

LAPORAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI *AUTO FAILOVER* PADA TEKNOLOGI *SOFTWARE-DEFINED WIDE AREA NETWORK (SD-WAN)* DENGAN METODE *BORDER GATEWAY PROTOCOL (BGP)* MENGUNAKAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER* (ISP) PADA PT XYZ

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat
Dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Vahira Amaada

NIM : 41418110107

Dosen Pembimbing : Lukman Medriavin Silalahi A.MD, ST, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI *AUTO FAIL OVER* PADA TEKNOLOGI
SOFTWARE-DEFINED WIDE AREA NETWORK (SD-WAN)
DENGAN METODE *BORDER GATEWAY PROTOCOL (BGP)*
MENGUNAKAN DUA *INTERNET SERVICE PROVIDER (ISP)*
PADA PT XYZ**



Disusun oleh :

Nama : Vahira Amaada

NIM : 41418110107

Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir,

(Lukman Medriavin Silalahi A.MD S.T, M.T.)

Ketua Program Studi

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar,
ST.M.,Sc)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vahira Amaada

NIM : 41418110107

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Implementasi *Auto Failover* Pada Teknologi *Software-Defined Wide Area Network* (SD-WAN) Dengan Metode *Border Gateway Protocol* (BGP) Menggunakan Dua *Internet Service Provider* (ISP) Pada PT XYZ.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, Januari 2023



(Vahira Amaada)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Implementasi *Auto Failover* Pada Teknologi *Software-Defined Wide Area Network* (SD-WAN) Dengan Metode *Border Gateway Protocol* (BGP) Menggunakan Dua *Internet Service Provider* (ISP) Pada PT XYZ.”**. Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk memenuhi kelulusan program sarjana strata satu (S1) Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberi dukungan selama pembuatan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini karena adanya bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya.
2. Kedua Orang tua dan keluarga besar yang tiada hentinya telah memberikan doa serta dukungannya selama ini, baik secara moril maupun materi
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor di Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik di Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
6. Bapak Lukman Medriavin Silalahi A.MD S.T, M.T selaku Pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis.
7. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST.M.,Sc selaku Sekprodi Teknik Elektro sekaligus Koordinator Tugas Akhir.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
9. Semua pihak yang membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisan, penyusunan serta pembuatan alat. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritikan dan saran yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan juga bagi rekan-rekan mahasiswa Universitas Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca dan juga penulis khususnya.

Jakarta, Januari 2023

Vahira Amaada



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Jaringan Komputer	14
2.2.1 <i>Wide Area Network (WAN)</i>	15
2.2.2 <i>Software Defined-Wide Area network (SD-WAN)</i>	15
2.2.3 <i>Internet Protocol Virtual Private Network (IP-VPN)</i>	18
2.2.4 <i>Interconnected-Networking (Internet)</i>	19
2.3 Router	20
2.3.1 FortiGate	21
2.3.2 <i>Routing Protocol</i>	22
2.3.3 <i>Border Gateway Protocol (BGP)</i>	24
2.4 <i>Quality of Service (QoS)</i>	27
2.4.1 <i>Packet Loss</i>	27
2.4.2 <i>Delay</i>	28
2.4.3 <i>Jitter</i>	28

