



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**Implementasi Keamanan Jalur Internet Menggunakan IP Tunneling
Pada OpenVPN Access Server Dengan Protokol OpenVPN
dan Protokol DNS Over HTTPS**

TESIS

Oleh

Yhudi Winawang

55417120025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS MERCU BUANA

TAHUN 2021



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

TESIS

**Diajukan sebagai Salah satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro**

Oleh

Yhudi Winawang

55417120025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
PROGRAM PASCASARJA

ABSTRAK

Pada masa sekarang perusahaan membolehkan karyawannya untuk bekerja secara *remote*, dimana saja dari luar kantor misalnya bekerja di rumah (*work from home*). Untuk mengamankan paket data dari pengguna yang berada di jaringan publik salah satu solusinya adalah membangun *Virtual Private Network* (VPN). *OpenVPN Access server* merupakan salah satu solusi VPN yang sangat cocok diterapkan untuk perusahaan maupun personal karena mudah dikonfigurasi dan bisa dipasang pada *server* secara *on-premise*. Walaupun pengguna sudah menggunakan protokol OpenVPN namun masih ada celah keamanan pada sisi DNS apabila masih menggunakan DNS milik ISP yang menerapkan banyak *filtering*. Untuk itu protokol OpenVPN dapat digabungkan dengan protokol *DNS Over HTTPS* (DOH) agar traffic DNS juga sulit dimanipulasi atau diblokir. Keamanan dan kestabilan akses menggunakan OpenVPN mempunyai *Quality of Service* (QoS) yang mendekati akses langsung, yang mempunyai nilai selisih paket dikirim dibanding paket diterima sekitar 1,7%. Ketika ditambahkan protokol OpenVPN dan protokol DOH secara bersamaan maka selisih rata-rata paket loss akan naik menjadi 1.8%. Akses ke DNS dengan OpenVPN+DOH mempunyai *response time* yang lebih besar dibandingkan dengan akses DNS ke ISP secara langsung. Namun *response time* DNS ini tidak terlalu berpengaruh pada kecepatan akses karena DNS berfungsi untuk menerjemahkan alamat domain menjadi *ip address*.

Kata Kunci : *Internet, Keamanan, OpenVPN, DNS, Server, HTTPS, QoS*

ABSTRACT

At present the company allows its employees to work *remotely*, anywhere from outside the office for example work from *home*. To secure data packets from users who are on public networks the solution is to build a *Virtual Private Network* (VPN). *OpenVPN Access server* is one of the VPN solutions that is very suitable for corporate and personal because it is easy to configure and can be installed *on-premise servers*. Although users already use the OpenVPN protocol, there are still security gaps on the DNS side if they still use ISP's DNS that applies a lot of *filtering*. Therefore the OpenVPN protocol can be combined with the *DNS Over HTTPS* (DOH) protocol so that DNS traffic is also difficult to manipulate or block. Security and stability of access using OpenVPN has a *Quality of Service* (QoS) that is close to direct access, which has a difference in the value of packets sent compared to packages received about 1.7%. When added OpenVPN protocol and DOH protocol simultaneously then the average difference of loss package will increase to 1.8%. Access to DNS with OpenVPN+DOH has a greater *response time* compared to direct DNS access to ISP. However, this DNS *response time* has little effect on access speed because DNS serves to translate domain addresses into *ip addresses*.

Keywords: *Internet, Security, OpenVPN, DNS, Server, HTTPS, QoS*


PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Yhudi Winawang
NIM : 55417120025
Program Studi : Magister Teknik Elektro

dengan judul “*Implementasi Keamanan Jalur Internet Menggunakan IP Tunneling Pada OpenVPN Access Server Dengan Protokol OpenVPN dan Protokol DNS Over HTTPS*”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 26 Maret 2021, didapatkan nilai persentase sebesar 22 %.

Jakarta, 26 Maret 2021
Administrator Turnitin


Arie Pangudi, A.Md

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PENGESAHAN TESIS

Judul : Implementasi Keamanan Jalur Internet Menggunakan IP Tunneling Pada OpenVPN Access Server Dengan Protokol OpenVPN dan Protokol DNS Over HTTPS

Nama : Yhudi Winawang

NIM : 55417120025

Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : ICT Security

Tanggal : 31 Maret 2021

Pembimbing



(Dr. Marza Ihsan Marzuki, M.T.)

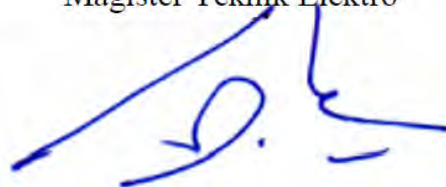
UNIVERSITAS
MENGESAHKAN :
MERCU BUANA

Direktur Pascasarjana



(Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



(Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Implementasi Keamanan Jalur Internet Menggunakan IP Tunneling Pada OpenVPN Access Server Dengan Protokol OpenVPN dan Protokol DNS Over HTTPS

Nama : Yhudi Winawang

NIM : 55417120025

Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : ICT Security

Tanggal : 31 Maret 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelas magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 31 Maret 2021



Yhudi Winawang

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang dengan Karunia dan Rahmat-Nya sehingga dapat terselesaikan pembuatan tesis ini. Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang merupakan suri tauladan bagi seluruh umat.

Pada dasarnya terbentuknya dan terselesaikannya tesis ini tidak lepas dari bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Marza Ihsan Marzuki, MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan bimbingan serta masukan dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan tesis ini
2. Bapak Prof. Dr-Ing Mudrik Alaydrus dan Prof. Dr. Andi Andriansyah sebagai Direktur Pasca Sarjana dan Kepala Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
3. Kedua Orang Tua, Ibu dan Bapak saya yang selalu mendukung dan mendoakan anaknya dalam setiap sujudnya.
4. Teman-teman MTEL 22 yang telah berjuang bersama, semoga kita semua sukses dunia dan akhirat.
5. Seluruh Civitas Akademika Universitas Mercu Buana, Khususnya Program Magister Teknik Elektro, atas segenap ilmu yang bermanfaat yang telah penulis dapatkan.

Penulis tidaklah luput dari kesalahan, maka sangatlah terbuka untuk bisa memberikan saran dan masukan untuk bisa memperbaiki kekurangan yang ada. Semoga tulisan ini bisa berguna bagi orang lain dan khususnya untuk penulis sendiri.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	iii
PENGESAHAN TESIS	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	6
KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 VPN.....	6
2.1.1 OpenVPN.....	8
2.1.2 TLS Security	10
2.1.3 OpenVPN Access Server	10
2.2 DNS.....	12
2.2.1 HTTPS	13
2.2.2 DNS OVER HTTPS.....	14
2.3 QUALITY OF SERVICE	15
2.3.1 Packet Loss	16
2.3.2 Latency (Delay).....	17
2.3.3 Jitter.....	17
2.3.4 Throughput.....	18

2.4	NETWORK SECURITY	18
2.4.1	Availability	19
2.4.2	Confidentiality	19
2.4.3	Integrity	20
BAB III	.....	21
METODE PENELITIAN	.....	21
3.1	Kerangka	21
3.2	Topologi Jaringan	24
3.3	Perangkat.....	24
3.3.1	Perangkat VPN Server	25
3.3.2	Perangkat DNS Server	26
3.3.3	Aplikasi VPN Client	27
3.4	Konfigurasi	28
3.4.1	Konfigurasi OpenVPN Access Server	29
3.4.2	Konfigurasi DNS Over HTTPS	30
3.4.3	Konfigurasi Server OpenVPN ke DNS Cache Server	31
3.5	Tools untuk Pengujian	32
3.5.1	Packet Loss dan Latency.....	32
3.5.2	Throughput.....	33
3.5.3	Sniffing	33
3.5.4	DNS Benchmark.....	34
BAB IV	.....	35
HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA	.....	35
4.1	Analisa Masalah.....	35
4.2	Kondisi Awal	36
4.2.1	Akses Internet Tanpa VPN	36
4.2.2	Akses Internet Dengan OpenVPN (Tanpa DOH)	37
4.3	Kondisi Yang Diinginkan	38
4.3.1	Akses internet dengan OpenVPN+DOH.....	38
4.4	PENGUJIAN KEAMANAN	39
4.4.1	Sniffing HTTP Pada Traffic Tanpa VPN.....	39
4.4.2	Sniffing HTTP Pada Traffic Yang Menggunakan OpenVPN+DOH.....	40
4.4.3	Torch Pada Traffic DNS	40
4.4.4	Sniffing Pada Traffic Komputer.....	41

4.5	Pengujian Quality of Services.....	42
4.5.1	Hasil benchmark DNS dengan Namebench.....	43
4.5.2	Hasil pengetesan Packet Loss dan Latency.....	45
4.5.3	Hasil pengetesan Throughput dengan iPerf3	47
4.6	Analisa Perbandingan Akses Internet	50
BAB V	.....	52
KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Packet Loss	16
Tabel 2.2 Kategori Delay	17
Tabel 2.3 Kategori Jitter.....	18
Tabel 2.4 Kategori Throughput.....	18
Tabel 4.1 Speedtest-cli tanpa OpenVPN dan tanpa DOH.....	46
Tabel 4.2 Speedtest-cli dengan OpenVPN dan tanpa DOH.....	46
Tabel 4.3 Speedtest-cli dengan OpenVPN dan dengan DOH.....	46
Tabel 4.4 Pengujian dengan iPerf3 tanpa OpenVPN dan tanpa DOH.....	48
Tabel 4.5 Pengujian dengan iPerf3 dengan OpenVPN dan tanpa DOH.....	49
Tabel 4.6 Pengujian dengan iPerf3 dengan OpenVPN dan dengan DOH.....	49
Tabel 4.7 Perbandingan akses langsung, OpenVPN dan OpenVPN+DOH	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Remote Access VPN	7
Gambar 2.2 Jaringan Site to Site VPN.....	7
Gambar 2.3 OpenVPN Standard Interface.....	11
Gambar 2.4 Visualisasi HTTPS handshake dan data exchange	13
Gambar 2.5 Struktur DNS Over HTTPS	14
Gambar 2.6 Triad CIA	18
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	20
Gambar 3.2 Topologi Jaringan	23
Gambar 3.3 Perangkat fisik server di datacenter	24
Gambar 3.4 Linux Debian 10.....	25
Gambar 3.5 Perangkat fisik DNS RB450G	26
Gambar 3.6 Mikrotik RouterOS untuk DNS cache server	26
Gambar 3.7 Software OpenVPN Connect versi 3	27
Gambar 3.8 Instalasi OpenVPN Access Server.....	28
Gambar 3.9 Service status OpenVPN sudah berjalan.....	29
Gambar 3.10 Certificate untuk DOH di DNS cache server	29
Gambar 3.11 Setup NextDNS.....	30
Gambar 3.12 Mengarahkan Server VPN ke DNS cache DOH.....	31
Gambar 4.1 Sniffing komputer yang akses internet secara langsung	35
Gambar 4.2 Sniffing komputer yang VPN menggunakan protokol OpenVPN	36
Gambar 4.3 Torch protocol DNS dan hasil filtering DNS.....	37
Gambar 4.4 Sniffing protokol HTTP	38
Gambar 4.5 Sniffing Protokol OpenVPN	39
Gambar 4.6 Sniffing traffic DNS yang sudah menggunakan DOH.....	40
Gambar 4.7 Sniffing komputer yang sudah menggunakan OpenVPN+DOH..	41
Gambar 4.8 Pengujian akses internet menggunakan internet WIFI.ID Telkom	42
Gambar 4.9 Speedtest-cli menggunakan jaringan WIFI.ID.....	42
Gambar 4.10 Hasil benchmark DNS menggunakan Namebench.....	43
Gambar 4.11 Mean response duration	43

Gambar 4.12 Full chart response dari Namebench.....	44
Gambar 4.13 Speedtest-cli Parameter.....	44
Gambar 4.14 Pengujian dengan iPerf3 tanpa VPN dan tanpa DOH.....	46
Gambar 4.15 Pengujian menggunakan iPerf3 dengan VPN tanpa DOH.....	47



DAFTAR SINGKATAN

DES	: Data Encryption Standard
DNS	: Domain Name Server
DOH	: DNS Over HTTPS
GUI	: Graphical User Interface
HTTP	: Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	: Hypertext Transfer Protocol Secure
L2TP	: Layer 2 Tunneling Protocol
IIX	: Indonesia Internet Exchange
ISP	: Internet Service Provider
OIXP	: Open Internet eXchange Point
PPTP	: Point-to-Point Tunneling Protocol
QoS	: Quality of Service
SLA	: Service Level Agreement
TLD	: Top Level Domain
TLS	: Transport Layer Security
TCP	: Transmission Control Protocol
UDP	: User Datagram Protocol
VPN	: Virtual Private Network