

**KLASIFIKASI KEMACETAN TRAFIK JARINGAN PADA
JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN MODEL
RANDOM FOREST**

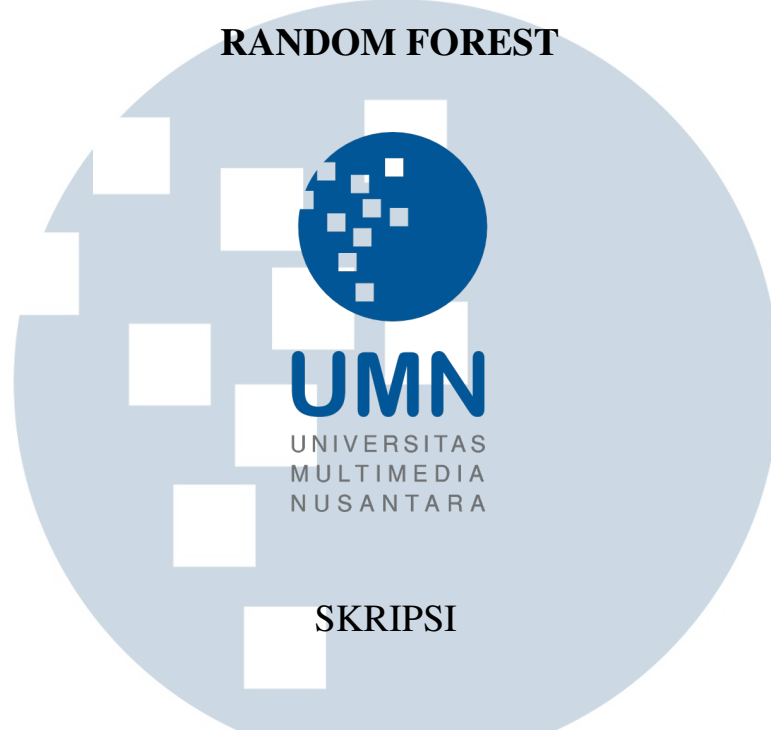


SKRIPSI

**ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO
00000055884**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

**KLASIFIKASI KEMACETAN TRAFIK JARINGAN PADA
JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN MODEL
RANDOM FOREST**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO
00000055884

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO
Nomor Induk Mahasiswa : 00000055884
Program Studi : Informatika

Skripsi dengan judul:

**KLASIFIKASI KEMACETAN TRAFIK JARINGAN PADA JARINGAN
KOMPUTER MENGGUNAKAN MODEL RANDOM FOREST**

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

Tangerang, 04 Juli 2025



(ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO)

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

KLASIFIKASI KEMACETAN TRAFIK JARINGAN PADA JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN MODEL RANDOM FOREST

oleh

Nama : ALOYSIUS JONATHAN
DARREL HEKO ADI NUGROHO
NIM : 00000055884
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Senin, 28 Juli 2025

Pukul 08.00 s/s 10.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang

(Dennis Gunawan, S.Kom., M.Sc.)

NIDN: 0320059001

Penguji

(Alexander Waworuntu, S.Kom., M.T.I.)

NIDN: 0309068503

Pembimbing

(Anak Agung Ngurah Ananda Kusuma, B.Eng., M.Eng., Ph.D.)

NIDK: 08984101024

Ketua Program Studi Informatika,

(Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA)

NIDN: 0315109103

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALOYSIUS JONATHAN DARREL
HEKO ADI NUGROHO
NIM : 00000055884
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : KLASIFIKASI KEMACETAN
TRAFIK JARINGAN PADA
JARINGAN KOMPUTER
MENGUNAKAN MODEL
RANDOM FOREST

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
- Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu tiga tahun.

Tangerang, 04 Juli 2025

Yang menyatakan



ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO

HALAMAN PERSEMBAHAN / MOTTO

"Setiap perjalanan dimulai dengan satu lompatan keyakinan."

Peter Parker



KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat dan rahmat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya penulisan laporan Skripsi ini dengan judul: Prediksi Kemacetan Jaringan Pada Jaringan Komputer Menggunakan Algoritma Random Forest, dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer Jurusan Informatika Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA, selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Anak Agung Ngurah Ananda Kusuma, B.Eng., M.Eng., Ph.D., sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan baik secara material maupun moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem prediksi kemacetan jaringan pada jaringan komputer di masa mendatang.

Tangerang, 04 Juli 2025



ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO

KLASIFIKASI KEMACETAN TRAFIK JARINGAN PADA JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN MODEL RANDOM FOREST

ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO

ABSTRAK

Kemacetan jaringan (*network congestion*) merupakan masalah utama dalam komunikasi data yang menurunkan QoS akibat *throughput* rendah, latensi tinggi, dan *packet loss*. Kemacetan trafik jaringan (*network congestion*) merupakan masalah kritis dalam komunikasi data yang tidak hanya menurunkan *Quality of Service* (QoS), tetapi juga berpotensi menyebabkan: (1) *bottleneck* infrastruktur yang memperparah *latency*, (2) degradasi pengalaman pengguna (*user experience*) pada aplikasi *real-time* seperti *video conference* dan *streaming*, serta (3) pemborosan sumber daya jaringan akibat paket *retransmission* yang mencapai 40% saat *throughput* turun di bawah *threshold* kritis. Sehingga hal terburuk yang dapat terjadi adalah, kemacetan berkelanjutan dapat memicu *network collapse* akibat *buffer overflow* pada perangkat jaringan. Penelitian ini membangun model klasifikasi berbasis *Random Forest* menggunakan parameter jaringan seperti *latency*, *jitter*, dan *throughput*. Model ini dirancang untuk dapat mengklasifikasikan kemacetan guna optimasi manajemen jaringan. *Dataset* dari *Kaggle* diproses melalui tahap pra-pemrosesan, rekayasa fitur, dan normalisasi. Model dievaluasi dengan dua skema pembagian data (60/20/20 dan 80/20) tanpa SMOTE, serta dikalibrasi menggunakan *CalibratedClassifierCV* dan *threshold tuning*. Hasil menunjukkan model 60/20/20 mencapai akurasi 99,5% (*F1-score* 0,995), sedangkan model 80/20 mencapai akurasi 100% (*F1-score* 1,00). Validasi *5-Fold Cross Validation* mengonfirmasi stabilitas model dengan *F1-score* rata-rata 98,42%. Saran pengembangan meliputi pengujian pada *dataset* lebih beragam, pemeriksaan kualitas data, dan eksplorasi integrasi dengan *deep learning*. Implementasi model ini berpotensi mendukung sistem *monitoring* jaringan otomatis di masa depan.

Kata kunci: Kemacetan Trafik Jaringan, Klasifikasi, *Machine Learning*, *Quality of Service*, *Random Forest*

CLASSIFICATION OF NETWORK TRAFFIC CONGESTION IN COMPUTER NETWORKS USING THE RANDOM FOREST MODEL

ALOYSIUS JONATHAN DARREL HEKO ADI NUGROHO

ABSTRACT

Network congestion is a critical issue in data communication that degrades Quality of Service (QoS) due to low throughput, high latency, and packet loss. Traffic congestion is a fundamental problem in data communication that not only reduces QoS but may also cause: (1) infrastructure bottlenecks that exacerbate latency, (2) degraded user experience in real-time applications such as video conferencing and streaming, and (3) wasted network resources due to packet retransmission, which can reach 40% when throughput falls below critical thresholds. In the worst-case scenario, sustained congestion can trigger network collapse due to buffer overflow in network devices. This research develops a Random Forest-based classification model using network parameters such as latency, jitter, and throughput. The model is designed to classify congestion for network management optimization. A dataset from Kaggle was processed through preprocessing, feature engineering, and normalization. The model was evaluated using two data splitting schemes (60/20/20 and 80/20) without SMOTE and was calibrated using CalibratedClassifierCV and threshold tuning. Results show that the 60/20/20 model achieved 99.5% accuracy (F1-score 0.995), while the 80/20 model achieved 100% accuracy (F1-score 1.00). Validation via 5-fold cross-confirmed model stability with an average F1-score of 98.42%. Further development suggestions include testing on more diverse datasets, data quality verification, and integration with deep learning. This model has the potential to support future automated network monitoring systems..

Keywords: *Classification, Machine Learning, Network Congestion, Quality of Service, Random Forest*

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR KODE	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Permasalahan	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Pengertian Jaringan Komputer	7
2.2 Kemacetan Jaringan atau Network Congestion	7
2.2.1 Algoritma Kontrol Kemacetan dan Estimasi	8
2.3 Parameter dan Threshold Quality of Service	9
2.4 Koefisien Korelasi Pearson	10
2.5 Machine Learning dalam Klasifikasi	11
2.6 Random Forest	11
2.7 Unsupervised Learning (K-means)	13
2.8 Hyperparameter Tuning	14
2.9 GridSearchCV	15
2.10 Normalisasi Data	15
2.11 Standarisasi	16
2.12 Data Skewness	16
2.13 Threshold Tuning dan ROC Curve	16
2.14 Precision-Recall Curve	18
2.15 Overfitting dalam Machine Learning	18
2.15.1 Penyebab Overfitting	19
2.15.2 Bias-Variance Trade-off	19
2.15.3 Dampak Overfitting	19
2.15.4 Cara Mendeteksi Overfitting	19
2.15.5 Upaya Pencegahan Overfitting	20
2.16 Confusion Matrix	20
2.17 Metrik Evaluasi	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Gambaran Umum Penelitian	23
3.2 Spesifikasi Perangkat yang Digunakan	24

3.3	Telaah Literatur	24
3.4	Pengumpulan dan Pengolahan Data	24
3.4.1	Pembuatan Label	24
3.4.2	Ringkasan Dataset Akhir	25
3.4.3	Pengolahan Data	26
3.4.4	Tabel Korelasi Antar Enam Fitur Utama	29
3.4.5	Analisis dan Interpretasi	29
3.5	Perancangan Desain Model	30
3.6	Evaluasi Model	30
3.7	Eksperimen dan Pengujian	31
BAB 4	HASIL DAN DISKUSI	32
4.1	Hasil dan Pembahasan	32
4.1.1	Distribusi Label pada Dataset	32
4.1.2	Ringkasan Eksperimen Pengujian Model	33
4.1.3	Evaluasi Performa Berdasarkan Skema Split	34
4.1.4	Analisis Confusion Matrix	35
4.1.5	Threshold Tuning dan Kalibrasi	36
4.1.6	Evaluasi Tambahan: ROC dan PR <i>Curve</i>	38
4.1.7	Feature Engineering	40
4.2	Diskusi	41
4.2.1	Interpretasi Hasil Eksperimen	41
4.2.2	Perbandingan dengan Studi Terdahulu	42
4.2.3	Evaluasi Model	42
4.2.4	Pembagian Data 80/20 dan 60/20/20	44
4.2.5	Analisis Potensi Overfitting dan Kualitas Dataset	45
4.2.6	Analisis Dataset Menggunakan Unsupervised Learning	46
4.2.7	Formula Rule-Based	49
4.2.8	<i>Dataset</i> untuk Evaluasi <i>Rule-Based</i>	49
4.2.9	Evaluasi Manual per Sampel	49
4.2.10	Confusion Matrix Rule-Based	50
4.2.11	Perhitungan Metrik Evaluasi Rule-Based	50
4.2.12	Interpretasi, Analisis Hasil Rule-Based dan Justifikasi Penggunaan Machine Learning	51
4.3	Persentase Kesesuaian Dataset dengan Parameter QoS	54
4.4	Justifikasi Pemilihan Model Utama	54
4.5	Rekomendasi Akhir	55
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	56
5.1	Simpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter dan <i>Threshold Quality of Service</i>	10
Tabel 2.2	Nilai Koefisien Korelasi Pearson	10
Tabel 3.1	Ringkasan Dataset Akhir Setelah Preprocessing	25
Tabel 3.2	Koefisien Korelasi Antar Fitur Utama	29
Tabel 4.1	Perbandingan Hasil Model A dan Model B	34
Tabel 4.2	Distribusi <i>Confusion Matrix</i> untuk Model A dan B	35
Tabel 4.3	Fitur Baru Hasil <i>Feature Engineering</i>	41
Tabel 4.4	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	42
Tabel 4.5	Efek <i>Threshold Tuning</i> pada Model B (80/20)	43
Tabel 4.6	Efek <i>Threshold Tuning</i> pada Model A (60/20/20)	43
Tabel 4.7	Hasil Evaluasi Model pada Skema 10/90	46
Tabel 4.8	Distribusi Klaster Hasil <i>KMeans</i>	48
Tabel 4.9	Contoh Dataset dan Prediksi Rule-Based	49
Tabel 4.10	<i>Confusion Matrix</i>	50
Tabel 4.11	Interpretasi Metrik Evaluasi <i>Rule-Based</i>	51
Tabel 4.12	Pelanggaran Berdasarkan QoS Parameter	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh <i>Random Forest Tree</i>	13
Gambar 2.2	Contoh Gambar Visualisasi <i>ROC Curve</i>	17
Gambar 2.3	Contoh Gambar Visualisasi <i>PR Curve</i>	18
Gambar 2.4	Contoh <i>Confusion Matrix</i>	21
Gambar 3.1	Grafik Matriks Analisis Korelasi Antar Fitur	28
Gambar 4.1	Distribusi Kelas Macet dan Tidak Macet	33
Gambar 4.2	<i>ROC Curve</i> untuk Model B	39
Gambar 4.3	<i>Precision-Recall Curve</i> untuk Model B	40
Gambar 4.4	Visualisasi Klasterisasi <i>KMeans</i> menggunakan PCA 2D . .	47



DAFTAR KODE

Kode 4.1	Kalibrasi model dengan skema 80/20	35
Kode 4.2	Threshold Tuning Berdasarkan F1-Score	36
Kode 4.3	Prediksi dengan Threshold Optimal	37
Kode 4.4	Kode untuk ROC <i>Curve</i> dan Precision-Recall <i>Curve</i>	38
Kode 4.5	Implementasi Feature Engineering	41
Kode 4.6	Split Data untuk Skema 80/20	44
Kode 4.7	Split Data untuk Skema 60/20/20	44
Kode 4.8	Kode untuk Evaluasi <i>Silhouette Score</i>	47
Kode 4.9	Kode untuk Pembagian Data Menjadi Dua Label	48
Kode 5.1	Split Data 60/20/20	72
Kode 5.2	Split Data 80/20	72
Kode 5.3	Normalisasi Fitur dengan MinMaxScaler	72
Kode 5.4	Grid Search untuk Random Forest	72
Kode 5.5	Kalibrasi Model (60/20/20)	73
Kode 5.6	Kalibrasi Model (80/20)	73
Kode 5.7	Evaluasi Model pada Data Uji	73
Kode 5.8	Simpan Model dan Konfigurasi	73
Kode 5.9	KMeans Clustering dan Visualisasi PCA	74



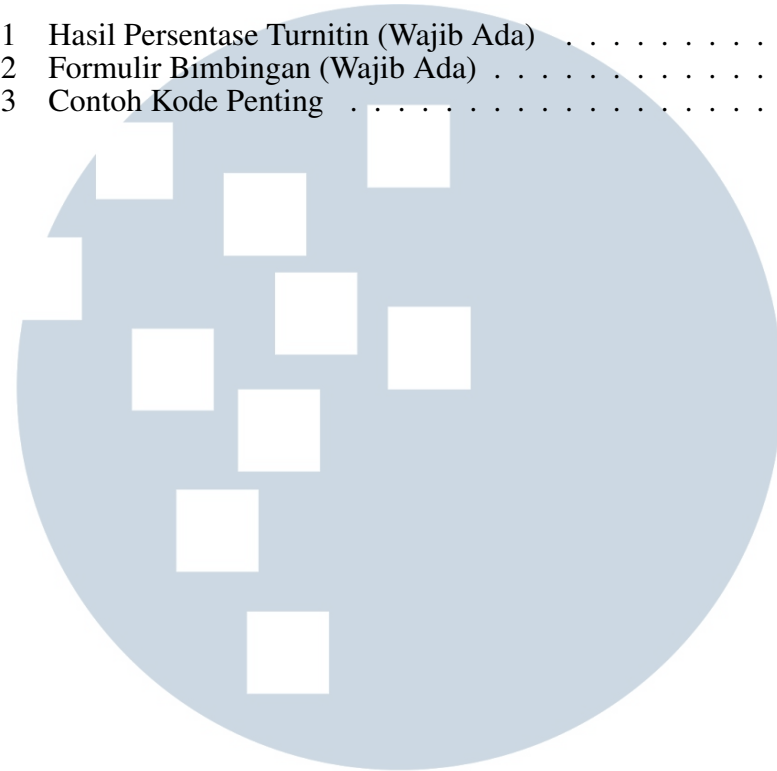
DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Random Forest	12
Rumus 2.2	Rumus Voting pada Random Forest	12
Rumus 2.3	Euclidean Distance	14
Rumus 2.4	Centroid	14
Rumus 2.5	Normalisasi Data	16
Rumus 2.7	<i>Accuracy</i>	21
Rumus 2.8	<i>Precision</i>	21
Rumus 2.9	<i>Recall</i>	22
Rumus 2.10	<i>F1Score</i>	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Persentase Turnitin (Wajib Ada)	63
Lampiran 2	Formulir Bimbingan (Wajib Ada)	70
Lampiran 3	Contoh Kode Penting	72



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA