

**PERBANDINGAN KEPADATAN KENDARAAN
MENGUNAKAN ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBORS*
TERHADAP *LONG SHORT-TERM MEMORY* PADA
JALAN RAYA KOTA PALEMBANG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

FEBIYONA MELISTA BR TARIGAN

09011282126087

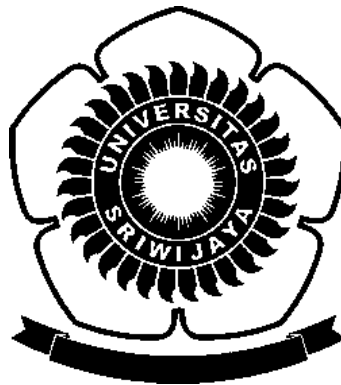
**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

**PERBANDINGAN KEPADATAN KENDARAAN
MENGUNAKAN ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBORS*
TERHADAP *LONG SHORT-TERM MEMORY* PADA
JALAN RAYA KOTA PALEMBANG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

FEBIYONA MELISTA BR TARIGAN

09011282126087

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**Perbandingan Kepadatan Kendaraan Menggunakan Algoritma K-Nearest
Neighbors Terhadap Long Short-Term Memory Pada Jalan Rata Kota
Palembang**

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi S1 Sistem Komputer

Oleh:

FEBIYONA MELISTA BR TARIGAN
09011282126087

Pembimbing 1 : Ahmad Fali Oklilas, M.T
NIP. 197210151999031001

Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001

AUTHENTICATION PAGE

***COMPARISON OF VEHICLE DENSITY USING
THE K-NEAREST NEIGHBORS ALGORITHM TOWARDS
LONG SHORT-TERM MEMORY ON PALEMBANG CITY
HIGHWAYS.***

THESIS

***Submitted To Complete One Of The Requirements For Obtaining
A Bachelor's Degree In Computer Science***

By :

FEBIYONA MELISTA BR TARIGAN

09011282126087

Supervisor 1

**: Ahmad Fali Oklilas, M.T
NIP. 197210151999031001**

***Acknowledge
Head of Computer System Departement***



**Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 30 April 2025

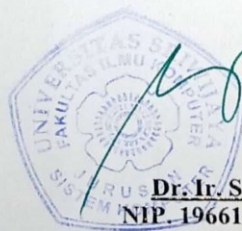
Tim Penguji :

1. Ketua Sidang : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.

2. Penguji Sidang : Dr. Ir. Sukemi, M.T

3. Pembimbing : Ahmad Fali Oklilas, M.T.

Mengetahui, 20/5/25
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanya tangan dibawah ini :

Nama : Febiyona Melista Br Tarigan

NIM : 09011282126087

Judul : Perbandingan Kepadatan Kendaraan Menggunakan Algoritma
K-Nearest Neighbours Terhadap Long Short-Term Memory pada
Jalan Raya Kota Palembang

Hasil Pengecekan Plagiat/Turnitin : 4 %

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya Saya sendiri dan tidak mengandung unsur penjiplakan atau plagiat. Saya sepenuhnya menyadari bahwa jika terbukti adanya penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, Saya siap menerima sanksi akademik di Universitas Sriwijaya. Pernyataan ini Saya buat dengan kesadaran penuh dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Link Pengecekan : <https://drive.google.com/file/d/14uJyxIOwRHABPzDKnj3xQk-nKXGzO9Ks/view?usp=sharing>



Indralaya, 20 Mei 2025

Yang Menyatakan,



Febiyona Melista Br Tarigan

NIM. 09011282126087

MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

*“ Skripsi ini Saya persembahkan untuk Orangtua yang sangat Saya kasihi, ke-2
Adik Saya, Keluarga, Teman-teman, bangsa dan negara tercinta, Semoga
bermanfaat “*

*“ Dan apa saja yang kamu minta dalam doa dengan penuh kepercayaan, kamu
akan menerimanya “
(Matius 21:22)*

*“ Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku
mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai Sejahtera
dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang
penuh harapan “
(Yeremia 29:11)*

