

Konfigurasi Dan Manajemen Koneksi Virtual Private Network (VPN) Antar Cabang Pada Kampus Teknologi Dan Bisnis Indonesia

Anisya Cendani¹, Erika Adelita Putri¹, Nanda Aprilia¹, Suci Liandra¹, Sumarlin^{1,*}, Romulo P Aritonang²

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan, Indonesia

²Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Manajemen Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan, Indonesia

Email: ¹anismanis8888@gmail.com, ²erikaadelitaputri@gmail.com, ³nandaaprilial665@gmail.com, ⁴suciliandra45@gmail.com,

^{5,*}netcommandiri@gmail.com, ⁶romuloaritonang@yahoo.com

Email Penulis Korespondensi: netcommandiri@gmail.com

Abstrak—Penelitian bertujuan untuk menjelaskan penggunaan virtual private network (VPN) di Kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia. Metode penelitian menggunakan metode eksploratif. Teknik analisis data menggunakan pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Sedangkan keabsahan data diperoleh melalui triangulasi. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan VPN di Kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia untuk keamanan jaringan dan privasi data. Kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia menggunakan server sistem operasi router Mikrotik untuk jaringan VPN. Untuk dapat menggunakan Mikrotik sebagai VPN server diperlukan konfigurasi yang meliputi konfigurasi IP pool, konfigurasi IP router, konfigurasi PPP, konfigurasi DHCP server, konfigurasi NAT by pass firewall dan konfigurasi IP security. Saat memilih produk VPN, kampus mempertimbangkan aspek otentikasi yang kuat, enkripsi yang cukup kuat, memenuhi standar, integrasi dengan layanan jaringan lainnya.

Kata Kunci: Virtual Private Network (VPN); Point to Poin Tunneling Protocol (PPTP); Metode Riset Exploratif; Keamanan Jaringan; Mikrotik

Abstract—Research aims to explain the use of virtual private networks (VPN) on the Indonesian Institute of Technology and Business Campus. The research method uses an exploratory method. Data analysis techniques using data collection, data reduction, data presentation and drawing conclusions. Meanwhile, the validity of the data is obtained through triangulation. The research results show the use of VPN on the Indonesian Institute of Technology and Business Campus for network security and data privacy. The Indonesian Institute of Technology and Business campus uses a Mikrotik router operating sistem server for the VPN network. To be able to use Mikrotik as a VPN server, configuration is required which includes IP pool configuration, IP router configuration, PPP configuration, DHCP server configuration, NAT by pass firewall configuration and IP security configuration. When choosing a VPN product, the campus considers the aspects of strong authentication, strong enough encryption, meeting standards, integration with other network services.

Keywords: Virtual Private Network (VPN); Point to Poin Tunneling Protocol (PPTP); Exploratif Research Method; Network Security; Mikrotik

1. PENDAHULUAN

Jaringan komputer adalah gabungan dari dua komputer atau lebih yang telah didesain sedemikian rupa agar dapat saling terhubung satu sama lain untuk dapat melakukan komunikasi, berbagi sumber daya maupun berbagi informasi. Masalah keamanan, kemudahan dan kecepatan transfer data (pertukaran data) adalah salah satu aspek yang penting dari suatu jaringan komunikasi, terutama untuk perusahaan-perusahaan dan universitas. Teknologi internet dahulu digunakan oleh perusahaan dan universitas sebagai sebuah jaringan komunikasi yang terbuka yang penggunaannya dapat mengakses, berbagi dan menambah informasi semudah mungkin sehingga jatuhnya informasi yang bersifat rahasia dari suatu perusahaan dan universitas. Kemungkinan besar bisa saja terjadi sesuatu yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan dan universitas tersebut. Selain itu transfer data (pertukaran data) yang awal mulanya hanya melalui hard copy berupa tulis tangan, dokumen, laporan perusahaan dan universitas, bisa melalui media seperti flasdisk, dan lain sebagainya, telah berkembang menjadi komunikasi menggunakan jaringan internet karena tuntutan waktu, efisiensi, dan perkembangan teknologi yang semakin berkembang pesat [1].

