



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM WAN MULTI ISP

TUGAS AKHIR

MUHAMMAD ADHITYA
2203421010
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM WAN MULTI ISP

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

MUHAMMAD ADHITYA

2203421010

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Adhitya

NIM : 2203421010

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 July 2026

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Adhitya
NIM : 2203421010
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Modul Praktikum WAN *Multi* ISP

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada (1 July 2026)
dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Viving Frendiana, S.ST., M.T.
NIP.199001152019032011

(.....)

Pembimbing II : Budi Utami, S.Si., M.Si.
NIP.198809272022032009

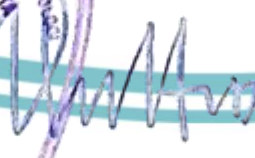
(.....)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 1 July 2026

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Dr. Murie Dwiyantri, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik.

Tugas akhir ini membahas perancangan dan konfigurasi jaringan *Local Area Network* (LAN) Pusat dan Cabang pada arsitektur WAN *multi-site* sebagai media pembelajaran praktikum jaringan komputer. Implementasi yang diangkat meliputi konfigurasi dasar MikroTik, distribusi DHCP, pengaturan *Access Point*, perutean VPN, serta evaluasi *Quality of Service* (QoS) jaringan.

Penulis menyadari selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Viving Frendiana, S.ST., M.T. dan Budi Utami, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis;
2. Pihak Lab G beserta segenap pengurus *SmartLab* yang telah memberikan fasilitas dan meminjamkan perangkat keras pendukung pengujian;
3. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moral maupun material tanpa henti;
4. Nicko Aviyudo dan Kaizen Tamary selaku rekan satu tim proyek yang telah berkolaborasi dan bekerja sama dengan sangat tangguh; serta
5. Teman-teman program studi *Broadband Multimedia* Angkatan 2022 yang saling membantu dan memberikan semangat selama masa perkuliahan.

Akhir kata, Penulis berharap Tuan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok 20 Juni 2026


Muhammad Adhitya



Rancang Bangun Modul Praktikum WAN Multi ISP

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang arsitektur jaringan LAN Pusat dan Cabang dalam lingkungan WAN *multi-site* berbasis MikroTik RouterOS untuk keperluan praktikum jaringan komputer pada Program Studi Broadband Multimedia. Untuk memastikan arsitektur jaringan LAN yang dibangun berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian *Quality of Service* (QoS), performa jaringan saat menangani lalu lintas data tinggi, serta pengujian terhadap *access point*. Pengujian QoS menggunakan aplikasi QoS Tester dan Apache JMeter pada skenario internal maupun publik, serta WiFi Analyzer untuk analisis sinyal, dengan mengacu pada standar TIPHON dan APDEX. Hasil pengujian QoS menunjukkan LAN Pusat memiliki *throughput* rata-rata 7,17 Mbps dan *delay* 122,40 ms (kategori Sangat Bagus). Sementara itu, pada konektivitas lintas cabang hasil QoS menunjukan WireGuard (*delay* 167,07 ms, *throughput* 5,78 Mbps) terbukti 53,3% lebih cepat dalam *throughput* dan 27,8% lebih efisien dalam *delay* dibandingkan L2TP/IPsec (*delay* 231,43 ms, *throughput* 3,77 Mbps). Pengujian beban tinggi membuktikan LAN Pusat stabil hingga beban 50 Mbps (*throughput* 3,27 Mbps, *packet loss* 6,37%) namun mengalami RTO pada 100 Mbps, sementara WireGuard lebih tahan dibandingkan L2TP pada beban 50 Mbps dengan *throughput* 2,31 Mbps dan *packet loss* 20,47%. *Stress test* Apache JMeter menunjukkan server internal stabil melayani 1.000 pengguna dengan *error rate* 0% dan saturasi terjadi pada 5.000 pengguna akibat keterbatasan *hardware*. Pengujian *access point* menunjukkan frekuensi 2,4 GHz unggul dalam jangkauan (RSSI -37 s.d -52 dBm), sedangkan 5 GHz memberikan kecepatan lebih tinggi di jarak dekat. Kesimpulannya, rancangan arsitektur beroperasi baik dan diharapkan dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran dan praktikum mahasiswa.

Kata Kunci: APDEX, L2TP/IPsec, MikroTik, TIPHON, WireGuard

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Multi ISP WAN Practical Module Design

Abstrak

This research aims to design a Central and Branch LAN architecture within a multi-site WAN environment based on MikroTik RouterOS for computer network practicum purposes in the Broadband Multimedia Study Program. To ensure the designed LAN architecture functions properly, Quality of Service (QoS) testing, network performance testing under high data traffic conditions, and access point testing were conducted. QoS testing utilized QoS Tester application and Apache JMeter in both internal and public scenarios, along with WiFi Analyzer for signal analysis, referring to TIPHON and APDEX standards. The test results show that the Central LAN achieves an average throughput of 7.17 Mbps and a delay of 122.40 ms (Very Good category), with WireGuard (delay 167.07 ms, throughput 5.78 Mbps) proven 53.3% faster in throughput and 27.8% more efficient in delay compared to L2TP/IPsec (delay 231.43 ms, throughput 3.77 Mbps) for cross-branch connectivity. High-load testing confirms that the Central LAN remains stable up to 50 Mbps load (throughput 3.27 Mbps, packet loss 6.37%) but experiences RTO at 100 Mbps, while WireGuard demonstrates better resilience than L2TP at 50 Mbps load with throughput 2.31 Mbps and packet loss 20.47%. Apache JMeter stress testing shows the internal server stably serves 1,000 users with 0% error rate, with saturation occurring at 5,000 users due to hardware limitations. Access point testing shows that the 2.4 GHz frequency excels in range (RSSI -37 to -52 dBm), while 5 GHz provides higher speed at close range. In conclusion, the designed architecture operates effectively and is expected to serve as a learning and practicum resource for students.

Key words: APDEX, L2TP/IPsec, MikroTik, TIPHON, WireGuard

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jaringan Komputer	5
2.2 <i>Wide Area Network</i> (WAN).....	5
2.3 <i>Local Area Network</i> (LAN).....	6
2.4 <i>Quality of Service</i> (Qos).....	7
2.4.1 Standar TIPHON	7
2.4.2 Standar APDEX	8
2.5 Mikrotik RouterOS	9
2.6 Winbox	9
2.7 <i>Routing</i>	10
2.7.1 <i>Routing Statis</i>	10
2.7.2 <i>Routing Dinamis</i>	10
2.8 <i>Tunneling</i>	11
2.9 <i>Virtual Private Network</i> (VPN).....	12



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.9.1 L2TP/IPsec VPN	12
2.9.2 WireGuard	13
2.10 Alat Pengujian	13
2.10.1 Ping	13
2.10.2 Iperf3	13
2.10.3 Apache JMeter	14
2.10.4 WiFi Analyzer	14
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	16
3.1 Rancangan Sistem	16
3.1.1 Deskripsi Sistem	16
3.1.2 Cara Kerja Sistem	18
3.1.3 Spesifikasi Komponen	19
3.1.4 Topologi Jaringan	20
3.1.5 Rancangan Aplikasi QoS Tester	21
3.1.6 Tabel IP Address	22
3.1.7 Flowchart Kerja Sistem	23
3.2 Realisasi Sistem	24
3.2.1 Konfigurasi dasar Mikrotik pada jaringan WAN	25
3.2.2 Konfigurasi Router LAN dan VPN	26
3.2.3 Konfigurasi DHCP Server	27
3.2.4 Konfigurasi Access Point (TP-Link)	28
3.2.5 Implementasi Aplikasi QoS Tester	29
BAB IV PEMBAHASAN	36
4.1 Pengujian 1	36
4.1.1 Deskripsi Pengujian	36
4.1.2 Prosedur Pengujian	36
4.1.3 Data Hasil Pengujian	37
4.1.4 Analisis Data	38
4.2 Pengujian 2	40
4.2.1 Deskripsi Pengujian	40
4.2.2 Prosedur Pengujian	40



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	41
4.2.4 Analisis Data	46
4.3 Pengujian 3.....	47
4.3.1 Deskripsi Pengujian	48
4.3.2 Prosedur Pengujian	48
4.3.3 Data hasil pengujian.....	49
4.3.4 Analisis Data	51
BAB V PENUTUP.....	40
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	xv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xvii
LAMPIRAN.....	xviii



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 WAN (Wide Area Network)	5
Gambar 2.2 LAN (Local Area Network)	6
Gambar 2.3 RouterOS Mikrotik.....	9
Gambar 2.4 Winbox	9
Gambar 2.5 Tunneling Network.....	11
Gambar 3.1 Arsitektur WAN & LAN	20
Gambar 3.2 Tampilan Aplikasi QoS Tester.....	21
Gambar 3.3 Flowchart kerja sistem	23
Gambar 3.4 Code Input IP Tujuan	30
Gambar 3.5 Code Trace Route	30
Gambar 3.6 Code Pilih File Uji	31
Gambar 3.7 Code Beban IPerf3	31
Gambar 3.8 Code Hitung Throughput.....	32
Gambar 3.9 Code Live Bandwith	32
Gambar 3.10 Code Live Ping	33
Gambar 3.11 Code Menampilkan IP Lokal.....	33
Gambar 3.12 Code Mode Standby.....	34
Gambar 3.13 Code Menerima File.....	34
Gambar 3.14 Code Hasil Kalkulasi Throughput.....	35
Gambar 3.15 Code Riwayat Pengujian	35
Gambar 3.16 Code Ekspor CSV	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Kategori standar APDEX	8
Tabel 2.3 Standar Signal Strength menurut TIPHON	15
Tabel 3.1 Spesifikasi Mikrotik RB750Gr3 (v6)	19
Tabel 3.2 Spesifikasi Mikrotik RB941-2nD (v7)	19
Tabel 3.3 Spesifikasi Mikrotik RB931-2nD (v6)	19
Tabel 3.4 Spesifikasi Access Point TP Link	19
Tabel 3.5 Fitur Mode Pengirim	21
Tabel 3.6 Fitur Mode Penerima	22
Tabel 3.7 IP Address Router Pusat (RB941-v7)	22
Tabel 3.8 IP Address Router Cabang A (RB941-v7)	22
Tabel 3.9 IP Address Router Cabang B (RB941-v7)	22
Tabel 3.10 IP Address Access Point	22
Tabel 3.11 IP Address VPN Tunnel	23
Tabel 3.12 Mikrotik Identity	25
Tabel 3.13 Konfigurasi <i>DHCP Server</i>	28
Tabel 3.14 Konfigurasi <i>Access Point</i>	29
Tabel 4.1 Pengujian Throughput (LAN – Tanpa Beban)	37
Tabel 4.2 Pengujian Throughput (Cabang A - Tanpa Beban)	37
Tabel 4.3 Pengujian Throughput (Cabang B – Tanpa Beban)	37
Tabel 4.4 Pengujian Delay & Packet Loss (LAN)	38
Tabel 4.5 Pengujian Delay & Packet Loss (LAN Cabang A – L2TP)	38
Tabel 4.6 Pengujian Delay & Packet Loss (LAN Cabang B – WireGuard)	38
Tabel 4.7 Hasil Pengiriman Data LAN dengan Beban <i>IPerf3</i>	42
Tabel 4.8 Hasil Pengiriman Data LAN Cabang A (L2TP) dengan Beban <i>IPerf3</i>	42
Tabel 4.9 Hasil Pengiriman Data LAN Cabang B (WireGuard) dengan Beban <i>IPerf3</i>	43
Tabel 4.10 Hasil Pengujian <i>Respons Time</i> Apache JMeter internal (Pusat)	44
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>Respons Time</i> Apache JMeter (A)	44
Tabel 4.12 Hasil Pengujian <i>Respons Time</i> Apache JMeter (B)	44

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.13 Tabel Kategori Kepuasan Berdasarkan Standar APDEX (Pusat).....	44
Tabel 4.14 Hasil Pengujian <i>Respons Time</i> Apache JMeter (Publik).....	45
Tabel 4.15 Hasil Pengujian <i>Respons Time</i> Apache JMeter (Public A)	45
Tabel 4.16 Hasil Pengujian <i>Respons Time</i> Apache JMeter (Public B)	45
Tabel 4.17 Tabel Kategori Kepuasan Berdasarkan Standar APDEX	46
(Public).....	46
Tabel 4.18 TP Link Archer C54 (2,4GHz)	49
Tabel 4.19 TP Link Archer C54 (5GHz)	50
Tabel 4.20 TP Link TLWR844N (2,4GHz).....	50
Tabel 4.21 TP Link Archer C54 (2,4GHz)	50
Tabel 4.22 TP Link Archer C54 (5GHz)	50
Tabel 4.23 TP Link TLWR844N (2,4GHz).....	51



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi Alat	xviii
Lampiran 2: Pengujian	xix
Lampiran 3: Pengujian Aplikasi QoS Tester	xx
Lampiran 4: Modul Praktikum.....	xx





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang pesat menuntut infrastruktur jaringan komputer yang tidak hanya andal dalam menghubungkan perangkat, tetapi juga mampu memberikan performa yang terukur dan stabil. Parameter *Quality of Service* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* menjadi indikator penting dalam menilai kualitas jaringan, terutama dalam mendukung berbagai jenis layanan seperti transfer data, akses web, dan komunikasi *real-time*. Pengukuran dan analisis performa jaringan menjadi aspek fundamental dalam perancangan serta evaluasi jaringan LAN dan WAN agar kualitas layanan dapat dijaga secara konsisten, baik dalam kondisi normal maupun saat terjadi lonjakan trafik.

Di lingkungan pendidikan tinggi, khususnya Program Studi Broadband Multimedia Politeknik Negeri Jakarta, pembelajaran jaringan komputer masih lebih berfokus pada aspek konfigurasi perangkat dan konektivitas dasar. Mahasiswa umumnya memahami konsep jaringan secara teoritis, namun belum terbiasa melakukan pengujian langsung, pengambilan data, hingga interpretasi hasil performa jaringan dalam berbagai kondisi trafik. Kesenjangan antara konsep dan praktik ini menunjukkan perlunya media pembelajaran terstruktur yang mengintegrasikan perancangan arsitektur jaringan dengan pengujian QoS secara langsung. Proses pembelajaran tidak hanya berorientasi pada “jaringan bisa terhubung”, tetapi juga pada “seberapa baik jaringan bekerja”

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan membangun sebuah sistem jaringan yang merepresentasikan arsitektur perusahaan dengan jaringan LAN Pusat dan LAN Cabang yang terhubung dalam lingkungan WAN *multi-site*. Sistem ini dikonfigurasi menggunakan perangkat MikroTik Router OS dengan penerapan DHCP Server, Access Point, serta konektivitas VPN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

site-to-site menggunakan protokol L2TP/IPsec dan *WireGuard* untuk komunikasi antar lokasi. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan server simulasi internet yang menjalankan layanan berbasis *Docker* dan *Nginx Proxy Manager*.