BAB III PERANCANGAN PENELITIAN	30
3.1 Metode Penelitian.....	30
3.2 Diagram Alir	32
3.3 Perancangan Topologi Jaringan	33
3.4 Perangkat dan Konfigurasi	35
3.4.1 Pengalokasian IP Address	35
3.4.2 Penyediaan Jaringan ISP (<i>Underlay</i>).....	37
3.4.3 Konfigurasi IP Address	38
3.4.4 Konfigurasi IPsec dan IP Tunnel (<i>Overlay</i>) di sisi Hub	47
3.4.5 Konfigurasi Routing disisi Hub.....	51
3.4.6 Konfigurasi <i>Firewall Policy (Security)</i> disisi Hub	55
3.4.7 Konfigurasi IP Sec dan IP Tunnel (<i>Overlay</i>) disisi Spoke	59
3.4.8 Konfigurasi <i>Routing</i> disisi Spoke.....	63
3.4.9 Konfigurasi <i>Firewall Policy (Security)</i> disisi Spoke	65
3.4.10 Konfigurasi SD-WAN <i>Rules Spoke</i>	68
3.5 Verifikasi Routing Hub dan Spoke.....	69
3.6 Skenario Pengujian.....	71
3.6.1 Skenario <i>Full Service</i>	71
3.6.2 Skenario <i>Failover</i> Ketika <i>Service IPVPN Down</i>	72
3.6.3 Skenario <i>Failover</i> Ketika <i>Service Internet Down</i>	73
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	74
4.1 Pengujian Skenario <i>Failover</i>	74
4.1.1 Pengujian Skenario <i>Full Service</i>	75
4.1.2 Pengujian Skenario <i>Failover</i> ketika <i>IPVPN Down</i>	77
4.1.3 Pengujian Skenario <i>Failover</i> ketika <i>Internet Down</i>	79
4.2 Analisa Parameter QoS Berdasarkan Hasil Pengujian	82
4.2.1 <i>Packet loss</i>	82
4.2.2 <i>Delay</i>	83
4.2.3 <i>Jitter</i>	84
4.2.4 Hasil Analisa Nilai QoS	85
BAB V PENUTUP.....	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Wide Area Network	15
Gambar 2. 2 Desain SD-WAN.....	17
Gambar 2. 3 FortiGate.....	21
Gambar 2. 4 Secure SD-WAN Fortinet	22
Gambar 2. 5 Taksonomi Dynamic Routing	23
Gambar 3. 1 Desain Topologi PT XYZ	30
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3. 3 Topologi Hub	33
Gambar 3. 4 Topologi Spoke	34
Gambar 3. 5 Modem ISP-A Hub IPVPN	38
Gambar 3. 6 Modem ISP-A Hub Internet	38
Gambar 3. 7 Modem ISP-A Spoke IPVPN.....	38
Gambar 3. 8 Modem ISP-B Spoke Internet	38
Gambar 3. 9 Konfigurasi PE ISP-A Untuk Hub IPVPN.....	39
Gambar 3. 10 Konfigurasi PE ISP-A Untuk Hub Internet.....	40
Gambar 3. 11 Konfigurasi PE ISP-A Untuk Spoke IPVPN	41
Gambar 3. 12 Konfigurasi PE ISP-B Spoke Internet.....	42
Gambar 3. 13 Konfigurasi CPE Cisco Untuk IPVPN ISP-A.....	43
Gambar 3. 14 Konfigurasi CPE Cisco Untuk Fortigate.....	43
Gambar 3. 15 Konfigurasi CPE Cisco Untuk Gateway Fortigate dan Router PT XYZ	43
Gambar 3. 16 Konfigurasi Fortigate Untuk CPE Cisco.....	44
Gambar 3. 17 Konfigurasi Fortigate Untuk Gateway SD-WAN	44
Gambar 3. 18 Konfigurasi Fortigate Untuk Koneksi Ke Hub Internet.....	45
Gambar 3. 19 Konfigurasi Fortigate Untuk Koneksi LAN Hub.....	45
Gambar 3. 20 Konfigurasi Fortigate Spoke Koneksi Ke IPVPN.....	46
Gambar 3. 21 Konfigurasi Fortigate Spoke Koneki Ke Internet	46
Gambar 3. 22 Konfigurasi LAN Pada Fortigate Spoke	46
Gambar 3. 23 Phase1 HUB-IPVPN-BZ.....	47

Gambar 3. 24 Phase2 HUB-IPVPN-BZ.....	49
Gambar 3. 25 IP Tunnel Interface HUB-IPVPN-BZ.....	49
Gambar 3. 26 Phase1 HUB-INET.....	50
Gambar 3. 27 Phase2 HUB-INET.....	51
Gambar 3. 28 IP Tunnel Interface HUB-INET.....	51
Gambar 3. 29 Konfigurasi Community-List Hub.....	52
Gambar 3. 30 Rule SDWAN-TO-BGP.....	53
Gambar 3. 31 Rule OUT-TO-ADVVPN-SPOKE.....	53
Gambar 3. 32 Rule OUT-TO-CPE-IPVPN-BZ.....	53
Gambar 3. 33 Konfigurasi BGP Neighbour.....	54
Gambar 3. 34 Zoning Member SDWAN Hub.....	56
Gambar 3. 35 Firewall Policy OUT FortiGate to Cisco.....	57
Gambar 3. 36 Firewall Policy IN Cisco to FortiGate.....	57
Gambar 3. 37 Firewall Policy Tunnel ke FortiGate.....	58
Gambar 3. 38 Firewall Policy FortiGate Ke Tunnel.....	58
Gambar 3. 39 Firewall Policy Internet to LAN.....	59
Gambar 3. 40 Firewall Policy LAN to Internet.....	59
Gambar 3. 41 Konfigurasi IPsec Phase1 Spoke IPVPN.....	60
Gambar 3. 42 Konfigurasi IPsec Phase2 Spoke IPVPN.....	60
Gambar 3. 43 Konfigurasi IP Tunnel SPOKE IPVPN.....	61
Gambar 3. 44 Konfigurasi IPsec Phase1 SPOKE-INET.....	62
Gambar 3. 45 Konfigurasi IPsec Phase2 SPOKE-INET.....	62
Gambar 3. 46 IP Tunnel SPOKE-INET.....	62
Gambar 3. 47 Konfigurasi Community-list Spoke.....	63
Gambar 3. 48 Konfigurasi route-map IN-FROM-ADVVPN-HUB.....	63
Gambar 3. 49 Konfigurasi route-map OUT-TO-ADVVPN-HUB.....	64
Gambar 3. 50 Konfigurasi BGP neighbour Spoke.....	65
Gambar 3. 51 Zoning sdwan member Spoke.....	66
Gambar 3. 52 Firewall Policy SPOKE-TO-HUB.....	66
Gambar 3. 53 Firewall policy HUB-TO-SPOKE.....	67
Gambar 3. 54 Firewall policy LAN-TO-INTERNET.....	67

