

**Optimalisasi QoS Manajemen *Bandwidth* menggunakan PCQ dan FQ_Codel
Berbasis Mikrotik**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang



Muhammad Jihan
Gumeular
(202010370311171)

Bidang Minat
Sistem Keamanan Jaringan

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**Optimalisasi QoS Manajemen Bandwidth menggunakan PCQ dan
FQ_Codel Berbasis Mikrotik**

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Menyetujui,
Malang, 12 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Ir Denar Regata Akbi S.Kom., M.Kom.

NIP. 10816120591PNS.

LEMBAR PENGESAHAN

**Optimalisasi QoS Manajemen Bandwidth menggunakan PCQ dan
FQ_Codel Berbasis Mikrotik**

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

MUHAMMAD JIHAN GUMEULAR

202010370311171

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis pengujian
pada tanggal 12 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Zamah Sari ST., MT.
NIP. 10814100555PNS.

Dosen Penguji 2



Bashor Fauzan Muthohirin S.Kom.,
M.Kom
NIP. 20230126071994PNS.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Informatika



Wasis Wicaksono S.kom. M.Cs.
NIP. 10814100541PNS.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : MUHAMMAD JIHAN GUMEULAR

NIM : 202010370311171

FAK./JUR. : Informatika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“Optimalisasi QoS Manajemen Bandwidth menggunakan PCQ dan FQ_Codel Berbasis Mikrotik”** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir Denar Regata Akbi S.Kom., M.Kom.

Malang, 12 Juli 2024

Y:



MUHAMMAD JIHAN
GUMEULAR

ABSTRAK

Distribusi bandwidth yang tidak merata dan koneksi internet lambat seringkali menyebabkan buffering serta delay yang berlebihan dalam mengakses internet pada jaringan. Faktor penyebab akses internet yang lambat meliputi banyaknya jumlah perangkat yang terkoneksi ke internet yang tidak diimbangi dengan ketersediaan bandwidth yang memadai serta tidak adanya pemisahan trafik antara jaringan realtime dan non-realtime. Permasalahan ini dapat diatasi melalui metode manajemen bandwidth. Manajemen bandwidth pada MikroTik menggunakan beberapa metode seperti PCQ (*Per Connection Queue*), *Queue Tree*, dan FQ_Codel. Metode ini dipilih karena PCQ dapat membagi bandwidth secara otomatis dan digunakan untuk trafik non-realtime, FQ_Codel dapat mengatasi buffering dan mengurangi delay pada jaringan internet, dan *Queue Tree* dapat dirancang untuk melakukan pemisahan trafik jaringan antara trafik realtime dan non-realtime secara lebih kompleks. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengatasi masalah koneksi internet lambat dan distribusi bandwidth yang tidak merata di Kost Putra Jetis melalui optimalisasi *Quality of Service* (QoS) menggunakan metode PCQ dan FQ_Codel berbasis MikroTik. Metode penelitian melibatkan pengumpulan data sekunder melalui studi pustaka dan data primer melalui observasi serta pengembangan jaringan seperti NDLC. Hasil pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan Wireshark menunjukkan bahwa penggunaan metode PCQ dan FQ_Codel berhasil meningkatkan kualitas layanan internet, terutama dalam hal streaming video, *YouTube*, video konferensi, dan *gaming*. Dengan demikian, QoS akses internet dapat dikategorikan sangat baik. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan performa jaringan internet di lingkungan Kost Putra Jetis.

