

Analisis Performansi *Remote Acces* VPN Menggunakan PPTP dan L2TP Untuk Kebutuhan *Work From Home* (WFH) bagi Karyawan PT Dunia Makmur Jaya

Arivano Kurniawan

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul, Indonesia

E-mail: arivanokurniawan@student.esaunggul.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis performansi remote access VPN dengan PPTP dan L2TP dilihat dari parameter throughput, delay, packet loss, dan jitter serta membandingkan efisiensi penggunaan VPN dengan protokol PPTP dan L2TP tersebut. Proses penelitian dimulai dengan merancang jaringan untuk menentukan topologi yang digunakan dan membuat skenario yang diterapkan pada tunnelling PPTP dan L2TP. Berikutnya melakukan konfigurasi dan menerapkan protokol PPTP dan L2TP pada jaringan eksisting di mana PT Dunia Makmur Jaya sebagai server dan karyawan PT Dunia Makmur Jaya sebagai user. Selanjutnya dilakukan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa antara PPTP dan L2TP memiliki QoS yang hampir sama. Hal ini bisa dilihat dari parameter-parameter QoS itu sendiri yakni Throughput, Delay, Jitter, dan Packet loss. Performansi dari parameter QoS memiliki nilai yang berbeda, tetapi perbedaan yang muncul bukanlah perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci : Remote Acces, VPN, PPTP, L2TP, Throughput, Delay, Packet Loss, Jitter

Abstract

This study aims to analyze the performance of remote access VPN with PPTP and L2TP in terms of throughput, delay, packet loss, and jitter parameters and to compare the efficiency of using VPN with the PPTP and L2TP protocols. The research process begins with designing the network to determine the topology used and creating scenarios that are applied to PPTP and L2TP tunneling. Next, configure and implement the PPTP and L2TP protocols on the existing network where PT Dunia Makmur Jaya is the server and PT Dunia Makmur Jaya employees are the users. Next, testing is carried out. The results of the study show that PPTP and L2TP have almost the same QoS. This can be seen from the QoS parameters themselves, namely Throughput, Delay Jitter and Packet loss. The performance of the QoS parameters have different values, but the differences that appear are not significant differences.

Keywords : Remote Access, VPN, PPTP, L2TP, Throughput, Delay, Packet Loss, and Jitter

PENDAHULUAN

Sejak menyebarnya virus Covid 19, ada arahan pemerintah untuk melakukan WFH. Dengan begitu, tentu ada penyesuaian sistem kerja yang baru pada karyawan. PT Dunia Makmur Jaya merupakan salah satu perusahaan yang menerapkan WFH selama masa pandemi. Untuk kebutuhan tersebut perlu ada remote acces antara PT Dunia Makmur Jaya sebagai server dan karyawan sebagai user. Untuk remote acces dan kontrol ke jaringan, PT Dunia Makmur Jaya dari luar belum memiliki akses tersebut. Untuk menjawab masalah tersebut Virtual Private Network (VPN) dapat memberikan solusi untuk terhubungnya jaringan PT Dunia Makmur Jaya ke jaringan luar.

Virtual Private Network (VPN) adalah layanan yang memungkinkan penggunanya bisa mengakses situs secara pribadi melalui server jaringan lain. VPN merupakan alat yang dibuat

dengan tujuan untuk mengkoneksikan jaringan antargedung perkantoran dan dapat menggunakan jaringan kantor dari rumah atau dari tempat lain. Jadi, VPN bisa mendapatkan koneksi ke internet secara pribadi (private) dan dapat mengakses jaringan secara remote Virtual Private Network (VPN) yaitu teknik yang dapat menghubungkan beberapa jaringan lokal melalui jaringan publik. Dengan teknik VPN komunikasi seakan-akan kedua jaringan tersebut berada dalam satu jaringan intranet yang besar

VPN adalah sebuah teknologi komunikasi yang memungkinkan untuk dapat terkoneksi ke jaringan publik untuk dapat bergabung dengan jaringan lokal. (Nugroho,dkk.2018:1). VPN merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk membuat jaringan bersifat private dan koneksi jarak jauh (remote acces) publik atau internet (Rosmana dan Latifah, 2015: 23).

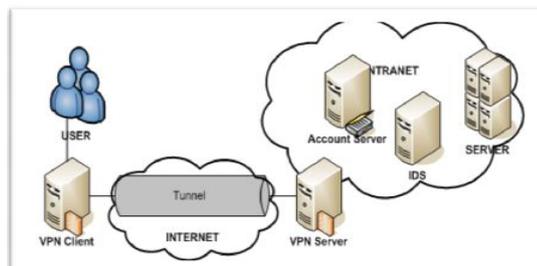
Penelitian ini difokuskan pada performance remote acces. Untuk mengetahui tingkat performansinya digunakan protokol Point-to-Point Tunnelling (PPTP), dan Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP). Selanjutnya dilihat perbandingan tingkat performansinya dengan menggunakan kedua teknologi VPN tersebut. Parameter Qos yang digunakan adalah throughput, delay, packet loss, dan jitter.

Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan bagaimana pengimplementasian remote access VPN dengan menggunakan PPTP dan L2TP, menganalisis performansi remote access VPN menggunakan PPTP dan L2TP dilihat dari parameter QoS seperti throughput, delay, packet loss, dan jitter, dan menganalisis perbandingan performansi remote access VPN dengan menggunakan PPTP dan L2TP

Proses penelitian dimulai dengan merancang jaringan untuk menentukan topologi yang digunakan. Tahap berikutnya adalah membuat skenario yang diterapkan pada tunneling PPTP dan L2TP. Berikutnya melakukan konfigurasi dalam mengimplementasikan metode PPTP dan L2TP. Setelah diterapkan, dilakukan pengujian konektifitas.

Sakiwan (2010:145) menyatakan bahwa Virtual Private Network (VPN) adalah sebuah koneksi virtual yang bersifat private, disebut demikian karena pada dasarnya jaringan ini tidak ada secara fisik hanya berupa jaringan virtual, dan mengapa disebut private karena jaringan ini merupakan jaringan yang sifatnya private yang tidak semua orang bisa mengaksesnya.

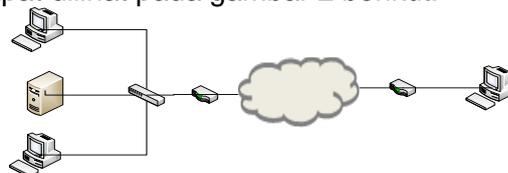
Arsitektur VPN itu dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1: Aksitektur VPN (sumber: Putranto :2009)

Jaringan VPN yang digunakan pada umumnya adalah remote access. Remote acces adalah kemampuan seseorang untuk dapat mengakses komputer dari jarak jauh karena telah terhubung ke dalam satu jaringan (glints.com techopedia). Remote access adalah virtual private dial-up network (VPDN) yang menghubungkan antara pengguna mobile dengan local area network (LAN). Jenis VPN ini dapat digunakan oleh perusahaan yang terhubung ke jaringan khusus perusahaannya dari beberapa lokasi yang jauh (remote) dari perusahaannya.

VPN Remote acces dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2 VPN Remote Access

Service yang biasa digunakan untuk membangun sebuah jaringan VPN adalah Point to Point Tunnel Protocol (PPTP) dan Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP). PPTP merupakan protokol jaringan yang memungkinkan pengamanan transfer data dari remote user ke server pribadi perusahaan dengan membuat sebuah VPN melalui TCP/IP. Sedangkan L2TP merupakan tunnelling protocol yang memadukan dua buah tunneling protokol yaitu Layer 2 Forwarding milik Cisco dan PPTP yang dimiliki Microsoft. Layer 2 Tunneling Protocol adalah protokol tunneling yang digunakan untuk mendukung Virtual Private Network (Saputro,2010).

Untuk mengetahui kinerja sistem maka sistem akan diuji dengan beberapa parameter performansi. Parameter performansi tersebut yaitu throughput, delay, packet loss, dan jitter. Oscar Rahman dalam Nugroho,dkk (2019).menjelaskan masing-masing parameter tersebut :

1. Throughput

Throughput merupakan bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute internet yang spesifik ketika sedang men-download suatu file.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah bit yang diterima}}{\text{Satuan Waktu}}$$

2. Delay

Delay adalah keterlambatan dari pengiriman dan penerima dalam waktu transmisi data. Satuan pengukur delay adalah sekon atau detik. Delay adalah total waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket data untuk sampai ke host tujuan. Delay diukur dengan cara menghitung selisih waktu ketika paket diterima oleh host tujuan dengan waktu ketika paket dikirim oleh host asal.

3. Packet Loss

Packet Loss adalah perbandingan banyaknya paket yang hilang selama pengiriman dengan banyaknya paket yang dikirimkan dari host asal. Packet Loss diukur dengan satuan persen (%).

$$\text{Packet Loss (\%)} = \frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}}$$

4. Jitter

Jitter diartikan variasi waktu dari sinyal periodik dalam elektronik dan telekomunikasi. Cara penghitungan jitter memerlukan total variasi delay dan juga total paket data. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket data} - 1}$$

Standar penilaian parameter Qos yang digunakan adalah TIPHON. TIPHON merupakan standar penilaian parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Kemudian dianalisis bagaimana kriteria jaringan tersebut dan diambil kesimpulan dari hasil parameter-parameter tersebut.

Ada banyak peneliti yang sudah menerapkan VPN ini dengan objek yang berbeda, seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Rachmawan dan Prihanto yang membandingkan Protokol L2TP dan PPTP untuk Membangun Jaringan Intranet Di atas VPN. Selanjutnya, Sriwatmah dengan mengimplementasi VPN menggunakan PPTP Mikrotik Router pada BPRS Bumi Artha Sampang. Kemudian, Sandy Indra Jaya,dkk.meneliti pemanfaatan PPTP pada VPN dalam akses file server.

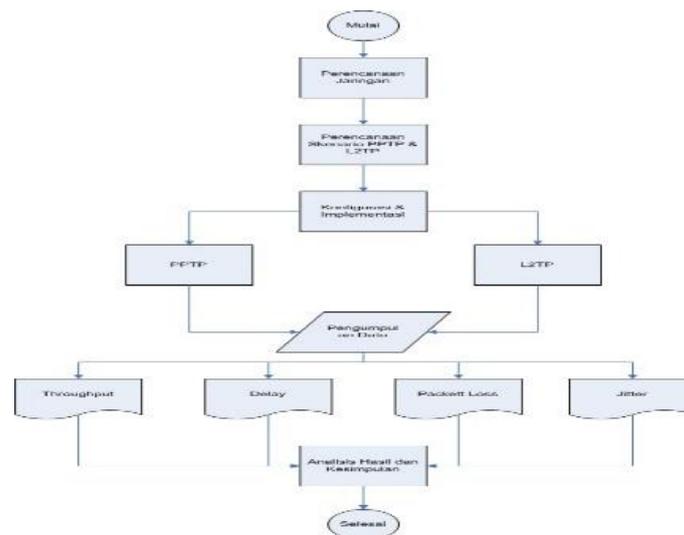
METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada PT Dunia Makmur Jaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai dengan Desember 2022. Tahapan penelitian diawali dengan mengidentifikasi masalah, merumuskan masalah, dan merumuskan tujuan. Selanjutnya melakukan eksperimen merancang jaringan VPN beserta protokol yang digunakan. Dalam perancangan jaringan VPN serta protokol yang digunakan, dilakukan tahap-tahap berikut: (1) Mulai perencanaan jaringan, (2) Perancangan sistem, (3) Implementasi Sistem, dan (4) Pengujian Sistem, serta (5) Analisis Hasil.

Obyek dalam penelitian ini adalah karyawan PT Dunia Makmur Jaya yang melaksanakan WFH selama tahun 2022. Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan praktik langsung dan observasi terhadap tahapan perancangan seperti dikemukakan di atas serta studi dokumenasi yang diperoleh selama observasi berlangsung

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode pustaka dengan membaca literatur, jurnal, dan browsing internet. Selanjutnya metode eksperimen. Metode eksperimen yakni mengumpulkan data mengenai kebutuhan sistem, merancang sistem, dan membangun arsitektur jaringan.

Kemudian mengimplementasikan teknologi remote acces VPN. Dalam eksperimen ini, disesuaikan juga dengan tahapan perancangan jaringan di atas. Hal itu dapat dilihat dari flowchart penelitian berikut:



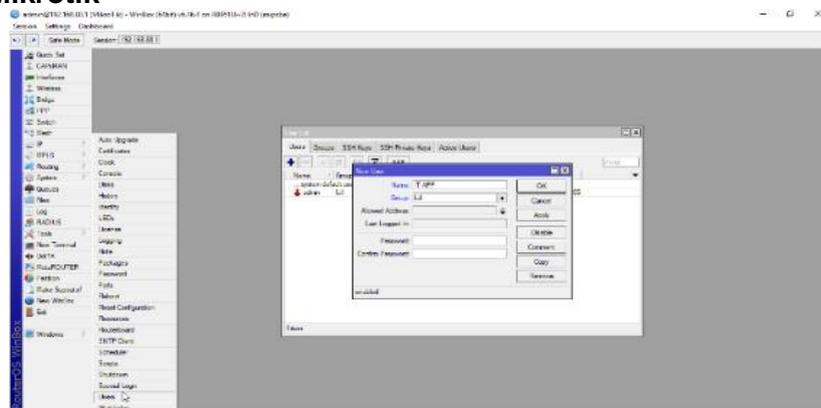
Gambar 3 lowchart penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi remote acces VPN Menggunakan PPTP dan L2TP

