

**OPTIMASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN
METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) DAN
DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (DES) STUDI KASUS
SMK NASIONAL MALANG**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Yohanes Yudha Saputra Bangko

21.18.117

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN
OPTIMASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN
METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) DAN
DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (DES) STUDI KASUS
SMK NASIONAL MALANG

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

Yohanes Yudha Saputra Bangko

21.18.117

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Joseph Dedy Irawan, S.T., M.T
NIP. 197404162005011002

Deddy Gudhistiar, S.Kom, M.Cs
NIP.P 1032000578

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika S-1

Yosep Agus Pranoto ST., MT
NIP.P 1031000432

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2025

LEMBAR KEASLIAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Informatika S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang, yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Yohanes Yudha Saputra Bangko
NIM : 2118117
Program Studi : Teknik Informatika S-1
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya tugas akhir saya berjudul **“OPTIMASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (DES) STUDI KASUS SMK NASIONAL MALANG”** merupakan karya asli saya dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila dikemudian hari, karya asli saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Informatika S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 23 Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Yohanes Yudha Saputra Bangko

21.18.117

**“OPTIMASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN
METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) DAN
DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (DES) STUDI KASUS
SMK NASIONAL MALANG”**

Yohanes Yudha Saputra Bangko, Joseph Dedy Irawan, Deddy Rudhistiar

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2118117@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

SMK Nasional Malang menerapkan jaringan Hotspot MikroTik untuk mendukung pembelajaran dan administrasi. Namun, pengelolaan bandwidth hanya terbatas pada user profile, menyebabkan ketidakseimbangan pemanfaatan dan performa jaringan saat lonjakan pengguna. Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) diterapkan untuk optimalisasi jaringan dengan struktur hirarki yang memungkinkan pembagian bandwidth lebih fleksibel. Pengujian menunjukkan bahwa dalam kondisi trafik sepi, pengguna dengan limitasi lebih rendah dapat memanfaatkan bandwidth tak terpakai, dengan Tamu meningkat hingga 406%. Saat trafik padat, HTB membagi bandwidth lebih merata, meskipun terjadi penurunan performa pada Siswa dan Tamu, masing-masing 48.7% dan 42.4% untuk upload, serta 35.4% untuk download. Metode Double Exponential Smoothing (DES) digunakan untuk memprediksi penggunaan bandwidth dengan tren perubahan waktu. Hasil perhitungan menunjukkan nilai peramalan trafik Tx sebesar 57.104.848,88 dengan alpha terbaik 0,5 dan MSE 358.923.646.693.240,00, sedangkan trafik Rx sebesar 69.922.801,09 dengan alpha terbaik 0,2 dan MSE 3.423.955.445.295.580,00. Dengan mengintegrasikan HTB dan DES, SMK Nasional Malang dapat mengelola bandwidth lebih efisien dan dinamis. Hasil prediksi DES membantu menentukan alokasi bandwidth optimal dalam konfigurasi HTB, memastikan distribusi yang fleksibel sesuai kebutuhan pengguna.

Kata kunci : Hotspot, Mikrotik, Hierarchical Token Bucket, Double Exponential Smoothing, Bandwidth

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) Dan Double Exponential Smoothing (DES) Studi Kasus Smk Nasional Malang”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk program Pendidikan Strata Satu (S-1) Teknik Informatika Fakultas Teknik Industri di Institut Teknologi Nasional Malang. Terwujudnya Laporan Skripsi ini, tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan Kerjasama yang telah diterima oleh penulis. Maka, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan atas segala rahmat-Nya yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran selama proses penyusunan skripsi.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan biaya, doa tiada henti, semangat, dukungan untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Yosep Agus Pranoto, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika S-1 ITN Malang.
4. Bapak Joseph Dedy Irawan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I Prodi Teknik Informatika.
5. Bapak Deddy Rudhistiar, S.Kom., M.Cs, selaku Dosen Pembimbing II Prodi Teknik Informatika.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika S-1 Institut Teknologi Nasional Malang yang telah membekali penulis dari berbagai disiplin ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca.