Kata kunci: manajemen bandwidth, PCQ, FQ_Codel, *queue tree*, QoS

ABSTRACT

Uneven bandwidth distribution and slow internet connections often cause excessive buffering and delay in accessing the internet on the network. The factors causing slow internet access include the large number of devices connected to the internet that are not balanced with adequate bandwidth availability and the lack of traffic separation between realtime and non-realtime networks. This issue can be addressed through bandwidth management methods. Bandwidth management on MikroTik uses several methods such as PCQ (Per Connection Queue), Queue Tree, and FQ_Codel. These methods are chosen because PCQ can automatically distribute bandwidth and is used for non-realtime traffic, FQ_Codel can overcome buffering and reduce delay on the internet network, and Queue Tree can be designed to perform more complex traffic queueing tasks and to separate network traffic between realtime and non-realtime traffic. The purpose of this research is to address the issues of slow internet connections and uneven bandwidth distribution at Kost Putra Jetis through the optimization of Quality of Service (QoS) using the PCQ and FQ_Codel methods based on MikroTik. The research methodology involves collecting secondary data through literature studies and primary data through observations and network development like NDLC. The results of the tests conducted three times using Wireshark show that the use of the PCQ and FQ_Codel methods successfully improves the quality of internet service, especially in terms of video streaming, YouTube, video conferencing, and gaming. Thus, the QoS of internet access can be categorized as very good. This research contributes to improving the performance of the internet network in the Kost Putra Jetis environment.

Kata kunci : *bandwidth managemen, PCQ, FQ_Codel, queue tree, QoS*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil alamin puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kelancaran serta kemudahan dalam segala proses perkuliahan dari awal hingga dititik akhir ini. Skripsi ini adalah hasil dari perjalanan panjang yang tak terlepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari banyak pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan hidayah serta kelapangan pemikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua tercinta dan tersayang untuk ayahanda Dedi Supriadi dan ibunda Supiyannah yang selalu memberikan bantuan, semangat, dan doa yang telah diberikan selama ini, terima kasih juga atas nasihat yang selalu diberikan, kesabaran hati dan selalu menjadi pengingat dan penguat yang paling hebat.
3. Kakak kandung saya Eriza Amalia yang telah banyak memberi motivasi sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan ini.
4. Bapak Prof. Dr. Nazaruddin Malik, SE., M.Si selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Malang beserta wakil rektor dan jajarannya.
5. Bapak Prof. Ilyas Masudin, ST., MLogSCM.Ph.D. selaku Dekan Teknik Universitas Muhammadiyah Malang beserta jajarannya.
6. Bapak Ir. Galih Wasis Wicaksono S.kom. M.Cs. selaku ketua prodi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang
7. Bapak Ir. Denar Regata Akbi S.kom. M.kom. selaku Dosen Pembimbing
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama perkuliahan.
9. Para teman-teman seperjuangan yang selalu support dan saling menyemangati.
10. Terakhir tidak kalah penting, saya ingin berterimakasih kepada diri saya sendiri yang merupakan bagian dari kebahagiaan tersendiri telah mampu berjuang dan berusaha keras sampai sejauh ini. Terimakasih telah percaya dan menjadi diri sendiri sampai bisa melalui semua ini.

Malang, 12 Juli 2024



MUHAMMAD JIHAN GUMEULAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“OPTIMALISASI QOS MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN PCQ DAN FQ_CODEL BERBASIS MIKROTIK”

Dalam penelitian ini disajikan pokok-pokok pembahasan meliputi latar belakang, metode penelitian, serta hasil dan pembahasan yang telah didapat pada proses penelitian ini. Diberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada proses penelitian.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan saran yang membangun agar penulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Bidang Informatika.

Malang, 12 Juli 2024


MUHAMMAD JIHAN GUMEULAR

DAFTAR ISI

| | |
|--|----|
| Optimalisasi QoS Manajemen <i>Bandwidth</i> menggunakan PCQ dan FQ_Codel Berbasis Mikrotik | 1 |
| LEMBAR PERSETUJUAN | 2 |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | 3 |
| DAFTAR ISI..... | 9 |
| DAFTAR GAMBAR | 12 |
| DAFTAR TABEL..... | 13 |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 14 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 14 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 16 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 16 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 17 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 18 |
| 2.1 Manajemen <i>Bandwidth</i> | 18 |
| 2.2 Metode Penelitian | 18 |
| 2.2.1 Metode PCQ (Per Connection Queuing)..... | 18 |
| 2.2.2 Metode Fq_Codel..... | 19 |
| 2.2.3 Metode <i>Queue Tree</i> | 19 |
| 2.3 Peralatan dan <i>Software</i> Pendukung..... | 19 |
| 2.3.1 Router..... | 19 |
| 2.3.2 Filtering..... | 19 |
| 2.3.3 Firewall..... | 19 |
| 2.3.4 Raw..... | 20 |
| 2.3.5 Mangle..... | 20 |
| 2.3.6 DNS..... | 20 |
| 2.3.7 Bridge..... | 20 |
| 2.3.8 Mikrotik..... | 20 |
| 2.3.9 <i>Access Point</i> | 21 |
| 2.3.10 Topologi..... | 21 |
| 2.3.11 <i>Network Address Translation</i> (NAT)..... | 22 |
| 2.3.12 IP Address..... | 22 |
| 2.3.13 WinBox..... | 22 |
| 2.3.14 QoS..... | 22 |
| 2.3.15 <i>Network Development Life Cycle</i> (NDLC)..... | 25 |
| 2.4 Penelitian Terdahulu | 26 |

| | |
|---|----|
| BAB III METODE PENELITIAN | 29 |
| 3.1 Identifikasi Masalah..... | 30 |
| 3.2 Pengumpulan Data..... | 30 |
| 3.2.1 Observasi..... | 30 |
| 3.2.2 Studi Pustaka..... | 31 |
| 3.3 Analisa Kebutuhan..... | 31 |
| 3.3.1 Perangkat Keras (Hardware)..... | 31 |
| 3.3.2 Perangkat Lunak (Software) | 31 |
| 3.4 Pengembangan Jaringan..... | 31 |
| 3.4.1 <i>Analysis</i> | 32 |
| 3.4.2 <i>Design</i> | 33 |
| 3.4.3 <i>Simulation Prototyping</i> | 34 |
| 3.4.4 <i>Implementation</i> | 36 |
| 3.4.5 <i>Monitoring</i> | 37 |
| 3.4.6 <i>Manajemen</i> | 37 |
| 3.5 Pengujian..... | 37 |
| 3.5.1 Throughput..... | 37 |
| 3.5.2 Latency..... | 38 |
| 3.5.3 Jitter..... | 38 |
| 3.5.4 Packet Loss | 38 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 39 |
| 4.1 Implementasi..... | 39 |
| 4.2 Implementasi Konfigurasi MikroTik | 39 |
| 4.2.1 Login MikroTik | 39 |
| 4.2.2 Konfigurasi Interface | 40 |
| 4.2.3 Konfigurasi Bridge..... | 40 |
| 4.2.4 Konfigurasi IP Address..... | 41 |
| 4.2.1 Konfigurasi DHCP Server | 42 |
| 4.2.2 Konfigurasi DNS Server | 42 |
| 4.2.3 Konfigurasi NAT | 43 |
| 4.2.4 Konfigurasi Access Point..... | 44 |
| 4.2.5 Konfigurasi Raw | 45 |
| 4.2.6 Konfigurasi Mangle | 46 |
| 4.2.7 Address List dan Layer 7 protocol..... | 47 |
| 4.2.8 Konfigurasi Manajemen <i>Bandwidth</i> | 48 |
| 4.3 Pengujian Manajemen <i>Bandwidth</i> pada setiap <i>Ether</i> | 49 |
| 4.3.1 Pengujian <i>Ether 2</i> - Kos Kiri..... | 49 |
| 4.3.2 Pengujian <i>Ether 3</i> – Kos Kanan..... | 50 |