Gambar 3. 55 SD-WAN Rules Spoke.....	68
Gambar 3. 56 Verifikasi IPsec sisi Hub	69
Gambar 3. 57 Verifikasi IPsec sisi Spoke.....	69
Gambar 3. 58 Verifikasi Routing BGP sisi Hub	70
Gambar 3. 59 Verifikasi Routing BGP sisi Spoke.....	70
Gambar 3. 60 Verifikasi SD-WAN Spoke.....	71
Gambar 3. 61 Skenario Full Service	72
Gambar 3. 62 Skenario Failover (IPVPN Down)	72
Gambar 3. 63 Skema Failover (Internet Down).....	73
Gambar 4. 1 Setting Source Option LAN Spoke	74
Gambar 4. 2 [Full Service] Traceroute ke aplikasi SAP	75
Gambar 4. 3 [Full Service] Traceroute ke Email	76
Gambar 4. 4 [Full Service] Traceroute ke DNS google.....	76
Gambar 4. 5 Status Interface IPVPN (wan1) Down	77
Gambar 4. 6 [Skenario Failover 1] Traceroute ke SAP	78
Gambar 4. 7 [Skenario Failover 1] Traceroute ke Email	78
Gambar 4. 8 [Skenario Failover 1] Traceroute ke DNS Google.....	79
Gambar 4. 9 Status Interface Internet (wan2) down	80
Gambar 4. 10 [Skenario Failover 2] Traceroute ke aplikasi SAP	80
Gambar 4. 11 [Skenario Failover 2] Traceroute ke aplikasi email	81
Gambar 4. 12 [Skenario Failover 2] Traceroute ke DNS Google.....	81

DAFTAR TABEL

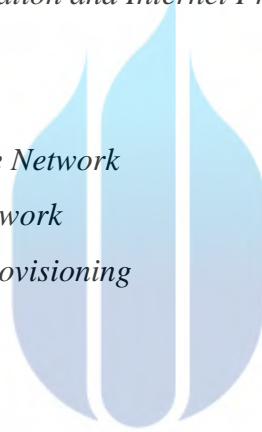
Tabel 2. 1 Perbandingan Junal	9
Tabel 2. 2 Benefit Penggunaan SD-WAN	16
Tabel 2. 3 BGP Neighbour States	25
Tabel 2. 4 Kategori Packet Loss	28
Tabel 2. 5 Kategori Delay	28
Tabel 2. 6 Kategori Jitter.....	29
Tabel 3. 1 Pengalamatan IP address.....	36
Tabel 4. 1 Analisis Parameter Packet Loss	82
Tabel 4. 2 Analisa Parameter Delay.....	83
Tabel 4. 3 Analisis Parameter Jitter	84
Tabel 4. 4 Indeks Pencapaian QoS Berdasarkan Standar TIPHON.....	85
Tabel 4. 5 Perhitungan Nilai & Indeks QoS IPVPN.....	86
Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai & Indeks QoS Internet	86



DAFTAR SINGKATAN

ADVPN	<i>Auto Discovery Virtual Private Network</i>
ASN	<i>Asynchronous System Number</i>
BGP	<i>Border Gateway Protocol</i>
CPE	<i>Customer Premise Equipment</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DMPO	<i>Dynamic Multipath Optimization</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
EGP	<i>Exterior Gateway Protocol</i>
EIGRP	<i>Enhanced Interior Gateway Routing Protocol</i>
FSM	<i>Finite State Machine</i>
HLD	<i>High Level Design</i>
IGP	<i>Interior Gateway Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPVPN	<i>Internet Protocol Virtual Private Network</i>
ISIS	<i>Intermediate System Intermediate System</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LLD	<i>Low Level Design</i>
LTE	<i>Long-Term Evolution</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
MMS	<i>Multipath Multi-WAN-hop SD WAN</i>
MMSG	<i>Gateway MMS</i>
MPLS	<i>Multiprotocol Label Switching</i>
NGFW	<i>Next Generation Firewall</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
PE	<i>Provider Edge</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
PON	<i>Passive Optical Network</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>

RID	<i>Router Identification</i>
RIP	<i>Routing Information Protocol</i>
SDN	<i>Software Defined Network</i>
SD-	
WAN	<i>Software-Defined Wide Area Network</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
SPOF	<i>Single Point Of Failure</i>
SSC	<i>SD-WAN System Control</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
	<i>Telecommunication and Internet Protocol. Harmonization Over</i>
TIPHON	<i>Network</i>
TTL	<i>Time To Live</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
ZTP	<i>Zero Touch Provisioning</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA