PENERAPAN VPN IP SECURITY SITE TO SITE DI KEMENTRIAN PERHUBUNGAN

Luthfi Firdhaus[1]; Fatmawati[2]; Bambang Wijonarko[3]

Teknik Informatika
STMIK Nusa Mandiri
www.nusamandiri.ac.id
luthfi.firdhaus@gmail.com

Sistem Informasi
STMIK Nusa Mandiri
www.nusamandiri.ac.id
fatmawati.fmw@gmail.com

Teknologi Komputer
Universitas Bina Sarana Informatika
www.bsi.ac.id
bambang.bwo@bsi.ac.idi

Abstract—*The current network technology is not covering one building, or one office or one area, but it is progressing some convarege area different from province, island difference even can also different continent. The Ministry of Transportation is a government office where security in data delivery is of paramount importance. Problems that occurred in the Ministry of Perhubunhan is not secure the process of sending data that is done from the head office to the branch office. The presence of VPN provides a mediation of communication path through the public network with the encryption process on the data, so that the data to be transmitted can only be accessed by the client and kept confidential. Using IPSecurity VPN infrastructure is one of the solutions to improve data security on computer networks that support many authentication and encryption methods. IPSec works by encrypting the data packets automatically before being sent. Thus, although the data successfully intercepted by a third party then the data will not be useful because the data has been encrypted. This kind of problem is basically a common problem that is common in many companies around the world.*

Keyword: *Virtual Private Network, Wide Scale Network, IP Security.*

Abstrak—*Teknologi jaringan saat ini sudah bukan mencakup satu gedung, atau satu kantor atau satu area saja, tetapi saat ini perkembangannya beberapa convarege area beda propinsi, beda pulau bahkan bisa juga beda benua. Kementrian perhubunhgan merupakan kantor pemerintahan yang di mana keamanan dalam pengiriman data adalah suatu hal yang sangat penting. Permasalahan yang terjadi di Kementrian Perhubungan adalah belum amannya proses pengiriman data yang di lakukan dari kantor pusat ke kantor cabang. Hadirnya VPN memberikan suatu mediasi jalur komunikasi melalui jaringan publik dengan proses enkripsi pada data, sehingga data yang akan di transmisikan hanya dapat di akses oleh client dan terjaga kerahasiaannya. Dengan menggunakan infrastruktur VPN IPSecurity merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan keamanan data pada jaringan komputer yang mendukung banyak metode otentikasi dan enkripsi. IPSec bekerja dengan melakukan enkripsi pada paket data secara otomatis sebelum dikirimkan. Dengan demikian walaupun data berhasil disadap oleh pihak ketiga maka data tidak akan berguna karena data telah terenkripsi. Permasalahan seperti ini pada dasarnya merupakan masalah umum yang biasa terjadi di banyak perusahaan diseluruh dunia.*

Kata Kunci*: Virtual Private Network, Jaringan Skala Luas, IP Security*

PENDAHULUAN

Kementrian Perhubungan atau yang lebih lama disebut Departemen Perhubungan merupakan salah satu instansi besar negara. Kementrian ini memiliki *scope* atau jangkauan yang sangat luas, sehingga diperlukan penerepan informasi teknologi yang mendukung kinerja dari Kementrian ini dimana setiap aktifitasnya menggunakan komputer dan jaringan internet, yaitu mulai dari sharing data dari kantor cabang menuju kantor pusat atau sebaliknya. Jaringan komputer memang menjadi pilihan yang tepat baik itu perusahaan maupun personal untuk meyediakan informasi dan menghubungkan jaringan LAN ke internet (Varianto & Badrul, 2015). Kementrian Perhubungan Dalam melaksanakan tugas dan Pekerjaanya masih menggunakan E-mail Sebagai Sarana Pengiriman data, E-mail umumnya dilakukan melalui internet yang merupakan jalur publik sehingga memungkinkan terjadinya serangan oleh digital attacker seperti penyadapan dan modifikasi informasi (Pt & Frasti, 2017). keamanan di dalam pengiriman serta penerimaan data sangat penting, untuk menjamin bahwa data yang dikirim tidak jatuh ke pihak ketiga, terutama jika data tersebut bersifat rahasia, Untuk itu perlu adanya pengamanan data pada jaringan (Hidayatulloh, 2014) hal yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan analisis resiko pada jaringan, menentukan level keamanan yang diperlukan pada suatu organisasi, serta melakukan identifikasi terhadap informasi-informasi yang perlu untuk dilindungi dari serangan pada jaringan.

Teknologi jaringan yang dapat mendukung hal ini adalah teknologi *Virtual Private Network* (VPN), yang dapat mengemulasikan dua jaringan yang lokasinya berjauhan saling berkomunikasi seakan-akan kedua jaringan tersebut di dalam suatu jaringan internet yang besar (Suryanto & Dewi, 2013).

*Virtual Private Network (*VPN) banyak digunakan untuk meningkatkan keamanan data-data komunikasi yang bersifat rahasia. Pada prinsipnya, VPN merupakan sebuah sambungan komunikasi yang bersifat pribadi dan dilakukan secara virtual (Supriyono, Widjaya, & Supardi, 2013) dan VPN bukanlah hal baru, yang membuat VPN ini menjadi menarik dikarenakan kemampuannya untuk mengamankan intranet dengan kedinamisannya untuk mengakomodasi lingkungan bisnis yang selalu berubah-ubah pesat (Munandar & Badrul, 2015). Sedangkan ketika akan mengimplementasikan IPSec, hal yang penting untuk diketahui adalah adanya suatu keseimbangan antara mengamankan data dari user yang tidak berhak dan membuat user yang memiliki akses untuk dapat masuk ke dalam jaringan (Hidayatulloh, 2014).

Site to site VPN merupakan jenis implementasi VPN yang menghubungkan antara dua tempat atau lebih yang letaknya berjauhan, seperti halnya menghubungkan kantor pusat dengan kantor cabang (Hendriana, 2012). Dari permasalahan di atas maka penulis mengimplementasikan *Virtual Private Network, IP Security Site to Site* pada Kementerian Perhubungan sebagai solusi tingkat keamanan yang bisa di terapkan. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan VPN *IP Security site to site* untuk meningkatkan keamanan data pada jaringan komputer yang mendukung banyak metode otentikasi dan enkripsi sehingga dapat terjaga kerahasiaannya.

BAHAN DAN METODE

Adapun metode yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah:

A. Teknik Pengumpulan data

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu:

1. Pengamatan (Observasi)
   Pada tahap ini penulis melakukan pengamatan serta pengumpulan data secara langsung ke Kementrian Perhubungan.
2. Wawancara (*Interview*)
   Pada tahap wawancara penulis melakukan tanya jawab langsung dengan Bapak Sigit Sukmoro selaku operator IT di kementrian perhubungan.
3. Studi Pustaka
   Sedangkan pada studi pustaka adapun cara yang penulis lakukan adalah mencari dan membaca buku-buku dari sumber-sumber yang berhubungan dengan penelitian yang penulis lakukan.

B. Analisa Penelitian

1. Analisa Kebutuhan
   Pada analisa kebutuhan ini penulis membuat bagaimana sebuah jalur *public* atau internet seperti jalur local dengan meningkatkan sistem akses pada jalur koneksi karena data secara *public* belum tentu tingkat keamanannya terjamin, oleh karena itu proses data yang berjalan harus melewati beberapa network. Kejahatan dunia *cyber* seperti penyadapan, pencurian data dan lain-lain yang menjadi alasan ketidak amanan jalur data tersebut pada jalur *public* atau internet.
2. Desain
   Pada tahap ini penulis mendesain jaringan dengan menggunakan Software Cisco Packet Tracer.

3. Testing
   Penulis melakukan testing koneksi untuk implementasi jaringan di kementrian perhubungan dengan menggunakan software Cisco Packet Traser yang mana aplikasi ini bertujuan untuk merancang jaringan sebelum di implementasikan ke dunia.
4. Implementasi
   Sedangkan pada tahap implementasi penulis melakukan percobaan VPN IP Scurity antara kantor cabang dengan kantor pusat kementrian perhubungan.

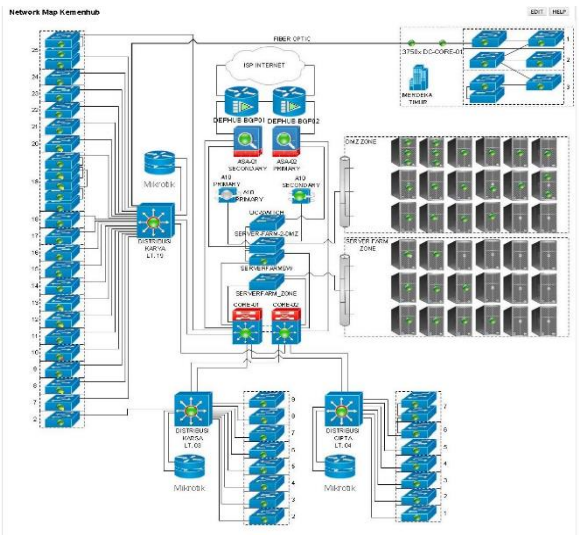
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini penulis menjelaskan jaringan yang sedang diterapkan dan jaringan usulan, yaitu:

A. Jaringan yang sedang di terapkan

1. Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang digunakan oleh Kementrian Perhubungan menggunakan topologi *star* karena topologi *star* masing-Masing *workstation* dihubungkan secara langsung ke server atau *switch.* Keunggulan dari topologi *star* ini yaitu bahwa dengan adanya kabel tersendiri untuk setiap *workstation* ke server maka *bandwith* atau lebar jalur komunikasi dalam kabel akan semakin lebar sehingga akan meningkatkan unjuk kerja jaringan komputer secara keseluruhan.



Sumber : (Firdhaus, Fatmawati, & Wijonarko, 2018)Gambar 1. Topologi Jaringan

Tabel 1. Komponen Topologi Gedung Karsa

NO	KOMPONEN	JUMLAH	KET
1	Switch HP 2610	3	Lantai 5 Ruang SSP Dan ruang Dirjen
2	Wireless HP E-MSM410	1	
	Acces Point		Topologi Star

Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Tabel 2. Komponen Topologi Gedung Karya

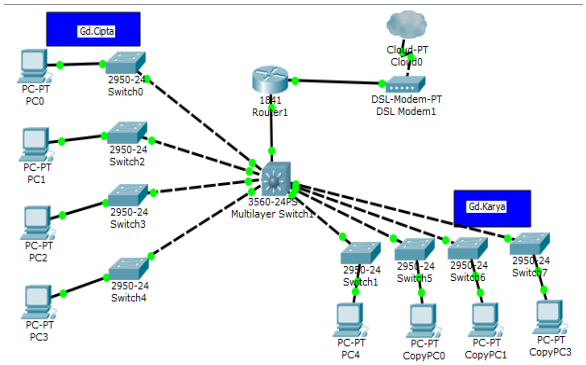
NO	KOMPONEN	JUMLAH	KET
1	Switch HP 2610	1	Lantai 24 Topologi Star
	Wireless HP E-MSM410	3	
2	Switch HP 2610	1	Lantai 23 Toplogi Bus
	Wireless HP E-MSM410	6	
3	Firewall	2	Lantai 22 Topologi Half Mash /Hierarki
	Core Switch	1	
	Server Switch	1	
	Switch HP 2610	1	
	Wireless HP E-MSM410	6	
	Server nms	1	
	Server Aplication	1	
	Server Database	1	
	Server Idap dan Dhep	1	
	Server Report	1	
	Server Mobile		
	Voluntari		
4	Switch HP 2610	1	Lantai 21 Topologi Star
	Wireless HP E-MSM410	3	
5	Switch HP 2610	1	Lantai 20 Topologi Star
	Wireless HP E-MSM410	2	

Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

2. Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan yang digunakan pada kementrian Perhubungan adalah sistem operasi jaringan model *public service,* dimana jaringan yang ada sekarang diperuntukan untuk kebutuhan akses publik atau masyarakat yang memerlukan informasi dari Kementrian Perhubungan, sehingga publik bisa mengetahui informasi-informasi yang terdapat di dalam portal Kementrian Perhubungan.

3. Skema Jaringan



Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 2. Skema Jaringan

Skema jaringan pada Kementrian Perhubungan pusat disini yaitu, semua komputer di hubungkan ke sebuah switch pusat, sehingga switch pusatlah yang bertugas untuk mengontrol lalu lintas data, jika satu user ingin mengirim data ke user lain maka data akan dikirim ke switch utama dan langsung di kirimkan menuju user atau komputer tujuan tanpa melewati komputer lain, sehingga proses pengiriman data akan terasa cepat.

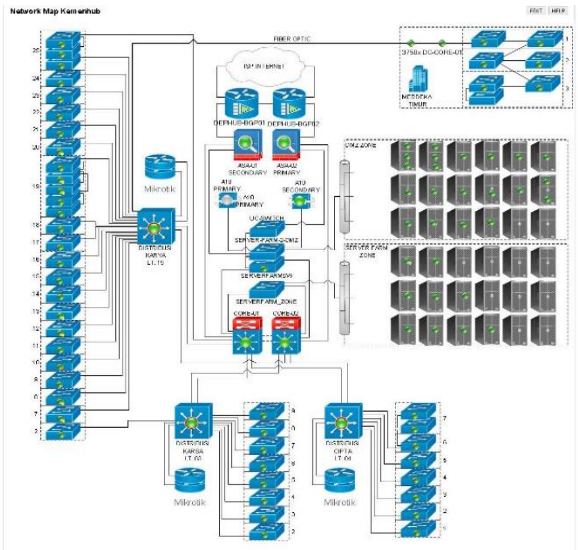
4. Keamanan jaringan

Keamanan yang diterpakan dalam implemenetasi yang sedang berjalan adalah menggunakan *firewall* ASA untuk memfilter trafik. Dan untuk login hak akses dan tracking penggunaan menggunakan perangkat Radio *Mikrotik*.

B. Jaringan usulan

1. Topologi jaringan usulan

Topologi yang di gunakan dan diususlkan penulis pada kementrian perhubungan, yaitu topologi star, pada topologi usulan ini penulis tidak merubah topologi yang sudah ada pada kantor pusat maupun kantor cabang karena pada instansi telah mnggunakan topologi star yang menurut penulis sudah topologi tersebut sudah cukup baik, berdasarkan rancangan jaringan usulan ini maka untuk IP *Address* pada jaringan internal kantor masih tetap.

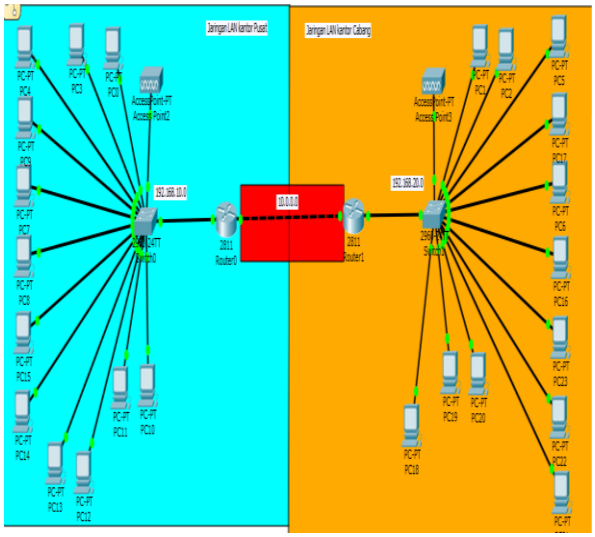


Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 3. Topologi Jaringan Usulan

2. Skema Jaringan Usulan

Di dalam skema jaringan usulan penulis mencoba mengusulkan pemecahan masalah yang terjadi pada Kementrian Perhubungan adalah dengan mengkonfigurasi router *cisco* dengan VPN IP *Security*. Pengkonfigurasian *router cisco* ini difungsikan sebagai penghubung antara kantor pusat dengan Kantor dengan kantor cabang dan sebagai jalur VPN (*Virtual Private Network*) dari *client-client* kantor cabang yang akan mengamankan Internet *Protocol* (IP) komunikasi dengan otentikasi dan mengenkripsi setiap paket IP dari suatu sesi komunikasi. Ipsec melindungi lalu lintas aplikasi di jaringan IP. *Virtual Private Network* (VPN) sendiri merupakan sebuah teknologi komunikasi yang memungkinkan adanya koneksi dari dan ke jaringan publik serta menggunakannya bagaikan menggunakan jaringan lokal dan juga bahkan bergabung dengan jaringan lokal itu sendiri. Dengan menggunakan jaringan publik ini, maka user dapat mengakses fitur-fitur yang ada di dalam jaringan lokalnya, mendapatkan hak dan pengaturan yang sama bagaikan secara fisik kita berada di tempat dimana jaringan lokal itu berada. Hal yang perlu diingat adalah sebuah private network haruslah berada dalam kondisi diutamakan dan terjaga kerahasiaannya. Keamanan data ketertutupan transfer data dari akses ilegal serta skalabilitas jaringan menjadi standar utama dalam *Virtual Private Network* ini.



Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 4. Skema Jaringan Usulan

3. Keamanan Jaringan

VPN merupakan teknik pengaman jaringan yang bekerja dengan cara membuat suatu tunnel sehingga jaringan yang terpercaya dapat terhubung dengan jaringan yang ada di luar melalui internet. Infrastruktur publik yang paling digunakan adalah *internet*, di perlukan protokol khusus untuk mengatur pengamanan datanya. Penggunaan VPN IP *security* sangat tepat. Dimana Internet Protocol (IP) komunikasi dengan otentikasi dan mengenkripsi setiap paket IP dari

suatu sesi komunikasi. IPSec juga mencakup protokol untuk mendirikan otentikasi bersama antara agen pada awal sesi dan negosiasi kunci kriptografi yang akan digunakan selama sesi.

4. Rancangan Aplikasi

Dalam perancangan aplikasi ini penulis menggunakan Packet traser dikarenakan sesuai dengan perangkat keras yang dipakai, serta untuk membuktikan dan perancangan *internet working.* Berdasarkan skema jaringan tersebut penulis mencoba menuangkan rancangan aplikasi yang di terapkan yaitu dengan konfigurasi VPN pada Router Cisco pada konfigurasi ini penulis menuangkan bagaimana mengkonfigurasi VPN yang terdapat di dalam perangkat *router Cisco.*

a. Konfigurasi Router Kantor Pusat

Tabel 3. Konfigurasi Router *Cisco* pada Kantor Pusat

No	Perintah Pada Router
1.	Router >
2.	Router > enable
3.	Router # configure terminal
4.	Router (config)# interface fastethernet0/0
5.	Router (config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
6.	Router (config-if)# no shutdown
7.	Router (config-if)# exit
8.	Router (config)# interface fastethernet0/1
9.	Router (config-if)# ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
10.	Router (config-if)# no shutdown
11.	Router (config-if)# exit
12.	Router (config-if)# router rip
13.	Router (config-router)# network 192.168.10.0
14.	Router (config-router)# network 10.0.0.0
15.	Router(config-router)# version 2
16.	Router (config-router)# exit
17.	Router (config)# crypto isakmp policy 10
18.	Router (config-isakmp)# authentication pre-share
19.	Router (config-isakmp)# hash sha
20.	Router(config-isakmp)# encryption aes 256
21.	Router (config-isakmp)# group 2
22.	Router (config-isakmp)# lifetime 86400
23.	Router (config-isakmp)# exit
24.	Router (config)# crypto isakmp key toor address 10.0.0.0.2
25.	Router (config-if)# crypto ipsec transform-set TSET es-aes esp-sha-hmac
26.	Router (config-if)# access-list 101 permit ip 192.168.10.0 0.0.0.255 192.168,20.0 0.0.0.255
27.	Router (config-if)# crypto map CMAP 10 ipsec-isakmp
28.	Router (config-crypto-map)# set peer 10.0.0.2
29.	Router (config-crypto-map)# match address 101
30.	Router (config-crypto-map)# set transform-set TSET
31.	Router (config-crypto-map)# Exit
32.	Router (config)# Interface fastethernet0/1
33.	Router (config-if)# crypto map CMAP
34.	Router # Write

Sumber : (Firdhaus et al., 2018)Konfigurasi Router pada Kantor Cabang

Tabel 4. Konfigurasi Router *Cisco* pada Kantor Cabang

No	Perintah Pada Router
1.	Router >
2.	Router > enable
3.	Router # configure terminal
4.	Router (config)# interface fastethernet0/0
5.	Router (config-if)# ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
6.	Router (config-if)#no shutdown
7.	Router (config-if)# exit
8.	Router (config)# interface fastethernet0/1
9.	Router (config-if)# ip address 10.0.0.2 255.0.0.0
10.	Router (config-if)# no shutdown
11.	Router (config-if)# exit
12.	Router (config-if)# router rip
13.	Router (config-router)# network 192.168.20.0
14.	Router > network 10.0.0.0
15.	Router (config-router)# version 2
16.	Router (config-router)# exit
17.	Router (config)# crypto isakmp policy 10
18.	Router (config-isakmp)# authentication pre-share
19.	Router (config-isakmp)# hash sha
20.	Router (config-isakmp)# encryption aes 256
21.	Router (config-isakmp)# group 2
22.	Router (config-isakmp)# lifetime 86400
23.	Router (config-isakmp)# exit
24.	Router (config)# crypto isakmp key toor address 10.0.0.1
25.	Router (config-if)# crypto ipsec transform-set TSET es-aes esp-sha-hmac
26.	Router (config-if)# access-list 101 permit ip192.168.20.0 0.0.0.255 192.168.10.0 0.0.0.255
27.	Router (config-if)# crypto map CMAP 10 ipsec-isakmp
28.	Router (config-crypto-map)# set peer 10.0.0.1
29.	Router (config-crypto-map)# match address 101
30.	Router (config-crypto-map)# set transform-set TSET
31.	Router (config-crypto-map)# Exit
32.	Router (config)# Interface fastethernet0/1
33.	Router (config)# crypto map CMAP
34.	Router# Write

Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

5. Manajemen Jaringan

Dengan menggunakan infrastruktur VPN yaitu *VPN IP Security Site to site.* Dari kantor pusat Kemenetrian Perhubungan maupun dari kantor cabang digunakan *Router* yang menghubungkan

keduanya. *Virtual Private Network* atau VPN merupakan teknologi yang diterapkan pada suatu institusi atau perusahaan yang membutuhkan akses ke suatu jaringan *local* secara aman, teknologi yang digunakan adalah internet yang telah dienkripsi dengan *software* tertentu sehingga membentuk jaringan *private* walau jaringan tersebut melalui jaringan publik.

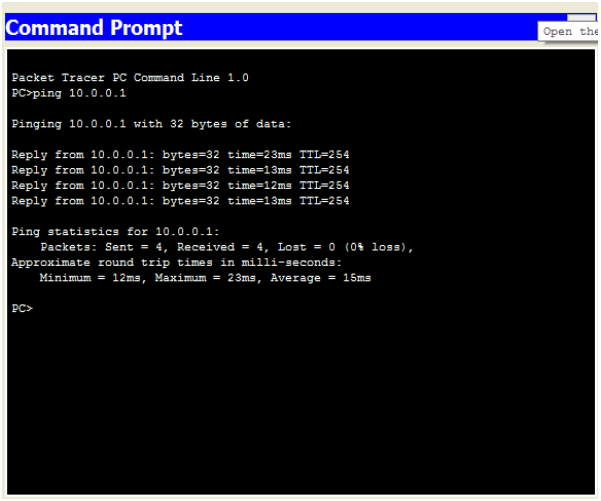
6. Pengujian Jaringan

Di dalam pengujian jaringan ini penulis mencoba melakukan perbandingan dari jaringan computer pada Kementrian Perhubungan pada saat belum penerapan menggunakan VPN dan saat sudah melakukan penerapan VPN. Dan pengujian ini tetap menggunakan simulator *Packet tracer* dengan beserta aplikasi-aplikasi yang ada di dalam *Packet tracer* ini.

a. Pengujian Jaringan Awal

Pada pengujian awal ini jaringan LAN pada Kementrian Perhubungan ini belum menggunakan jalur VPN. Jadi setiap *client-client* yang ada di kantor cabang dapat melakukan koneksi ke kantor pusat tetapi belum ada enkripsi pada paket data.

1) Pengujian *client* kantor cabang ke kantor pusat

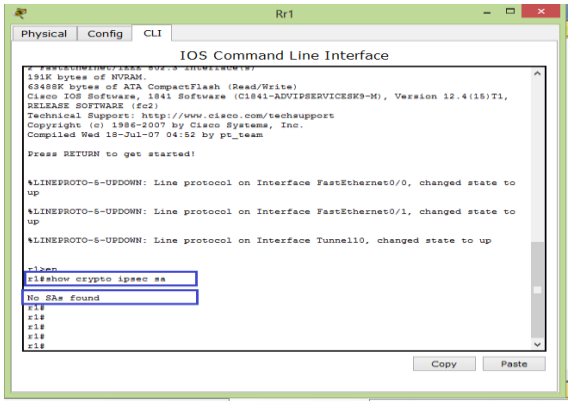


Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 5. Pengujian client kantor cabang ke kantor pusat

Pada Gambar 5. menunjukan keberhasilan pengujian koneksi dari *client* kantor cabang ke *router* kantor pusat, untuk mengujinya penulis melakukan perintah "*ping" pada client* yang ada di dalam jaringan kantor cabang ke router yang ada di dalam jaringan kantor pusat Kementrian Perhubungan. Ada beberapa catatan dalam keterangan gambar di atas bahwa untuk menghubungkan dari kedua kantor Kementrian Perhubungan menggunakan media transmisi kabel *Fiber Optic* dimana kabel *Fiber Optic* sendiri memerlukan biaya dan perawatan yang cukup mahal, dan dari segi keamanannya masih belum terjamin karena masih rawan dari penyadapapan atau kerusakan yang di sebabkan oleh gejala alam atau ganguan fisik lainnya.