*“ Kuatkan dan Teguhkanlah hatimu, janganlah takut dan jangan gemetar karena
mereka, sebab TUHAN, Allahmu, Dialah yang berjalan menyertai engkau; Ia
tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau “
(Ulangan 31:6)*

*“ Semua orang adalah Jenius. Tetapi jika anda menilai seekor ikan dari
kemampuannya memanjat pohon, ikan itu akan menghabiskan seluruh hidupnya
dengan menyakini bahwa ia bodoh “*

(Albert Einstein)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan kasih karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “ *Perbandingan Kepadatan Kendaraan Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbours Terhadap Long Short-term Memory* “

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai perbandingan Algoritma yaitu algoritma Long Short-Term Memory dan K-Nearest Neighbours untuk mendapatkan hasil kepadatan kendaraan yang lebih akurat.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peran serta beberapa pihak yang ikut membantu oleh karena itu Dengan hati yang tulus dan ikhlas, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terimakasih serta penghargaan yang tak terhingga sedalam-dalamnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesehatan, kecerdasan, kemudahan, kelancaran, dan segala kebbaikannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik,
2. Orangtua saya tercinta dan keluarga besar saya yang selalu menyemangati dan memberi dukungan. Terimakasih telah menjadi motivasi terbesar saya dalam menyelesaikan Skripsi ini,
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya,
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya,
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi saya yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran, dan motivasi serta memberi

bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

6. Bapak Iman Saladin B. Azhar S.KOM., M.MSI. selaku Dosen Pembimbing Akademik saya yang telah membimbing dan mengarahkan saya terkhususnya dalam akademik setiap semesternya di Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya,
7. Kak Angga selaku admin Jurusan Sistem Komputer,
8. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya,
9. Rekan saya dan teman seperjuangan saya Putri Danty Apriani, Ana Emilia, dan Marda Haryani yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir
10. Ririn Febriana, Nabila Sintia, Viona Aulia, dan teman-teman SK lainnya terkhusus kelas saya SKA Indralaya selaku teman seperjuangan S.Kom
11. Fenti, Natasia, Risa, Ade, dan Grace yang selalu dukung dan memberi semangat kepada penulis serta menjadi keluarga di Indralaya
12. WIYOLISAKEVA teman-teman saya yang selalu ada dan memberi semangat kepada penulis
13. Julhanna dan Jeje sahabat dan Pejuang Tanpa Batas yang selalu ada dan memberi semangat kepada penulis
14. Rudang21 dan Organisasi Mahasiswa Karo Sriwijaya yang telah menjadi keluarga baru dan memberi warna untuk penulis di Indralaya,
15. Dan semua pihak yang telah membantu,
16. Almamater
17. Terakhir, Saya Berterimakasih dan apresiasi sebesar-besarnya

kepada diri saya sendiri, bangga menjadi diri saya yang bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini meskipun banyak sekali tantangan dan hal-hal yang sebelumnya tidak saya ketahui dan harus belajar dari 0. Tetapi berkat usaha dan semangat serta keinginan untuk tidak menyerah akhirnya saya bisa sampai tahap ini. Kepada diri saya tetap lah menjadi diri sendiri dan belajar lebih banyak lagi serta selalu bersyukur dan berserah.

Skripsi ini telah dibuat dengan semaksimal mungkin. Terlepas dari semua itu, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat atau bahasanya. Oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki dan mengetahui segala kesalahan dan kekurangan dari makalah yang kami buat ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Laporan yang membahas tentang “*Perbandingan Kepadatan Kendaraan Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbours Terhadap Long Short-Term Memory*” ini dapat memberikan manfaat untuk kita semua.

