebagai kapasitas link data dikali dengan round trip time.

$$\text{BDP (bits)} = \text{bandwidth (bits/sec)} \times \text{RTT (sec)}.$$



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah studi kepustakaan, percobaan dan analisis.

3.1.1 Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan merupakan tata cara pengumpulan data dengan memanfaatkan buku, jurnal, Internet, dan lain-lainnya sebagai media untuk membantu menyelesaikan buku tugas akhir ini. Dari studi ini, didapatkan parameter pengujian yaitu Utilisasi *Bandwidth*, *latency*, *packet loss* dan *bandwidth delay product*. Parameter tersebut didapatkan berdasarkan penelitian sebelumnya, yaitu milik (Yulianto, 2014). Menurut (Yulianto, 2014) Utilisasi *Bandwidth* digunakan untuk mendapatkan prosentase jalur komunikasi yang digunakan ketika proses streaming berlangsung. *Latency* digunakan untuk mengukur waktu transmisi yang dibutuhkan dari sumber ke tujuan. Semakin besar nilai *latency*, maka kualitas jaringan tersebut bisa dikatakan kurang baik. Karena waktu transmisi 1 paket data membutuhkan waktu yang lama. Sebaliknya, semakin kecil nilai *latency*, maka jaringan tersebut bisa dikatakan baik, karena waktu transmisi 1 packet data membutuhkan waktu sedikit. Berikutnya adalah *Packet Loss*, *Packet Loss* adalah prosentase hilangnya paket data. Jadi semakin besar prosentase *Packet Loss* semakin buruk pula kualitas jaringan tersebut. Karena banyak paket data yang hilang. Dan yang terakhir adalah *Bandwidth Delay Product*, merupakan perkalian *bandwidth* dengan *Latency*, yang menunjukkan jumlah data dalam bit yang sedang

berada pada media transmisi selama proses pengiriman data dalam sekali proses transmisi. Semakin besar BDP, maka dapat dikatakan semakin buruk kualitas jaringan tersebut. Hal ini disebabkan karena adanya waktu tunda yang besar antara sumber dan tujuan (sebagian data tertahan dalam media transmisi).

3.1.2 Percobaan

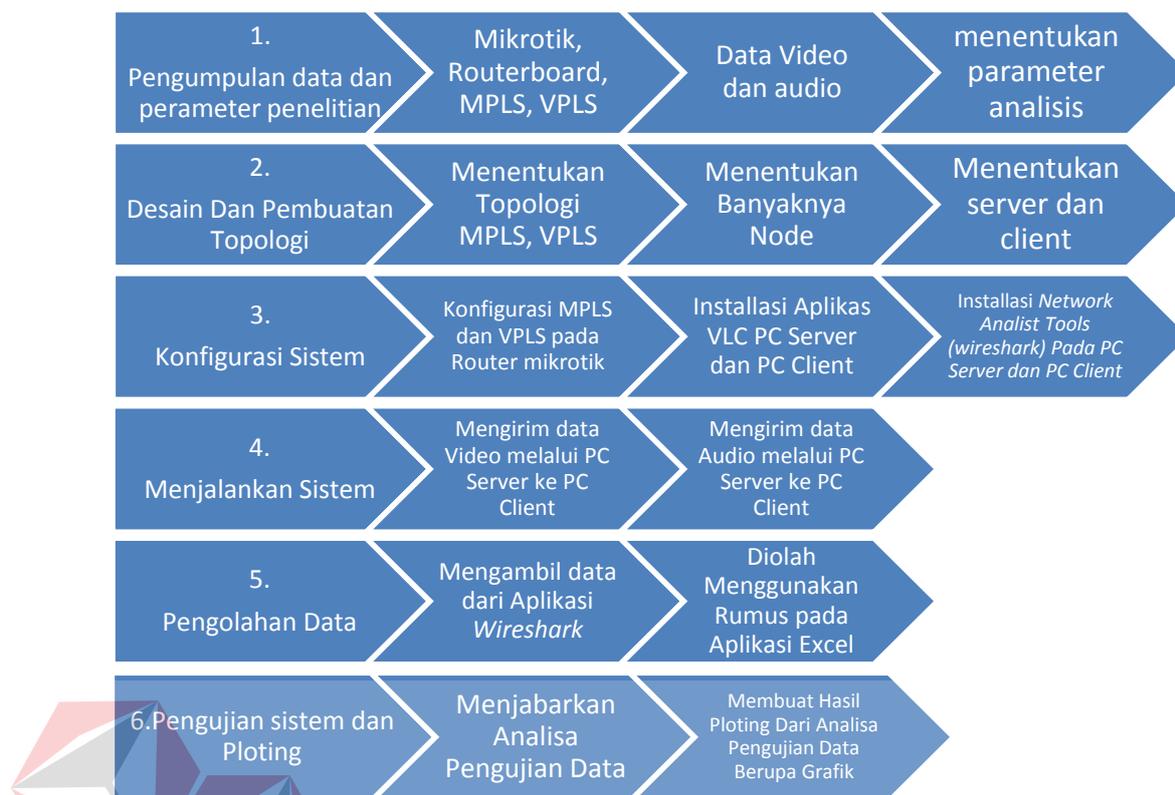
Prosedur percobaan adalah prosedur dimana melakukan percobaan system, yaitu melakukan konfigurasi alat, dan melakukan percobaan streaming. Dengan mencoba fitur-fitur yang ada. Setelah itu dilakukan percobaan pengujian alat, serta aplikasi, apakah memang benar bisa diterapkan pada alat tersebut apa tidak.

3.1.3 Analisis

Prosedur Analisis dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dari suatu masalah yang ditemukan. Prosedur ini masih berhubungan dengan Prosedur Percobaan dengan Prosedur Studi Kepustakaan. Jadi masalah pada kedua prosedur tersebut akan di analisis, untuk menemukan sumber permasalahannya.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur ini akan menjelaskan tentang langkah-langkah yang dilakukan untuk membangun sistem ini, serta langkah-langkah apa saja yang dilakukan untuk menguji sistem ini. Berikut merupakan Prosedur Pelaksanaan Penelitian :



Gambar 3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

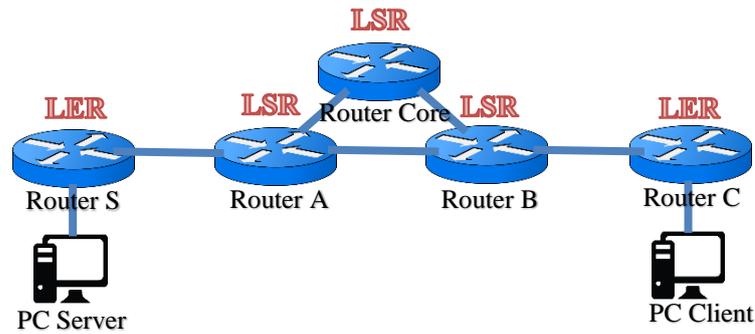
3.2.1 Pengumpulan Data dan Parameter Penelitian

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan untuk melakukan pengujian. Terdapat beberapa data yang digunakan dalam pengujian system yaitu data Audio dan Video. Kedua data tersebut didapatkan dari proses konversi video original. Pertama, video original dengan kualitas HD 1020p di unduh dari Internet. Kedua, video tersebut dikonversi menjadi 3 jenis video, dan 3 jenis audio menggunakan Aplikasi Free Video Converter. Tiga jenis video dan 3 jenis audio tersebut akan di *stream* menggunakan aplikasi VLC Media Player di PC Server dan PC Client akan memanggil *stream* video atau audio yang sedang berjalan di sisi Server dengan aplikasi VLC Media Player juga, sehingga pada PC Client akan tampil apa yang di tampilkan PC server. Setelah itu pada PC Client

akan dijalankan Aplikasi *Network Analisis Tools* yaitu *wireshark*. *wireshark* akan diset agar meng-*capture packet data* UDP, selama 3 menit. Dan hasil Capture tersebut akan dilakukan di sisi Client. Setelah itu hasil dari *capturing* tersebut akan diolah untuk mendapatkan nilai dari utilisasi *bandwidth*, *latency*, *packet loss*, dan *Bandwidth Delay Product*.

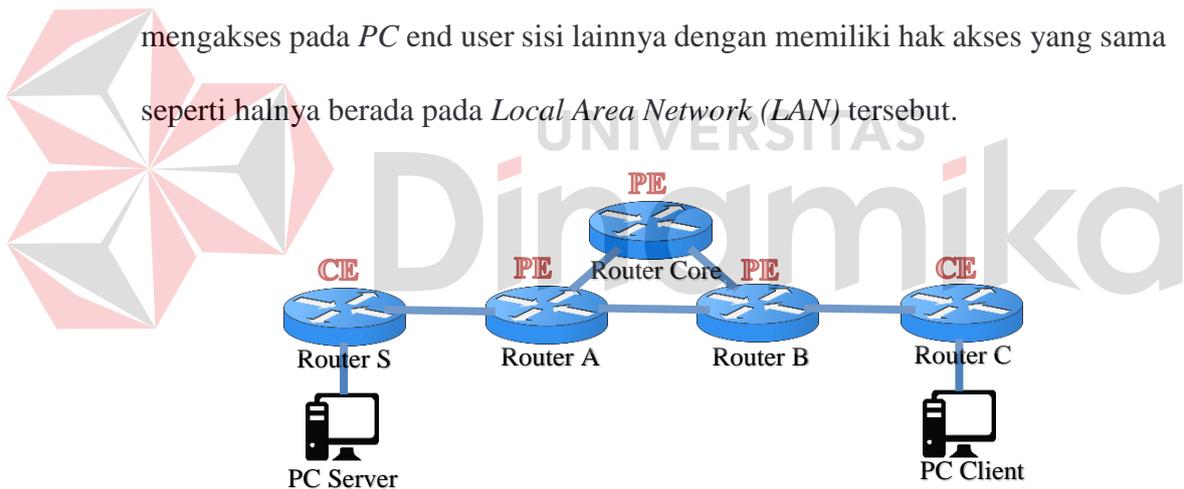
3.2.2 Desain dan Pembuatan Topologi

Implementasi *Virtual Private Lan Service (VPLS)* pada jaringan *Multi Protocol Label Switching (MPLS)* pada mikrotik ini akan di jelaskan lebih baik melalui desain Topologi Jaringan yang yang bisa di lihat pada Gambar 3.2. Terdapat 3 router sebagai *Label Switching Router (LSR)*, 2 router sebagai *Label Edge Router (LER)* serta 2 Personal Computer (PC) sebagai server dan client yang masing-masing tersambung pada router *LER*. Pada PC Server diinstal Aplikasi VLC Media Player yang dijadikan sebagai aplikasi *Video Streaming*. Data dari PC Server yang terus-menerus dikirim ke router *LER* yang akan diteruskan ke router *Ingress LSR* yang berfungsi mengatur trafik saat paket memasuki Jaringan *MPLS* serta dalam Jaringan *MPLS* berperan dalam menetapkan *LSP* dengan menggunakan teknik *label swapping* dengan kecepatan yang telah ditetapkan. Kemudian data keluar dari Jaringan *MPLS* melewati router *egress LSR* yang berfungsi untuk mengatur trafik saat paket meninggalkan jaringan *MPLS* menuju ke *LER*.



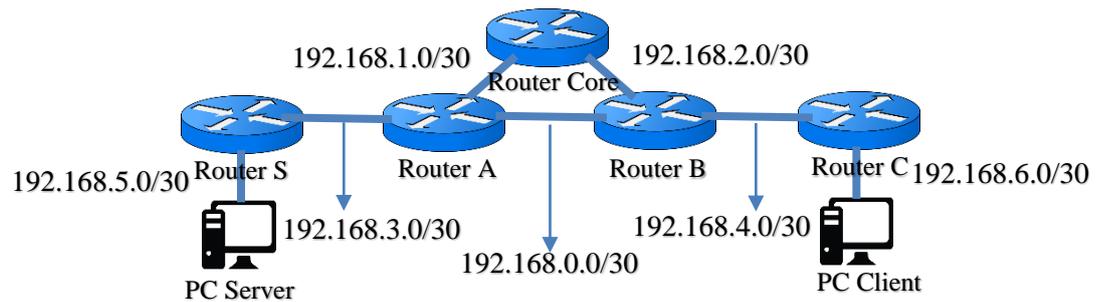
Gambar 3.2. Topologi Jaringan *MPLS*

Topologi jaringan *VPLS* sesuai Gambar 3.3 merupakan topologi yang sama dengan topologi *MPLS* karena *VPLS* merupakan fungsi tambah sebagai akses privasi dan keamanan pada Jaringan *MPLS*. Namun pengertian konsep jaringan yang berbeda. Pada jaringan *MPLS* yang diinstal teknologi *VPLS* hanya pada sisi router *Customer Edge (CE)* sehingga end user pada satu sisi *CE* bisa mengakses pada *PC* end user sisi lainnya dengan memiliki hak akses yang sama seperti halnya berada pada *Local Area Network (LAN)* tersebut.



Gambar 3.3 Topologi Jaringan *VPLS*

Setelah mengetahui system dan topologi Jaringan *MPLS* dan *VPLS* Selanjutnya adalah menentukan Alamat IP dari dari setiap port yang nantinya akan terhubung oleh Router. Gambar 3.4 merupakan pembagian alamat IP yang nantinya akan di terapkan pada system :

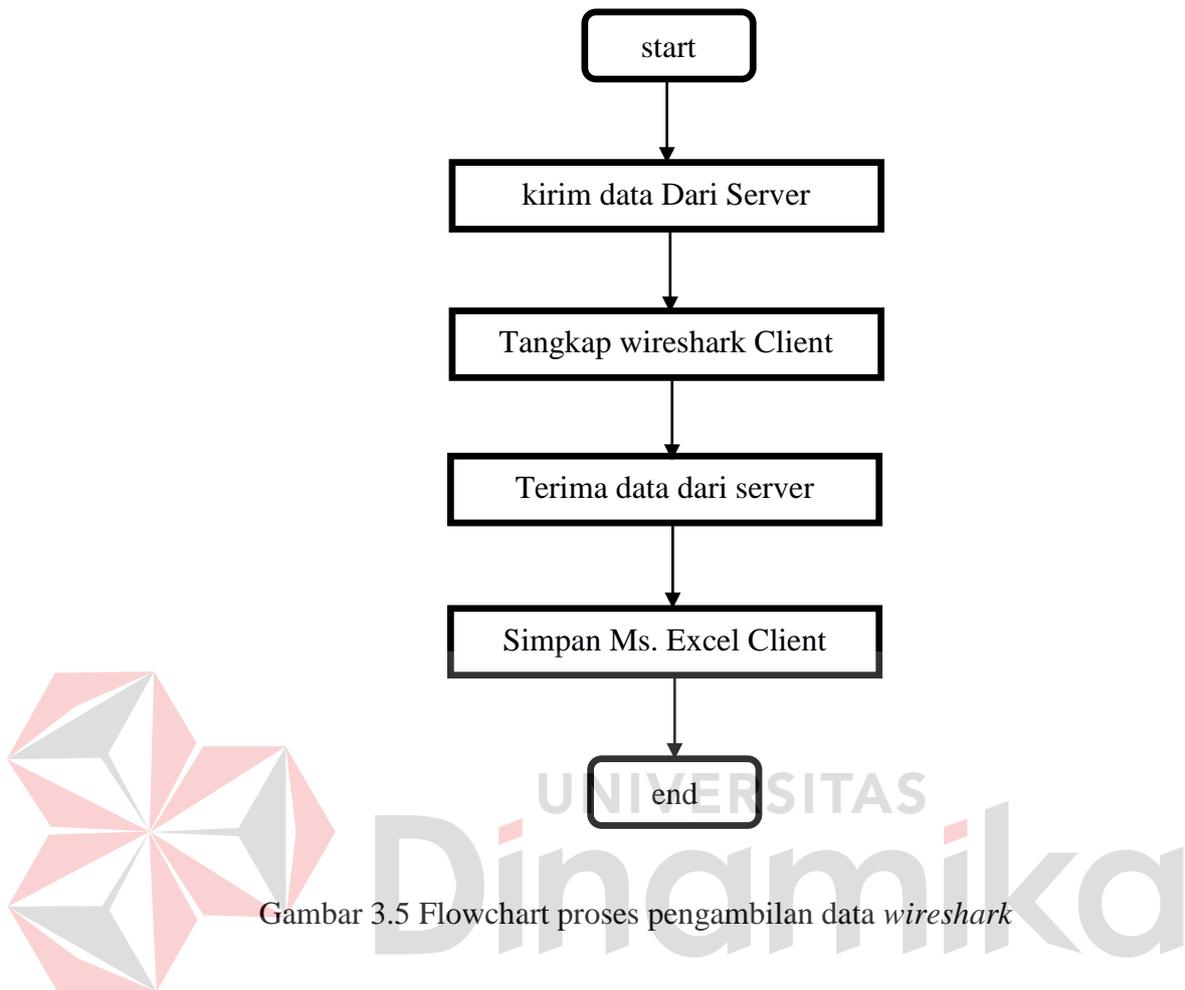


Gambar 3.4 Desain Alamat IP system

Pada gambar 3.4 terdapat beberapa jaringan dengan alamat IP yang berbeda. Berikut merupakan pembagian alamat IP beserta Port yang di gunakan untuk menghubungkan router satu dengan router yang lainnya .

Tabel 3.1 Tabel Konfigurasi IP Interface

Device	Port/Interface	IP Address	IP Address Int Loopback
Router A	Port 0	192.168.1.1/24	1.1.1.1/32
	Port 1	192.168.0.1/24	
	Port 2	192.168.3.1/24	
Router B	Port 0	192.168.2.1/24	2.2.2.2/32
	Port 1	192.168.0.2/24	
	Port 2	192.168.4.1/24	
Router Core	Port 0	192.168.1.2/24	3.3.3.3/32
	Port 1	192.168.2.2/24	
Router C	Port 0	192.168.4.2/24	4.4.4.4/32
	Port 1	192.168.6.1/24	
Router S	Port 0	192.168.3.2/24	5.5.5.5/32
	Port 1	192.168.5.1/24	
PC Server	Port 0	192.168.5.2/24	
PC Client	Port 0	192.168.6.2/24	



Gambar 3.5 Flowchart proses pengambilan data *wireshark*

Dari gambar 3.5 bisa dilihat bahwa PC Server akan mengirim data dari aplikasi VLC yang telah terinstall dan data akan di forward melalui router mikrotik sebelum *forwarding* terjadi wireshark pada PC server akan menangkap paket data yang dikirim. Selanjutnya data akan masuk pada PC Client dan wireshark pada PC Client akan menangkap paket data yang sampai, dan setelah selesai penangkapan data tadi disimpan di ms. excel masing-masing PC.

3.2.3 Konfigurasi Sistem

1. Konfigurasi Nama Router, Interface dan IP Address

Pertama adalah set nama masing-masing router sesuai dengan topologi. Setelah itu set nama masing2 interface router. Setelah itu set IP address interface router sesuai dengan topologi.

2. Konfigurasi *Loopback Interface*

Kedua, set *loopback Interface* pada menu *Bridge* pada asing-masing router mikrotik.

3. Konfigurasi *Dynamic Routing*

Selanjutnya adalah set *dynamic routing Open Shortest Path First (OSPF)* sebagai media penghubung antar router.

4. Konfigurasi *MPLS System*

Selanjutnya adalah set system MPLS, dengan menambahkan LDP *interface* dan *Transport address* pada asing-masing router guna mengaktifkan LDP yang nantinya di fungsikan untuk menambahkan label serta mendistribusikannya.

5. Konfigurasi *VPLS System*

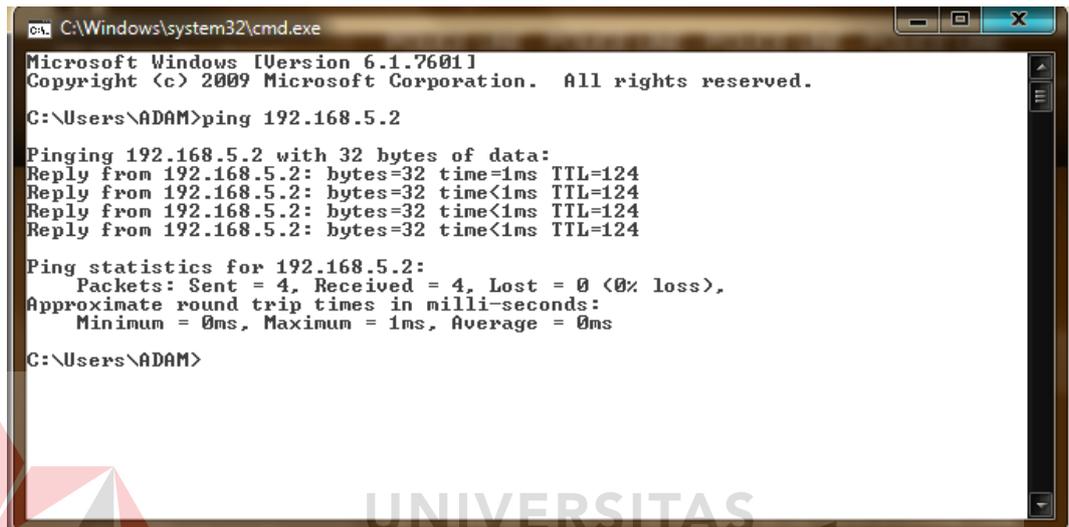
Selanjutnya adalah set vpls. Dengan memberikan *remote peer, mac-address*, dan *vpls-id* pada *Router C* dan *Router S*.

6. Konfigurasi Bridging Ethernet Segment Dengan *VPLS*

Dan yang terakhir adalah set *bridging interface vpls*, agar asing-masing interface terlihat seakan-akan berada pada satu jaringan.

3.2.4 Menjalankan system

Setelah semua terkonfigurasi, maka selanjutnya adalah menjalankan system. Pada gambar 3.6 adalah proses ping IP address PC Client dari PC Server. Dan hasilnya adalah reply. Jadi kedua PC telah terhubung.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

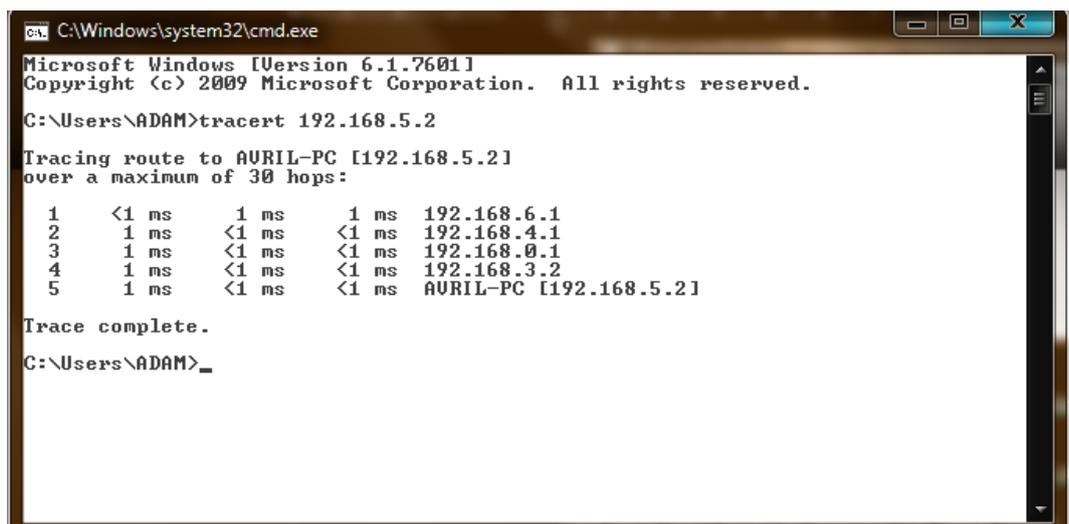
C:\Users\ADAM>ping 192.168.5.2

Pinging 192.168.5.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.5.2: bytes=32 time=1ms TTL=124
Reply from 192.168.5.2: bytes=32 time<1ms TTL=124
Reply from 192.168.5.2: bytes=32 time<1ms TTL=124
Reply from 192.168.5.2: bytes=32 time<1ms TTL=124

Ping statistics for 192.168.5.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Users\ADAM>
  
```

Gambar 3.6 hasil *ping* IP Address PC Server dari PC Client
 Pada gambar 3.7 menunjukkan bahwa untuk sampai di IP Address yang dituju harus melewati beberapa hop.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ADAM>tracert 192.168.5.2

Tracing route to AURIL-PC [192.168.5.2]
over a maximum of 30 hops:
  0  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.6.1
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.4.1
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.0.1
  3  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.3.2
  4  <1 ms    <1 ms    <1 ms    AURIL-PC [192.168.5.2]

Trace complete.

C:\Users\ADAM>_
  
```

Gambar 3.7 hasil *traceroute* PC Server dari PC Client

Setelah status kedua PC terhubung, selanjutnya adalah mempersiapkan jenis-jenis data multimedia yang nantinya akan dilewatkan system, pada table 3.2 dan 3.3 terdapat beberapa jenis tipe *video* dan *audio* serta jenis *bandwidth* yang berbeda dimana nantinya akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 tabel pembagian *bandwidth* untuk data multimedia (1)

Bandwidth	Jenis Video	Kualitas Video	Besar File
512 kbps	HD	720p , 2.5Mbit/s, AAC 192Kbit/s, 48kHz	171,495 Kb
	Medium	720p , 1.5Mbit/s, AAC 128Kbit/s, 48kHz	104,184 Kb
	Economy	720p , 0.75Mbit/s, AAC 128 Kbit/s, 44.1kHz	86,592 Kb
1 Mbps	HD	720p , 2.5Mbit/s, AAC 192Kbit/s, 48kHz	171,495 Kb
	Medium	720p , 1.5Mbit/s, AAC 128Kbit/s, 48kHz	104,184 Kb
	Economic	720p , 0.75Mbit/s, AAC 128 Kbit/s, 44.1kHz	86,592 Kb
2 Mbps	HD	720p , 2.5Mbit/s, AAC 192Kbit/s, 48kHz	171,495 Kb
	Medium	720p , 1.5Mbit/s, AAC 128Kbit/s, 48kHz	104,184 Kb
	Economic	720p , 0.75Mbit/s, AAC 128 Kbit/s, 44.1kHz	86,592 Kb
Unlimmited	HD	720p , 2.5Mbit/s, AAC 192Kbit/s, 48kHz	171,495 Kb
	Medium	720p , 1.5Mbit/s, AAC 128Kbit/s, 48kHz	104,184 Kb
	Economic	720p , 0.75Mbit/s, AAC 128 Kbit/s, 44.1kHz	86,592 Kb

Tabel 3.3 tabel pembagian *bandwidth* untuk data multimedia (2)

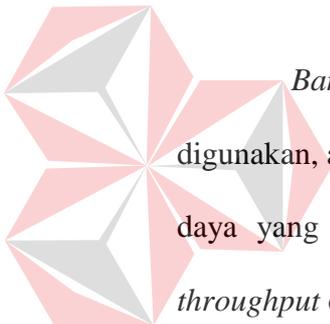
Bandwidth	Jenis Audio	Kualitas Audio	Besar File
128 kbps	HQ(High Quality)	320 Kbit/s, 48kHz, stereo	13,587 Kb
	OS(Old Standart)	192 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	8,153 Kb
	Ab(Audio Book)	32 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	1,360 Kb
256 kbps	HQ(High Quality)	320 Kbit/s, 48kHz, stereo	13,587 Kb
	OS(Old Standart)	192 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	8,153 Kb
	Ab(Audio Book)	32 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	1,360 Kb
512 kbps	HQ(High Quality)	320 Kbit/s, 48kHz, stereo	13,587 Kb
	OS(Old Standart)	192 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	8,153 Kb
	Ab(Audio Book)	32 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	1,360 Kb
1 Mbps	HQ(High Quality)	320 Kbit/s, 48kHz, stereo	13,587 Kb
	OS(Old Standart)	192 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	8,153 Kb
	Ab(Audio Book)	32 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	1,360 Kb
Unlimmited	HQ(High Quality)	320 Kbit/s, 48kHz, stereo	13,587 Kb
	OS(Old Standart)	192 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	8,153 Kb
	Ab(Audio Book)	32 Kbit/s, 44.1kHz, stereo	1,360 Kb

3.2.5 Pengolahan Data

Pada sub bab ini, penulis akan menjelaskan apa saja yang nantinya akan dilakukan untuk mendapatkan nilai dari parameter-parameter analisa, yang meliputi *Bandwidth Utilization*, *Latency*, *Packet Loss*, dan *Bandwidth Delay Product*. Pertama-tama adalah menjalankan aplikasi *video* streaming VLC Media Player, setelah itu memilih jenis *video* yang telah disiapkan,

setting *bandwidth* router, setelah itu menjalankan VLC server pada PC Server dengan menggunakan protocol RTSP dan akan diakses menggunakan PC Client, dan akan di *capture* menggunakan Aplikasi wireshark. yang nantinya akan dianalisis sesuai dengan parameter yang di butuhkan. Setelah beberapa menit, stop wireshark, dan perhatikan paket data yang tercapture. Hanya protocol UDP yang tercapture, oleh karenanya protocol tersebut harus di dicode ke protocol RTP agar sesuai. Selanjutnya adalah bagaimana nilai-nilai tersebut bisa diketahui melalui paket-paket data yang tertangkap di wireshark, berikut penjelasannya:

1. *Bandwidth Utilization*



Bandwidth Utilization adalah prosentase *bandwidth* yang sedang digunakan, atau juga bisa di nyatakan sebagai ukuran seberapa sibuk sumber daya yang ada. Nilai *Bandwidth Utilization* bisa didapatkan dari nilai *throughput* di bagi nilai *bandwidth* di kali 100 persen.

Untuk mendapatkan nilai *throughput* dari wireshark, pertama harus menjalankan *video* dan *audio* streaming sesuai dengan table 3.2 untuk pembagiannya, kemudian yang harus diperhatikan adalah *IP Destination* dan Protokol yang digunakan. Buat kedua perhatian tersebut sebagai filter. Setelah waktu menunjukkan 180 second, stop wireshark, dan klik statistic, summary maka disana akan terlihat nilai *bytes*, yaitu merupakan jumlah data yang dikirim. Dan nantinya akan dibagi dengan waktu pengiriman data, yang bisa di lihat pada baris *between first and last packet*.

Setelah nilai dari throughput ditemukan, maka selanjutnya adalah mencari nilai *Bandwidth Utilization*, yaitu $\text{Throughput} / \text{Bandwidth} * 100\%$. Nilai *Bandwidth* sudah diketahui sebelumnya.

2. Latency

Latency merupakan lamanya paket sampai destinasi. *Latency* yang bervariasi bisa juga disebut sebagai jitter. Karena pada setiap jaringan, kesetabilan pengiriman paket tidak selalu baik, maka dari itu *latency* akan memiliki nilai yang bervariasi atau bisa juga disebut jitter. Jitter bisa di dapatkan dengan cara masuk pada menu telephony, → RTP → show all stream, dan disana dapat kita lihat nilai dari mean jitter, atau bisa juga melihat pada statistics → summary, dan nilai mean Jitter bisa di dapatkan dari nilai Between first and last packet dibagi dengan Packets

3. Packet Loss

Packet loss adalah banyaknya paket yang hilang pada suatu jaringan paket yang disebabkan oleh tabrakan (collision), penuhnya kapasitas jaringan, dan penurunan paket yang disebabkan oleh habisnya TTL (Time To Live) paket. Nilai *Packet loss* bisa langsung diketahui dengan masuk ke menu telephony, → RTP → show all stream. Dan disana akan terlihat loss, yaitu *packet loss*.

4. Bandwidth Delay Product

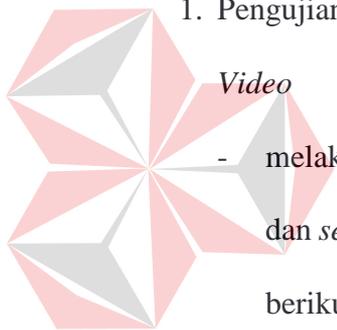
Bandwidth Delay Product dalam komunikasi data mengacu pada perkalian dari kapasitas data link atau *bandwidth* per second dengan

penundaan koneksi end-to-end atau round trip time (RTT). Pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui nilai RTT dari paket yang tercapture wireshark. nilai rata-rata RTT dapat diketahui dari menu statistics → summary, dan nilai rata-rata RTT bisa di dapatkan dari nilai Between first and last packet dibagi dengan Packets. Setelah itu nilai tersebut di kalikan dengan nilai *bandwidth* yang telah diketahui.

3.2.6 Pengujian Sistem dan Ploting

Ploting dalam hal ini adalah bagaimana menampilkan hasil dari analisis yang telah dilakukan. Berikut penjelasannya :

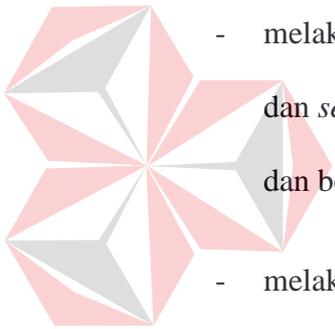
1. Pengujian *Video Streaming* Berdasarkan *Bandwidth Limiter* dan Kualitas



Video

- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 512 kbps, dengan kualitas *video* HD, dan berikutnya dilakukan ploting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 512 kbps, dengan kualitas *video* Medium, dan berikutnya dilakukan ploting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 512 kbps, dengan kualitas *video* Economy, dan berikutnya dilakukan ploting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 1 Mbps, dengan kualitas *video* HD, dan berikutnya dilakukan ploting ke bentuk grafik.

- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 1 Mbps, dengan kualitas *video* Medium, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 1 Mbps, dengan kualitas *video* Economy, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 2 Mbps, dengan kualitas *video* HD, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 2 Mbps, dengan kualitas *video* Medium, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 2 Mbps, dengan kualitas *video* Economy, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* Unlimmited, dengan kualitas *video* HD, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* Unlimmited, dengan kualitas *video* Medium, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.



- melakukan analisa akses *video streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* Unlimmited, dengan kualitas *video* Economy, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.

2. Pengujian *Audio Streaming* Berdasarkan *Bandwidth Limitter* dan Kualitas *Bitrate Audio*

- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 128 kbps, dengan kualitas *Audio* HQ, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.

- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 128 kbps, dengan kualitas *Audio* OS, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.

- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 128 kbps, dengan kualitas *Audio* Ab, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.

- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 256 kbps, dengan kualitas *Audio* HQ, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.

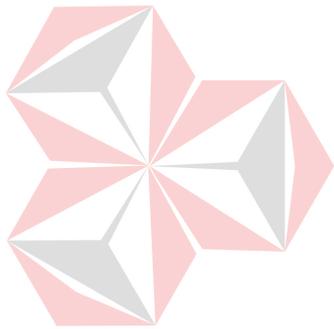
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 256 kbps, dengan kualitas *Audio* OS, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.



- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 256 kbps, dengan kualitas *Audio Ab*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 512 kbps, dengan kualitas *Audio HQ*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 512 kbps, dengan kualitas *Audio OS*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 512 kbps, dengan kualitas *Audio Ab*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 1 Mbps, dengan kualitas *Audio HQ*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 1 Mbps, dengan kualitas *Audio OS*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* 1 Mbps, dengan kualitas *Audio Ab*, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.



- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* Unlimmited, dengan kualitas *Audio* HQ, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* Unlimmited, dengan kualitas *Audio* OS, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.
- melakukan analisa akses *audio streaming* selama 3 menit antara *client* dan *server* dengan *bandwidth* Unlimmited, dengan kualitas *Audio* Ab, dan berikutnya dilakukan plotting ke bentuk grafik.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Sistem

Sebelum melakukan Pengujian VPLS yang berjalan pada jaringan MPLS pada mikrotik, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak agar simulasi dapat berjalan dengan baik. Adapun kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Tabel kebutuhan perangkat keras

Hardware	Banyak	Uraian
PC Server	1 Unit	Lenovo 20041, Core i3 2.7GHz, RAM 2Gb, Hardisk 500Gb
PC Client	1 Unit	Lenovo Ideapad y460, Core i5 2.7GHz, RAM 4Gb, Hardisk 500Gb
Mikrotik RB 750	5 Unit	Routerboard, MIPS-BE AR7241 400MHz, RAM 32 Mb, NAND 64Mb, 5 eth port.

Tabel 4.2 Tabel kebutuhan perangkat lunak

Software	Uraian
Windows 7 Ultimate 32 bit	Sebagai Operating System PC Server
Windows 7 Ultimate 64 bit	Sebagai Operating System PC Client
RouterOS-MIPSBE 5.26	Sebagai Operating System Router Mikrotik RB 750
VLC Media Player 1.1.5	Sebagai Aplikasi Streaming
Wireshark	Sebagai Aplikasi Penangkap Paket Data
Microsoft Excel	Sebagai Aplikasi Pengolahan data dan Pembuatan Grafik

4.2 Hasil

4.2.1.1 Pengujian Pada Video dan Audio Streaming

Pada hal ini jalur yang menuju PC Client diberikan *Limmit Bandwidth* sebesar 512 kbps, 1 Mbps, 2Mbps, dan *Unlimited* untuk pengujian video dan 128 kbps, 256 kbps, 512 kbps, 1 Mbps, serta *Unlimmited* untuk pengujian audio *streaming*. Masing-masing jalur Unlimmited diberikan maksimum *bandwidth* 10 Mbps. Setting *bandwidth* limit dilakukan menggunakan *simple queue* pada mikrotik, dengan target IP address PC Client.

4.2.1.1. Pengujian Utilisasi *Bandwidth*

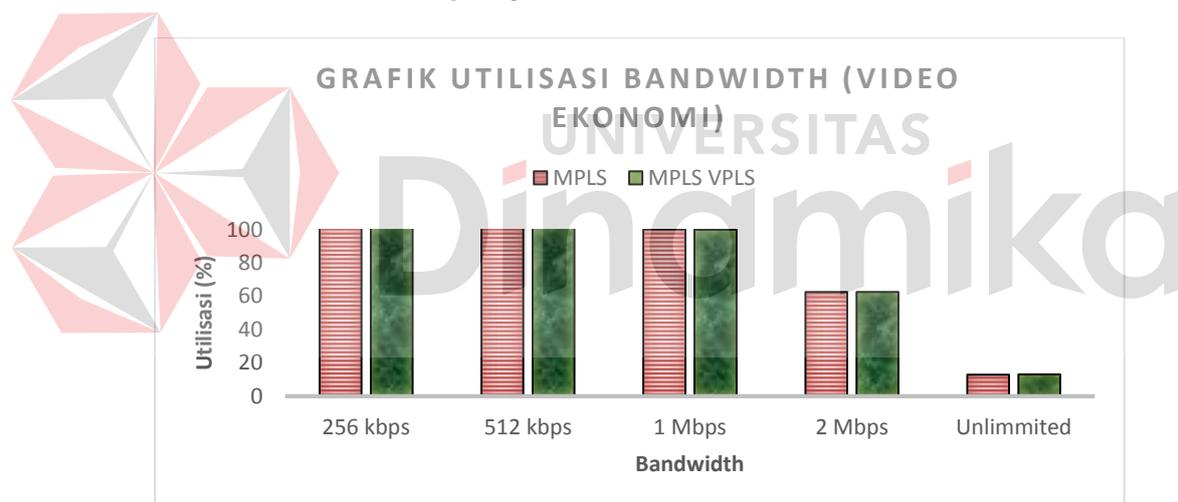
Utilisasi *Bandwidth* adalah jumlah *badwidth* yang digunakan untuk mengirim data, dalam hal ini adalah data multimedia video. Data ini akan dikirim melalui *PC Server* kepada *PC Client* melalui Jaringan yang telah di bangun, dan nantinya akan di cari besar penggunaan *bandwidth* pada setiap pengiriman data multimedia, sesuai dengan *bandwidth* yang tersedia, Namun pada pengujian ini, akan ditemukan nilai melebihi 100%. Ini disebabkan karena adanya *burst*, yaitu bertambahnya aliran data melebihi *bandwidth limit* yang di sediakan. Sehingga nilai utilisasi *bandwidht* akan lebih dari 100%. Berikut hasil dari pada pengujian Utilisasi *bandwidth* pada video dan audio *streaming*.

