



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK KOMPUTER

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS
GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

**Ihwanul Muslim
1812039**

**Dosen Pembimbing
Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.
Michael Ardita, ST., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Agustus 2022**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – TEKNIK KOMPUTER

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS
GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

**Ihwanul Muslim
1812039**

**Dosen Pembimbing
Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.
Michael Ardita, ST., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Agustus 2022**

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS
GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK

SKRIPSI

IHWANUL MUSIM

1812039

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Teknik Komputer
Institut Teknologi Nasional Malang

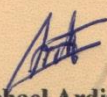
Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.

NIP. Y. 1039500274


Michael Ardita, ST., MT.

NIP. 1031000434



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Ensi Komang Somawirata, ST., MT.

NIP. P. 1030100361

Malang, Agustus 2022



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Ihwanul Muslim
NIM : 1812039
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Komputer
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021-2022
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN
SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA
JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

Diperlihatkan di hadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada,
Hari : Selasa
Tanggal : 23 Agustus 2022
Nilai : **82,2**

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

Sotyhadi, ST., MT.

NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.

NIP. Y. 1030800417

Dosen Penguji II

Sotyhadi, ST., MT.

NIP. Y. 1039700309



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Ihwanul Muslim
NIM : 1812039
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Komputer
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021-2022
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN
SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA
JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

Tanggal	Uraian	Paraf
Pengujian I 23/8/2022	Penambahan detail pustaka perilaku aplikasi game online terhadap latency yang merupakan <i>delay sensitive applications</i>	

Disetujui,
Dosen Pengujian I

Prof. Dr. Eng. Aryanto Soetedjo ST., MT.
NIP. Y. 1030800417

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.
NIP. Y. 1039500274

Dosen Pembimbing II

Michael Ardita, ST., MT.
NIP. 1031000434





LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Ihwanul Muslim
NIM : 1812039
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Komputer
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021-2022
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI
VPN SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA
JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji II 23/8/2022	Tabel hasil Pengujian	
	Perbaikan untuk ditambahkan penyajian data dengan melakukan pengujian/pengukuran <i>latency</i> pada saat waktu <i>full traffic</i> dan <i>low traffic</i>	
	Perbaikan kesimpulan berdasarkan hasil pengukuran	

Disetujui,

Dosen Penguji II

Sotyo Hadi, ST., MT.

NIP. Y. 1039700309

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.

NIP. Y. 1039500274

Dosen Pembimbing II

Michael Ardita, ST., MT.

NIP. 1031000434



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2021/2022**

Nama : Ihwanul Muslim
NIM : 1812039
Nama Pembimbing : Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN
SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA
- JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

No	Hari, Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	Rabu, 20 Oktober 2021	Pengajuan Makalah Seminar Progres Proposal	
2	Senin, 10 Januari 2022	Pengajuan Makalah Seminar Hasil Proposal	
3	Selasa, 18 Januari 2022	Meminta Tanda Tangan Seminar Hasil Proposal	
4	Kamis, 3 Maret 2022	Memperinci Flowchart Keseluruhan dan Blok Diagram	
5	Jum'at, 11 Maret 2022	Revisi judul skripsi "Perancangan dan Implementasi VPN sebagai QoS Game Online pada Jaringan Berbasis Mikrotik"	
6	Selasa, 19 April 2022	Meminta Tanda Tangan Makalah Seminar Progress Skripsi	
7	Rabu, 8 Juni 2022	Pengajuan Draft Jurnal Seminar Hasil	
8	Selasa, 19 Juli 2022	Pengajuan Draft Buku Untuk Sidang Komprehensif	

Malang, Maret 2023
Dosen Pembimbing I

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.
NIP. Y. 1039500274





MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2021/2022

Nama : Ihwanul Muslim
NIM : 1812039
Nama Pembimbing : Michael Ardita, ST., MT
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN
SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA
JARINGAN BERBASIS MIKROTIK**

No	Hari, Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	Selasa, 14 September 2021	Mengajukan Draft Proposal Skripsi	<i>M</i>
2	Kamis, 16 September 2021	Meminta Tanda Tangan Proposal Skripsi	<i>M</i>
3	Rabu, 5 Oktober 2021	Bimbingan dan konsultasi tentang konsep tunneling	<i>M</i>
5	Jum'at, 11 Maret 2022	Bimbingan dan Konsultasi Seminar Progres Skripsi	<i>M</i>
8	Jum'at, 3 Juni 2022	Bimbingan dan Konsultasi Seminar Progres Skripsi	<i>M</i>
9	Selasa, 14 Juni 2022	Bimbingan Jurnal Hasil Skripsi	<i>M</i>
10	Kamis, 16 Juni 2022	Pengajuan Draft Jurnal Skripsi	<i>M</i>
12	Rabu, 13 Juli 2022	Bimbingan Buku Skripsi	<i>M</i>
13	Jum'at, 22 Juli 2022	Pengajuan Draft Buku Skripsi	<i>M</i>
14	Senin, 25 Juli 2022	Diizinkan Sidang Komprehensif	<i>M</i>

Malang, Maret 2023
Dosen Pembimbing II



Michael Ardita, ST., MT.
NIP. 1031000434





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-062/EL-FTI/2022
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

25 Maret 2022

Kepada : Yth. Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : IHWANUL MUSLIM
NIM : 1812039
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Peminatan : T. Komputer S1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022”

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT.
NIP. P. 1030100361



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-062/EL-FTI/2022
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

25 Maret 2022

Kepada : Yth. Michael Ardita, ST., MT.

Dosen Teknik Elektro S-1

ITN MALANG

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : IHWANUL MUSLIM
NIM : 1812039
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Peminatan : T. Komputer S1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022”

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT.
NIP. P. 1030100361

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ihwanul Muslim
NIM : 1812039
Jurusan/Peminatan : Teknik Elektro S-1/Teknik Komputer
ID KTP/Paspor : 3509120503000002
Alamat : Dusun Krajan Kidul RT/RW 003/016 Desa
Sumberejo Kec. Ambulu Kab. Jember
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN
SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA
JARINGAN BERBASIS MIKROTIK

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar teknik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.



(Ihwanul Muslim)
NIM. 1812039

SKRIPSI – TEKNIK KOMPUTER PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK

ORIGINALITY REPORT

9 %	9 %	0 %	6 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	srigustiani.blogspot.com Internet Source	4 %
2	tiaranabillablogaddress.blogspot.com Internet Source	2 %
3	aliyasmuba.blogspot.com Internet Source	2 %
4	docplayer.info Internet Source	2 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off

JURNAL SKRIPSI PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN
SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS
MIKROTIK

ORIGINALITY REPORT

11 %	11 %	2 %	5 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.radenintan.ac.id Internet Source	4 %
2	lhedylianaa12.blogspot.com Internet Source	2 %
3	www.area27b.net Internet Source	1 %
4	hendrilara.blogspot.com Internet Source	1 %
5	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	1 %
6	journal.uinmataram.ac.id Internet Source	1 %
7	Submitted to Babes-Bolyai University Student Paper	1 %
8	dspace.uui.ac.id Internet Source	1 %

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK

Ihwanul Muslim, Yudi Limpraptono, Michael Ardita
ihwansimdig2000@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan terkoneksi dengan jaringan komputer semakin meningkat secara *reliability* maupun *capability*. Koneksi yang cepat dan stabil dibutuhkan sehingga memungkinkan aktifitas interkoneksi yang real-time seperti video call, streaming video, video conference, gaming dan lain-lain. Aktifitas interkoneksi yang memerlukan data real-time ini hanya mengakomodir delay jaringan di rentang waktu microsecond saja, ini dikategorikan dalam *delay sensitive application*. Pada terminologi jaringan delay disebut juga latency. Untuk dapat menjaga kestabilan jaringan dan menghindari latency tinggi pada proses transmisi data antar host, maka pada penelitian ini menerapkan mekanisme tunnel VPN pada study case delay yang terjadi ketika bermain game online Mobile Legends. VPN Server akan disetup dengan arsitektur VPS Mikrotik dengan basis protokol L2TP. Perangkat RB4011iGS+RM bertindak sebagai VPN Client sehingga jaringan dibawahnya (LAN) dapat dilakukukan Policy Based Routing ke tunnel VPN dengan protokol L2TP yang telah dibuat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjaga proses transmisi data antara client dan server game mempunyai *delay* tetap dibawah batas wajar dari *delay sensitive application*.

Kata kunci: Latency, tunnel, game online, VPN, VPS, L2TP

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF VPN AS QOS FOR ONLINE GAMES ON A MIKROTIK-BASED NETWORK

Ihwanul Muslim, Yudi Limpraptono, Michael Ardita
ihwansimdig2000@gmail.com

ABSTRACT

The need to be connected to a computer network is increasing in reliability and capability. A fast and stable connection is needed to enable real-time interconnection activities such as video calls, video streaming, video conferencing, gaming and others. This interconnection activity that requires real-time data only accommodates network delays in the microsecond time range, this is categorized as a delay sensitive application. In network terminology, delay is also called latency. To be able to maintain network stability and avoid high latency in the data transmission process between hosts, this study applies a tunneling mechanism to study case delays that occur when playing the online game Mobile Legends. VPN Server will be setup with Mikrotik VPS architecture based on L2TP protocol. The RB4011iGS+RM device acts as a VPN Client so that the LAN can be implemented Policy Based Routing to the VPN tunnel that has been created. The results of this study are expected to maintain the data transmission process between the client and the game server has a fixed delay below the reasonable limit of delay sensitive applications.

Keywords: Latency, tunneling, online game, VPN, VPS, L2TP

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah telah diberi kekuatan, kesehatan, kecerdasan dalam penyusunan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sesuai jadwal demi memenuhi syarat kelulusan program studi Teknik Elektro S1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada:

1. Allah SWT atas kehadiran-Nya memberikan penulis kekuatan, Kesehatan, kecerdasan dan izin menyelesaikan penyusunan skripsi ini
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mengingatkan dan memberi dukungan moral dan doa yang tak putus-putus untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S1 ITN Malang.
4. Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT dan Michael Ardita, ST., MT. selaku dosen pembimbing skripsi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Elektro ITN Malang yang telah memberikan ilmu selama menempuh perkuliahan.
6. Kawan seangkatan 2018 yang turut serta memberikan dukungan dan kontribusi selama menempuh perkuliahan.
7. Kawan semasa SMK yang tergabung dalam komunitas RAS BUAL, Galih Andika, Bagas Firmansyah, Haris, Erlangga, Ananda Fahmi, dan Dimas Prastya yang memberikan dukungan moril dalam proses penyusunan skripsi.
8. Sari tembakau rokok surya dengan asapnya sehingga memberikan rangsangan ide, inspirasi dalam penyusunan skripsi.

Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang membangun.

Malang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABLE.....	x
BAB I.....	11
PENDAHULUAN.....	11
1.1 Latar Belakang.....	11
1.2 Rumusan Masalah.....	12
1.3 Tujuan.....	12
1.4 Manfaat.....	12
1.5 Batasan Masalah.....	12
BAB II.....	15
TINJAUAN PUSTAKA.....	15
1.1 Jaringan Komputer.....	15
1.2 Virtual Private network (VPN).....	15
1.3 Tunneling.....	16
1.4 Jenis Implementasi VPN.....	16
1.5 Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP).....	17
1.6 Virtual Private Server (VPS).....	17
1.7 Mikrotik.....	18
1.8 QoS (Quality of Service).....	19
1.8.1 Model Implementasi QoS.....	19
1.8.2 Game Online.....	21

1.8.3	Daftar Port yang digunakan ketika bermain Game Online Mobile Legend.....	21
1.9	Firewall Mikrotik.....	22
1.9.1	Address List.....	22
1.9.2	Filter Rules.....	22
1.9.3	Mangle.....	23
1.9.4	RAW	24
1.9.5	Layer7 Protocols.....	24
BAB III.....		25
METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Studi Literatur.....	25
3.2	Tahapan Penelitian.....	25
3.3	Network Diagram Penelitian Interkoneksi dengan Server Game.....	27
3.4	Peralatan yang digunakan	27
3.5	Perancangan Topologi sesuai Desain Network Diagram Penelitian	28
3.6	Perancangan VPN Server dengan VPS Mikrotik.....	29
3.6.1	Setup <i>Droplet</i>	30
3.6.2	Konfigurasi VPS Mikrotik sebagai VPN Server.....	36
3.7	Konfigurasi Quality of Service (QoS) pada Mikrotik RB4011.....	40
3.7.1	Konfigurasi dasar menghubungkan Mikrotik RB4011 ke Internet.....	40
3.7.2	Setup Firewall.....	41
3.7.3	Setup Mikrotik RB4011 sebagai VPN Client L2TP	44

BAB IV.....	45
PEMBAHASAN.....	45
4.1 Perbandingan Hasil Pengukuran Latency Traffic Data Game Mobile Legends tanpa L2TP dengan Penerapan L2TP	45
A. Pengekuran Latency di Waktu <i>Network Traffic</i> Padat antara Pukul 19:00-21:00 WIB	45
B. Pengukuran Latency di Waktu <i>Low Traffic</i>	47
4.2 Hasil Tracking IP Server Game Mobile Legends	48
4.3 Hasil Pengukuran latency dengan Metode <i>Ping</i> ke <i>IP Address Server Game Mobile Legends</i>	49
A. Hasil Pengukuran Pukul 19:55 WIB – 22:50 WIB	50
B. Hasil Pengukuran Pukul 00:15 WIB – 00:35 WIB	53
4.4 Hasil Pengukuran Latency secara Real-Time Game Dimainkan.....	56
BAB V.....	59
PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrotik RouterBoard 4011iGs+RM	19
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	26
Gambar 3.1 Ilustrasi Interkoneksi L2TP	27
Gambar 3.2 Network Topologi Penelitian	29
Gambar 3.4 Lokasi Data Center Region yang Disediakan Digital Ocean	30
Gambar 3.5 Proses Pembuatan Droplet Baru	30
Gambar 3.6 Proses Import File .img	31
Gambar 3.9 Proses Import File image via URL Mikrotik CHR	31
Gambar 3.10 Proses paste url file img Mikrotik CHR	32
Gambar 3.11 edit nama file img yang di-upload	32
Gambar 3.12 Proses Pemberian Tags dan Notes pada File img yang akan di-upload	33
Gambar 3.13 Proses Pemilihan Plan Spesifikasi VPS.	33
Gambar 3.15 Proses Generate Public/Private Key menggunakan Putty Key Generator	35
Gambar 3.16 hasil proses generate SSH Key menggunakan Putty	35
Gambar 3.17 Proses Menambahkan SSH Key pada Droplet	35
Gambar 3.18 Proses Mem-paste public SSH key	36
Gambar 3.19 Hasil droplet/VPS yang telah di-setup	36
Gambar 3.20 Proses Remote VPS Menggunakan Putty	36
Gambar 3.21 Proses Import Private Key	38
Gambar 3.22 Terminal Window dari Putty	39
Gambar 3.23 Proses Remote RB4011 Menggunakan Remote Terminal Putty	41
Gambar 3.24 Terminal Putty Remote Mikrotik RB4011	42
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Pengukuran <i>Latency</i> pada Pukul 19:30-19:48 WIB dengan Pengukuran via Fitur Cek Jaringan	46
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Pengukuran <i>Latency</i> pada Pukul 00:15 WIB – 00:35 dengan dan Tanpa Implementasi L2TP via Fitur Cek Jaringan	48
Gambar 4.3 Hasil Tracking IP yang Terekap di Firewall Address-list	48
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan antara Cumulative Distribution Function (CDF) terhadap <i>latency</i> menggunakan metode <i>Ping</i> ke	52

164.52.39.108 count 1000 tanpa L2TP dengan Implementasi L2TP pada Pengukuran Pukul 19:55 WIB – 22:50 WIB	
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan antara <i>Cumulative Distribution Function</i> (CDF) terhadap <i>latency</i> menggunakan metode <i>Ping</i> ke 164.52.39.108 <i>count</i> 1000 tanpa L2TP dengan Implementasi L2TP pada Pengukuran Pukul 00:15 WIB – 00:35 WIB	55
Gambar 4.5 Hasil <i>Screenshot Latency</i> Terkecil Ketika <i>Game</i> Dimainkan tanpa L2TP (19:55 WIB – 22:50 WIB)	56
Gambar 4.6 Hasil <i>Screenshot Latency</i> Terkecil Ketika <i>Game</i> Dimainkan dengan Implementasi L2TP (19:55 WIB – 22:50 WIB)	56
Gambar 4.7 Hasil <i>Screenshot Latency</i> Terkecil Ketika <i>Game</i> Dimainkan Tanpa L2TP (00:15 WIB – 00:35 WIB)	57
Gambar 4.8 Hasil <i>Screenshot Latency</i> Terkecil Ketika <i>Game</i> Dimainkan dengan Implementasi L2TP (00:15 WIB – 00:35 WIB)	57

DAFTAR TABLE

Table 2.1 Jenis Protokol dan Port Number yang Digunakan Mobile Legend [18].	22
Table 3.1 Software dan Hardware yang Digunakan Dalam Penelitian	28
Table 3.2 Daftar Protokol dan Nomor Port Mobile Legend	40
Table 4.1 Hasil Rekap Pengukuran Latency tanpa L2TP via Fitur Cek Jaringan Pengukuran Pukul 19:00-21:00 WIB	45
Table 4.2 Hasil Rekap Pengukuran Latency dengan Implementasi L2TP via Fitur Cek Jaringan Pengukuran Pukul 19:00-21:00 WIB	46
Table 4.3 Hasil Rekap Pengukuran Latency tanpa Implementasi L2TP via Fitur Cek Jaringan Pengukuran Pukul 00:15 WIB – 00:35 WIB	46
Table 4.4 Hasil Rekap Pengukuran Latency dengan Implementasi L2TP via Fitur Cek Jaringan Pengukuran Pukul 00:15 WIB – 00:35 WIB	47
Tabel 4.6 PDF CDF terhadap <i>latency</i> menggunakan metode <i>Ping</i> ke 164.52.39.108 <i>count</i> 1000 dengan Implementasi L2TP	52
Tabel 4.7 PDF CDF terhadap <i>latency</i> menggunakan metode <i>Ping</i> ke 164.52.39.108 dengan <i>count</i> 1000 tanpa Implementasi L2TP	53
Tabel 4.8 PDF CDF terhadap <i>latency</i> menggunakan metode <i>Ping</i> ke 164.52.39.108 <i>count</i> 1000 dengan Implementasi L2TP	54

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off