Penelitian ini juga mencakup pengujian *Quality of Service* (QoS) secara komprehensif pada jaringan LAN yang telah dibangun. Pengujian dilakukan melalui enam skenario yang mencakup analisis infrastruktur dasar menggunakan *ping* dan *iPerf3*, *stress test* aplikasi internal menggunakan *Apache JMeter*. Seluruh pengujian bertujuan untuk menghasilkan data performa jaringan yang dapat dijadikan bahan analisis dalam modul praktikum pembelajaran.

Selain itu, untuk mempermudah mahasiswa dalam melakukan pengujian QoS tanpa harus menggunakan *command line* secara manual, dikembangkan aplikasi *Python QoS Tester* dengan antarmuka grafis yang mengintegrasikan pengujian *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* secara otomatis serta mampu mengekspor hasil ke CSV. Dengan adanya sistem jaringan, modul praktikum, dan aplikasi QoS Tester ini, diharapkan mahasiswa tidak hanya mampu melakukan konfigurasi jaringan, tetapi juga dapat menganalisis performa jaringan secara komprehensif sebagai bekal menghadapi dunia industri.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- a. Bagaimana hasil pengujian *Quality of Service* (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) pada jaringan LAN Pusat, Cabang A (L2TP/IPsec), dan Cabang B (WireGuard) berdasarkan standar TIPHON?
- b. Bagaimana performa jaringan LAN dalam menangani pengiriman data file transfer dengan beban trafik *iPerf3* pada berbagai skenario *bandwidth*?
- c. Bagaimana performa server dan jaringan dalam menangani simulasi pengguna secara masif menggunakan *Apache JMeter* berdasarkan standar APDEX?
- d. Bagaimana performa dan kualitas sinyal *access point* pada masing-masing sisi jaringan LAN berdasarkan parameter RSSI dan *throughput*?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini sebagai berikut:

- a. Mengukur dan menganalisis *Quality of Service* (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) pada jaringan LAN Pusat, Cabang A (L2TP/IPsec), dan Cabang B (WireGuard) berdasarkan standar TIPHON.
- b. Mengevaluasi performa jaringan LAN dalam menangani pengiriman data file transfer dengan beban trafik *IPerf3* pada berbagai skenario *bandwidth*.
- c. Mengevaluasi performa server dan jaringan dalam menangani simulasi pengguna secara masif menggunakan Apache JMeter berdasarkan standar APDEX.
- d. Menganalisis performa dan kualitas sinyal *access point* pada masing-masing sisi jaringan LAN berdasarkan parameter RSSI dan *throughput*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek tim yang terdiri dari tiga orang dengan pembagian tugas yang jelas untuk menghindari tumpang tindih (*overlapping*). Berdasarkan pembagian tersebut, ruang lingkup penelitian penulis dibatasi pada:

- a. Lapisan LAN (*Local Area Network*), meliputi konfigurasi IP *addressing*, DHCP Server, dan *Access Point* pada masing-masing lokasi (Pusat, Cabang A, Cabang B).
- b. Perutean VPN pada sisi LAN sebagai jalur komunikasi antar lokasi (L2TP dan WireGuard)
- c. Perancangan Aplikasi dan pengujian QoS serta performa *access point* pada sisi LAN

1.5 Luaran

Luaran yang ingin dicapai dari pembuatan skripsi ini adalah:

- a. Desain arsitektur jaringan LAN dan WAN yang terdokumentasi secara lengkap, meliputi topologi, konfigurasi IP, dan skema konektivitas antar lokasi.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b. Sistem jaringan fisik yang dapat digunakan sebagai media simulasi pembelajaran jaringan dan internet di lingkungan laboratorium.
- c. Artikel Ilmiah dalam Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE) 2026.
- d. Aplikasi QoS Tester yang dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum pengujian QoS jaringan.
- e. Laporan Tugas Akhir yang memuat perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis kinerja LAN pada jaringan WAN *multi site*.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, dan pengujian jaringan yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pengujian QoS menggunakan aplikasi dibangun menggunakan bahasa Python dengan nama QoS Tester tanpa beban tambahan menunjukkan LAN Pusat memiliki *throughput* terbaik (7,17 Mbps) dan *delay* 122,40 ms (kategori Sangat Bagus). Cabang B (WireGuard) mencatat *delay* 167,07 ms dengan *throughput* 5,78 Mbps, sedangkan Cabang A (L2TP/IPsec) memiliki *delay* tertinggi 231,43 ms dan *throughput* terendah 3,77 Mbps. WireGuard terbukti 53,3% lebih cepat dalam *throughput* dan 27,8% lebih efisien dalam *delay* dibandingkan L2TP/IPsec berdasarkan standar TIPHON.
- 2) Pengujian file transfer dengan beban iPerf3 menunjukkan LAN Pusat mampu bertahan hingga beban 50 Mbps dengan *throughput* 3,27 Mbps dan *packet loss* 6,37%, namun mengalami RTO pada beban 100 Mbps. Cabang A (L2TP) mengalami degradasi signifikan pada beban 50 Mbps dengan *throughput* 0,98 Mbps dan *packet loss* 57,43%, sedangkan Cabang B (WireGuard) lebih tahan dengan *throughput* 2,31 Mbps dan *packet loss* 20,47% pada beban yang sama. WireGuard terbukti 135,7% lebih baik dalam *throughput* dan 64,4% lebih baik dalam *packet loss* dibandingkan L2TP pada kondisi link *congested*.
- 3) Pengujian *stress test* menggunakan Apache JMeter menunjukkan server internal stabil melayani 1.000 pengguna dengan *error rate* 0% dan skor APDEX > 0,85 (*Excellent*). Saturasi mulai terjadi pada 5.000 pengguna akibat keterbatasan *hardware router* MikroTik RB941-2nD.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 4) Pengujian *access point* menunjukkan frekuensi 2,4 GHz pada TP-Link Archer C54 memiliki kekuatan sinyal terbaik dengan RSSI -37 s.d -52 dBm (kategori Sangat Bagus), sedangkan frekuensi 5 GHz unggul dalam kecepatan dengan *throughput* TCP 120 Mbps pada jarak 5 meter namun mengalami penurunan signifikan pada jarak lebih jauh.

5.2 Saran

- 1) Untuk mencegah *bottleneck* jika simulasi diperluas dengan trafik yang lebih masif, disarankan menggunakan *router* berspesifikasi CPU dan RAM yang lebih tinggi.
- 2) Menambahkan modul praktikum untuk mengembangkan sistem ini (misal, terkait keamanan)