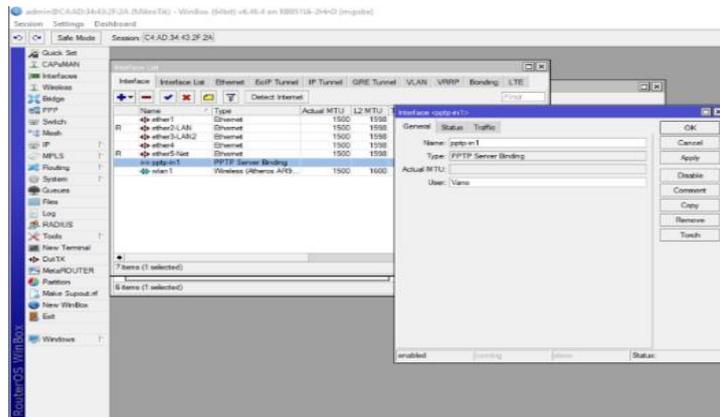
Untuk mengimplementasikan remote acces teknologi VPN dengan metode PPTP dan L2TP diperlukan konfigurasi di setiap metodenya yang disesuaikan dengan kondisi lapangan tempat pengujian tunneling. Berikut ini konfigurasi Router Mikrotik dan tunneling metode PPTP dan L2TP.

Konfigurasi Mikrotik



Gambar 4 user login ke router mikrotik yang setara dengan user admin

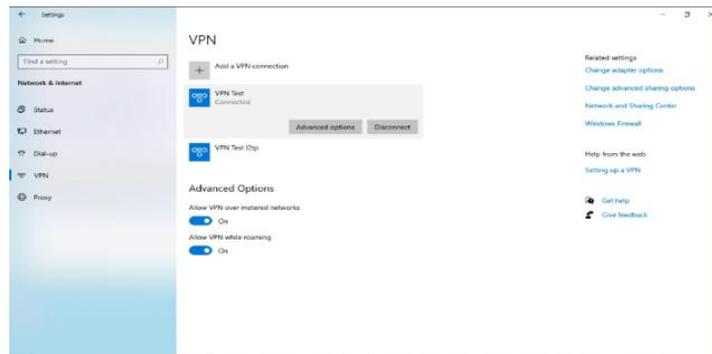
Konfigurasi PPTP Konfigurasi server PPTP



Gambar 5 interface PPTP server

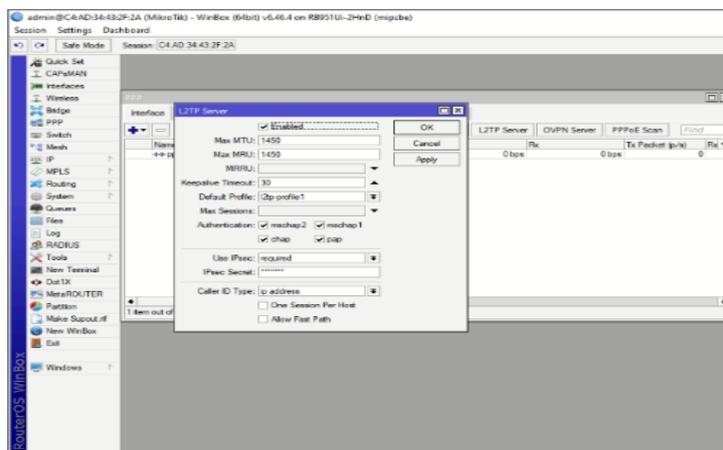
Konfigurasi Client PPTP

Setelah PPTP server dibuat, maka dilanjutkan konfigurasi pada sisi client agar dapat terhubung dengan VPN PPTP. Untuk menghubungkan dengan VPN, tinggal klik Nama VPN yang sudah dibuat , tekan connect. Hasilnya akan terlihat pada gambar berikut.