1) Pengujian command untuk memverifikasi koneksi VPN



Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 6. Pengujian command untuk memverifikasi koneksi VPN

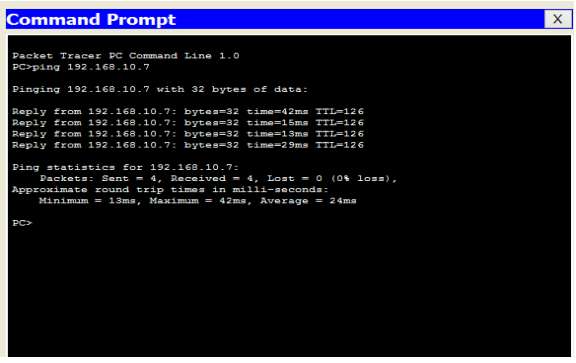
Pada Gambar 6. menjelaskan bahwa pada saat ingin menampilkan keamanan jaringan IP *security* dengan menggunakan konfigurasi (*Show Crypto IPsec SA)* pada *Command Line Interface* di aplikasi router cisco paket traser terlihat belum adanya sistem keamanan Ip *security.*

a. Pengujian Jaringan Akhir

Setelah penerapan perangkat *router cisco* pada Kementrian Perhubungan dan sudah di konfigurasi VPN IP *Security* , maka akses jaringan LAN pada kantor tersebut dapat dibuka. Ini dapat dimanfaatkan seperti melakukan pengambilan data atau dokumen secara cepat dan aman pada salah satu *client* yang ada di kantor dapat dilakukan.

Pengujian dilakukan berdasarkan tes koneksi "*ping*" dari kantor cabang ke kantor pusat dan telah terkonfigurasi dengan VPN IP *Security* pada *router cisco* kantor pusat.

1) Pengujian client kantor cabang ke kantor pusat

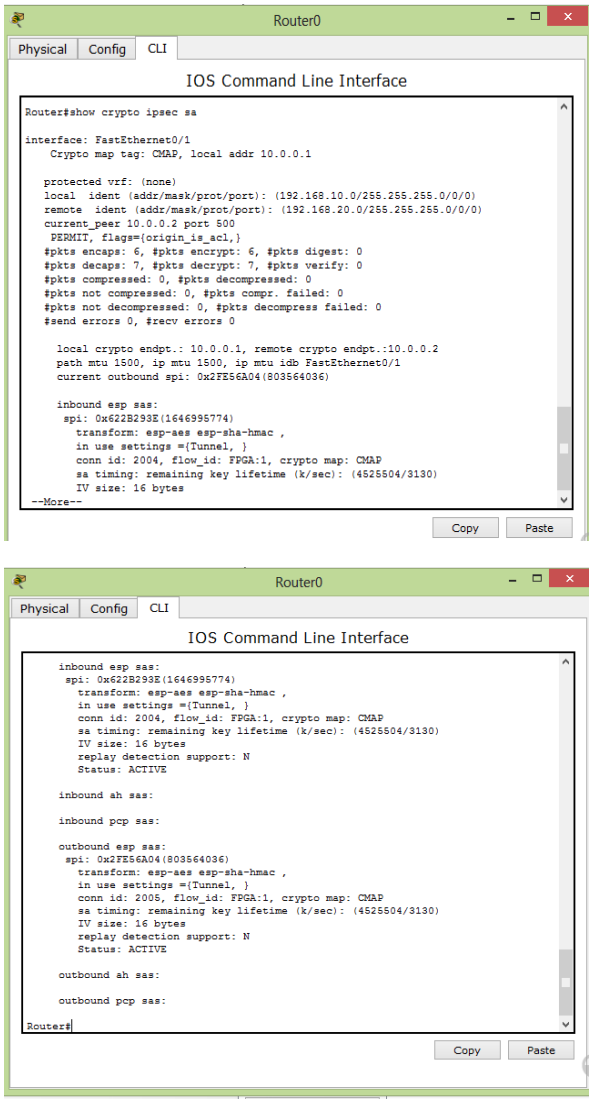


Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 7. Pengujian client kantor cabang ke kantor pusat

Pada Gambar 7. Menunjukan keberhasilan pengkoneksian antar kantor cabang dengan kantor pusat, pengetesan dilakukan dengan cara menembak IP *access router* yang bertujuan untuk mengetahui sudah atau belumnya jaringan terkoneksi. Dan jaringan tersebut sudah di konfigurasi menggunakan teknologi VPN IP *Security,* dari segi keamanannya jaringan yang sekarang sudah di enkripsi dengan teknologi VPN IP *Security*. Untuk pengujiannya tertera pada gambar VI.6.

1) Pengujian *command* untuk memverifikasi koneksi VPN



Sumber : (Firdhaus et al., 2018)

Gambar 8. Pengujian *command* untuk memverifikasi koneksi VPN

Pada Gambar 8. menunjukan keberhasilan dalam penerapan VPN IP *security,* pada tes konfigurasi dengan apliaksi *Command Line Interface* tertera terdapat paket yang terenkripsi dan terenkapsulasi pada saat client di kantor cabang mengirim paket ke kantor pusat. Dan tertera tipe transform yang di gunakan *esp-aes esp-sha-hmac* maksudnya adalah digunakan untuk menyediakan layanan *confidentiality*, *authentication* dan *integrity* terhadap komunikasi data, Di dalam *ESP header* terdapat informasi yang diperlukan untuk dekripsi dan autentikasi data.

KESIMPULAN

Kementrian Perhubungan pada setiap aktifitasnya masih menggunakan komputer dan jaringan internet yaitu mulai dari mengirimkan data dari kantor cabang menuju kantor pusat atau sebaliknya. Untuk proses pengiriman data kementrian perhubungan masih menggunakan elektronik mail (*e-mail*), di mana proses tersebut masih sangat rawan dari pencurian lewat jaringan internet. Dan dengan adanya penerapan VPN (*Virtual Private Network*) IP *Security* staf IT atau pegawai dapat mengirim data secara mudah, cepat dan aman. Sedangkan dalam penggunaan jaringan VPN IP *Security* memerlukan adanya router sebagai alamat server VPN. Ini dikarenakan router hanya sebagai media pengenkripsian jalur yang akan digunakan. Sedangkan topologi jaringan yang ada di dalam Kementrian Perhubungan adalah topologi *star* dengan perangkat *switch* sebagai pusat dari perangkat-perangkat jaringan computer yang ada dan perkembangan teknologi informasi terus berkembang dengan penerapan router *cisco* yang mempunyai nilai investasi panjang.

REFERENSI

Firdhaus, L., Fatmawati, & Wijonarko, B. (2018). *Laporan Hasil Penelitian.*

Hendriana, Y. (2012). Evaluasi Implementasi Keamanan Jaringan Virtual Private Network (VPN) (Studi Kasus Pada CV. Pangestu Jaya). *Jurnal Teknologi*, *5*, 132–142.

Hidayatulloh, S. (2014). Analisis Dan Optimalisasi Keamanan Jaringan Menggunakan Protokol IPSec. *Jurnal Informatika*, *I*(2), 93–104.

Munandar, A., & Badrul, M. (2015). Penerapan Open Vpn Ipcop Sebagai Solusi Permasalahan Jaringan Pada PT. Kimia Farma Trading & Distribution. *Teknik Komputer AMIK BSI*, *1*(1), 30–41.

Pt, K., & Frasti, T. (2017). Implementasi Protokol S / Mime Pada Layanan E-Mail Peningkatan Jaminan Keamanan Secara Online Pada, *2*(2).

Supriyono, H., Widjaya, J. A., & Supardi, A. (2013).

Penerapan Jaringan Virtual Private Network Untuk Keamanan Komunikasi Data Bagi PT. Mega Tirta Alami. *Warta*, *16*, 88–101.

Suryanto, & Dewi, S. (2013). Implementasi Jaringan VPN Berbasis IP-MPLS Pada PT. Mhe Demag Indonesia. *Paradigma*, *XV*(1), 98–105.

Varianto, E., & Badrul, M. (2015). Implementasi Virtual Private Network dan Proxy Server Menggunakan Clear OS Pada PT . Valdo International. *Teknik Komputer AMIK BSI*, *1*(1), 54–65.