| | |
|--|----|
| 4.3.3 Pengujian Ether 4 – Pemilik Kos Bawah | 51 |
| 4.3.4 Pengujian <i>Bandwidth</i> | 52 |
| 4.4 Perbandingan Sebelum Optimalisasi dan Sesudah Optimalisasi | 52 |
| 4.4.1 Perbandingan Throughput..... | 52 |
| 4.4.2 Perbandingan Packet Loss | 53 |
| 4.4.3 Perbandingan Jitter..... | 54 |
| 4.4.4 Perbandingan Latency..... | 54 |
| 4.4.5 Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimalisasi | 55 |
| BAB V PENUTUP | 56 |
| 5.1 Kesimpulan | 56 |
| 5.2 Saran | 57 |
| Daftar Pustaka..... | 58 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian | 24 |
| Gambar 3. 2 Tahapan NDLC | 27 |
| Gambar 3. 3 Topologi saat ini..... | 28 |
| Gambar 3. 4 Topologi yang direncanakan | 29 |
| Gambar 3. 5 Flowchart | 30 |
| Gambar 3. 6 Flowchart | 31 |
| Gambar 4. 1 Login <i>winbox</i> | 39 |
| Gambar 4. 2 Tampilan <i>winbox</i> | 39 |
| Gambar 4. 3 Tampilan <i>interface</i> | 40 |
| Gambar 4. 4 Konfigurasi <i>Bridge</i> | 41 |
| Gambar 4. 5 Konfigurasi <i>IP Address</i> | 41 |
| Gambar 4. 6 Konfigurasi <i>DHCP Server</i> | 42 |
| Gambar 4. 7 Konfigurasi <i>DNS Server</i> | 42 |
| Gambar 4. 8 Konfigurasi <i>NAT Masquerade</i> | 43 |
| Gambar 4. 9 Konfigurasi <i>NAT Masquerade 2</i> | 44 |
| Gambar 4. 10 Konfigurasi <i>access point</i> Tenda N300 | 45 |
| Gambar 4. 11 Konfigurasi <i>access point</i> Mikrotik RB951UI | 45 |
| Gambar 4. 12 Konfigurasi <i>Raw</i> | 46 |
| Gambar 4. 13 Konfigurasi <i>Raw 2</i> | 46 |
| Gambar 4. 14 Konfigurasi <i>Mangle</i> | 47 |
| Gambar 4. 15 Daftar <i>Address List dan Layer 7 Protocols</i> | 48 |
| Gambar 4. 16 Konfigurasi Manajemen <i>Bandwidth</i> | 49 |
| Gambar 4. 17 Konfigurasi <i>Queue Type</i> | 49 |
| Gambar 4. 18 Perbandingan <i>Throughput</i> | 53 |
| Gambar 4. 19 Perbandingan <i>Packet Loss</i> | 53 |
| Gambar 4. 20 Perbandingan <i>Jitter</i> | 54 |
| Gambar 4. 21 Perbandingan <i>Latency</i> | 55 |
| Gambar 4. 22 Perbandingan <i>Sebelum dan Sesudah</i> | 55 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Indeks Parameter QoS..... | 18 |
| Tabel 2. 2 Kategori Throughput..... | 18 |
| Tabel 2. 3 Kategori Latency..... | 19 |
| Tabel 2. 4 Kategori Packet Loss | 19 |
| Tabel 2. 5 Kategori Jitter | 20 |
| Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu | 21 |
| Tabel 3. 1 Rumus Throughput | 37 |
| Tabel 3. 2 Rumus Latency | 38 |
| Tabel 3. 3 Rumus Jitter | 38 |
| Tabel 3. 4 Rumus Packet loss | 38 |
| Tabel 4. 1 Konfigurasi Interface | 35 |
| Tabel 4. 2 Konfigurasi <i>IP Address</i> | 36 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Ether 2</i> | 45 |
| Tabel 4. 4 Rata-Rata Hasil Pengujian <i>Ether 2</i> | 45 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Ether 3</i> | 46 |
| Tabel 4. 6 Rata-Rata Hasil Pengujian <i>Ether 3</i> | 46 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>Ether 4</i> | 47 |
| Tabel 4. 8 Rata-Rata Hasil Pengujian <i>Ether 4</i> | 47 |
| Tabel 4. 9 Hasil Uji <i>Bandwidth</i> | 47 |



Daftar Pustaka

- [1] F. W. Christanto, A. F. Daru, and A. Kurniawan, "Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen *Bandwidth* Berbasis Mikrotik," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 407–412, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.
- [2] S. Jumiaty, "ANALISA *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN METODE ANTRIAN Per Connection Queue," *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 2, no. 2, pp. 244–257, Aug. 2017, doi: 10.36341/rabit.v2i2.213.
- [3] G. Carlucci, L. De Cicco, and S. Mascolo, "Controlling Queuing Delays for Real-Time Communication: The Interplay of E2E and AQM Algorithms." [Online]. Available: <http://www.w3schools.com/browsers/default>.
- [4] A. D. Purwanto and M. Badrul, "IMPLEMENTASI ACCESS LIST SEBAGAI FILTER TRAFFIC JARINGAN (STUDI KASUS PT. USAHA ENTERTAINMENT INDONESIA)," *JURNAL TEKNIK KOMPUTER AMIK BSI*, vol. 11, no. 1, 2018.
- [5] J. Manager, "IMPLEMENTASI JARINGAN INTER-VLANROUTING BERBASIS MIKROTIK RB260GS DAN MIKROTIK RB1100AHX4," 2020. [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire>
- [6] R. H. Kurniawan STMIK Mura Lubuklinggau Jl Jend Besar Soeharto Km and kel Lubuk Kupang Kec Lubuk Linggau selatan, "ANALISIS DAN IMPLEMENTASI DESAIN JARINGAN HOTSPOT BERBASIS MIKROTIK MENGGUNAKAN METODE NDLC (NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE) PADA BPU BAGAS RAYA LUBUKLINGGAU," 2018.
- [7] M. Fuat Asnawi, "APLIKASI KONFIGURASI MIKROTIK SEBAGAI MANAJEMEN *BANDWIDTH* DAN INTERNET GATEWAY BERBASIS WEB," pp. 42–48, 2018.
- [8] T. Høiland-Jørgensen, "Battling *Bufferbloat*: An experimental comparison of four approaches to queue management in Linux."
- [9] Vinton G. Cerf, "Backspace *Bufferbloat* and Other Internet Challenges," 2017. [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/>
- [10] I. Riyana Rahadjeng and A. Ihsan Fajrin, "Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Simple Queue Dan Filtering Content Pada Pusat Pelatihan Kerja Pengembangan Industri Jakarta Timur," *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/reputasi>
- [11] I. Tri Bowo and T. Infomasi, "ANALISIS KINERJA WEB PROXY DAN MANAGEMENT *BANDWIDTH* DENGAN METODE PCQ (STUDI KASUS : SMPN 8 BANDAR LAMPUNG)," 2022.
- [12] Subhiyanto, "Implementasi Manajemen *Bandwidth* dengan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dan Per Connection Queue (PCQ) pada STMIK Antar Bangsa," *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA STMIK ANTAR BANGSA*, vol. VII, no. 2, 2021.
- [13] C. Eko Suharyanto and S. Artikel, "Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode Queue Tree Pada Jaringan Internet INFORMASI ARTIKEL A B S T R A C T," *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, vol. 2, no. 2, pp. 69–76, 2020.
- [14] R. Rudolf Huizen, "MANAJEMEN JARINGAN INTERNET SEKOLAH MENGGUNAKAN ROUTER MIKROTIK DAN PROXY SERVER," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 32, 2016.
- [15] B. A. Hidayatulloh, R. Muslim, Y. Santosa, E. Suryadi, and U. T. Mataram, "Implementasi Firewall Filter Rule Mikrotik Berbasis Website pada Kantor Desa Kayangan," 2023.

- [16] Ihwanul Muslim, ST. , M. Dr. F. Yudi Limpraptono, and ST. , MT. Michael Ardita., "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK," 2023.
- [17] A. B. Kadi, R. Munadi, and N. Fitriyanti, "IMPLEMENTASI FIREWALL MIKROTIK SEBAGAI MARKING ROUTE UNTUK MANAJEMEN JARINGAN MULTI ISP DI CV. NATUSI," 2023.
- [18] T. A. Gani dan Haimi Ardiansyah and K. Kunci Jaringan, "Pengaturan Pemakaian *Bandwidth* Menggunakan Mikrotik Bridge," 2010.
- [19] J. I. Komputer, A. Kadir, and K. Tone, "Analisa Kerja Access Point Jaringan Wireles Pada Universitas Al Asyariah Mandar," 2015. [Online]. Available: <http://www.digilib.petra.ac.id>,
- [20] J. Warta, "IMPLEMENTASI METODE QUEUE TREE UNTUK MANAJEMEN *BANDWIDTH* BERBASIS HOTSPOT (STUDI KASUS : ONESNET BEKASI)," 2019. [Online]. Available: www.ones.net.
- [21] S. Setiawan and M. Maulana, "PENGUNAAN METODE SIMPLE QUEUE DALAM MANAJEMEN *BANDWIDTH*," 2018.
- [22] A. Zainy *et al.*, "INSTALASI MIKROTIK PADA VIRTUALBOX DAN PENGKONEKSAN ANTARA MIKROTIK DI VIRTUALBOX DENGAN WINBOX DI SMK S TERUNA PADANG SIDEMPUNAN of Knowing How to Install Mikrotik on VirtualBox and Connecting Mikrotik to Winbox at SMKS Teruna Padangsidimpunan," 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.spada.ipts.ac.id/index.php/adam>
- [23] A. Budiman, M. Ficky Duskarnaen, and H. Ajie, "ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) PADA JARINGAN INTERNET SMK NEGERI 7 JAKARTA," 2020.
- [24] Valia Yoga Pudya Ardhana and M. D. Mulyodiputro, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)," *Journal of Informatics Management and Information Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 70–76, Apr. 2023, doi: 10.47065/jimat.v3i2.257.
- [25] Dora Sandova and Cahyo Prihantoro, "ANALISIS TRAFFIC PADA JARINGAN LAN," *JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 329–337, 2021.
- [26] Muhammad Akbar Al Maruf, Darman, and Zila Razilu, "Rancang Bangun Manajemen *Bandwidth* Jaringan Pada Laboratorium Teknik Komputer dan Jaringan," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 246–256, Jun. 2023, doi: 10.51454/decode.v3i2.177.
- [27] T. Oktafi Sidqi *et al.*, "IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET) PADA JARINGAN MIKROTIK," 2021.



UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
MALANG



FAKULTAS TEKNIK

INFORMATIKA

informatika.umm.ac.id | informatika@umm.ac.id

FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Muhammad Jihan Gumeular
 NIM : 202010370311171
 Judul TA : Optimalisasi QoS Manajemen *Bandwidth* menggunakan PCQ dan FQ_Codel Berbasis Mikrotik

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin


| No. | Komponen Pengecekan | Nilai Maksimal Plagiarisme (%) | Hasil Cek Plagiarisme (%) * |
|-----|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. | Bab 1 – Pendahuluan | 10 % | 4% |
| 2. | Bab 2 – Tinjauan Pustaka | 25 % | 13% |
| 3. | Bab 3 – Metode Penelitian | 25 % | 14% |
| 4. | Bab 4 – Hasil Dan Pembahasan | 15 % | 7% |
| 5. | Bab 5 – Kesimpulan dan Saran | 5 % | 3% |
| 6. | Makalah Tugas Akhir | 20% | 7% |

*) Hasil cek plagiarisme diisi oleh pemeriksa (staf TU)

*) Maksimal 5 kali (4 Kali sebelum ujian, 1 kali sesudah ujian)

Mengetahui,

Pemeriksa (Staff TU)

(.....

 deny.....)



Kampus I
 Jl. Bandung 1 Malang, Jawa Timur
 P. +62 341 551 253 (Hunting)
 F. +62 341 460 435

Kampus II
 Jl. Bendungan Sutani No 188 Malang, Jawa Timur
 P. +62 341 551 148 (Hunting)
 F. +62 341 582 060

Kampus III
 Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang, Jawa Timur
 P. +62 341 464 318 (Hunting)
 F. +62 341 460 435
 E. webmaster@umm.ac.id