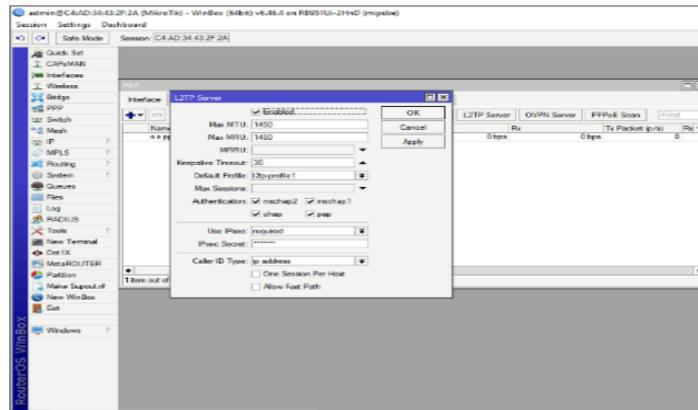
Gambar 6 Konfigurasi client PPTP

Konfigurasi L2TP Konfigurasi server L2TP



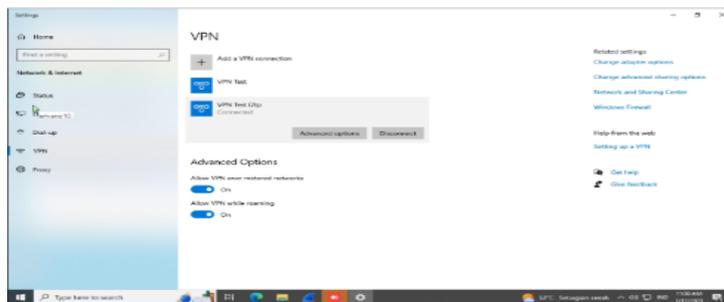
Gambar 7 Konfigurasi server L2TP

Konfigurasi user L2TP



Gambar 8 Konfigurasi user L2TP

Konfigurasi client L2TP



Gambar 9 Konfigurasi client L2TP

Performansi Remote Acces VPN Throughput

Tabel 1 Kategori Throughput

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat baik	>2,1 Mbps	4
Baik	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
Cukup	700-1200 kbps	2
Kurang baik	338-700 kbps	1
Buruk	0-338 kbps	0

Sumber: TIPHON

Dari pengamatan dengan tool wireshark, data throughput dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Data pengujian throughput PC1

Tes	Nilai throughput PC1	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	1528,753750 Kbps	3	Baik	PPTP
50 mB	1528,753750 Kbps	3	Baik	
20 mB	1375,341375 Kbps	3	baik	
100 mB	1525,6083984 Kbps	3	Baik	L2TP
50 mB	1807,0751953125 Kbps	3	Baik	
20 mB	979,326171875 Kbps	2	cukup	

Tabel 3 Data pengujian throughput PC2

Tes	Nilai throughput PC2	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	812,5009766 Kbps	2	Cukup	PPTP
50 mB	333,2714843750 Kbps	1	Kurang baik	
20 mB	330,8076171875 Kbps	1	Kurang baik	
100 mB	1188,769531 Kbps	2	Cukup	L2TP
50 mB	1322,46875 Kbps	3	baik	
20 mB	824,2480469 Kbps	2	cukup	

Setelah dilakukan pengujian pada 2 PC dengan tunneling PPTP dan L2TP tes 100mB, 50mB, dan 20mB nilai throughputnya berada pada kategori baik dengan nilai indeks 3. Pada PC2, nilai throughput masih berada pada kategori cukup dengan rata-rata indeks 2.

Delay

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

Tabel 4 Kategori Delay

Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
Sangat baik	<150ms	4
Baik	150-300ms	3
Cukup	300-450ms	2
Buruk	>450ms	1

Sumber TIPHON

Dari hasil pengamatan saat dilakukan pengujian, data delay dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 5 Data pengujian delay PC1

Tes	Nilai Delay PC1	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	0,505787518	4	Sangat Baik	PPTP
50 mB	0,426005258	4	Sangat Baik	
20 mB	0,671306496	4	Sangat Baik	
100 mB	0,44322855	4	Sangat Baik	L2TP
50 mB	0,34568577	4	Sangat Baik	
20 mB	0,8460397	4	Sangat Baik	

Tabel 6 Data pengujian delay PC2

Tes	Nilai Delay PC2	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	0,90766689	4	Sangat baik	PPTP
50 mB	2,20017655	3	Baik	
20 mB	2,22263959	3	Baik	
100 mB	0,65884254	4	Sangat baik	L2TP
50 mB	0,59589168	3	Baik	
20 mB	0,93999802	3	Baik	

Berdasarkan data pada tabel tersebut, baik PPTP maupun L2TP nilai delay pada PC 1 berada pada kategori sangat baik dengan rata-rata indeks 4. Pada PC2, nilai delay berada pada kategori baik. Jika dibandingkan antara kedua PC, maka nilai delay pada PC 1 lebih tinggi dari PC2.

Packetloss

Packetloss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Pengujian ini bertujuan untuk memantau rata-rata, minimum dan maksimum packetloss yang melalui tunnel VPN. Pengujian dilakukan dengan menganalisis jumlah paket yang dikirim dan diterima.

Tabel 7 Kategori packetloss

Kategori	Packet Loss	Indeks
Sangat baik	0-2%	4
Baik	3-14%	3
Cukup	15-24%	2
Buruk	>25%	1

Saat dilakukan pengujian , packetloss yang terdata seperti terlihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 8 Data pengujian packetloss PC1

Tes	Paket dikirim	Paket diterima	Packetloss (%)	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	155735	149114	4	3	baik	PPTP
50 mB	78319	74931	4	3	baik	
20 mB	32548	29958	8	3	baik	
100 mB	154024	149776	2,75	4	Sangat baik	L2TP
50 mB	75883	74857	1,35	4	Sangat baik	
20 mB	33091	30326	8.38	3	baik	

Tabel 9 Data pengujian packetloss PC2

Tes	Paket dikirim	Paket diterima	Packetloss (%)	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	303290	300813	1	4	baik	PPTP
50 mB	79736	78166	2	4	baik	
20 mB	32065	31414	2	4	baik	
100 mB	154725	153457	0,81	4	baik	L2TP
50 mB	75730	75408	0,42	4	baik	
20 mB	30483	30299	0.60	4	baik	

Untuk menentukan persentase packetloss dapat dilihat seperti contoh berikut: contoh: Paket yang dikirim =15573 Paket yang diterima =149114Packetloss = $\frac{155735-149114}{155735} \times 100 = 4.252\%$. Setelah dilakukan pengujian, dengan tunneling PPTP dan L2TP, tes 100mB, 50mB, dan 20mB menunjukkan bahwa nilai packetloss pada PC1 berada pada kategori sangat baik. Rata-rata indeks adalah 3.5. Pada PC2, nilai rata-rata packetloss adalah 0,60%. Hal itu juga menunjukkan bahwa nilai packetloss ada pada kategori sangat baik.

Jitter

Jitter adalah variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan.

Tabel 10 Kategori Jitter

Kategori Jitter	Jitter (ms)	Indeks
Sangat bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s.d. 75 ms	3
sedang	75 ms s.d.125 ms	2
Jelek	125 ms s.d. 225 ms	1

Tabel 11 Data pengujian jitter PC1

Tes	PC1	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	2,60ms	3	Bagus	PPTP
50 mB	1,38ms	3	Bagus	
20 mB	6,88ms	3	Bagus	
100 mB	1,357	3	Bagus	L2TP
50 mB	1,642	3	Bagus	
20 mB	7,401	3	Bagus	

Tabel 12 Data pengujian jitter PC2

Tes	PC2	Indeks	Kategori	Keterangan
100 mB	5,28ms	3	Bagus	PPTP
50 mB	6,38ms	3	Bagus	
20 mB	1,44ms	3	Bagus	
100 mB	1,537	3	Bagus	L2TP
50 mB	1,896	3	Bagus	
20 mB	1,100	3	Bagus	

Berdasarkan data pada tabel di atas nilai jitter pada tunneling PPTP dan L2TP dengan tes 100mB, 50mB, dan 20mB menunjukkan bahwa nilai jitter berada pada kategori bagus baik pada PC1 maupun pada PC2.

Perbandingan performansi parameter Qos tunneling PPTP dan L2TP

Berdasarkan data yang dikemukakan di atas dapat dilihat perbandingan parameter Qos antara PPTP dan L2TP, seperti tertera pada tabel 9 berikut:

Tabel 13 Perbandingan nilai PPTP

PPTP				
Tes	Nilai		Indeks	Ket
	PC1	PC2		
100Mb	1528,753750 Kbps	812,5009766 Kbps	2,5	Throughput
50Mb	1375,341375 Kbps	333,2714843750 Kbps	2	
20Mb	979,711750 Kbps	330,8076171875 Kbps	2	
Rata-rata			2	
100Mb	0,505787518	0,90766689	4	Delay
50Mb	0,426005258	2,20017655	3.5	
20Mb	0,671306496	2,22263959	3.5	
Rata-rata			4	
100Mb	4	1	3,5	Packetloss
50Mb	4	1	3,5	
20Mb	8	2	3,5	
Rata-rata			3	

Tabel 14 Perbandingan nilai L2TP

L2TP				
Tes	Nilai		Indeks	Ket
	PC 1	PC2		
100Mb	1.525,6083984375 Kbps	1188,76953125 bps	2.5	Throughput
50Mb	1.807,0751953125 Kbps	1322,46875 Kbps	3	
20Mb	979,326171875 Kbps	824,2480469 Kbps	2	
Rata-rata			2.5	
100Mb	0,44322855	0,65884254	4	Delay
50Mb	0,34568577	0,59589168	3,5	
20Mb	0,8460397	0,93999802	3.5	
Rata-rata			4	
100Mb	2,75	0,81	4	Packetloss
50Mb	1,35	0,42	4	
20Mb	8.38	0.60	3,5	
Rata-rata			3	

Berdasarkan data pada tabel tersebut dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata indeks throughput pada PPTP (2) Sedangkan rata-rata nilai indeks throughput pada L2TP (2.5) Berdasarkan rata-rata nilai indeks dapat dinyatakan bahwa nilai throughput PPTP lebih kecil dari L2TP.

Delay

Berdasarkan tabel tersebut dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata indeks delay pada PPTP adalah 3.67(pembulatan 4). Sedangkan rata nilai indeks delay pada L2TP adalah 3.67. Berdasarkan rata-rata nilai indeks tidak terdapat perbedaan antara tunneling PPTP dan L2TP.

Packetloss

Berdasarkan tabel tersebut diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata indeks packetloss pada PPTP adalah 3,5 . Sedangkan rata-rata nilai indeks packetloss pada L2TP adalah 3,5. Berdasarkan rata-rata nilai indeks packetloss pada tunneling PPTP sama dengan tunneling L2TP.

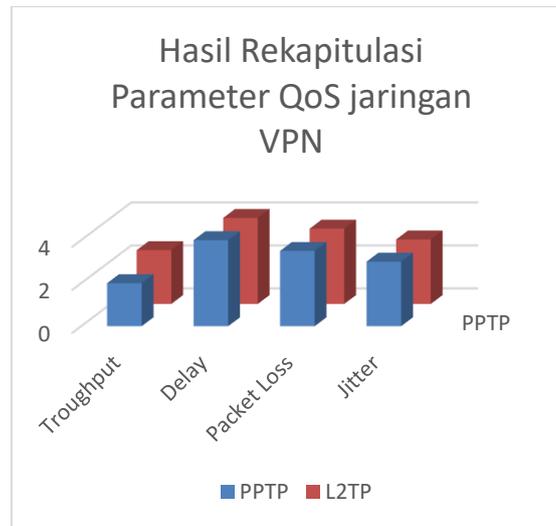
Jitter

Berdasarkan tabel tersebut dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata indeks jitter pada PPTP adalah 3, sedangkan rata nilai indeks jitter pada L2TP juga 3. Berdasarkan rata-rata nilai indeks tidak terdapat perbedaan antara tunneling PPTP dan L2TP. Setelah dipaparkan semua data, maka akan terlihat rekapitulasi data perbandingan PPTP dan L2TP sebagai berikut.

Tabel 15 Rekapitulasi dari pengujian PPTP dan L2TP

PPTP		L2TP	
Indeks	Kategori	Indeks	Kategori
2	cukup	2,5	cukup
4	Sangat baik	4	Sangat baik
3,5	Baik	3,5	Baik
3	Baik	3	Baik
Rerata 3,125		Rerata 3	

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada jaringan VPN dengan parameter QoS menunjukkan bahwa hasil perhitungan “Nilai Indeks”, kualitas yang diperoleh antara tunnel PPTP dan L2TP memiliki “Nilai Indeks” yang hampir sama.



Gambar 10 Hasil Rekapitulasi Parameter QoS jaringan VPN

SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian tentang *performance remote acces* pada PT Dunia Makmur Jaya dapat diambil kesimpulan bahwa di PT Dunia Makmur Jaya sudah dibangun jaringan VPN dengan protokol PPTP dan L2TP. Untuk perbandingan tingkat performansi kedua teknologi VPN tersebut maka parameter QoS yang digunakan adalah *throughput*, *delay*, *packet loss*, dan *jitter*. Berdasarkan hasil penelitian dengan mengamati nilai QoS dan nilai indeks dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Hasil perhitungan “Nilai Indeks”, kualitas yang diperoleh antara tunnel PPTP dan L2TP memiliki “Nilai Indeks” yang hampir sama. Antara PPTP dan L2TP memiliki, QoS yang hampir sama. Performansi dari parameter QoS memiliki nilai yang berbeda, tetapi perbedaan yang muncul bukanlah perbedaan yang signifikan. Rata-rata nilai menunjukkan bahwa semua parameter QoS memiliki nilai indeks rata-rata 3 dan termasuk kategori sangat bagus sesuai dengan standarisasi TIPHON. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 2 PC untuk melihat performansi *parameter QoS throughput, delay, packetloss, dan jitter* antara PPTP dan L2TP. Pada pengujian yang dilakukan terdapat perbedaan nilai pada kedua PC tersebut. Namun, penelitian ini tidak membahas perbedaan hasil kedua PC tersebut. Maka disarankan pada peneliti selanjutnya untuk meneliti apa penyebab perbedaan nilai antara kedua PC tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, Irwan, Widada, Bebas dan Kustanto .2019. *Perbandingan Performansi Jaringan Virtual Private Network Metode Point to Point Tunneling Protocol (PPTP) dan dengan Metode Internet Protocol Security*. ISSN: 2338-4018. Jurnal TIKomSiN. Surakarta: STMIK Sinar Nusantara. Diunduh 5 Juni 2021.
- Rachmawan, A dan Prihanto, A. 2020. Perbandingan Protokol L2TP dan PPTP untuk Membangun Jaringan Intranet diatas VPN. <https://ejournal.unesa.ac.id>. Diunduh 5 desember 2022.
- Rosmana dan Latifah, Fitri . *Implementasi Virtual Private Network (VPN) dengan Otentikasi Radius Server pada PT. Anugerah Tunggal Mandiri*. Jakarta: STMIK Nusa Mandiri.
- Sakiwan. 2010. *Kajian Virtual Private Network (VPN) LAPAN dan Pemanfaatannya dalam Mendukung Pengembangan E.Government*. Berita Dirgantara Vol.11 No.4 Desember 2020.

- Setiawan, Ade dkk. 2016. *Perancangan dan Implementasi Virtual Private Network dengan Protokol PPTP pada Cisco Router 2901 (Studi Kasus Prodi Teknik Informatika Untan)*. Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN) Vol. 1, No. 1, (2016). Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Stiawan, Deris.2005. Sistem Keamanan Komputer. Jakarta:Elex Media Komputindo
- Umarah, Lia dan Rivauddin, Machsun. 2020.*Implementasi Virtual Private Network (VPN) di Perpustakaan Universitas Islam Malang*. Jurnal Dokumentasi dan Informasi Desember 2020 hal.193—201. Diakses 5 Juni 2021
- Adib, Maulana.2021.Mengakses File Komputer dari Jarak Jauh dengan Remotte Acces. Glint.com. Diakses 29 Juni 2021
- Afrianto, Irawan, Budi Setiawan, Eko. 2019. Kajian Virtual Private Network (VPN) Sebagai Sistem Pengamanan Data pada Jaringan Komputer (Studi Kasus Jaringan Komputer Unikom). Majalah Ilmiah UNIKOM Vol.12 No. 1. Universitas Komputer Indonesia.Diunduh 17 Juli 2021.
- Ckairumnisa, Qonita. 10 Kelebihan dan Kekurangan WFH. Artikel, 6 April 2020. <https://www.rukita.co>. Diunduh Juli 2021.
- Dewi, Sari. 2020. Keamanan Jaringan Menggunakan VPN (Virtual Private Network) dengan Metode PPTP (Point To Point Tunneling Protocol) pada Kantor Desa Kertaraharja Ciamis. ISSN:238-8161 E-ISSN:2657-0793.Vol 8 No.1 Maret 2020. Pontianak: Universitas Bina Sarana Informatika .Diunduh 5 Juni 2021.
- Ikhwan, Syariful .dan Amalina, Ahya .2017. Analisis Jaringan VPN Menggunakan PPTP dan L2TP (Studi Kasus : Dinhubkominfo Kabupaten Banyumas). ISSN: 2085-3688;e-ISSN:2460-0997. Purwokerto: Jurnal Infotel Vol.9 No.3 Agustus 2017 <https://doi.org/10.20895/infotel.v9i3.274> . Diunduh 5 Juni 2021
- Kadir,A.2014. Pengendalian Sistem Informasi. Yogyakarta: Andi Offset. Mengapa.net. 2021.Apa Itu Jitter Artinya dalam Jaringan.<https://mengapa.net>. Diakses 5 Juli 2021.
- Musril, H.A.2019. Disain Virtual Private Network (VPN) Berbasis Open Shrtis Path Froste (OSPF). Info Tekjar.Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan 3(2,(83-88.<https://org/1030743/infotekjar>.
- Nasihin , Fikri Zainun dkk. Studi Perbandingan Performa QoS (Quality of Service) Tunneling Protocol PPTP Dan L2TP pada Jaringan VPN Menggunakan Mikrotik. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Oktivasari , Prihatin & Budhi Utomo, Andri.2016. Analisa virtual private network Menggunakan openVPN dan Point to Point Tunneling Pprotocol . Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Onnopurbo, Virtual Private Network (VPN) sebagai Alternatif Komunikasi Data pada Jaringan Skala Luas (WAN) <https://docplayer-infoo.cdnamproject.org>
- <http://www.nesabamedia.com>. Apa itu PPTP?Mengenal Pengertian PPTP Secara Lengkap. Diunduh 2 Juni 2022.
- <https://www.websiterating.com>. Apa Itu L2TP? Diunduh 6 Mei 2022.
- <https://bkad.pangandarankab.go.id> Pengenalan PPTP,L2TP, dan SSTP pada VPN SIMDA. Diunduh 7 Desember 2022
- <https://www.youtube.com>. Cara menghitung Qos (Throughput) menggunakan wirshake
- <https://www.youtube.com> cara mcara menghitung Qos (packetloss) menggunakan wireshark <https://www.youtube.com>. Cara menghitung Qos (jitter) menggunakan wireshark.