Inovasi web baru-baru ini digunakan oleh organisasi dan perguruan tinggi sebagai jaringan korespondensi terbuka yang kliennya dapat mengakses, menyediakan, dan menambahkan data seefektif mungkin sehingga data rahasia dapat dibebaskan dari organisasi dan perguruan tinggi. Hampir bisa dipastikan, bisa saja terjadi sesuatu yang dapat merugikan organisasi dan perguruan tinggi. Selain itu, perpindahan informasi (perdagangan informasi) yang pada mulanya hanya melalui salinan cetak yang ditulis secara manual, arsip, laporan organisasi dan perguruan tinggi, dapat melalui media seperti pelat api, dan sebagainya, telah berkembang menjadi surat menyurat dengan memanfaatkan media. jaringan web karena tuntutan waktu, efektivitas dan kemajuan inovatif semakin berkembang dengan cepat [2]. Keamanan, kemudahan, dan kecepatan transfer data menjadi perhatian saat berkomunikasi melalui internet. (pertukaran data). Hal ini yang harus diperhatikan oleh pemilik administrator pengaturan data suatu organisasi dan perguruan tinggi dalam melakukan kegiatan di dunia web, sehingga privasi data suatu organisasi dan perguruan tinggi dapat sangat terjaga, dan kecepatan pertukaran informasi dapat dilakukan sehingga dapat menjadi tambahan bernilai yang dapat mempengaruhi pengeluaran organisasi dan perguruan tinggi [3].

Sejarah jaringan komputer (Computer Network) dimulai dari lahirnya konsep jaringan komputer pada tahun 1940-an di Amerika yang dibuat oleh proyek untuk pengembangan komputer di laboratorium Bell dan group riset dari Universitas Harvard yang dipimpin profesor Howard Aiken. Pada awalnya penemuan tersebut digunakan untuk

memanfaatkan sebuah perangkat komputer untuk keperluan bersama. Idennya adalah untuk mengerjakan beberapa tugas tanpa membuang waktu kosong yang terlalu banyak, maka dibuatlah proses beruntun, sehingga program bisa dijalankan dalam beberapa komputer. Setelah itu muncul konsep distribusi proses berdasarkan waktu yang dikenal dengan nama TimeSharing Sistem (TSS), bentuk pertama kali jaringan komputer diaplikasikan. Pada sistem TSS beberapa terminal terhubung secara seri ke sebuah host komputer.

Selanjutnya konsep ini berkembang menjadi proses distribusi (Distributed Processing). Dalam proses ini beberapa host komputer mengerjakan pekerjaan besar secara paralel untuk melayani beberapa terminal yang tersambung secara seri di setiap host komputer. Selanjutnya ketika harga-harga komputer kecil mulai menurun dan konsep proses distribusi sudah matang, maka penggunaan komputer dan jaringannya mulai beragam dari mulai menangani proses bersama maupun komunikasi antar komputer (Peer to Peer Sistem) saja tanpa melalui komputer pusat. Untuk itu mulailah berkembang teknologi jaringan lokal yang dikenal dengan Local Area Network (LAN). Demikian pula ketika internet mulai diperkenalkan, maka sebagian besar LAN yang berdiri sendiri mulai berhubungan dan terbentuklah jaringan raksasa ditingkat dunia yang disebut dengan Wide Area Network.

Jaringan komputer adalah hubungan antara 2 komputer atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (wireless). Dua unit komputer dikatakan terkoneksi apabila keduanya bisa saling bertukar data/informasi, berbagi resource yang dimiliki, seperti: file, printer, media penyimpanan (hardisk, floppy disk, cd-rom, flash disk dan lainnya). Data yang berupa teks, audio maupun video, bergerak melalui media kabel atau tanpa kabel (wireless) sehingga memungkinkan pengguna komputer dalam jaringan komputer dapat saling bertukar file/data, mencetak pada printer yang sama dan menggunakan hardware/software yang terhubung dalam jaringan bersama-sama.