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Buana, W., Hariyandi, A., & Rezi S, F. (2023). Pengembangan Jaringan Local Area Network (LAN) dan Wide Area Network (WAN) pada SMKN 4 Padang dengan Metode Research dan Development. *JOISIE (Journal of Information System and Informatics Engineering)*, 7(1), 120-134.
- ETSI. (2002). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 3; End-to-end Quality of Service in TIPHON systems; Part 7: Design guide for elements of a TIPHON connection from an end-to-end speech transmission performance point of view* (ETSI TR 101 329-7 V2.1.1). European Telecommunications Standards Institute.
- Gatra, R., & Sugiantoro, B. (2021). Analisis Pengembangan Jaringan Komputer UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Menggunakan Perbandingan Protokol Routing Statik dan Routing Dinamis OSPF. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 8(2), 235-244.
- Irwan, Hafni, & Iqbal, M. (2025). Implementasi Dynamic Routing OSPF Menggunakan Mikrotik dengan Metode Tunneling untuk Optimalisasi Konektivitas Jaringan Internet. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(2).
- Maulana, A. R., Santoso, A. S. P., Renaldi, F., Kurniadhi, R., Prasetya, S. Y., Saputra, W., & Thoyyibah. (2024). Optimalisasi Jaringan IPV4 pada Local Area Network (LAN) di Perusahaan. *Digital Transformation Technology (Digitech)*, 4(1).
- Mishbahuddin, A., Hatta, P., & Budiyanto, C. W. (2024). Analysis of Wireless Network Simulation Based on OpenWRT and pfSense with Quality of Service Indicators on Low-Cost Network Infrastructure. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 5(6), 1713-1722.
- Novianto, D., Japriadi, Y. S., & Tommy, L. (2022). Implementasi Keamanan Akses Terhadap Website Menggunakan Wireguard VPN di Routerboard Mikrotik. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 13(2).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Nurpujiyanto, S., Priatno, & Effendi, M. R. (2025). Perancangan Jaringan Wide Area Network pada PT Kariyana Gita Utama Menggunakan Cisco Packet Tracker. *JSI (Jurnal Sistem Informasi) Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma*.
- Rismawati, N., & Mulya, M. F. (2020). Analisis dan Perancangan Simulasi Jaringan MAN (Metropolitan Area Network) dengan Dynamic Routing EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) dan Algoritma DUAL (Diffusing Update Algorithm) Menggunakan Cisco Packet Tracer. *Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan*, 3(2).
- Romadhondaru, R. J., & Basuki, A. (2022). Visualisasi Topologi Jaringan Berdasarkan Data Routing Border Gateway Protocol. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(9), 4329-4338.
- Saputra, I. P. (2023). Aplikasi Berbasis Web Guna Memonitoring Keaktifan IP Public. *Bulletin of Network Engineering and Informatics*, 1(1).
- Silalahi, F. E. S., Prayitno, M., Gambetta, W., Amhar, F., Wijaya, M. N. Q. A., & Rachma, T. R. N. (2021). Identifikasi Pertumbuhan Data dan Penggunaan Application Performance Index (APDEX) Score dalam Penilaian Kinerja Aplikasi Penyaji Informasi Geospasial. *Jurnal Pekommas*, 6(1), 95-104.
- Simargolang, M. Y., & Widarma, A. (2022). Quality of Service (QoS) untuk Analisis Performance Jaringan Wireless Area Network (WLAN). *CESS (Journal of Computing Engineering, System and Science)*, 7(1), 162-171.
- Siswanto, E. (2020). Perancangan dan Implementasi Jaringan Lokal dan Hotspot SMK Muhammadiyah Kedungtuban dengan Mikrotik dan Konfigurasi Winbox. *Universitas Sahid Surakarta*.
- Wicaksana, P., Hadi, F., & Hadi, A. F. (2021). Perancangan Implementasi VPN Server Menggunakan Protokol L2TP dan IPSec Sebagai Keamanan Jaringan. *Jurnal KomtekInfo*, 8(3), 169-17

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Adhitya lahir di Bekasi 25 April 2004. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar di SDI AL Munir kemudian melanjutkan Pendidikan menengah pertama di SMPN 7 Tambun Selatan, dan lanjut menempuh Pendidikan di SMK Telekomunikasi Telesandi Bekasi. Saat ini, penulis masih menjalani Pendidikan tinggi sebagai mahasiswa aktif di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D4 Broadband Multimedia. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.T.).