Malang, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| BAB I LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penelitian..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu | 6 |
| 2.2 Mikrotik..... | 7 |
| 2.3 Bandwidth | 8 |
| 2.4 Hierarchical Token Bucket | 8 |
| 2.5 Hotspot | 9 |
| 2.6 Quality Of Service (QOS)..... | 10 |
| 2.7 Website..... | 12 |
| 2.8 PHP | 12 |
| 2.9 Framework | Error! Bookmark not defined. |
| 2.10 Laravel..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.11 Peramalan..... | 13 |
| 2.12 Exponential Smoothing..... | 13 |
| 2.13 Mean Squared Error | 14 |
| BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN | 16 |
| 3.1 Analisis Sistem..... | 16 |
| 3.2 Analisis Kebutuhan | 16 |
| 3.3 Rancangan Sistem | 17 |
| 3.4 Rancangan Antar Muka Sistem..... | 27 |
| BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN | 31 |
| 4.1 Implementasi Sistem | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Implementasi Metode Double Exponential Smoothing | 35 |
| 4.3 Pengujian Hierarchical Token Bucket | 38 |
| 4.4 Pengujian Sistem..... | 52 |
| BAB V PENUTUP..... | 57 |
| 5.1 Kesimpulan | 57 |
| 5.2 Saran..... | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 59 |
| LAMPIRAN..... | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Hierarchical Token Bucket (HTB)..... | 9 |
| Gambar 2.2 Website..... | 12 |
| Gambar 3.1 Desain Arsitektur Sistem..... | 17 |
| Gambar 3.2 Blok Diagram..... | 17 |
| Gambar 3.3 Topologi Jaringan..... | 18 |
| Gambar 3.4 Use Case Diagram..... | 19 |
| Gambar 3.5 Activity Diagram..... | 20 |
| Gambar 3.6 Sequence Diagram..... | 21 |
| Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Login Admin | 23 |
| Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Add Simple Queue..... | 24 |
| Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Add User Hotspot | 25 |
| Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Perhitungan Double Exponential Smoothing..... | 26 |
| Gambar 3.11 Struktur menu Admin..... | 27 |
| Gambar 3.12 Low-fi Login Page | 27 |
| Gambar 3.13 Low-fi Dashboard | 28 |
| Gambar 3.14 Low-fi Simple Queue (HTB) | 28 |
| Gambar 3.15 Low-fi Hotspot <i>User Profile</i> | 29 |
| Gambar 3.16 Low-fi <i>Bandwidth Usage</i> | 29 |
| Gambar 3.17 Low-fi Peramalan DES | 30 |
| Gambar 4.1 <i>Login</i> | 31 |
| Gambar 4.2 <i>Dashboard</i> | 32 |
| Gambar 4.3 <i>Queue Simple</i> | 32 |
| Gambar 4.4 <i>Data Traffic</i> | 33 |
| Gambar 4.5 <i>Hotspot – User Profile</i> | 33 |
| Gambar 4.6 Perhitungan <i>Double Exponential Smoothing</i> | 34 |
| Gambar 4.7 <i>Update User Profile</i> berdasarkan peramalan | 34 |
| Gambar 4.8 Hasil <i>speedtest user profile</i> guru..... | 39 |
| Gambar 4.9 Hasil <i>speedtest user profile</i> siswa | 40 |
| Gambar 4.10 Hasil <i>speedtest user profile</i> tamu | 40 |
| Gambar 4.11 Hasil Pengujian Skenario 2 <i>Download</i> | 42 |
| Gambar 4.12 Hasil Pengujian Skenario 2 <i>Upload</i> | 42 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.13 Hasil <i>speedtest user profile</i> guru..... | 44 |
| Gambar 4.14 Hasil <i>speedtest user profile</i> siswa | 44 |
| Gambar 4.15 Hasil <i>speedtest user profile</i> tamu | 45 |
| Gambar 4.16 Gambar pengujian Skenario 2 untuk <i>download</i> | 47 |
| Gambar 4.17 Gambar pengujian Skenario 2 untuk <i>upload</i> | 47 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kategori <i>Throughput</i> | 10 |
| Tabel 2.2 Kategori <i>Delay</i> | 11 |
| Tabel 2.3 Kategori <i>Jitter</i> | 11 |
| Tabel 2.4 Kategori <i>Packet Loss</i> | 12 |
| Tabel 4.1 Data <i>Upload</i> dan <i>Download</i> | 35 |
| Tabel 4.2 Tabel Hasil Tx..... | 37 |
| Tabel 4.3 Tabel Hasil Rx | 37 |
| Tabel 4.4 Hasil Perhitungan MSE Tx | 37 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan MSE Rx..... | 38 |
| Tabel 4.6 Tabel Hasil Peramalan berdasarkan Nilai MSE terkecil..... | 38 |
| Tabel 4.7 Pengujian Skenario 1 untuk <i>user profile</i> guru | 40 |
| Tabel 4.8 Pengujian Skenario 1 untuk <i>user profile</i> siswa..... | 41 |
| Tabel 4.9 Pengujian Skenario 1 untuk <i>user profile</i> tamu..... | 41 |
| Tabel 4.10 Pengujian skenario 2 untuk download | 42 |
| Tabel 4.11 Pengujian skenario 2 untuk upload | 43 |
| Tabel 4.12 Pengujian Skenario 1 untuk <i>user profile</i> guru | 45 |
| Tabel 4.13 Pengujian Skenario 1 untuk <i>user profile</i> siswa..... | 46 |
| Tabel 4.14 Pengujian Skenario 1 untuk <i>user profile</i> tamu..... | 46 |
| Tabel 4.15 Pengujian Skenario 2 untuk <i>download</i> | 47 |
| Tabel 4.16 Pengujian Skenario 2 untuk <i>upload</i> | 48 |
| Tabel 4.17 Tabel perbandingan ketika traffic sepi..... | 51 |
| Tabel 4.18 Tabel perbandingan ketika traffic padat..... | 52 |
| Tabel 4.17 Pengujian Sistem..... | 53 |