Di Kampus ITB Indonesia sudah menggunakan koneksi internet dari ISP Nusantara dengan kapasitas kurang lebih 100 Mbps dan digunakan oleh seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa tentunya dapat diakses melalui access point yang telah tersedia disana. Data-data di Kampus ITB Indonesia seperti data akademik, data mahasiswa, data kepegawaian, hingga data keuangan, merupakan aset spesifik kampus yang mesti dilindungi. Item-item tersebut sebagian besar berisi data dan informasi bersifat confidential (rahasia) atau hanya diperuntukan bagi kalangan kampus. Misalnya terkait data KIP, data-data bantuan, pembayaran online, dan data-data biodata diri dosen maupun mahasiswa. Di Kampus ITB Indonesia ini belum menggunakan VPN oleh karena itu perlu dibangunnya sebuah jaringan VPN di kampus ITB Indonesia untuk mencegah rentannya pencurian data sehingga untuk menghindari hal tersebut dibutuhkan VPN [4]. Di lingkungan ITB Indonesia, VPN belum digunakan, oleh karena itu penting untuk membangun jaringan VPN di lingkungan ITB Indonesia untuk mencegah kelemahan perampokan informasi, sehingga untuk menghindari hal tersebut diperlukan VPN [5].

Pertama, pencipta menemukan referensi dari buku harian pemeriksaan yang dipimpin oleh Sumarna, S. dkk, pada tahun 2021 yang berjudul buku harian “Eksekusi Organisasi Rahasia Virtual yang Memanfaatkan L2TP/IPsec di BBPK Jakarta.” Protokol L2TP/IPsec untuk transmisi data melalui jaringan adalah subjek penelitian ini, yang berfokus pada peningkatan keamanan transmisi dan meminimalkan potensi ancaman [6]. Perbedaan antara usulan pencipta dan ilmuwan masa lalu adalah pencipta membuat pengaturan dan pengurus asosiasi Organisasi Rahasia Virtual menggunakan PPTP. Sementara itu, peneliti sebelumnya menggunakan L2TP/IPsec untuk mengimplementasikan jaringan pribadi virtual. Perbedaan antara L2TP dan PPTP adalah [7].

Dari judul yang diambil, penulis menyimpulkan bahwa dengan menggunakan kemudi statis maka informasi yang dikirimkan akan tetap menggunakan jalur yang sama [8]. Perutean statis merupakan pilihan terbaik untuk membangun jaringan, terutama untuk jaringan skala kecil, karena memerlukan bantuan administrator untuk mengisi entri perutean secara akurat [9]. Pencipta mengharapkan untuk membangun sebuah organisasi menggunakan kendali statis, yaitu rencana kerangka organisasi yang membagi beberapa organisasi dengan alasan untuk setiap asosiasi [10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penulisan ini, penulis menganalisa dua sistem sebagai acuan yang dapat membantu penulis yaitu menganalisa sistem yang sedang berjalan dan menganalisa sistem yang akan dibangun. Selama melakukan kegiatan di kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia yang berlokasi di tandam belum menggunakan sistem VPN itu sendiri untuk mengamankan komunikasi antar cabang dan mengakses sumber daya di berbagai tempat. Misal informasi pribadi mahasiswa dan dosen, seperti nama, nomor identifikasi, dan catatan akademik [11]. Informasi keuangan mahasiswa, termasuk pembayaran kuliah, bantuan keuangan, rincian tagihan, informasi penelitian, publikasi, dan hak kekayaan intelektual yang harus dijaga kerahasiaannya. Maka dari itu VPN sangat penting digunakan pada setiap kampus selain aktifitas pertukaran data antar kampus yang memerlukan waktu yang singkat, cepat, efisien dan keamanan yang dapat dipantau langsung oleh pihak kampus. Tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem yang terdiri dari dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Sistem yang akan dirancang berbasis mikrotik sebagai pusat pengendali dari semua sistem yang akan dibangun dengan menggunakan metode PPTP. Alasan mengapa penulis menggunakan fitur PPTP pada Mikrotik karena tersedia sebagai standar VPN pada hampir semua platform dan perangkat, demikian menjadi mudah untuk mengatur tanpa perlu menginstal perangkat lunak tambahan. Mikrotik disini berfungsi sebagai pengaturan dan konfigurasi LAN menggunakan PC Mikrotik Router OS beserta perangkat keras.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

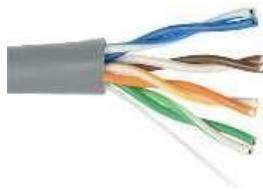
Sebelum melakukan pengkonfigurasi suatu jaringan kita membutuhkan alat dan bahan untuk menunjang pembuatan VPN. Alat yang kita butuhkan ini berupa alat yang digunakan selama kita melakukan pembuatan VPN. Sedangkan bahannya sudah pasti karena kita membuat VPN maka kita membutuhkan routerboard mikrotik dan jaringan internet agar jaringan yang kita bangun ini mempunyai akses internet. Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan.

1. Alat

Alat yang kita butuhkan untuk membuat jaringan adalah sebagai berikut:

a. Kabel Jaringan UTP

Kabel UTP (Unshielded Twisted Pair) adalah jenis kabel ini terbuat dari bahan penghantar tembaga, mempunyai isolasi dari plastik & terbungkus oleh bahan isolasi yang dapat melindungi dari api dan juga kerusakan fisik tetapi tidak memiliki pelindung dari interferensi elektromagnetik, namun jenis kabel ini banyak digunakan karena harga yang relatif murah dan fungsinya yang memang sudah sesuai dengan standar yang diharapkan, kabel UTP sendiri terdiri dari 4 pasang inti kabel yang saling berbelit dimana masing-masing pasang mempunyai kode warna berbeda. Di dalam kabel UTP itu sendiri terdapat insulasi 1 (satu) lapis yang berfungsi untuk melindungi kabel dari ketegangan fisik atau kerusakan yang bisa saja terjadi [13]. Berikut adalah gambar kabel jaringan UTP dalam penelitian ini:



Gambar 1. Kabel Jaringan UTP

b. Konektor Jaringan

Konektor pada jaringan komputer berfungsi untuk penghubung antara perangkat satu dengan perangkat lainnya. Konektor yang digunakan pada kabel berbeda-beda dalam hal penggunaannya. Berikut adalah gambar konektor RJ-45 :



Gambar 2. Konektor RJ-45

c. Tang Crimping

Tang crimping digunakan untuk menghubungkan konektor RJ-45 dengan kabel utp. Fungsi dari tang ini bisa digunakan untuk memasang kabel UTP ke konektor RJ45. Penggunaan dari tang ini sangat mudah sehingga tidak kesulitan dalam menggunakannya. Berikut adalah gambar tang kriting:



Gambar 3. Tang Crimping

d. TP-Link

Router TP-Link memiliki fungsi otomatis untuk menghindari konflik saluran menggunakan fitur saluran pilihan yang jelas. Dengan fitur saluran yang terdedikasi ini, kecepatan dan stabilitas internet menjadi lebih terjamin dan minim gangguan. Berikut adalah gambar TP-Link:



Gambar 4. Tp-Link

e. Routerboard Mikrotik RB941-2ND

Routerboard adalah perangkat keras yang melibatkan sistem kerja seperti RouterOS. Switch Mikrotik diibaratkan dengan PC atau PC, karena di dalamnya terdapat sistem kerja, ROM, memori SDRAM dan blaze serta memiliki processor yang dijadikan sebagai otak dari setiap perintah yang dilakukan [14]. Routerboard ini memiliki kemampuan sebagai server jaringan PC yang layak dan dapat menangani jaringan PC yang menggunakan LAN atau WLAN. Berikut adalah gambar Routerboard Mikrotik RB941-2ND



Gambar 5. Routerboard Mikrotik RB941-2ND

f. Software Winbox

Winbox adalah utilitas kecil yang memungkinkan organisasi perantara RouterOS untuk merancang. Produk ini mampu membantu seorang administrator untuk merancang perantara yang menggunakan strategi GUI sehingga dapat mempermudah pembuatannya. jaringan komputer. Berikut adalah gambar Software Winbox [21] :



Gambar 6. Software Winbox

g. IP Address

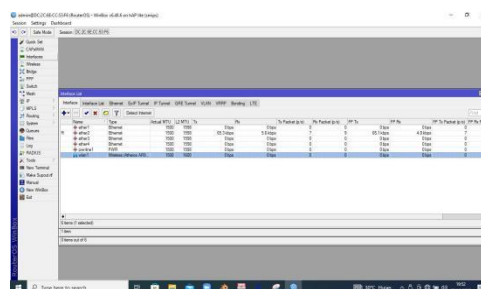
IP Address merupakan pengenalan yang digunakan untuk memberi alamat pada tiap-tiap komputer dalam jaringan. Format IP Address adalah bilangan 32 bit yang tiap 8 bitnya dipisahkan oleh tanda titik. Format IP Address dapat berupa biner (xxxxxxxx.xxxxxxxxx.xxxxxxxxx.xxxxxxx) atau berupa bilangan desimal yang masing-masing dipisahkan oleh titik (dotted decimal)(xxx.xxx.xxx.xxx.).

h. Klasifikasi IP Address

Ada lima kelas alamat IP: kelas A, kelas B, kelas C, kelas D, dan kelas E. Masing-masing kelas ini diciptakan untuk memenuhi persyaratan berbagai organisasi.

3.1 Menu-Menu Yang Terdapat Pada Winbox

Tampilan awal winbox setelah login terdapat beberapa menu yaitu:



3. Bridge, merupakan menu untuk menghubungkan dua segmen network terpisah bersama-sama dalam suatu protokol sendiri.
4. PPP(Point to Point Protocol) Merupakan paket yang memuat protokol PPP. Paket ini diperlukan untuk fitur komunikasi serial dengan menggunakan PPP,L2TP, dan PPTP serta komunikasi PPP on ethernet(PPPoE).
5. Switch=> Menu Switch ini merupakan penghubung beberapa alat untuk membentuk suatu Local Area Network (LAN)
6. Mesh=> Menu Mesh ini digunakan untuk melakukan implementasi topologi Mesh.
7. IP => Menu IP digunakan untuk pengaturan IP yang terdiri dari ARP, Accounting, Adresses, DHCP Client, DHCP Relay, DHCP Server, DNS, Server, Firewall, Hotspot, ipsec, Neighbors,
8. MPLS=> Pada Menu MPLS ini kita dapat membuat interface virtual MPLS VPLS dan juga beberapa fitur-fitur MPLS dapat kita setting pada menu ini. MPLS (Multi Protocol Label Switching) merupakan sebuah teknik yang menggabungkan kemampuan manajemen switching yang ada dalam teknologi ATM dengan fleksibilitas network layer yang dimiliki teknologi IP.Fungsi MPLS yaitu penyambungan dan pencarian jalur dalam jaringan computer. Sub Menu MPLS terdiri dari MPLS, Traffic Eng, VPLS.
9. Routing=> Pada menu routing ini kita dapat melakukan berbagai fasilitas .routing yang ada dan juga fitur-fitur pendukung routing yaitu BFD, BGP, OSPF,RIP, Filters, MME, Prefix Lists.
10. System=> Pada menu System ini terdapat sangat banyak menu yang dapat kita lakukan yang berhubungan dengan system dari Mikrotik itu sendiri.
11. Queues => Menu Queues ini adalah menu dimana kita dapat melakukan limite koneksi pada suatu jaringan baik berdasarkan source address, destinasio, address, maupun berdasarkan paket yang telah dimark atau ditandai dari Mangle (intinya bisa kita pergunakan sesuai degan kebutuhan jaringan yang kita pakai).
12. Files=> Pada menu ini berfungsi untuk kita menyimpan file dalam OS Mikrotik seperti file-file HTML login page hotspot, files backup, files log dan files lain kita ingin kita simpan di sana.
13. Log=> Pada menu log ini kita dapat melihat informasi LOG-LOG yang terjadi baik dan informasi-informasi dari log ini sangat kita butuhkan sebagian informasi bantuan disaat troubleshoot atau log informasi lain yang kita butuhkan.
14. Radius=> Menu Radius ini berfungsi saat kita membuat system hotspot pada Mesin Mikrotik kita dan kita ingin system Hotspot tersebut terkoneksi dengan baik ke server radius terpisah maka kita confignya dari menu Radius ini.
15. Tools=> Menu Tools adalah merupakan root menu dari beberapa tools yang dapat kita fungsikan yang ada pada OS Mikrotik.
16. New Terminal=>Pada menu new terminal ini berfungsi sebagai console pada OS Mikrotik dalam arti text mode sama halnya dengan Linux OS yang berbasis server mode text. Jadi, semua menu yang ada pada OS Mikrotik kita dapat melakukan confignya melalui new terminal ini dengan perintah
17. Make Supout.rif=> Menu ini berfungsi untuk membuat sebuah backup dari OS Mikrotik namun beda dari backup biasanya yg mana dari backup ini kita dapat mengetahui informasi dari seri dari OS yang kita pakai dan biasanya backup dari ini dipergunakan untuk menganalisa permasalahan yang terjadi.
18. Manual=> Menu ini berfungsi untuk membawa kita ke link manual penggunaan OS Mikrotik sama halnya menu help atau -h pada linux dan Windows.
19. Exit=> Menu ini berfungsi untuk menutup windows interface pada OS Mikrotik yang diakses melalui aplikasi winbox.