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi Alat



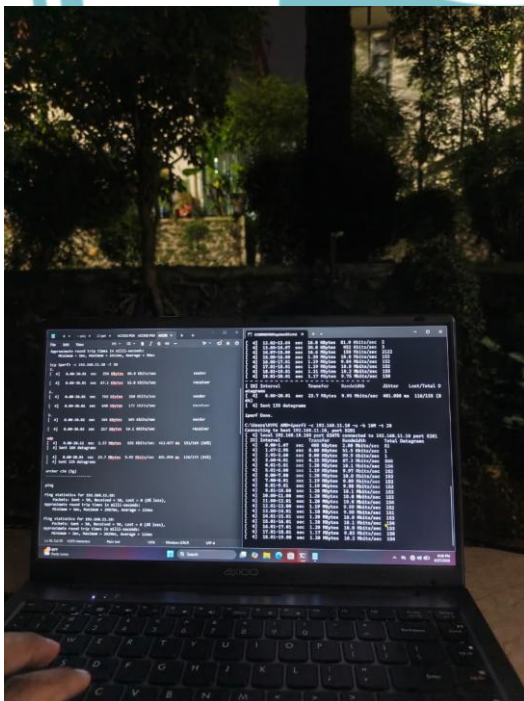


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2: Pengujian



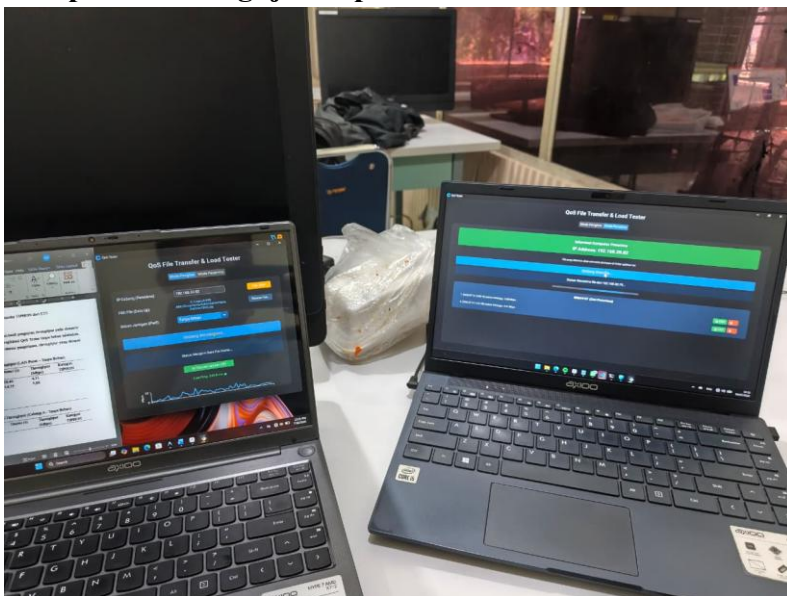


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3: Pengujian Aplikasi QoS Tester



Lampiran 4: Modul Praktikum

Modul Ke	Judul	Keterangan
1a	Pengenalan MikroTik & Administrasi Dasar Router	Berisi pengenalan perangkat, akses konfigurasi via Winbox dan WebFig, <i>reset configuration</i> , <i>user</i> , <i>identity</i>
1b	Konfigurasi IP Address & Distribusi DHCP Server	Membahas konsep <i>subnetting</i> , penambahan IP Address pada antarmuka LAN, pembuatan DHCP Server, Route
2	Konfigurasi <i>Access Point</i> (Jaringan Nirkabel Lokal)	Berfokus pada peralihan dari jaringan kabel (LAN) ke nirkabel (WLAN), dengan pengaturan SSID, frekuensi, dan keamanan <i>password</i> (WPA2).
3	Ekpansi Jaringan Menggunakan Routing OSPF	Mempelajari implementasi <i>Dynamic Routing</i> OSPF untuk menghubungkan satu LAN agar dapat saling berkomunikasi secara dinamis
4	Pengujian Kualitas Jaringan (QoS) dengan Aplikasi QoS Tester	Melakukan evaluasi performa jaringan (<i>Throughput</i> , <i>Delay</i> , <i>Jitter</i> , <i>Packet Loss</i>) sesuai standar TIPHON menggunakan aplikasi <i>QoS Tester</i> berbasis Python.
5	Analisis (<i>Stress Testing</i>) Menggunakan Apache JMeter	Menguji ketahanan infrastruktur jaringan dan server terhadap beban akses bersamaan (<i>concurrent users</i>) untuk mencari titik <i>bottleneck</i> sistem.