



**PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI TRAFIK JARINGAN
MENGUNAKAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* (LSTM)
DENGAN METODE *LOW RANK ADAPTATION* (LoRA) DAN
DROPOUT UNTUK PENGELOLAAN *LOAD BALANCING* DAN
FAILOVER SECARA OTOMATIS**

TESIS

NOVI NOVIYANTI

55424110005

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA**

2026



**PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI TRAFIK JARINGAN
MENGUNAKAN *LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)*
DENGAN METODE *LOW RANK ADAPTATION (LoRA)* DAN
DROPOUT UNTUK PENGELOLAAN *LOAD BALANCING* DAN
FAILOVER SECARA OTOMATIS**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Novi Noviyanti

55424110005

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novi Noviyanti
NIM : 55424110005
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“Pengembangan Sistem Prediksi Trafik Jaringan Menggunakan *Long Short-Term Memory (LSTM)* Dengan Metode *Low rank Adaptation (LoRA)* Dan *Dropout* Untuk Pengelolaan *Load balancing* Dan *Failover* Secara Otomatis” Adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur *plagiarisme*, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Juli 2026



Novi Noviyanti
NIM. 55424110005

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : **NOVI NOVIYANTI**
NIM : **55424110005**
Program Studi : **Magister Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis : **PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI**
/ Praktek Keinsinyuran **TRAFIK JARINGAN**
MENGGUNAKAN
LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM) DENGAN METODE LOW
RANK ADAPTATION (LoRA) DAN DROPOUT
UNTUK PENGELOLAAN LOAD BALANCING
DAN FAILOVER SECARA OTOMATIS

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 25 Juli 2026** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juli 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

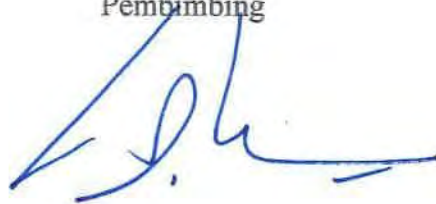
Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Novi Noviyanti
NIM : 55424110005
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro/Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Pengembangan Sistem Prediksi Trafik Jaringan Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) Dengan Metode Low rank Adaptation (LoRA) Dan Dropout Untuk Pengelolaan Load balancing Dan Failover Secara Otomatis

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 27 Juli 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng.)

NIDN/NUPTK: 0327027002

Jakarta, 27 Juli 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)
NIDN/NUPTK: 0307037202

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



(Prof. Dr. Ir. Setyo Budiyo, S.T., M.T.,
I.P.U., Asean-Eng., APEC-Eng., ACPE)
NIDN/NUPTK: 0312118206

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Novi Noviyanti
NIM	:	55424110005
Fakultas/Program Studi	:	Teknik Elektro/Magister Teknik Elektro
Judul Tesis	:	Pengembangan Sistem Prediksi Trafik Jaringan Menggunakan <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) Dengan Metode <i>Low rank Adaptation</i> (LoRA) Dan <i>Dropout</i> Untuk Pengelolaan <i>Load Balancing</i> Dan <i>Failover</i> Secara Otomatis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan *Local Area Network* data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,


(Novi Noviyanti)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, suami, dan anak serta keluarga besar yang telah membantu dengan memberikan dukungan, do'a dan semangat supaya penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini tepat waktu
2. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., SMEEE, selaku Rektor Universitas Mercu Buana dan Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini
3. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas yang mendukung penulisan tesis ini
4. Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T., I.P.U., Asean-Eng., APEC-Eng., ACPE selaku ketua Program Studi Magister Teknik Elektro yang telah memberikan kesempatan saya dapat kuliah di Universitas Mercu Buana dan ilmu serta bimbingan selama perkuliahan
5. Dr. Heru Sutoyo, S.T, M.Sc selaku Dosen Penguji Tesis atas koreksi dan arahan serta masukannya
6. Bapak M. Abror, S.T selaku Kepala Sekolah SMKN 1 Ciruas yang telah memberikan dukungan
7. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana atas ilmu dan wawasan yang diberikan
8. Rekan kerja dan teman-teman yang telah membantu dengan memberikan dukungan dan do'a supaya tesis ini dapat selesai tepat waktu

Akhir kata, saya berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembang ilmu.

Jakarta, 27 Juli 2026

Penulis

Novi Noviyanti
NIM. 55424110005

ABSTRAK

Perkembangan teknologi jaringan komputer semakin kompleks dengan meningkatnya kebutuhan akses internet sehingga membutuhkan sistem manajemen *bandwidth* yang adaptif dan stabil tetapi faktanya dilapangan pembagian trafik jaringan masih dilakukan secara statis sehingga sistem tidak mampu merespons perubahan secara dinamis. Kondisi ini mengakibatkan ketidakseimbangan penggunaan *bandwidth* yang meningkatkan delay, packet loss, jitter dan *throughput* secara signifikan. Oleh karena itu, membutuhkan sistem prediksi yang mampu memprediksi kondisi trafik jaringan untuk *load balancing* dan *failover* secara otomatis.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem prediksi trafik jaringan Long Short-Term Memory (LSTM) dengan metode Low-Rank Adaptation (LoRA) dan *Dropout*. Kombinasi model trafik jaringan dipilih untuk meningkatkan efisiensi komputasi dan mencegah *overfitting* pada model prediksi. Data penelitian diperoleh dari perangkat MikroTik pada jaringan dual ISP di SMK Negeri 1 Ciruas, dengan parameter yang diukur meliputi *throughput*, *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan beban CPU dari dua jalur *Internet Service Provider* (ISP). Model LSTM digunakan untuk melakukan prediksi trafik secara *real-time*, dan hasil prediksi memutuskan sistem *load balancing Per Connection Classifier* (PCC) serta failover otomatis. Evaluasi model prediksi dilakukan dengan menggunakan metrik Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Squared Error (MSE), dan koefisien determinasi (R^2).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model LSTM dengan LoRA dan *Dropout* menghasilkan MAE terbaik sebesar 0,89 dan RMSE sebesar 4,49, yang menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan. Implementasi sistem ini meningkatkan kualitas layanan jaringan, yang ditandai dengan penurunan jitter ISP1 sebesar 22,81%, jitter ISP2 sebesar 54,43%, packet loss ISP1 turun hingga 100%, packet loss ISP2 turun 99,81%, meningkatnya *throughput* RX ISP 2 sebesar 26,63% dan penurunan beban CPU hingga 37,3 % dari CPU konvensional. Sistem *load balancing* dan *failover* dapat mendistribusikan trafik secara adaptif dan responsif terhadap perubahan kondisi jaringan. Waktu *fine-tuning* model tercatat hanya 2,13 detik, sehingga sistem prediksi menggunakan LSTM dengan LoRA dan *dropout* dapat implementasi *real-time* pada perangkat *edge computing* dengan sumber daya terbatas. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa model prediksi LSTM dengan LoRA dan *Dropout* efektif dalam menghasilkan sistem manajemen jaringan yang prediktif, efisien, andal, dan meningkatkan kualitas layanan internet.

Kata Kunci: LSTM, LoRA, Dropout, , *load balancing*, *failover*, MikroTik, Quality of Service

ABSTRACT

The development of computer network technology is becoming increasingly complex due to the growing demand for internet access, necessitating an adaptive and stable bandwidth management system. However, in practice, network traffic allocation is still performed statically, preventing the system from responding dynamically to changes. This situation results in an imbalance in bandwidth usage, which significantly increases delay, packet loss, jitter, and throughput. Therefore, a prediction system is needed that can forecast network traffic conditions to automatically perform load balancing and failover.

This study aims to develop a Long Short-Term Memory (LSTM) network traffic prediction system using the Low-Rank Adaptation (LoRA) and Dropout methods. A combination of network traffic models was selected to improve computational efficiency and prevent overfitting in the prediction model. Research data was obtained from MikroTik devices on a dual-ISP network at SMK Negeri 1 Ciruas, with measured parameters including throughput, latency, jitter, packet loss, and CPU load from two Internet Service Provider (ISP) links. The LSTM model was used to perform real-time traffic prediction, and the prediction results triggered the Per Connection Classifier (PCC) load balancing system as well as automatic failover. The prediction model was evaluated using the Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Squared Error (MSE), and coefficient of determination (R^2) metrics. Test results show that the LSTM model with LoRA and Dropout achieved the best MAE of 0.89 and RMSE of 4.49, indicating a significant improvement in accuracy.

The implementation of this system improved network service quality, as evidenced by a 22.81% reduction in ISP1 jitter, a 54.43% reduction in ISP2 jitter, a 100% reduction in ISP1 packet loss, a 99.81% reduction in ISP2 packet loss, a 26.63% increase in ISP2 RX throughput, and a 37.3% reduction in router CPU load compared to a conventional CPU. The load balancing and failover system can distribute traffic adaptively and responsively to changes in network conditions. The model fine-tuning time was recorded at only 2.13 seconds, enabling the predictive system using LSTM with LoRA and dropout to be implemented in real time on edge computing devices with limited resources. Thus, this study demonstrates that the LSTM prediction model with LoRA and dropout is effective in producing a predictive, efficient, and reliable network management system that improves the quality of internet service.

Keywords: LSTM, LoRA, dropout, load balancing, failover, MikroTik, Quality of Service

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Karya Sendiri	ii
Halaman Surat Keterangan Hasil <i>Similarity</i>	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Di Repositori UMB	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	vii
Abstract	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran	xiii
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
Bab II Tinjauan Pustaka	10
2. Kajian Teori	10
2.1 Mikrotik.....	10
2.2 <i>Internet Service Provider (Isp)</i>	10
2.3 <i>Load Balancing</i>	10
2.4 <i>Failover</i>	11
2.5 <i>Long Short-Term Memory (Lstm)</i>	11
2.6 <i>Low-Rank Adaptation (Lora)</i>	18
2.7 <i>Dropout</i>	20
2.8 Penelitian Terdahulu	21
2.9 Diagram Venn	25
Bab III Metode Penelitian	27
3.1 Jenis Dan Pendekatan Penelitian.....	27

3.2	Alat Dan Bahan	27
3.3	Desain Sistem	34
3.4	Teknik Analisis Data	39
Bab IV	Hasil Dan Pembahasan	50
4.1	Hasil Pengumpulan Data	50
4.1.1	Topologi Sistem	55
4.1.2	Skenario Pengujian Sistem	56
4.2	Hasil Evaluasi Kinerja Model Prediksi	59
4.2.1	Perhitungan Mse (Mean Squared Error)	60
4.2.2	Perhitungan Rmse (Root Mean Squared Error)	60
4.2.3	Perhitungan Mae (Mean Absolute Error)	60
4.2.4	Perhitungan Koefisien Determinasi (R^2)	60
4.3	Hasil Pengujian Waktu Fine Tunning	63
4.4	Hasil Pengujian Qos Jaringan	66
4.5	Hasil Pengujian Cpu	69
4.6	Hasil Pengujian <i>Load Balancing</i> Dan <i>Failover</i>	72
Bab V	Kesimpulan Dan Saran	80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	80
Daftar Pustaka		82
Lampiran-Lampiran		86

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3. 1. Spesifikasi Mikrotik.....	27
Tabel 3. 2. Spesifikasi Laptop.....	28
Tabel 3. 3. Perangkat lunak.....	29
Tabel 3. 4. Dataset Penelitian.....	30
Tabel 3. 5. Variabel dataset.....	31
Tabel 3. 6. Spesifikasi model LSTM, LoRA dan Dropout	31
Tabel 3. 7. Training Parameter.....	32
Tabel 3. 8. Parameter Pengambilan Keputusan	33
Tabel 3. 9. Parameter QOS	45
Tabel 3. 10. Standar TIPHON Untuk Parameter Throughput.....	46
Tabel 3. 11. Standar TIPHON Untuk Parameter Jitter.....	47
Tabel 3. 12. Standar TIPHON Untuk Parameter Packet loss.....	47
Tabel 3. 13. Standar TIPHON Untuk Parameter Latency.....	48
Tabel 4. 1. Data Cleaning.....	52
Tabel 4. 2. Data Min-Max Scaling.....	53
Tabel 4. 3. Evaluasi Kinerja Model Prediksi	59
Tabel 4. 4 Waktu Fine Tunning	63
Tabel 4. 5. Pengujian Qos Sebelum Dan Sesudah Sistem Load Balancing Dan Failover dengan model LSTM, LoRA dan Dropout	66
Tabel 4. 6. Pengujian Qos Sebelum Dan Sesudah Sistem Load Balancing Dan Failover dengan model LSTM dan dropout.....	67
Tabel 4. 7. Pengujian Beban CPU.....	70
Tabel 4. 8. Data Trafik Jaringan.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Roadmap Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Mikrotik RB941-2nD.....	10
Gambar 2.2 Software Winbox.....	10
Gambar 2.3 LSTM	11
Gambar 2.4 Inisialisasi State LSTM	13
Gambar 2.5 Struktur Input, Forget, dan Output Gates LSTM Dengan Masukkan Berupa Vektor (X_t dan $h_t - 1$)	14
Gambar 2.6 Proses perbaharuan sel memori.....	14
Gambar 2.7 Proses LSTM hingga menghasilkan output	15
Gambar 2.8 Proses backward pass dari hasil keluaran forward pass	16
Gambar 2.9 Proses sel memori yang diupdate pada proses backward pass.....	17
Gambar 2.10 Perubahan komputasi input dan gate pada backward pass.....	18
Gambar 2.11 Arsitektur Low Rank Adaption	20
Gambar 2.12 Diagram Venn	25
Gambar 3 1. Flowchart Sistem.....	38
Gambar 3.2 Topologi Jaringan.....	39
Gambar 4. 1. Interface mikrotik.....	50
Gambar 4. 2.TX dan RX pada ISP Jaringan Internet Banten (JIB)	50
Gambar 4. 3. TX dan RX ISP Diskominfo	51
Gambar 4. 4. Data Sebelum Cleaning.....	52
Gambar 4. 5. Data Sesudah Cleaning.....	53
Gambar 4. 6. Min-Max Scaling Pada Python	54
Gambar 4. 7. Program Python pembagian data training dan testing.....	54
Gambar 4. 8. Topologi Jaringan.....	56
Gambar 4. 9. Program Python Menunjukkan Load Balancing	57
Gambar 4. 10. Program Python ISP 1 Disable.....	57
Gambar 4. 11. Program Python Lanjutan ISP 1 Disable.....	58
Gambar 4. 12. Program Python ISP 2 Disable.....	58
Gambar 4. 13. Grafik Waktu Fine Tunning	63
Gambar 4. 14. Grafik Beban CPU	72
Gambar 4. 15. Program Python Menunjukkan Pembagian Seimbang.....	73
Gambar 4. 16. Trafik Rx dan Tx ISP 1 di naikkan	75
Gambar 4. 17. Hasil pengujian kondisi trafik naik	76
Gambar 4. 18. Kondisi ISP 1 Disable Pada Winbox.....	77
Gambar 4. 19. Kondisi Failover pada ISP 2 di python	77
Gambar 4. 20 ISP 2 Disable Pada Winbox	78
Gambar 4. 21 Kondisi Failover Pada ISP 1 di Python.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Formulir Daftar Tesis	86
Lampiran 2. Lembar Kegiatan Bimbingan Tesis	87
Lampiran 3. Berita Acara Perbaikan Sidang Tesis	88
Lampiran 4. Data Squence Training	89
Lampiran 5 Data Squence Testing	92
Lampiran 6. Curriculum Vitae	94

