

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiv
DAFTAR ISTILAH	xxv
DAFTAR SINGKATAN	xxvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Batasan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 VPN	5
II.2 OpenVPN	5
II.3 ZTNA	5
II.4 OpenZiti.....	5
II.5 Fungsi Kontrol.....	6
II.6 <i>Port Scanning</i>	6
II.7 <i>Brute Force</i>	6
II.8 <i>Configuration Manipulation</i>	6

II.9	<i>Download Speed</i>	7
II.10	<i>Upload Speed</i>	7
II.11	<i>Latency</i>	7
II.12	<i>Jitter</i>	7
II.13	<i>Packet Loss</i>	8
II.14	<i>Network Throughput</i>	8
II.15	<i>File Download Time</i>	8
II.16	<i>Data Transfer Rate</i>	8
II.17	Penelitian Terdahulu	8
BAB III	Metodologi Penelitian.....	13
III.1	Model Konseptual.....	13
III.2	Sistematika Penyelesaian Masalah	15
III.2.1	Tahap Awal (Perumusan Masalah)	17
III.2.2	Tahap Hipotesis.....	17
III.2.3	Tahap Desain.....	17
III.2.4	Tahap Pengujian.....	18
III.2.5	Tahap Analisis.....	19
III.2.6	Tahap Akhir	20
III.3	Pengumpulan Data.....	20
III.4	Pengolahan Data	21
III.5	Metode Evaluasi	21
BAB IV	Eksperimen dan data eksperimen	22
IV.1	Platform Eksperimen	22
IV.1.1	Spesifikasi Perangkat Lunak.....	27
IV.2	Kelompok Pengujian.....	31
IV.3	Skenario Pengujian	31

IV.3.1	Skenario Eksperimen VPN dan ZTNA	32
IV.4	Implementasi Pengujian.....	76
IV.4.1	Implementasi Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>All TCP Ports</i>	76
IV.4.2	Implementasi Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>UDP Scan</i>	78
IV.4.3	Implementasi Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>Aggressive Scan</i> dengan <i>Service Detection</i> dan <i>OS Fingerprinting</i>	81
IV.4.4	Implementasi Pengujian VPN <i>Bruteforce</i> Menggunakan ffuf - Web <i>Login User</i>	83
IV.4.5	Implementasi Pengujian VPN <i>Configuration Manipulation</i> - <i>Downgrade Cipher Suite</i>	86
IV.4.6	Implementasi Pengujian VPN <i>Configuration Manipulation</i> - <i>Disable Server Certificate Verification</i>	88
IV.4.7	Implementasi Pengujian VPN <i>Configuration Manipulation</i> - <i>Downgrade TLS Version</i>	89
IV.4.8	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> VPN Menggunakan speedtest - <i>Download Speed, Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss</i>	91
IV.4.9	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> VPN - <i>Network Throughput</i> 92	
IV.4.10	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> VPN - <i>File Download</i> <i>Time</i> 93	
IV.4.11	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> VPN Menggunakan iperf3 – <i>Data Transfer Rate</i>	94
IV.4.12	Implementasi Pengujian ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>All TCP Ports</i>	96
IV.4.13	Implementasi Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>UDP Scan</i>	98

IV.4.14	Implementasi Pengujian ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>Aggressive Scan</i> dengan <i>Service Detection</i> dan <i>OS Fingerprinting</i>	100
IV.4.15	Implementasi Pengujian ZTNA <i>Bruteforce</i> Menggunakan ffuf - <i>Web Login Admin</i>	104
IV.4.16	Implementasi Pengujian ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> - <i>"none" Algorithm Bypass</i>	107
IV.4.17	Implementasi Pengujian ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> - <i>Algorithm Downgrade</i>	110
IV.4.18	Implementasi Pengujian ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> - <i>Token Lifetime Extension</i>	112
IV.4.19	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> ZTNA Menggunakan speedtest - <i>Download Speed, Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss</i>	114
IV.4.20	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> ZTNA - <i>Network Throughput</i>	115
IV.4.21	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> ZTNA - <i>File Download Time</i>	117
IV.4.22	Implementasi Pengujian <i>Performance</i> ZTNA Menggunakan iperf3 – <i>Data Transfer Rate</i>	117
IV.5	Parameter dan Data Hasil Pengujian	119
IV.5.1	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>All TCP Ports</i>	119
IV.5.2	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>UDP Scan</i>	121
IV.5.3	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>Aggressive Scan</i> dengan <i>Service Detection</i> dan <i>OS Fingerprinting</i>	124
IV.5.4	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Bruteforce</i> Menggunakan ffuf – <i>Web Login User</i>	127

IV.5.5	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Configuration Manipulation - Downgrade Cipher Suite</i>	130
IV.5.6	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Configuration Manipulation - Disable Server Certificate Verification</i>	132
IV.5.7	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian VPN <i>Configuration Manipulation - Downgrade TLS Version</i>	135
IV.5.8	Parameter dan Data Hasil Pengujian <i>Performance</i> VPN Menggunakan speedtest - <i>Download Speed, Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss</i>	137
IV.5.9	Parameter dan Data Hasil <i>Performance</i> VPN - <i>Network Throughput</i> 138	
IV.5.10	Parameter dan Data Hasil <i>Performance</i> VPN - <i>File Download Time</i> 140	
IV.5.11	Parameter dan Data Hasil <i>Performance</i> VPN Menggunakan iperf3 - <i>Data Transfer Rate</i>	141
IV.5.12	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap - <i>All TCP Ports</i>	142
IV.5.13	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>UDP Scan</i>	145
IV.5.14	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>Aggressive Scan</i> dengan <i>Service Detection</i> dan <i>OS Fingerprinting</i>	148
IV.5.15	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Bruteforce</i> Menggunakan ffuf – <i>Web Login Admin</i>	151
IV.5.16	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> Menggunakan jwt_tool - <i>"none" Algorithm Bypass</i> 153	

IV.5.17	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> Menggunakan <i>jwt_tool</i> - <i>Algorithm Downgrade</i>	155
IV.5.18	Parameter Penyerangan dan Data Hasil Pengujian ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> Menggunakan <i>jwt_tool</i> - <i>Token Lifetime Extension</i>	157
IV.5.19	Parameter dan Data Hasil Pengujian <i>Performance</i> ZTNA Menggunakan <i>speedtest</i> - <i>Download Speed, Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss</i>	159
IV.5.20	Parameter dan Data Hasil <i>Performance</i> ZTNA - <i>Network Throughput</i>	161
IV.5.21	Parameter dan Data Hasil <i>Performance</i> ZTNA - <i>File Download Time</i>	162
IV.5.22	Parameter dan Data Hasil <i>Performance</i> ZTNA Menggunakan <i>iperf3</i> - <i>Data Transfer Rate</i>	164
BAB V	hasil dan analisis Perbandingan	166
V.1	Hasil <i>Output</i> Serangan OpenVPN	166
V.1.1	Deskripsi <i>Field Output</i> OpenVPN <i>Access Server</i> dan OpenVPN <i>Client</i>	166
V.2	Hasil <i>Output</i> Serangan OpenZiti	182
V.2.1	Deskripsi <i>Field Output</i> OpenZiti <i>Controller</i> dan OpenZiti <i>Tunneler</i>	182
V.3	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenVPN	196
V.3.1	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenVPN Menggunakan <i>speedtest</i> - <i>Download Speed, Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss</i>	196
V.3.2	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenVPN - <i>Network Throughput</i>	197
V.3.3	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenVPN – <i>File Download Time</i>	198

V.3.4	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenVPN – <i>Data Transfer Rate</i>	198
V.4	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenZiti	199
V.4.1	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenZiti Menggunakan speedtest - <i>Download Speed, Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss</i>	199
V.4.2	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenZiti - <i>Network Throughput</i>	199
V.4.3	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenZiti – <i>File Download Time</i>	200
V.4.4	Hasil <i>Output Test Performance</i> OpenZiti – <i>Data Transfer Rate</i>	201
V.5	Analisis Fungsi Kontrol VPN OpenVPN Berdasarkan Hasil <i>Output</i> Serangan	202
V.5.1	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>All TCP Ports</i>	203
V.5.2	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>UDP Scan</i>	205
V.5.3	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>Aggressive Scan</i> dengan <i>Service Detection</i> dan <i>OS</i> <i>Fingerprinting</i>	207
V.5.4	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Bruteforce</i> Menggunakan <i>ffuf - Web Login User</i>	208
V.5.5	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Configuration</i> <i>Manipulation - Downgrade Cipher Suite</i>	210
V.5.6	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Configuration</i> <i>Manipulation - Disable Server Certificate Verification</i>	213
V.5.7	Analisis Fungsi Kontrol Serangan VPN <i>Configuration</i> <i>Manipulation - Downgrade TLS Version</i>	215
V.6	Analisis Fungsi Kontrol ZTNA OpenZiti Berdasarkan Hasil <i>Output</i> Serangan	217

V.6.1	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>All TCP Ports</i>	219
V.6.2	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>UDP Scan</i>	220
V.6.3	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Port Scanning</i> Menggunakan Nmap – <i>Aggressive Scan</i> dengan <i>Service Detection</i> dan <i>OS Fingerprinting</i>	221
V.6.4	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Bruteforce</i> Menggunakan ffuf - <i>Web Login Admin</i>	223
V.6.5	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> Menggunakan jwt_tool - " <i>none</i> " <i>Algorithm Bypass</i>	225
V.6.6	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> Menggunakan jwt_tool - <i>Algorithm Downgrade</i>	225
V.6.7	Analisis Fungsi Kontrol Serangan ZTNA <i>Configuration Manipulation</i> Menggunakan jwt_tool - <i>Token Lifetime Extension</i>	227
V.7	Analisis Perbandingan Metrik <i>Response Time</i>	228
V.8	Analisis Perbandingan Metrik <i>Granularity</i>	231
V.9	Analisis Perbandingan <i>Performance</i>	239
V.10	Ringkasan Analisa	241
V.10.1	Ringkasan Analisa Fungsi Kontrol <i>Output</i> Serangan	241
V.10.2	Ringkasan Analisa Perbandingan Metrik <i>Response Time</i>	243
V.10.3	Ringkasan Analisa Perbandingan Metrik <i>Granularity</i>	244
V.10.4	Ringkasan Analisa Perbandingan <i>Performance</i>	247
BAB VI	Kesimpulan dan Saran	249
VI.1	Kesimpulan	249
VI.2	Saran	251
DAFTAR PUSTAKA		253
LAMPIRAN		255