3.2 Klasifikasi IP Address

Dalam IP address adal 5 peng-kelas-an yakni kelas A, kelas B, kelas C, kelas D dan kelas E. Semua itu didisain untuk kebutuhan jenis-jenis organisasi.

3.2.1 Kelas A

Dalam kelas A ini oktet (8 bit) pertama adalah netid. Di mana bit yang tertinggal pada netID kelas A ini adalah nol (0) semua. Secara teori, kelas A ini memiliki 27 jaringan atau 128 jaringan yang tersedia. Secara aktual hanya ada 126 jaringan yang tersedia karena ada 2 alamat yang disisakan untuk tujuan tertentu. Dalam kelas A, 24 bit digunakan sebagai hostid. Jadi secara teori pula setiap netid memiliki 224 host atau 16.777.216 host/router. Kelas A cocok untuk mendesain organisasi komputer yang jumlahnya sangat besar dalam jaringannya.

3.2.2 Kelas B

Dalam kelas B, 2 oktet digunakan sebagai netid dan 2 oktet sisanya untuk hostID. Secara teori pula, kelas B memiliki 214 netid atau 16.384 jaringan. Sedangkan banyaknya host setiap jaringan adalah 216 host atau 65.536 host/router. Dikarenakan ada 2 alamat yang akan digunakan untuk tujuan khusus, maka hostid yang tersedia efektif adalah sebanyak 65.534. Kelas B ini cocok untuk mendesain organisasi komputer dalam jumlah menengah.

3.2.3 Kelas C

Dalam kelas C, 3 oktet sudah dimiliki untuk netid dan hanya 1 oktet untuk hostID. Sehingga secara teori banyaknya jaringan yang bisa dibentuk oleh kelas C ini adalah 221 atau terdapat 2.097.152 jaringan. Sedangkan banyaknya

host/router di setiap jaringan adalah 28 host/router atau setara dengan 256 host. Juga dikarenakan penggunaan 2 hostid untuk tujuan khusus maka hostID yang tersedia efektif adalah sebanyak 254 host atau router.

2.2.4 Kelas D.

Khusus kelas D ini digunakan untuk tujuan multicasting. Dalam kelas ini tidak lagi dibahas mengenai netid dan hostid.

2.2.5 Kelas E

Kelas E disisakan untuk penggunaan khusus, biasanya untuk kepentingan riset. Juga tidak ada dikenal netID dan hostID di sini.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari konfigurasi dan manajemen terhadap skripsi yang berjudul “Konfigurasi Dan Manajemen Koneksi Virtual Private Network (VPN) Antar Cabang Pada Kampus Institut Teknologi Dan Bisnis Indonesia” adalah sebagai berikut : 1) Konfigurasi yang dirancang dapat mengoperasikan koneksi VPN. Strategi keamanan VPN dengan konvensi PPTP. Validasi, perwujudan, enkripsi dan keterpercayaan informasi telah terbukti bekerja pada masing-masing Mikrotik Switch sebagai VPN server pada PC A dan VPN client pada PC B. Hal ini ditunjukkan dengan adanya konfirmasi pada VPN client switch sebagai username dan secret frase. harus cocok dengan profil PPTP server VPN. 2).Metode PPTP (Point-To-Point Tunneling Protocol) yang di terapkan pada Komputer A berjalan baik. Hal ini dapat dibuktikan ketika di tes ping antar Laptop client dan laptop server dan begitu pula sebaliknya, maka hasilnya berupa IP lokal yang dapat saling berkomunikasi, dengan itu sharing data dan pertukaran informasi akan menjadi semakin fleksibel dan semakin cepat.

REFERENCES

- [1] Ardiansa, G.F.E, Primananda, R., & Hanafi, M.H 2017. Manajemen Bandwidth Dan Manajemen Pengguna Pada Jaringan Wireless Mesh Network Dengan Mikrotik. Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer), 1 (11), 1226-1235. Ardianto, F., Alfaresi, B., & Yuansyah, RA 2018. Jaringan Hotspot Berbasis. Jurnal Ilmiah FIFO, **9(1)**, 68-73.
- [2] Arfind, R., Supendar, H., & Fahlapi, R. (2023). Perancangan Virtual Private Network Dengan Metode PPTP Menggunakan Mikrotik. Jurnal Komputer Antartika, **1(3)**, 108-116.
- [3] R. P., ... & Djutalov, R. (2021). Pengenalan dasar instalasi jaringan komputer menggunakan mikrotik. J. Kreat. Mhs. Inform, **2(3)**, 507-518.
- [4] Buana, W., & Hariyandi, A. (2023). PENGEMBANGAN JARINGAN LOCAL AREA NETWORK (LAN) DAN WIDE AREA NETWORK (WAN) PADA SMKN 4 PADANG DENGAN METODE RESEARCH DAN DEVELOPMENT. JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering), **7(1)**, 120-134.
- [5] Gunawan, M. A., & Wardhana, S. (2023). Implementasi dan Perbandingan Keamanan PPTP dan L2TP/IPsec VPN (Virtual Private Network). RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), **6(1)**, 69-78.
- [6] Gunawan, M. A., & Wardhana, S. (2023). Implementasi dan Perbandingan Keamanan PPTP dan L2TP/IPsec VPN (Virtual Private Network). RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), **6(1)**, 69-78.
- [7] Hasibuan, F. A. (2021). Jaringan Komputer Berbasis Radius Server untuk Meningkatkan Pemanfaatan Internet di Madrasah Aliyah Al-Azhaar Ummu Suwanah. Jurnal Teknik Informatika, **7(1)**, 30-39.
- [8] Hallberg, B. (2014). Networking A Beginner's Guide Sixth Edition (Sixth Edit). McGraw-Hill Education.
- [9] Irawati, I.D., & Iqbal, M. (2023). Manajemen Bandwidth Dengan Teknik Load Balancing. Makassar: PT.Nas Media Indonesia
- [10] Khasanah, S. N., & Utami, L. A. (2019). Implementasi Failover Pada Jaringan WAN Berbasis VPN. Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa, IV (1), 62-66.
- [11] Kurniawan, W. (2022). Computer Starter Guide: Jaringan Komputer. C.V Andi Offset.
- [12] Nurhalisa, U., & Ibrahim, I. (2021, June). Perancangan Jaringan Wireless Point To Point Dengan Memanfaatkan Frame Relay Pada Jaringan Lan Di Pt. Bumi Sawindo Permai. In Prosiding Seminar Hasil Penelitian Vokasi (Semhavok) (**Vol. 3, No. 1**, pp. 203-209).
- [13] Nasir, J., Langitta Setiawan, Y., Sabda Lesmana, L., & Revita, E. (2023). Implementasi Server Berbasis Ubuntu Dan Mikrotik Menggunakan Metode Queue Tree. JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering, **7(1)**, 71-77.
- [14] Sari, S. N., Aritionang, R., & Sumarlin, S. (2021). Smart Chicken Coop Control and Monitoring System Design Automatically with Smartphone Notifications. Brilliance: Research of Artificial Intelligence, **1(2)**, 38-46. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v1i2.1193>
- [15] Pratama, R., Irawan, J. D., & Orisa, M. (2022). Analisis Quality Of Service Sistem Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Laboratorium Teknik Informatika Itn Malang. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), **6(1)**, 196-204.
- [16] Purwahid, M., & Triloka, J. (2019). Analisis Quality of Service (QOS) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di SMK NI Sukadana. Jurnal Teknologi Komputer Dan Sistem Informasi, **2(03)**.
- [17] Putra, J. L., Indriyani, L., & Angraini, Y. (2020). Penerapan Sistem Keamanan Jaringan Menggunakan VPN Dengan Metode PPTP Pada PT. Asri Pancawarna. IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology), **3(2)**
- [18] Rachmawan, A., & Prihanto, A. (2020). Perbandingan Protokol L2TP dan PPTP Untuk Membangun Jaringan Intranet di Atas VPN. J. Manaj. Inform, **8(2)**, 53-57.
- [19] Rahadjeng, I. R., & Ritapuspitarsari, R. (2019). Analisis jaringan local area network (lan) pada PT. Mustika ratu tbk jakarta timur. Prosisko: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, **5(1)**.
- [20] Romulo Aritionang, Sumarlin. (2020). Jaringan Komputer dan Mikrotik Hotspot. Larispa.

[21] Scott, C., Wolfe, P., Erwin, M., & Tunnel, A. (n.d.). Virtual Private Networks , Second Edition