Pada tabel 4.3 *streaming* video dengan jenis video Ekonomi disarankan menggunakan *Bandwidth Limiter* diatas 1 Mbps, karena memiliki nilai utilisasi *bandwidth* di bawah 100 %. dan nilai utilisasi *bandwidth* terbaik yaitu 12,859 %, dan terbesar adalah 102,960 %. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.3 Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video Ekonomi

Bandwidth Limiter	Utilisasi <i>Bandwidth</i> (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	102,960	102,958
512 kbps	102,345	102,158
1 Mbps	100,005	99,776
2 Mbps	62,427	62,542
<i>Unlimited</i>	12,859	13,059

Gambar 4.1 merupakan penjelasan berupa grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video Ekonomi.



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video Ekonomi

Selanjutnya merupakan Tabel 4.4 yaitu hasil pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video Medium. Untuk *bandwidth limiter* yang baik digunakan untuk *streaming* video berjenis Medium adalah diatas 1 Mbps. Karena memiliki nilai utilisasi *bandwidth* dibawah 100%. Nilai utilisasi *bandwidth* terbaik yaitu 18,400%, dan terbesar adalah 103,046 %. Serta rata-rata

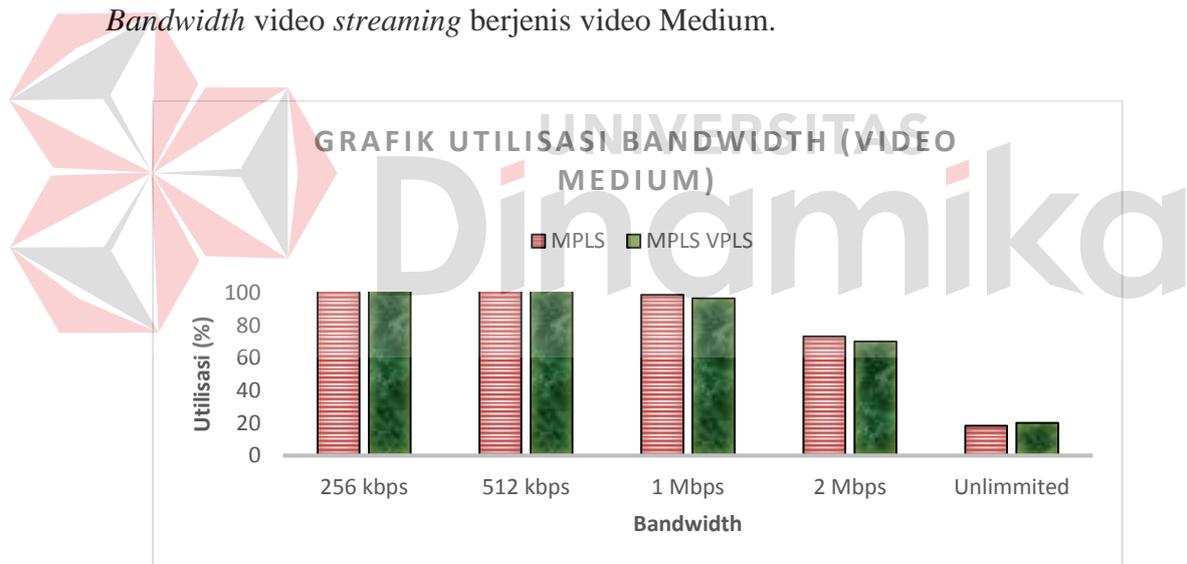
nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.4 Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video Medium

Bandwidth Limiter	Utilisasi <i>Bandwidth</i> (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	102,899	103,046
512 kbps	101,938	102,383
1 Mbps	98,693	96,547
2 Mbps	73,265	69,998
<i>unlimited</i>	18,400	20,031

Gambar 4.2 merupakan penjelasan berupa grafik Pengujian Utilisasi

Bandwidth video *streaming* berjenis video Medium.



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video Medium

Selanjutnya merupakan Tabel 4.5 yaitu yaitu hasil pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video HD *bandwidth limiter* yang baik digunakan untuk *streaming* video berjenis HD adalah diatas 1 Mbps. Karena memiliki nilai utilisasi *bandwidth* dibawah 100%. Nilai utilisasi *bandwidth* terbaik

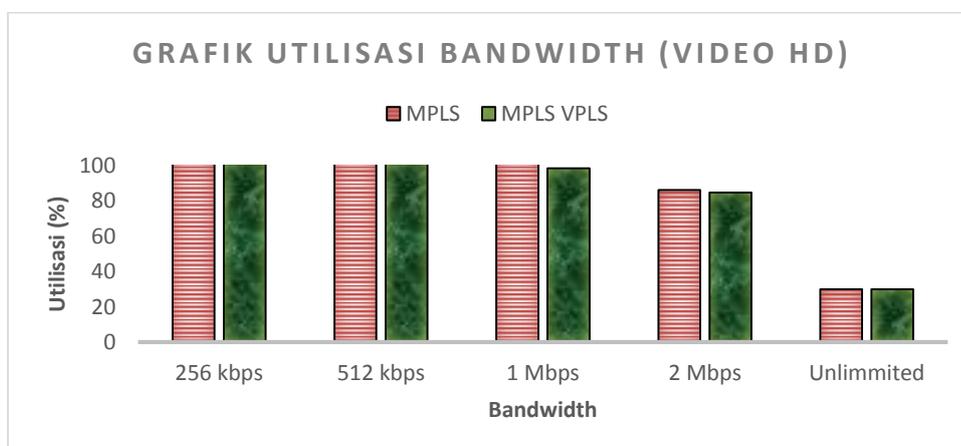
yaitu 29,821%, dan terbesar adalah 102,992 %. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Dari beberapa kali pengujian video *streaming* dapat disimpulkan bahwa rata-rata penggunaan *bandwidth limit* 1 Mbps keatas mendapatkan prosentase dibawah 100%. Jadi dapat disimpulkan bahwa *bandwidth limit* yang baik digunakan untuk *streaming* video adalah menggunakan *bandwith limit* diatas 1 Mbps.

Tabel 4.5 Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video HD

Bandwidth Limiter	Utilisasi <i>Bandwidth</i> (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	102,121	102,992
512 kbps	102,240	102,221
1 Mbps	101,890	98,374
2 Mbps	85,993	84,554
<i>unlimited</i>	29,971	29,821

Gambar 4.3 Merupakan penjelasan berupa grafik Pengujian Utilisasi *bandwidth* video *streaming* berjenis video HD



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* video *streaming* berjenis video HD

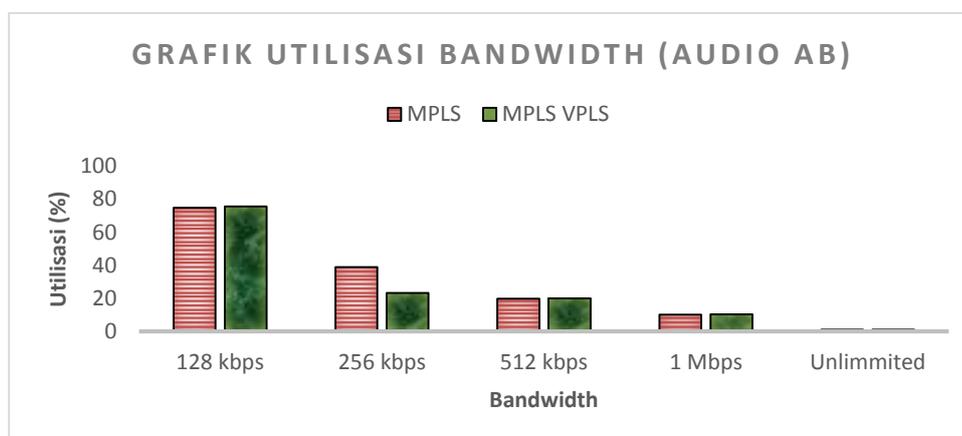
Selanjutnya merupakan Tabel 4.6 yaitu hasil pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio Ab. *bandwidth limiter* yang baik digunakan untuk *streaming* audio berjenis Ab adalah diatas 128 kbps. karena *bandwidth* 128 kbps memiliki nilai Utilisasi *Bandwidth* di bawah 100%. Dan nilai Utilisasi *bandwidth* terbaik yaitu 1,025% dan yang terbesar adalah 75,602%. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.6 Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio Ab

Bandwidth Limiter	Utilisasi <i>Bandwidth</i> (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	74,718	75,602
256 kbps	38,874	23,189
512 kbps	19,804	19,987
1 Mbps	10,175	10,248
<i>unlimited</i>	1,025	1,034

Gambar 4.4 Merupakan penjelasan berupa grafik Pengujian Utilisasi

Bandwidth audio *streaming* berjenis audio Ab.

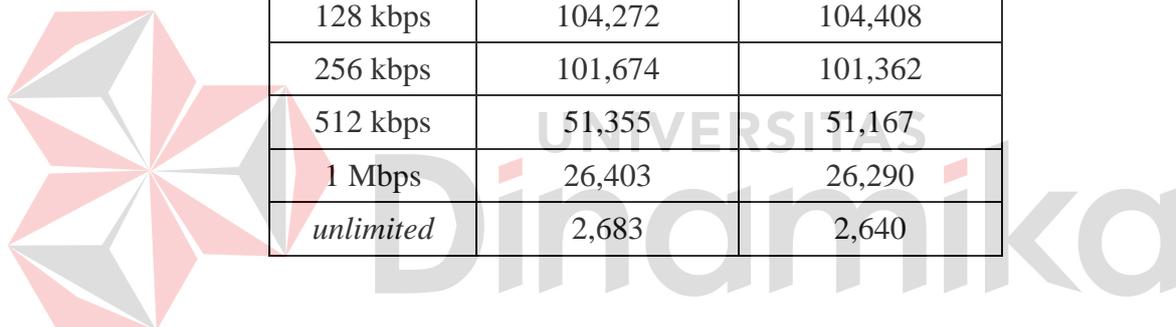


Gambar 4.4 Grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio Ab

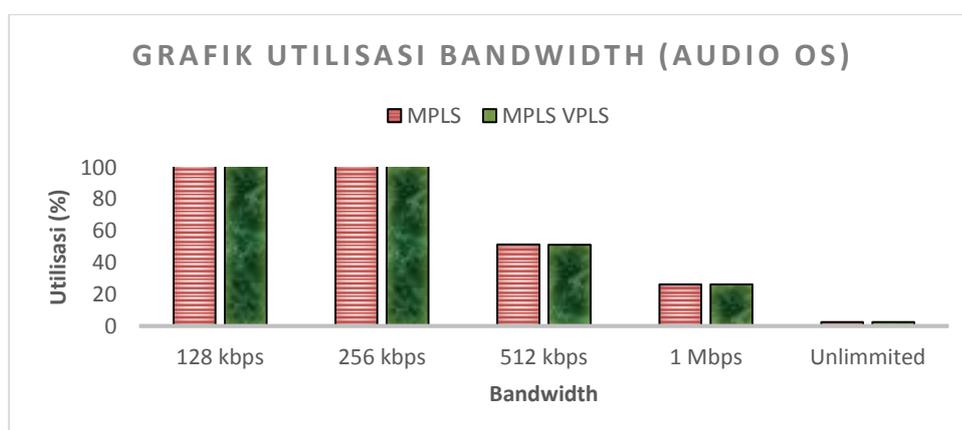
Selanjutnya merupakan Tabel 4.7 yaitu hasil pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio OS. *Bandwidth limiter* yang baik digunakan untuk *streaming* audio berjenis Ab adalah diatas 512 kbps. karena memiliki nilai Utilisasi *Bandwidth* dibawah 100%, dan nilai Utilisasi *bandwidth* terbaik adalah 2,640%, dan yang terbesar adalah 104, 408%. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.7 Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio OS

Bandwidth Limiter	Utilisasi <i>Bandwidth</i> (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	104,272	104,408
256 kbps	101,674	101,362
512 kbps	51,355	51,167
1 Mbps	26,403	26,290
<i>unlimited</i>	2,683	2,640



Gambar 4.5 Merupakan penjelasan berupa grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio OS.



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio OS.

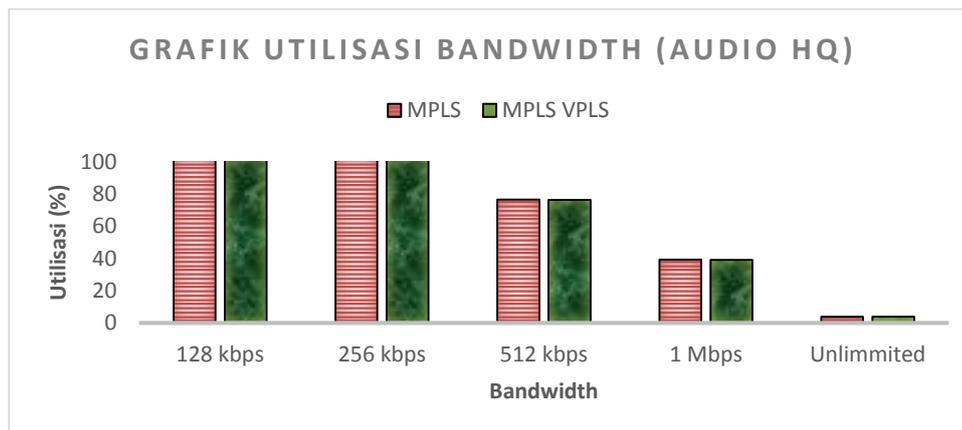
Selanjutnya merupakan Tabel 4.8 yaitu hasil pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio HQ. *Bandwidth limiter* yang baik digunakan untuk *streaming* audio berjenis HQ adalah diatas 512 kbps. Karena memiliki nilai Utilisasi *Bandwidth* dibawah 100%, dan nilai Utilisasi *bandwidth* terbaik adalah 3,929%, dan yang terbesar adalah 103, 074%. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Dari beberapa kali pengujian audio *streaming* dapat disimpulkan bahwa rata-rata penggunaan *bandwidth limit* 512 kbps keatas mendapatkan prosentase dibawah 100%. Jadi dapat disimpulkan bahwa *bandwidth limit* yang baik digunakan untuk *streaming* audio adalah menggunakan *bandwith limit* diatas 512 kbps.

Tabel 4.8 Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio HQ

Bandwidth Limiter	Utilisasi <i>Bandwidth</i> (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	103,054	103,074
256 kbps	102,439	102,391
512 kbps	76,660	76,391
1 Mbps	39,349	39,223
<i>unlimited</i>	3,939	3,929

Gambar 4.6 Merupakan penjelasan berupa grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio HQ.



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Utilisasi *Bandwidth* audio *streaming* berjenis audio HQ.

4.2.1.2. Pengujian *Latency*

Menurut Sofana (2011), *Latency* adalah lamanya 1 paket data sampai destinasi. Variansi dari *latency* disebut sebagai *jitter*. *Jitter* dapat didefinisikan sebagai *delay* yang diakibatkan oleh panjang-panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, atau waktu yang diperlukan dalam proses transmisi data.

Berikut merupakan Variasi *Latency* menurut ITU-T G.1010 (Agung, 2012)

- Sangat bagus → 0 ms
- Bagus → 0 - 75 ms
- Sedang → 76 – 125 ms
- Jelek → 125 – 225 ms

Berikut merupakan hasil pengujian variasi *Latency streaming* audio dan *streaming* video.

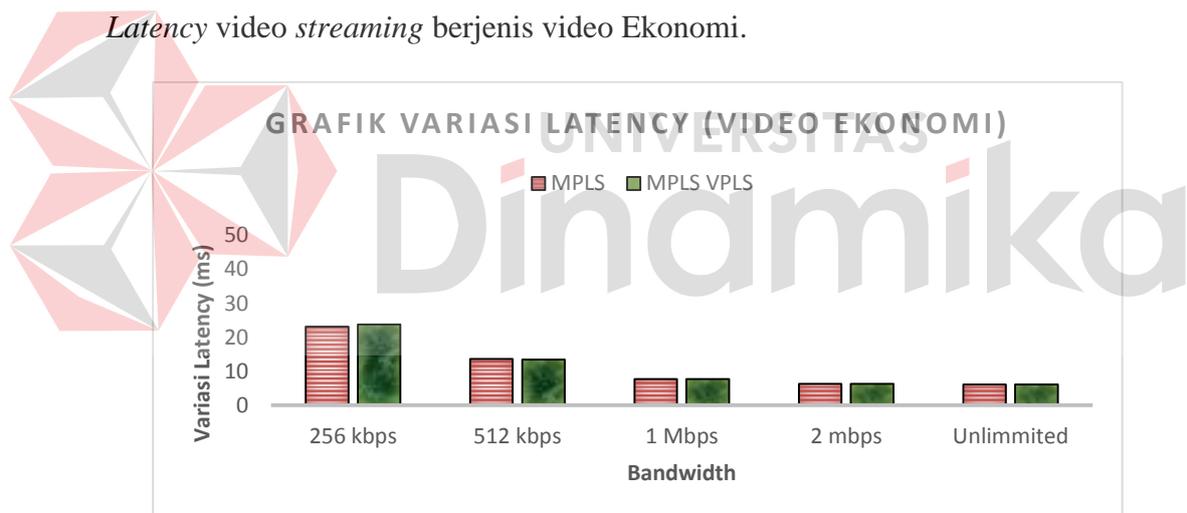
Pada tabel 4.9 Variasi *Latency* dari pengujian video *streaming* pada video Ekonomi, MPLS VPLS rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan MPLS. Selain itu MPLS VPLS dan MPLS memiliki Variasi *Latency* berkategori Bagus menurut ITU-T G.1010, karena berada pada kisaran 0 ms sampai dengan 75 ms. Dan nilai Variasi *Latency* paling buruk adalah sebesar 23,763 ms, dan variasi

Latency paling baik adalah 6,082 ms. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.9 Pengujian variasi *Latency* video *streaming* berjenis video Ekonomi

Bandwidth Limiter	Variasi <i>Latency</i> (ms)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	23,135	23,763
512 kbps	13,643	13,454
1 Mbps	7,666	7,660
2 Mbps	6,293	6,282
<i>unlimited</i>	6,151	6,082

Gambar 4.7 Merupakan penjelasan berupa grafik dari Pengujian Variasi



Gambar 4.7 Grafik Pengujian Variasi *Latency* video *streaming* berjenis video Ekonomi

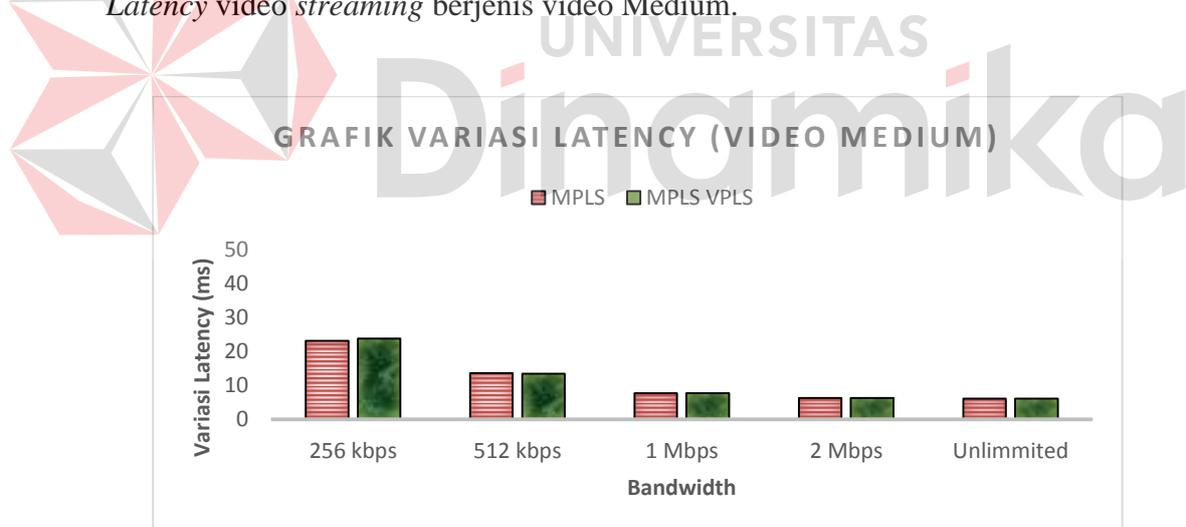
Pada tabel 4.10 Variasi *Latency* dari pengujian video *streaming* pada video Medium, MPLS VPLS rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan MPLS. Selain itu MPLS VPLS dan MPLS memiliki Variasi *Latency* berkategori Bagus menurut ITU-T G.1010, karena berada pada kisaran 0 ms sampai dengan 75 ms. Dan nilai Variasi *Latency* paling buruk adalah sebesar 23,763 ms, dan nilai

Variasi *Latency* paling baik adalah 4,378 ms. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.10 Pengujian Variasi *Latency* video *streaming* berjenis video Medium

Bandwidth Limiter	Variasi <i>Latency</i> (ms)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	23,763	22,226
512 kbps	13,211	13,347
1 Mbps	7,715	7,814
2 Mbps	5,596	5,766
<i>unlimited</i>	4,661	4,378

Gambar 4.8 Merupakan penjelasan berupa grafik dari Pengujian Variasi *Latency* video *streaming* berjenis video Medium.



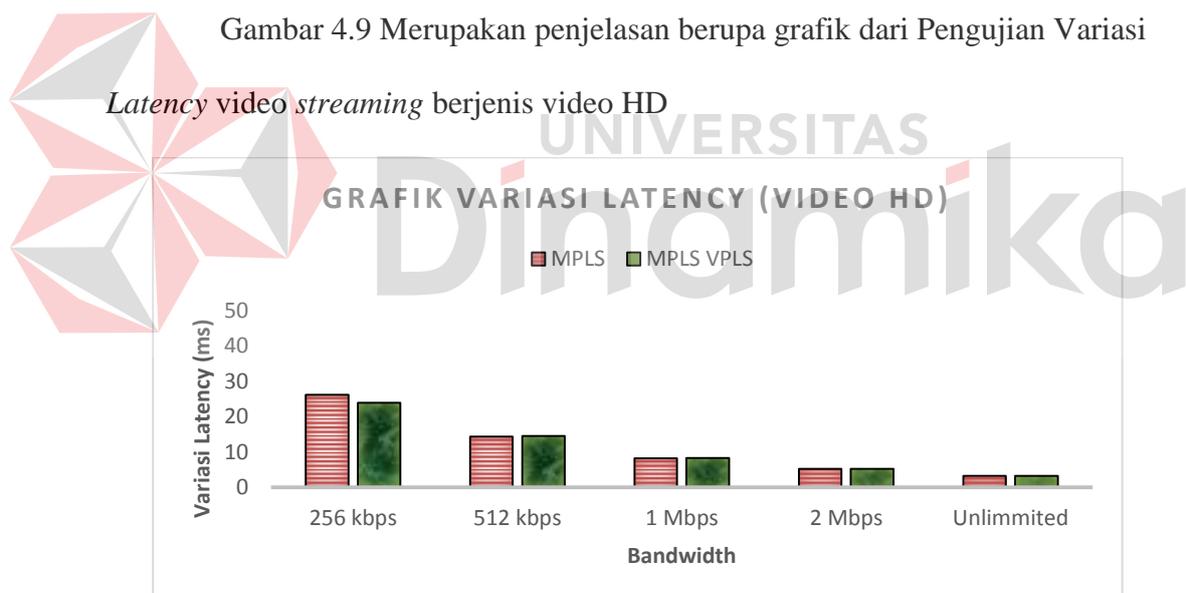
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Variasi *Latency* video *streaming* berjenis video Medium.

Pada tabel 4.11 Variasi *Latency* dari pengujian video *streaming* pada video HD, MPLS VPLS rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan MPLS. Selain itu MPLS VPLS dan MPLS memiliki Variasi *Latency* berkategori Bagus menurut ITU-T G.1010, karena berada pada kisaran 0 ms sampai dengan 75 ms. Dan nilai

Variasi *Latency* paling buruk adalah sebesar 26,346 ms, dan nilai Variasi *Latency* paling baik adalah 3,234 ms. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.11 Pengujian Variasi *Latency* video *streaming* berjenis video HD

Bandwidth Limiter	Variasi <i>Latency</i> (ms)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	26,246	23,944
512 kbps	14,365	14,537
1 Mbps	8,283	8,335
2 Mbps	5,229	5,286
<i>unlimited</i>	3,234	3,246



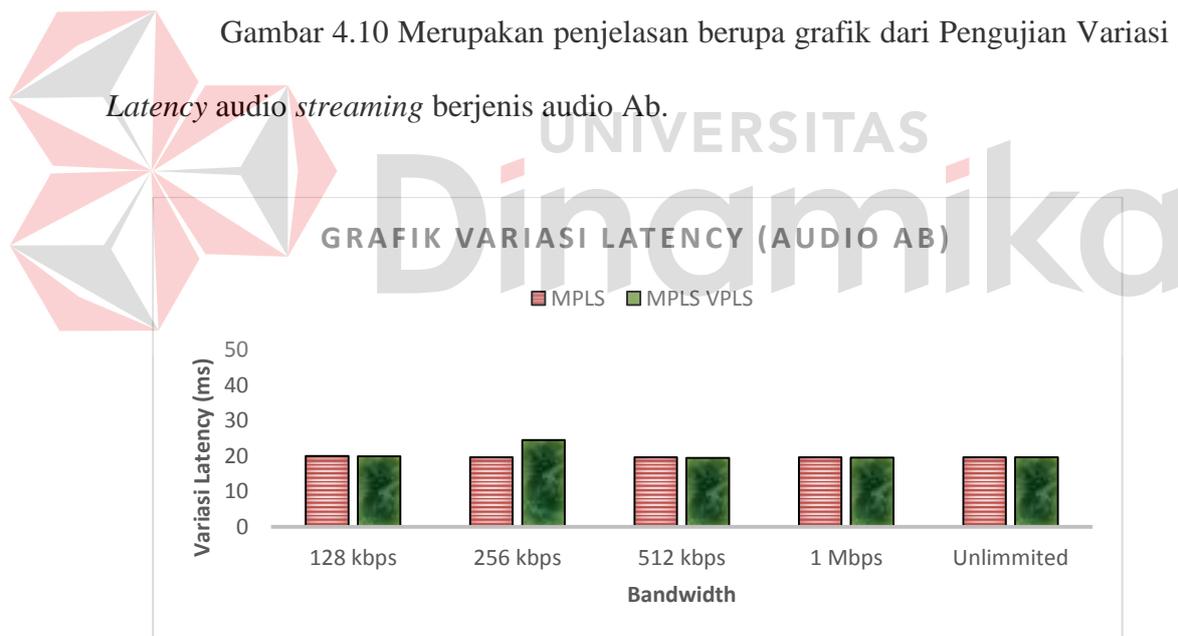
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Variasi *Latency* video *streaming* berjenis video HD

Pada tabel 4.12 Variasi *Latency* dari dari pengujian audio *streaming* pada audio Ab, MPLS VPLS rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan MPLS. Selain itu MPLS VPLS dan MPLS memiliki Variasi *Latency* berkategori Bagus menurut ITU-T G.1010, karena berada pada kisaran 0 ms sampai dengan 75 ms. Dan nilai Variasi *Latency* paling buruk adalah sebesar 20,033 ms, dan nilai

Variasi *Latency* paling baik adalah 19,632 ms. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.12 Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio Ab

Bandwidth Limiter	Variasi <i>Latency</i> (ms)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	20,033	19,932
256 kbps	19,675	24,492
512 kbps	19,658	19,518
1 Mbps	19,624	19,585
<i>unlimited</i>	19,632	19,665



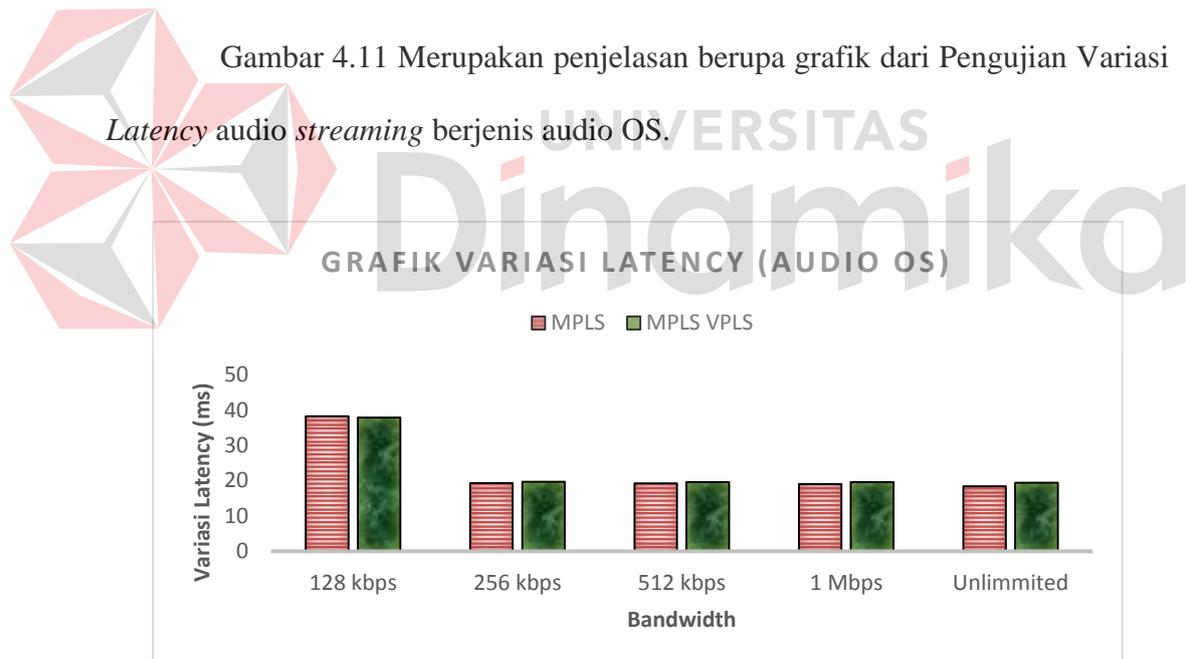
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio Ab.

Pada tabel 4.13 Variasi *Latency* dari pengujian audio *streaming* pada audio OS, MPLS VPLS rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan MPLS. Selain itu MPLS VPLS dan MPLS memiliki Variasi *Latency* berkategori Bagus menurut ITU-T G.1010, karena berada pada kisaran 0 ms sampai dengan 75 ms. Dan nilai

Variasi *Latency* paling buruk adalah sebesar 38,203 ms, dan nilai Variasi *Latency* paling baik adalah 18,432 ms. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.13 Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio OS

Bandwidth Limiter	Variasi <i>Latency</i> (ms)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	38,203	37,820
256 kbps	19,312	19,686
512 kbps	19,246	19,631
1 Mbps	19,077	19,582
<i>unlimited</i>	18,432	19,450



Gambar 4.11 Grafik Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio OS.

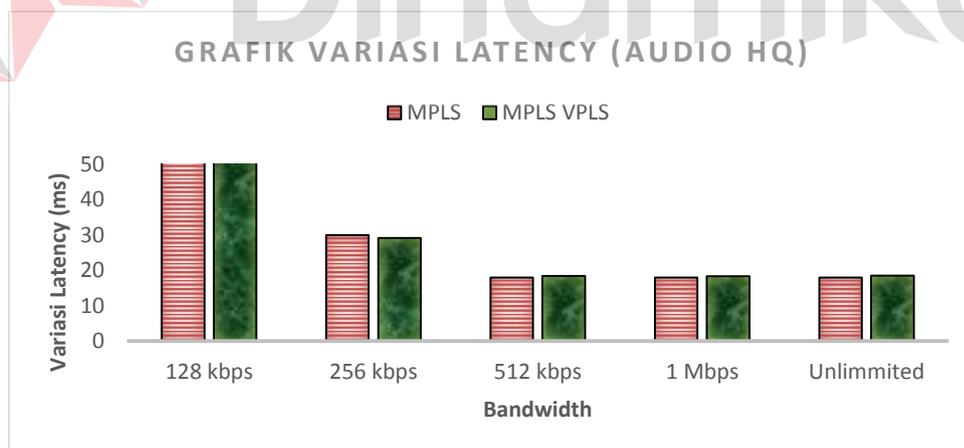
Pada tabel 4.14 Variasi *Latency* dari pengujian audio *streaming* pada audio HQ, MPLS VPLS rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan MPLS. Selain itu MPLS VPLS dan MPLS memiliki Variasi *Latency* berkategori Bagus menurut

ITU-T G.1010, karena berada pada kisaran 0 ms sampai dengan 75 ms. Dan nilai Variasi *Latency* paling buruk adalah sebesar 38,203 ms, dan nilai Variasi *Latency* paling baik adalah 18,432 ms. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.14 Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio HQ

Bandwidth Limiter	Variasi <i>Latency</i> (ms)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	54,976	54,942
256 kbps	29,965	29,183
512 kbps	17,953	18,435
1 Mbps	17,972	18,360
<i>unlimited</i>	17,934	18,482

Gambar 4.12 Merupakan penjelasan berupa grafik dari Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio HQ.



Gambar 4.12 Grafik Pengujian Variasi *Latency* audio *streaming* berjenis audio HQ.

4.2.1.3. Pengujian *Packet Loss*

Packet Loss merupakan hilangnya paket data di dalam transmisi data. Menurut Agung (2012), terdapat rekomendasi dari ITU-T G.1010 untuk *packet loss* :

- Sangat bagus → 0 %
- Bagus → 1 s/d 3 %
- Sedang → 4 s/d 15 %
- Jelek → 16 s/d 100 %

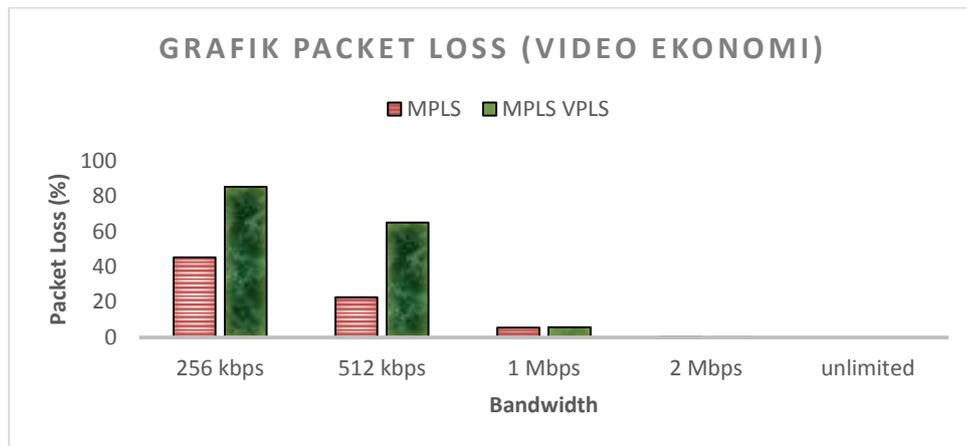
Pengujian akan dilakukan dengan cara mengambil data seperti halnya pada pengujian Utilisasi *bandwidth*, dan *jitter*. berikut merupakan hasil pengujiannya.

Pada tabel 4.15 pengujian video *streaming* berjenis video ekonomi memiliki nilai *packet loss* yang berada pada semua kategori, yaitu jelek, sedang, bagus, dan sangat bagus. Kategori yang paling bagus yaitu 0% dan yang mengikuti kategori paling jelek yaitu 85,3 %.

Tabel 4.15 Pengujian *Packet Loss* video *streaming* berjenis video Ekonomi

Bandwidth Limiter	Packet Loss (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	45,4	85,3
512 kbps	22,7	65,1
1 Mbps	5,6	5,7
2 Mbps	0,3	0,2
<i>unlimited</i>	0	0

Gambar 4.13 Merupakan penjelasan berupa grafik dari *Packet Loss* video *streaming* berjenis video ekonomi.



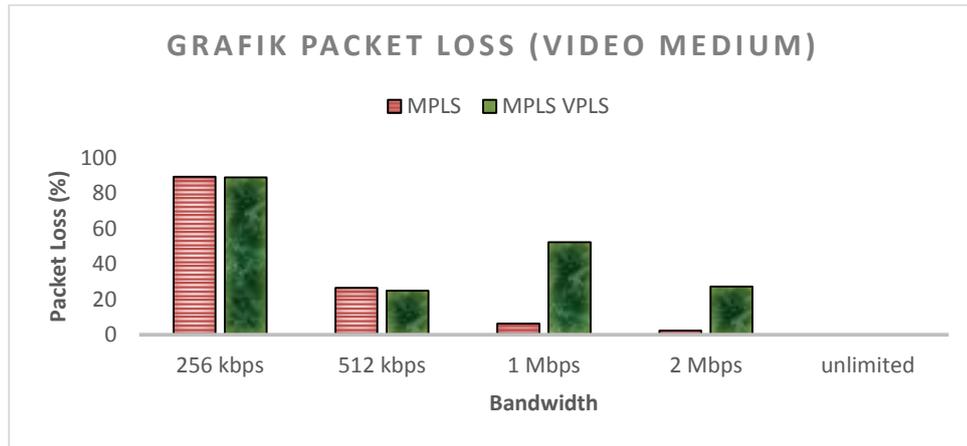
Gambar 4.13 Grafik Pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video HQ.

Pada tabel 4.16 sama seperti pengujian pada jenis video sebelumnya, pengujian video *streaming* berjenis video medium memiliki nilai *packet loss* yang berada pada semua kategori, yaitu jelek, sedang, bagus, dan sangat bagus. Kategori yang paling bagus yaitu 0% dan yang mengikuti kategori paling jelek yaitu 89,4 %.

Tabel 4.16 Pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video Medium

Bandwidth Limiter	Packet Loss (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	89,4	89,0
512 kbps	26,5	25,0
1 Mbps	6,4	52,4
2 Mbps	2,4	27,3
<i>unlimited</i>	0,0	0,0

Gambar 4.14 Merupakan penjelasan berupa grafik dari Pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video medium.



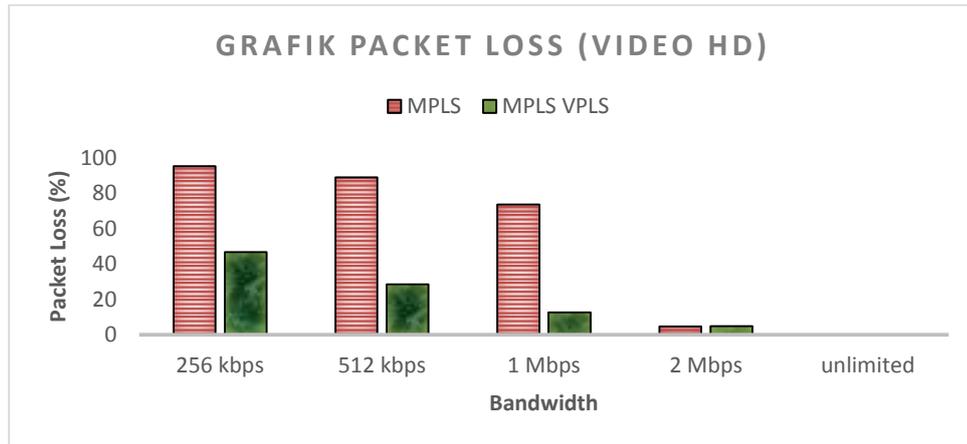
Gambar 4.14 Grafik Pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video medium.

Pada tabel 4.17 sama seperti pengujian pada jenis video sebelumnya, pengujian video *streaming* berjenis video medium memiliki nilai *packet loss* yang berada pada semua kategori, yaitu jelek, sedang, bagus, dan sangat bagus. Kategori yang paling bagus yaitu 0% dan yang mengikuti kategori paling jelek yaitu 95,3 %.

Tabel 4.17 Pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video HD

Bandwidth Limiter	Packet Loss (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	95,3	46,7
512 kbps	89,0	28,5
1 Mbps	73,6	12,6
2 Mbps	4,7	4,9
<i>unlimited</i>	0,0	0,0

Gambar 4.15 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video HD.



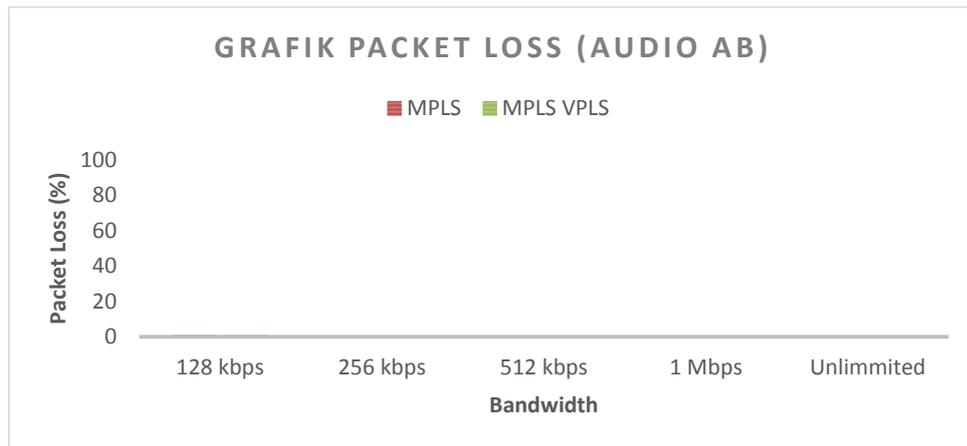
Gambar 4.15 Grafik pengujian *Packet Loss* video streaming berjenis video HD.

Pada tabel 4.18 merupakan pengujian pada jenis audio Ab, pengujian audio streaming berjenis audio Ab memiliki nilai *packet loss* yang berada pada kategori sangat bagus. Kategori yang paling bagus yaitu 0% dan yang mengikuti kategori paling jelek yaitu 0,9 %.

Tabel 4.18 Pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio Ab

Bandwidth Limiter	Packet Loss (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	0,5	0,9
256 kbps	0,0	0,0
512 kbps	0,0	0,0
1 Mbps	0,0	0,0
<i>unlimited</i>	0,0	0,0

Gambar 4.16 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio Ab.



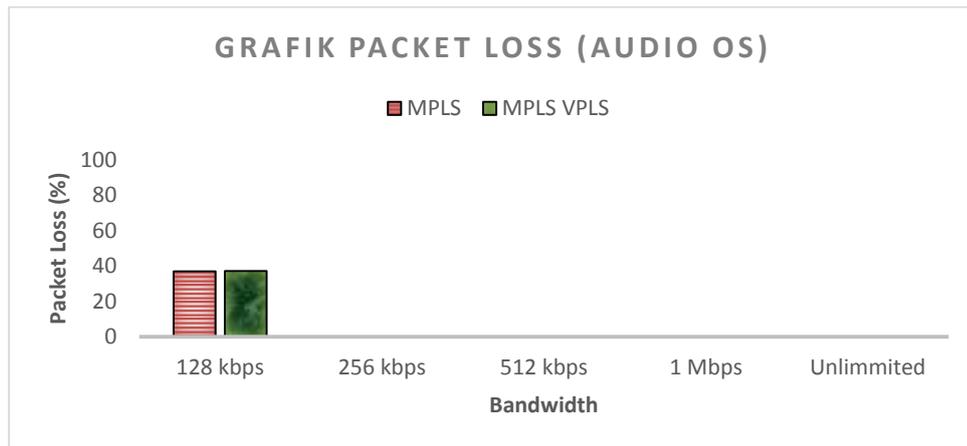
Gambar 4.16 Grafik pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio Ab.

Pada tabel 4.19 merupakan pengujian pada jenis audio OS, pengujian audio streaming berjenis audio OS memiliki nilai *packet loss* yang berada pada kategori jelek, sedang, bagus, sangat bagus. Kategori yang paling bagus yaitu 0% dan yang mengikuti kategori paling jelek yaitu 37,2 %.

Tabel 4.19 Pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio OS

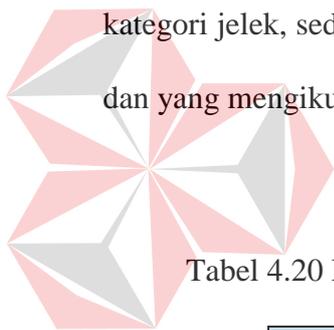
Bandwidth Limiter	Packet Loss (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	37,1	37,2
256 kbps	0,0	0,0
512 kbps	0,0	0,0
1 Mbps	0,0	0,0
<i>unlimited</i>	0,0	0,0

Gambar 4.17 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio OS



Gambar 4.17 Grafik pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio OS

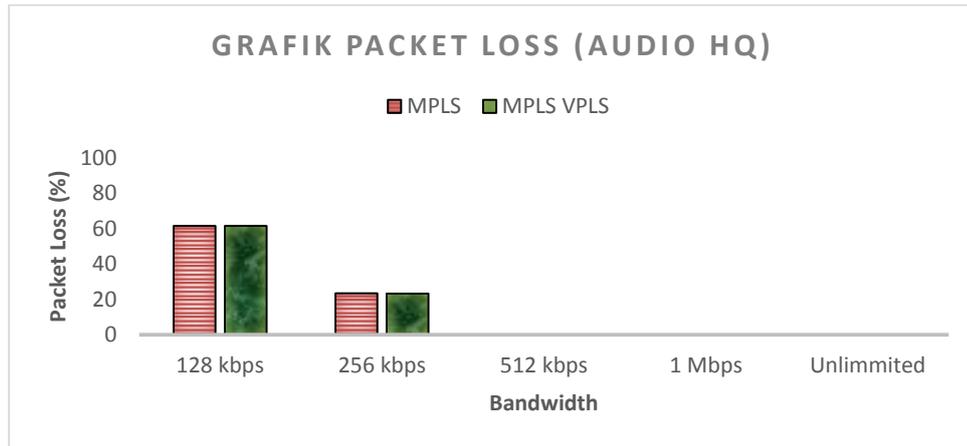
Pada tabel 4.20 merupakan pengujian pada jenis audio HQ, pengujian audio streaming berjenis audio HQ memiliki nilai *packet loss* yang berada pada kategori jelek, sedang, bagus, sangat bagus. Kategori yang paling bagus yaitu 0% dan yang mengikuti kategori paling jelek yaitu 61,6 %.



Tabel 4.20 Pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio HQ

Bandwidth Limiter	Packet Loss (%)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	61,6	61,6
256 kbps	23,5	23,3
512 kbps	0,0	0,0
1 Mbps	0,0	0,0
<i>unlimited</i>	0,0	0,0

Gambar 4.18 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio HQ



Gambar 4.18 Grafik pengujian *Packet Loss* audio streaming berjenis audio HQ

4.2.1.2 Pengujian *Bandwidth Delay Product*

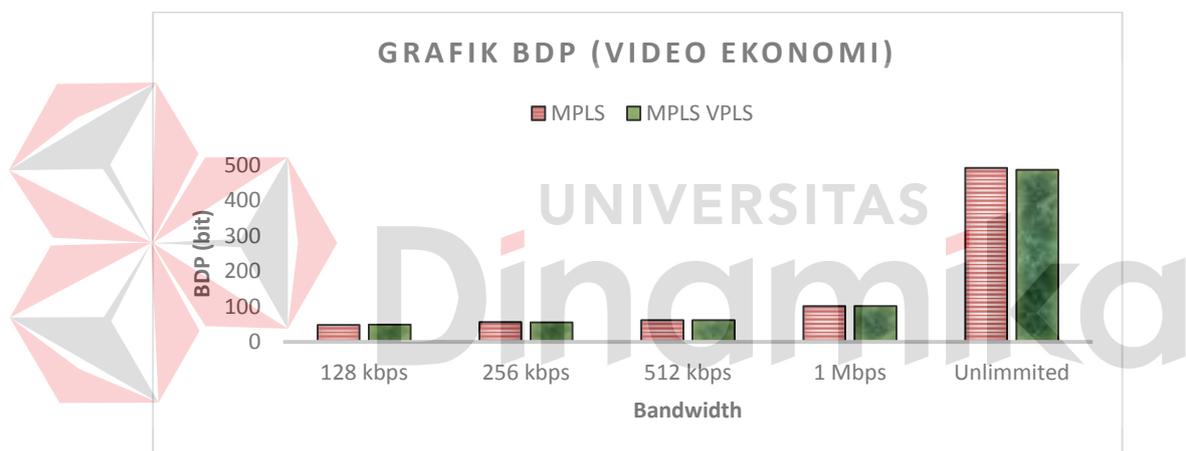
Bandwidth Delay Product merupakan perkalian antara *bandwidth* dan *Round Trip Time*, dengan tujuan untuk mencari tahu kualitas jaringan yang memiliki ke efisienan penggunaan *bandwidth* yang paling baik. Semakin sedikit penggunaan *bandwidth*, semakin bagus kualitas jaringan tersebut. Berikut hasil dari pengujian *BDP* pada video streaming dan audio streaming.

Pada tabel 4.21 pengujian *bandwidth delay product* pada video streaming berjenis video ekonomi, menunjukkan nilai *bandwidth delay product* yang paling besar dengan nilai 492,080 bits, dan yang paling rendah adalah 47,380 bits. Dan rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.21 Pengujian *BDP* video *streaming* berjenis Video Ekonomi

Bandwidth Limiter	Bandwidth Delay Product (bit)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	47,380	48,667
512 kbps	55,882	55,108
1 Mbps	61,328	61,280
2 Mbps	100,688	100,512
<i>unlimited</i>	492,080	486,560

Gambar 4.19 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Bandwidth Delay Product* video *streaming* berjenis video ekonomi.



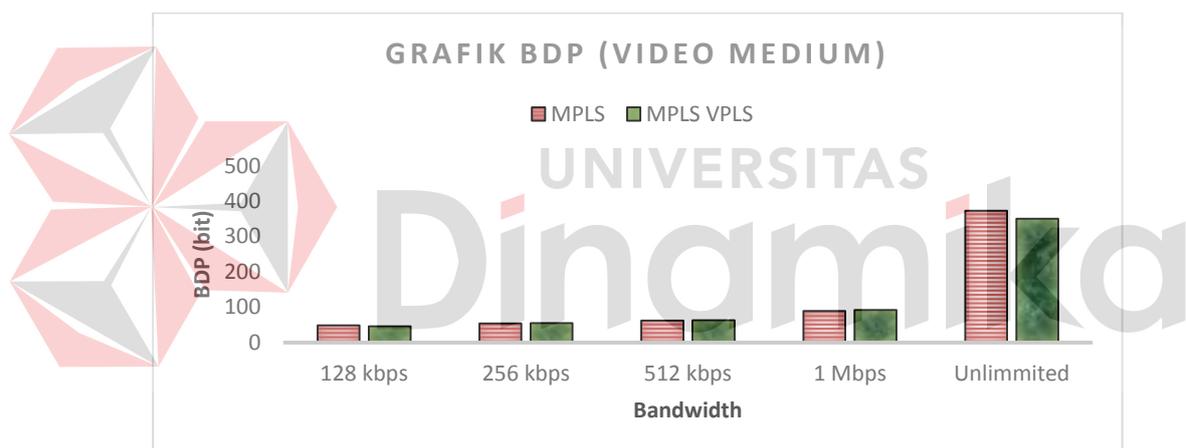
Gambar 4.19 Grafik pengujian *Bandwidth Delay Product* video *streaming* berjenis video ekonomi.

Pada tabel 4.22 pengujian *bandwidth delay product* pada video *streaming* berjenis video medium, menunjukkan nilai *bandwidth delay product* yang paling besar dengan nilai 372,880 bits, dan yang paling rendah adalah 45,519 bits. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.22 Pengujian *BDP* video *streaming* berjenis Video Medium

Bandwidth Limiter	Bandwidth Delay Product (bit)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	48,667	45,519
512 kbps	54,112	54,669
1 Mbps	61,720	62,512
2 Mbps	89,536	92,256
<i>unlimited</i>	372,880	350,240

Gambar 4.20 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Bandwidth Delay Product* video *streaming* berjenis video Medium.



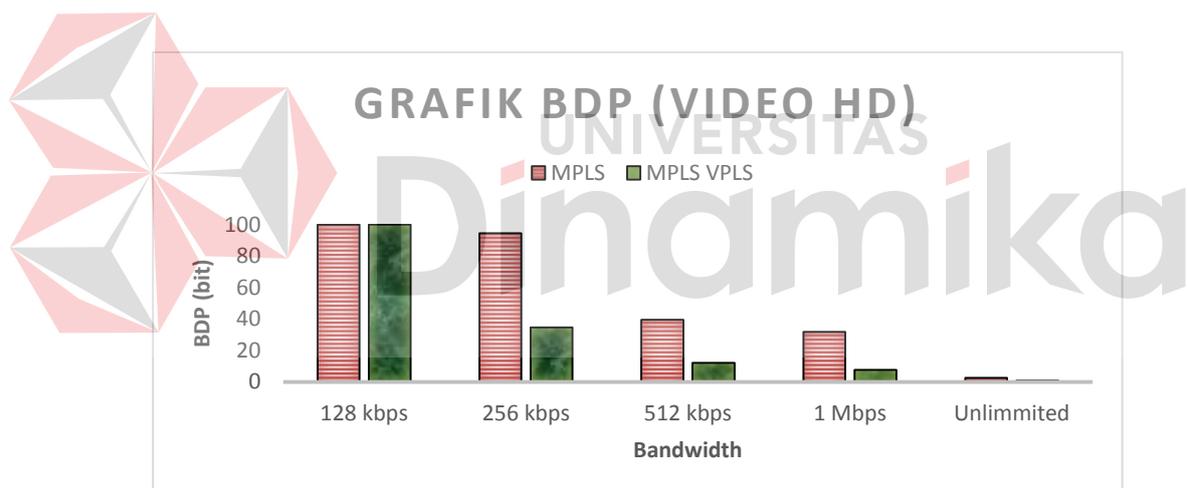
Gambar 4.20 Grafik pengujian *Bandwidth Delay Product* video *streaming* berjenis video Medium.

Pada tabel 4.23 pengujian *bandwidth delay product* pada video *streaming* berjenis video HD, menunjukkan nilai *bandwidth delay product* yang paling besar dengan nilai 259,680 bits, dan yang paling rendah adalah 49,037 bits. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.23 Pengujian *BDP* video *streaming* berjenis Video HD

Bandwidth Limiter	Bandwidth Delay Product (bit)	
	MPLS	MPLS VPLS
256 kbps	53,752	49,037
512 kbps	58,839	59,544
1 Mbps	66,264	66,680
2 Mbps	83,664	84,576
<i>unlimited</i>	258,720	259,680

Gambar 4.21 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Bandwidth Delay Product* video *streaming* berjenis video HD.



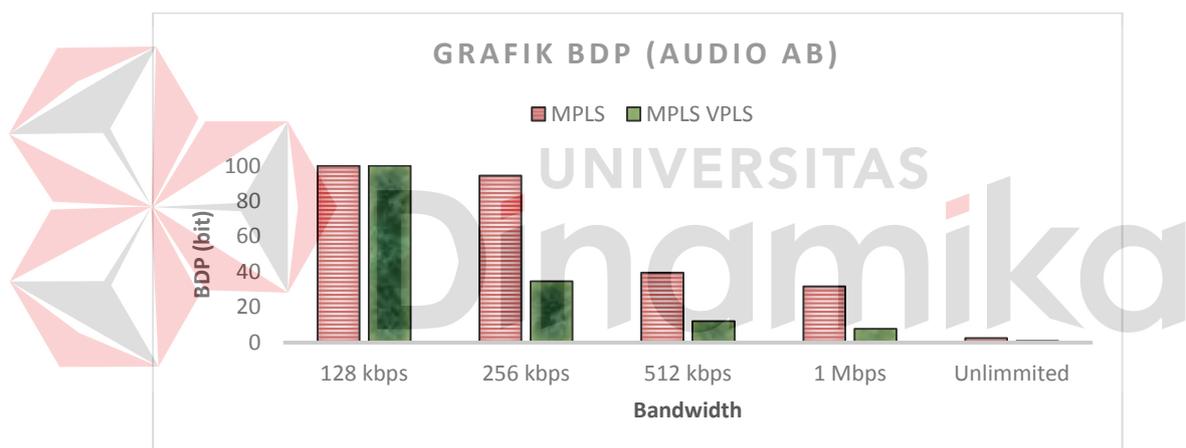
Gambar 4.21 Grafik pengujian *Delay Product* video *streaming* berjenis video HD.

Pada tabel 4.24 pengujian *bandwidth delay product* pada audio *streaming* berjenis audio Ab, menunjukkan nilai *bandwidth delay product* yang paling besar dengan nilai 1573,200 bits, dan yang paling rendah adalah 40,821 bits. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.24 Pengujian *BDP* audio *streaming* berjenis audio Ab

Bandwidth Limiter	<i>Bandwidth Delay Product (bit)</i>	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	41,028	40,821
256 kbps	80,589	100,319
512 kbps	157,264	156,144
1 Mbps	313,984	313,360
<i>unlimited</i>	1.570,560	1.573,200

Gambar 4.22 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Bandwidth Delay Product* audio *streaming* berjenis audio Ab.



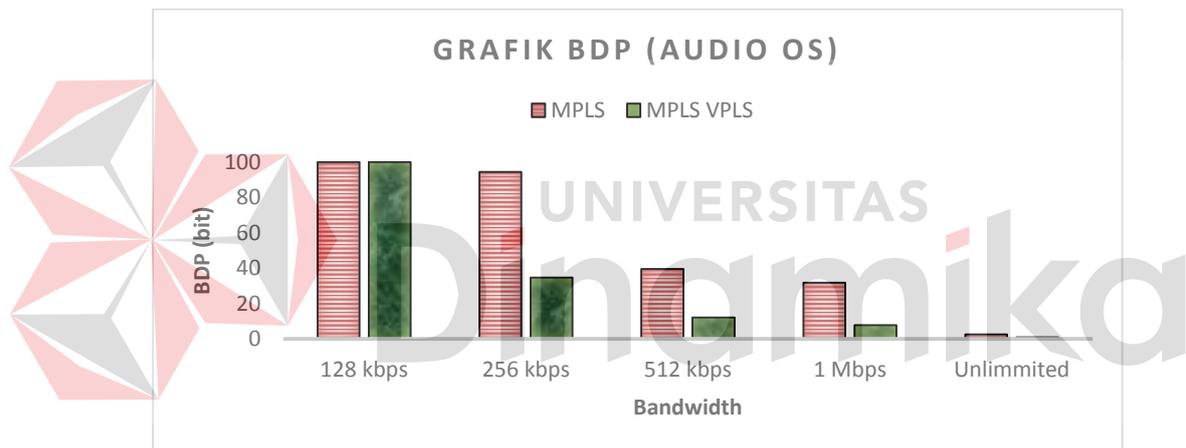
Gambar 4.22 Grafik pengujian *Bandwidth Delay Product* audio *streaming* berjenis audio Ab.

Pada tabel 4.25 pengujian *bandwidth delay product* pada audio *streaming* berjenis audio OS, menunjukkan nilai *bandwidth delay product* yang paling besar dengan nilai 1556,000 bits, dan yang paling rendah adalah 77,455 bits. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.25 Pengujian *BDP* audio *streaming* berjenis audio OS

Bandwidth Limiter	Bandwidth Delay Product (bit)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	78,240	77,455
256 kbps	79,102	80,634
512 kbps	153,968	157,048
1 Mbps	305,232	313,312
<i>unlimited</i>	1.474,560	1.556,000

Gambar 4.23 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Bandwidth Delay Product* audio *streaming* berjenis audio OS.



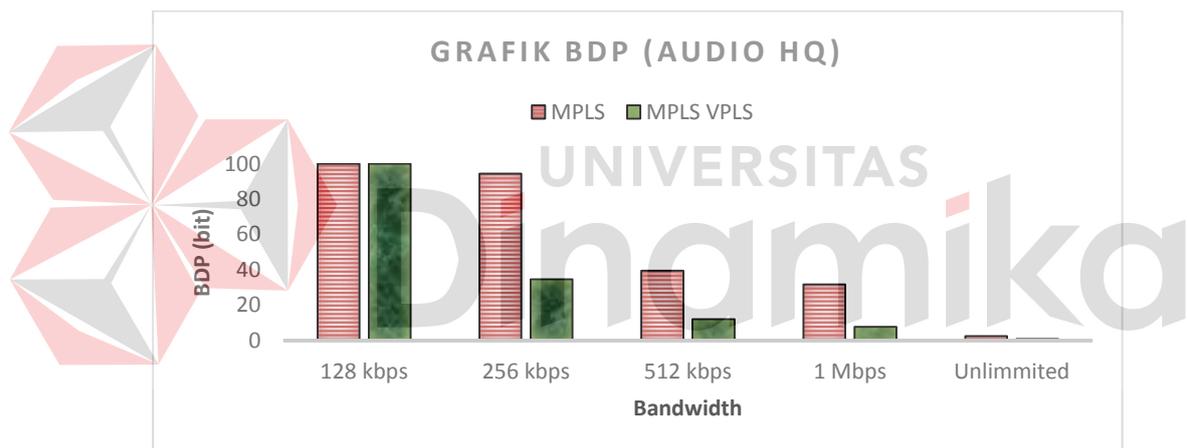
Gambar 4.23 Grafik pengujian *Bandwidth Delay Product* audio *streaming* berjenis audio OS.

Pada tabel 4.26 pengujian *bandwidth delay product* pada audio *streaming* berjenis audio HQ, menunjukkan nilai *bandwidth delay product* yang paling besar dengan nilai 1478,560 bits, dan yang paling rendah adalah 119,534 bits. Serta rata-rata nilai yang didapatkan antara MPLS dan MPLS-VPLS memiliki perbedaan nilai yang tidak begitu signifikan.

Tabel 4.27 Pengujian *BDP* audio streaming berjenis audio HQ

Bandwidth Limiter	Bandwidth Delay Product (bit)	
	MPLS	MPLS VPLS
128 kbps	112,591	112,521
256 kbps	122,737	119,534
512 kbps	143,624	147,480
1 Mbps	287,552	293,760
<i>unlimited</i>	1.434,720	1.478,560

Gambar 4.24 Merupakan penjelasan berupa grafik dari pengujian *Bandwidth Delay Product* audio streaming berjenis audio HQ.



Gambar 4.24 Grafik pengujian *Bandwidth Delay Product* audio streaming berjenis audio HQ.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

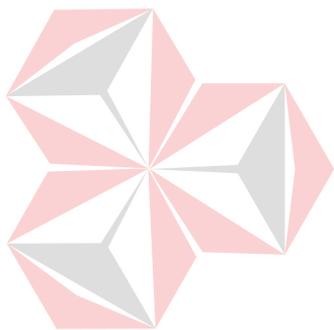
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada implementasi VPLS pada jaringan MPLS pada mikrotik didapatkan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai pengujian Utilisasi *Bandwidth* terbaik pada *video streaming* adalah 12,859 %, dan untuk *audio streaming* adalah 1,025%.
2. Nilai pengujian *Latency* terbaik pada *video streaming* adalah 6,082 ms, dan untuk *audio streaming* adalah 17,934 %.
3. Nilai pengujian *Packet Loss* terbaik pada *video streaming* adalah 0,0%, dan untuk *audio streaming* adalah 0,0%.
4. Nilai pengujian *Bandwidth Delay Product* terbaik pada *video streaming* adalah 492,080 bits, dan untuk *audio streaming* adalah 1573,200 bits.
5. Berdasarkan Pengujian Utilisasi *Bandwidth*, *Latency*, *Packet Loss*, dan *bandwidth delay product*, pada *video* dan *audio streaming*, penerapan *Network MPLS* dan *MPLS VPLS* tidak mengalami perbedaan nilai yang cukup besar.
6. Kebutuhan minimum *bandwidth* untuk mengakses *video streaming* dengan kualitas terbaik adalah dengan menggunakan *bandwidth* 1 Mbps.
7. Kebutuhan minimum *bandwidth* untuk mengakses *audio streaming* dengan kualitas terbaik adalah dengan menggunakan *bandwidth* 512 kbps.

5.2. Saran

Berikut ini terdapat beberapa saran yang penulis berikan untuk Implementasi VPLS pada jaringan MPLS menggunakan router mikrotik menggunakan data multimedia sebagai bahan analisis adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *Bandwidth limit* minimum untuk mengakses *video streaming* adalah dengan menggunakan *bandwidth limit* 1 Mbps.
2. Penggunaan *Bandwidth limit* minimum untuk mengakses *audio streaming* adalah dengan menggunakan *bandwidth limit* 512 kbps.



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR PUSTAKA

- Afis, A. (2010). Rancang Bangun dan Analisa QoS Audio dan Video Streaming pada Jaringan MPLS VPN. *D4 Teknik Telekomunikasi, PENS-ITS, Surabaya*.
- Ayu, D. (2010). Analisa Aplikasi VoIP pada Jaringan Berbasis MPLS. *D4 Teknik Telekomunikasi, PENS-ITS, Surabaya*.
- Dwi, I. (2010). Analisa QoS pada Jaringan MPLS IPv6 Berbasis Routing OSPF. *D4 Teknik Telekomunikasi, PENS-ITS, Surabaya*.
- Hendriyanto, D. F. (2009). Kajian Penggunaan Mikrotik Router OS Sebagai Router Pada Jaringan Komputer. *Teknik Informatika, Universitas Sriwijaya, Palembang*.
- Herlingga, A. C. (2013). VPLS Tunnel Untuk Kebutuhan Akses Data Pada Backbone Office to Office Menggunakan Mikrotik. *D3 Management Informatika, UNESA, Surabaya*.
- Ilmukomputer. (2013, Mei 28). *Wireshark*. Diambil kembali dari Ilmu Komputer: <http://ilmukomputer.org/2013/05/28/wireshark>
- Khalid, M. N. (t.thn.). Simulation Based Comparison of SCTP, DCCP and UDP Using MPEG-4 Traffic Over Mobile WiMAX/IEEE 802.16e.
- M Zen S Hadi, S. M. (t.thn.). Pengukuran QoS (Quality of Service) pada Streaming Server. *Teknik Telekomunikasi, PENS-ITS Surabaya*.
- Martono, T. (2010, 09). *Konsep Dasar Routing OSPF*. Diambil kembali dari www.tedjo.org: <http://www.tedjo.org/2010/09/konsep-dasar-routing-ospf.html>
- Riadi, I., & Wicaksono, W. P. (2011). Implementasi Quality of Service Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket. *Universitas Ahmad dahlan*.
- Sofana, I. (2009). *Cisco Ccna dan Jaringan Komputer*. Bandung.
- Wijaya, A. B., Hadi, M. S., & Soelistijorini, R. (2012). Analisa QoS Pada Jaringan MPLS VPLS Berbasis Mikrotik. *PENS ITS*.
- Yulianto, W. A. (2014). Implementasi dan Analisis Unjuk Kerja Jaringan Openswan dan Open VPN pada PT. Reliance. *Journal of Control and Network Systems*, 18-23.