Indralaya, 20 Mei 2025

Penulis



Febiyona Melista Br Tarigan

NIM : 09011282126087

**“PERBANDINGAN KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBORS* TERHADAP *LONG SHORT-
TERM MEMORY* PADA JALAN RAYA KOTA PALEMBANG”**

FEBIYONA MELISTA BR TARIGAN (09011282126087)

*Computer Engineering Department,
Computer Science Faculty, Sriwijaya University*

Email : febitarigann@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan lalu lintas di Kota Palembang menggunakan YOLOv9 untuk deteksi kendaraan dari rekaman CCTV serta menggunakan metode K-Nearest Neighbors (KNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM) untuk analisis kepadatan berdasarkan jumlah kendaraan yang terdeteksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv9 dengan 100 epoch memiliki performa terbaik, dengan mAP 0.5 sebesar 0.844 (training), 0.843 (validasi), dan 0.839 (pengujian). Dalam analisis kepadatan, LSTM lebih unggul dari KNN, dengan akurasi 93,75% dibandingkan KNN 92,19%. LSTM lebih efektif dalam menangani data sekuensial dan mengenali pola lalu lintas yang dinamis, sementara KNN lebih stabil dalam keseimbangan data training dan testing, tetapi kurang optimal dalam menangkap perubahan pola lalu lintas yang kompleks dibandingkan LSTM. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi YOLOv9 dan LSTM lebih akurat, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem AI untuk monitoring dan manajemen lalu lintas perkotaan.

Kata Kunci: YOLOv9, K-Nearest Neighbors (KNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Kepadatan Lalu Lintas dan Deteksi Kendaraan

**“ COMPARISON OF VEHICLE DENSITY USING
THE K-NEAREST NEIGHBORS ALGORITHM TOWARDS
LONG SHORT-TERM MEMORY ON PALEMBANG CITY HIGHWAYS”**

FEBIYONA MELISTA BR TARIGAN (09011282126087)

*Computer Engineering Department,
Computer Science Faculty, Sriwijaya University*

Email : febitarigann@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze traffic density in Palembang City by utilizing YOLOv9 for vehicle detection from CCTV recordings and employing K-Nearest Neighbors (KNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) to assess density based on the detected vehicle count. The results indicate that YOLOv9 with 100 epochs achieved the best performance, with a mean Average Precision (mAP) of 0.844 for training, 0.843 for validation, and 0.839 for testing. In traffic density analysis, LSTM outperformed KNN, achieving an accuracy of 93.75% compared to KNN's 92.19%. LSTM proved to be more effective in handling sequential data and recognizing dynamic traffic patterns, whereas KNN maintained stability in balancing training and testing data but was less optimal in capturing complex traffic pattern changes. These findings suggest that the combination of YOLOv9 and LSTM offers higher accuracy, making it a strong foundation for developing AI-based systems for urban traffic monitoring and management.

Keywords: *YOLOv9, K-Nearest Neighbors (KNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Traffic Density, Vehicle Detection*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN.....	vi
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	4
1.2.1 Rumusan Masalah.....	4
1.2.2 Batasan Masalah.....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.3.1 Tujuan.....	4
1.3.2 Manfaat.....	5
1.4 Metodologi Penelitian.....	5
1.4.1 Metode Studi Pustaka dan Literatur.....	5
1.4.2 Metode Konsultasi.....	5
1.4.3 Metode Penentuan Model.....	6
1.4.4 Metode Pengujian dan Validasi.....	6
1.4.5 Metode Analisis, Kesimpulan dan Saran.....	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.1.1 Vosviewer.....	21
2.2 Landasan Teori.....	23
2.2.1 Kepadatan Kendaraan.....	23
2.2.2 <i>Smart City</i>	25
2.2.3 <i>CCTV</i>	25
2.2.4 Palembang	27
2.2.5 Jalan Raya.....	28
2.2.6 Kemacetan Lalu Lintas.....	29
2.2.7 <i>Machine Learning</i>	30
2.2.8 <i>Deep Learning</i>	30

2.2.9 <i>K-Nearest Neighbors</i>	31
2.2.10 <i>Long Short-Term Memory</i>	34
2.2.11 <i>YOLOv9</i>	37
2.2.12 <i>Confusion Matriks</i>	39
2.2.13 <i>Underfitting, Overfitting, dan Bestfitting</i>	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Pendauluan.....	43
3.2 Menentukan Topik Penelitian.....	46
3.3 Menentukan Tujuan Penelitian.....	47
3.4 Menentukan Batasan dan Metodologi Penelitian.....	48
3.5 Studi Pustaka.....	49
3.6 Pengumpulan Dataset.....	50
3.6.1 Dataset Gambar.....	51
3.6.2 Data Rekaman CCTV Lalu Lintas.....	52
3.6.3 Dataset Tabel Refrensi.....	54
3.7 Perancangan Preprocessing.....	55
3.7.1 <i>Data Cleaning</i>	56
3.7.2 <i>Data Annotation</i> (Pelabelan).....	57
3.7.3 <i>Data Integration</i>	58
3.7.4 <i>Data Transformation</i>	58
3.7.5 <i>Data Splitting</i> (Pembagian Dataset).....	61
3.8 Exploratory Data Analysis (EDA).....	63
3.9 Proses Training Dataset.....	65
3.10 Pengujian Model <i>YOLOv9</i>	66
3.11 Perancangan <i>Long Short-Term Memory</i>	66
3.12 Perancangan <i>K-Nearest Neighbours</i>	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1 Hasil Training <i>YOLOv9</i>	70
4.1.1 Hasil Dataset Train.....	70
4.1.2 Hasil Dataset Valid.....	72
4.1.3 Hasil Dataset Test.....	73
4.2 Evaluasi Kinerja Model <i>YOLOv9</i> pada Berbagai Epoch.....	75
4.2.1 Epoch 25.....	75
4.2.2 Epoch 50.....	77
4.2.3 Epoch 75.....	79
4.2.4 Epoch 100.....	81
4.3 Pemilihan Model <i>YOLOv9</i> Terbaik.....	82
4.3.1 <i>Map</i> (mean Average Precision).....	83
4.3.2 <i>Precision and Recall</i>	84
4.3.3 <i>F1-Score</i>	85

4.3.4 <i>MAP 0.5-0.95</i>	85
4.4 Menghitung Jumlah Kendaraan Menggunakan YOLOv9.....	85
4.5 Perbandingan Perhitungan Objek Terdeteksi dengan Manual.....	88
4.6 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	91
4.6.1 Melatih Model LSTM.....	91
4.6.2 Evaluasi Metode LSTM.....	92
4.6.3 Prediksi Menggunakan <i>Long Short-Term Memory</i>	96
4.7 <i>K-Nearest Neighbours (KNN)</i>	101
4.7.1 Pengujian nilai K Terbaik.....	101
4.7.2 Evaluasi Model <i>K-Nearest Neighbours</i>	102
4.7.3 Prediksi Menggunakan <i>K-Nearesr Neighbours</i>	106
4.8 Perbandingan Hasil Algoritma LSTM dan KNN.....	111
4.9 Pola Kondisi Kepadatan Kendaraan dengan Metode LSTM dan KNN.....	113
4.10 Algoritma Terbaik untuk Menghitung Jumlah Kendaraan.....	117
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	119
5.1 Kesimpulan.....	119
5.2 Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA.....	123
LAMPIRAN.....	A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta hubungan kata kunci kepadatan kendaraan (<i>Vosviewer</i>).....	21
Gambar 2.2	Kondisi kepadatan lalu lintas di kota Palembang.....	23
Gambar 2.3	Jembatan Ampera merupakan ikon kota Palembang	27
Gambar 2.4	Ilustrasi Penggunaan Nilai k pada metode KNN	32
Gambar 2.5	Diagram alur LSTM: <i>Forget</i> , <i>Input</i> , dan <i>Output Gate</i>	35
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> penelitian menggunakan algoritma LSTM dan KNN....	45
Gambar 3.2	Data Gambar Penelitian Sebelumnya.....	51
Gambar 3.3	Data Gambar <i>Microsoft COCO</i>	52
Gambar 3.4	<i>Screenshoot</i> Data Rekaman CCTV	53
Gambar 3.5	Tangkapan layar dari salah satu Rekaman CCTV	53
Gambar 3.6	Data kotor yang akan di <i>cleaning</i>	57
Gambar 3.7	Proses Pelabelan Data	57
Gambar 3.8	Format file hasil foto	58
Gambar 3.9	Tahap <i>resize</i> Gambar.....	59
Gambar 3.10	Tahap <i>Augmentasi</i> Gambar	60
Gambar 3.11	Tahap <i>create 2x</i> Gambar	60
Gambar 3.12	Kumpulan keseluruhan data gambar	61
Gambar 3.13	Dataset <i>Train</i>	62
Gambar 3.14	Dataset <i>Valid</i>	62
Gambar 3.15	Dataset <i>Test</i>	62
Gambar 3.16	Grafik Skweness dan Kurtosis pada data motor.....	63
Gambar 3.17	Grafik Skweness dan Kurtosis pada data mobil.....	64
Gambar 4.1	<i>Confusion matrix train</i>	70
Gambar 4.2	<i>Confusion matrix valid</i>	72
Gambar 4.3	<i>Confusion matrix test</i>	74
Gambar 4.4	Hasil <i>Training Epoch 25</i>	76
Gambar 4.5	Hasil <i>Validation Epoch 25</i>	76
Gambar 4.6	Hasil <i>Testing Epoch 25</i>	77
Gambar 4.7	Hasil <i>Training Epoch 50</i>	77
Gambar 4.8	Hasil <i>Validation Epoch 50</i>	78
Gambar 4.9	Hasil <i>Testing Epoch 50</i>	78
Gambar 4.10	Hasil <i>Training Epoch 75</i>	79
Gambar 4.11	Hasil <i>Validation Epoch 75</i>	80
Gambar 4.12	Hasil <i>Testing Epoch 75</i>	80
Gambar 4.13	Hasil <i>Training Epoch 100</i>	81

Gambar 4.14 Hasil <i>Validation</i> Epoch 100	81
Gambar 4.15 Hasil <i>Testing</i> Epoch 100	82
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Model YOLOv9 pada gambar	86
Gambar 4.17 Hasil Pengujian Model YOLOv9 pada video	86
Gambar 4.18 Pelatihan <i>Long Short-Term Memory</i>	92
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix Model Long Short-Term Memory</i>	93
Gambar 4.20 Nilai <i>precision, recall, F1-Score, dan accuracy</i> Model <i>LSTM</i>	94
Gambar 4.21 Contoh Hasil Prediksi Kondisi Jalan dengan Metode <i>LSTM</i>	97
Gambar 4.22 Hasil akurasi Metode <i>KNN</i> Menggunakan K-5.....	102
Gambar 4.23 <i>Confusion Matrix Metode KNN</i>	103
Gambar 4.24 Hasil Pengujian Metode <i>KNN</i>	105
Gambar 4.25 Contoh Hasil Prediksi Kondisi Jalan dengan Metode <i>KNN</i>	106
Gambar 4.26 Nilai akurasi training dan testing pada Metode <i>KNN</i>	111
Gambar 4.27 Nilai akurasi training dan testing pada Metode <i>LSTM</i>	112
Gambar 4.28 <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Kendaraan pada Hari Senin.....	113
Gambar 4.29 <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Kendaraan pada Hari Rabu	114
Gambar 4.30 <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Kendaraan pada Hari Jumat	115
Gambar 4.31 <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Kendaraan pada Hari Sabtu.....	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3.1 Dataset Referensi	54
Tabel 3.2 Lokasi beserta jarak tempuhnya sebanyak 21 titik	55
Tabel 3.3 Nilai Variabel Input dan Output	67
Tabel 3.4 Data Numerik.....	68
Tabel 4.1 Hasil Keseluruhan Training, Validation, dan Testing	83
Tabel 4.2 Hasil Persentase akurasi deteksi mobil dan motor.....	87
Tabel 4.3 Contoh Perbandingan perhitungan video objek terdeteksi manual	89
Tabel 4.4 Contoh Perbandingan perhitungan video objek terdeteksi dan manual	89
Tabel 4.5 Nilai precision dari masing-masing kondisi jalan Metode LSTM.....	95
Tabel 4.6 Nilai recall dari masing-masing kondisi jalan Metode LSTM.....	96
Tabel 4.7 Nilai F1-Score dari masing-masing kondisi jalan Metode LSTM.....	96
Tabel 4.8 Perbandingan Metode LSTM dengan Manual pada Senin Pagi	98
Tabel 4.9 Perbandingan Metode LSTM dengan Manual pada Senin Siang	99
Tabel 4.10 Perbandingan Metode LSTM dengan Manual pada Senin Sore.....	100
Tabel 4.11 Hasil Pengujian K-1 sampai K-15 pada Metode KNN.....	101
Tabel 4.121 Nilai Precision Metode KNN dari masing-masing kondisi jalan	104
Tabel 4.13 Nilai Recall Metode KNN dari masing-masing kondisi jalan	104
Tabel 4.14 Nilai F1-Score Metode KNN dari masing-masing kondisi jalan.....	105
Tabel 4.15 Input Metode KNN dengan 21 lokasi beserta jarak dan lebar jalan ..	107
Tabel 4.16 Perbandingan Metode KNN dengan Manual pada Senin Pagi	108
Tabel 4.17 Perbandingan Metode KNN dengan Manual pada Senin Siang	109
Tabel 4.18 Perbandingan Metode KNN dengan Manual pada Senin Sore.....	110
Tabel 4.19 Perbandingan Nilai Akurasi dari Metode LSTM dan KNN	112

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi saat ini telah mendorong banyak inovasi dengan pemanfaatan teknologi informasi. Perkembangan teknologi juga dipacu oleh proses globalisasi yang memungkinkan penyebaran teknologi secara luas dan cepat, sehingga semakin dikenal oleh masyarakat umum. Di kota-kota besar di Indonesia, termasuk Palembang, masalah kepadatan lalu lintas menjadi perhatian utama dalam sektor transportasi. Kepadatan lalu lintas terjadi ketika jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan yang tersedia, mengakibatkan situasi lalu lintas yang tersendat bahkan terhenti [1].

Peningkatan jumlah kendaraan, kualitas jalan yang masih perlu ditingkatkan, serta populasi penduduk yang terus bertambah setiap tahunnya merupakan faktor-faktor utama yang menyebabkan kemacetan lalu lintas di kota-kota besar seperti Palembang. Kondisi ini tidak hanya mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan, tetapi juga berdampak negatif pada lingkungan melalui peningkatan emisi gas buang yang berkontribusi pada polusi udara, serta berdampak pada ekonomi kota melalui peningkatan biaya operasional kendaraan, penurunan produktivitas, dan hilangnya waktu produktif [2]. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan upaya bersama dari pemerintah dan masyarakat dalam mengembangkan sistem transportasi yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

Upaya untuk mengatasi masalah ini diperlukan solusi yang efektif dan efisien. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan teknologi informasi dan algoritma pembelajaran mesin untuk menganalisis dan memprediksi kepadatan lalu lintas [3].

Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) dan Long Short Term Memory (LSTM) merupakan dua metode yang potensial untuk digunakan dalam

analisis ini. Penelitian ini juga menggunakan sebuah sistem untuk klasifikasi dan penghitungan kendaraan yang mampu memperkirakan kepadatan lalu lintas menggunakan metode YOLOv9. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mendeteksi kendaraan dengan tingkat akurasi sebesar 73,2% [4]. Data dari deteksi kendaraan kemudian digunakan untuk menghitung tingkat kepadatan lalu lintas. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa data dari sistem ini dapat digunakan untuk mengukur kepadatan lalu lintas dengan akurasi yang setara dengan perhitungan menggunakan data asli.

KNN adalah algoritma yang sederhana namun efektif untuk klasifikasi dan regresi, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola kepadatan lalu lintas berdasarkan data historis. KNN termasuk salah satu algoritma dari Machine Learning yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data tanpa perlu diprogram secara eksplisit [5]. Keunggulan KNN terletak pada kesederhanaan dan efektivitasnya dalam menangani berbagai jenis data, meskipun memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan komputasi dan kebutuhan memori ketika dihadapkan pada dataset yang besar. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengeksplorasi penerapan KNN dalam konteks tertentu guna memahami sejauh mana algoritma ini dapat memberikan hasil yang akurat dan efisien [6]. Pada penelitian sebelumnya, hasil akurasi yang didapatkan sebesar 85% [7].

Sementara itu, LSTM termasuk salah satu algoritma dari Deep Learning yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data tanpa perlu diprogram secara eksplisit. Keunggulan LSTM terletak pada kemampuannya menangani urutan data yang panjang dan kompleks, meskipun memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan komputasi dan kebutuhan memori ketika dihadapkan pada dataset yang sangat besar. LSTM adalah jenis jaringan saraf tiruan yang termasuk dalam Deep Learning dan khusus dirancang untuk menangani serta memprediksi data sekuensial, seperti data lalu lintas yang berubah-ubah dari

waktu ke waktu [8]. Dengan kemampuannya untuk mempertahankan informasi dari waktu sebelumnya dan mengingat pola yang panjang, LSTM unggul dalam berbagai aplikasi Deep Learning, termasuk analisis deret waktu, pemrosesan bahasa alami, dan pengenalan suara. Keunggulan ini menjadikan LSTM sebagai pilihan yang tepat untuk menangani data yang dinamis dan kompleks, memungkinkan prediksi yang lebih akurat dan andal dalam berbagai konteks. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengeksplorasi penerapan LSTM dalam konteks tertentu guna memahami sejauh mana algoritma ini dapat memberikan hasil yang akurat dan efisien. Pada penelitian sebelumnya, hasil akurasi yang didapatkan sebesar 86,76% [9].

Membandingkan kinerja KNN dan LSTM dalam memprediksi kepadatan lalu lintas di jalan raya kota Palembang, penelitian ini bertujuan untuk menemukan metode yang paling akurat dan efisien. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya mengurangi kemacetan lalu lintas dan meningkatkan efisiensi sistem transportasi di kota Palembang. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berpotensi memberikan solusi praktis bagi permasalahan transportasi yang dihadapi oleh kota Palembang, tetapi juga dapat menjadi referensi yang sangat berguna bagi kota-kota lain yang mengalami tantangan serupa dalam pengelolaan lalu lintas [10].

Kemajuan teknologi dalam bidang visi komputer dan kecerdasan buatan memungkinkan pengembangan sistem pemantauan lalu lintas secara real-time yang lebih akurat dan responsif. Pemanfaatan kamera CCTV yang tersebar di berbagai titik strategis di kota Palembang dapat diintegrasikan dengan model deteksi seperti YOLOv9 untuk memperoleh data visual kendaraan secara langsung. Data ini kemudian dapat diolah lebih lanjut menggunakan algoritma KNN dan LSTM untuk melakukan klasifikasi dan prediksi tingkat kepadatan lalu lintas secara otomatis. Dengan pendekatan ini, pemerintah dan pihak terkait dapat mengambil keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam mengatur arus lalu lintas, merancang kebijakan transportasi, serta merespons kondisi darurat di jalan raya. Penggunaan teknologi ini

diharapkan mampu mendukung terciptanya sistem transportasi cerdas yang adaptif terhadap dinamika lalu lintas perkotaan.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

1.2.1 Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mendeteksi dan menghitung jumlah kendaraan jenis mobil dan motor pada rekaman CCTV dengan memanfaatkan YOLOv9 (*You Only LOOK Once*) ?
2. Bagaimana penerapan algoritma *K-Nearest Neighbors Terhadap Long Short-Term Memory* dalam menentukan kepadatan kondisi jalan berdasarkan rekaman CCTV ?
3. Apa hasil perbandingan algoritma *K-Nearest Neighbours* terhadap *Long Short-Term Memory* ?

1.2.2 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari permasalahan diatas adalah :

1. Penelitian ini menggunakan data rekaman dari kamera pengawas lalu lintas di jalan raya Kota Palembang yang hak ciptanya dimiliki oleh Balai Pengelola Transportasi Darat Sumatera Selatan
2. Hasil penelitian ini hanya menghitung kepadatan kendaraan tapi tidak menghitung kecepatan.
3. Perbandingan penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu KNN dan LSTM

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah :

1. Menghitung jumlah kendaraan menggunakan Metode YOLOv9
2. Menentukan kepadatan kendaraan menggunakan algoritma K-

Nearest Neighbors dan Long Short-Term Memory

3. Membandingkan algoritma terbaik antara algoritma K-Nearest Neighbors dan Long Short-Term Memory

1.3.2 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui cara menggunakan YOLOv9 dalam mendeteksi dan menghitung kendaraan berdasarkan hasil rekaman CCTV
2. Untuk menentukan kategori kondisi kepadatan jalan raya Kota Palembang dengan algoritma KNN dan LSTM
3. Untuk mengetahui kepadatan lalu lintas dalam kondisi lancar, ramai lancar, dan macet.

1.4 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa metodologi yang terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

1.4.1 Metode Studi Pustaka dan Literatur

Pada tahap ini, metode mengidentifikasi dan mengklasifikasi informasi berbasis literatur ilmiah pada artikel, jurnal, buku dan internet mengenai “ Perbandingan Kepadatan Kendaraan menggunakan Algoritma KNN dan LSTM pada Jalan Raya Kota Palembang”.

1.4.2 Metode Konsultasi

Dalam metode ini penulis melakukan konsultasi dengan semua pihak yang mempunyai pengetahuan serta wawasan yang relevan untuk mengatasi permasalahan yang terkait dengan penulisan tugas akhir “Perbandingan Kepadatan Kendaraan menggunakan

Algoritma KNN dan LSTM pada Jalan Raya Kota Palembang”.

1.4.3 Metode Penentuan Model

Pada metode ini, Peneliti merancang model menggunakan bantuan perangkat lunak untuk mempermudah proses penelitian.

1.4.4 Metode Pengujian dan Validasi

Peneliti melakukan pengujian terhadap sistem untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memastikan bahwa tingkat akurasi yang memadai dapat tercapai.

1.4.5 Metode Analisis, Kesimpulan dan Saran

Hasil pengujian pada “Perbandingan Kepadatan Kendaraan menggunakan Algoritma KNN terhadap LSTM pada Jalan Raya Kota Palembang” dilakukan analisis untuk mengetahui hasil keseluruhan model dan dapat mengetahui perbedaan dari hasil yang didapatkan sehingga menghasilkan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam menyusun tugas akhir ini, penulis merancang struktur penulisan untuk memperjelas isi skripsi pada setiap bab. Setiap bab dibagi menjadi beberapa subbab yang menjelaskan topik terkait secara rinci. Secara keseluruhan, sistematika dalam penulisan ini disusun sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan ini menjelaskan topik secara terstruktur. Bab ini terdiri dari beberapa elemen, yaitu: Pengenalan Konteks, Pernyataan Masalah dan Ruang Lingkup, Tujuan dan Manfaat, Pendekatan Penulisan, serta Struktur Keseluruhan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengulas berbagai dasar teori yang mencakup beberapa aspek, antara lain: smart transportation, smart city, Kota Palembang, kemacetan lalu lintas, Closed Circuit Television (CCTV), kepadatan kendaraan, kategori kendaraan, machine learning, K-Nearest Neighbors (KNN), deep learning, LSTM, dan YOLO.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini secara terperinci menjelaskan langkah-langkah yang digunakan peneliti untuk mencari, mengumpulkan, dan menganalisis informasi relevan dalam penyusunan tugas akhir. Secara sistematis, bab ini menguraikan proses penelitian dari tahap awal hingga tahap akhir, termasuk pengumpulan data, diagram alir penelitian, dan penjelasan metode yang digunakan.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas hasil penelitian dan pengujian setiap model, menganalisis data yang diperoleh untuk menjelaskan makna dari hasil tersebut. Bab IV memuat hasil pengujian dan analisis data sesuai dengan metodologi yang digunakan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V adalah bagian akhir dari laporan tugas akhir yang menyampaikan kesimpulan dari penelitian serta rekomendasi yang diperlukan. Bab ini merangkum kesimpulan dari hasil penelitian yang dicapai sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Jafari, A. Kavousi-Fard, T. Chen, and M. Karimi, "A Review on Digital Twin Technology in Smart Grid, Transportation System and Smart City: Challenges and Future," *IEEE Access*, vol. 11, no. February, pp. 17471–17484, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3241588.
- [2] E. R. S. Ningrum, S. Nisumanti, and K. Al Qubro, "Evaluasi Kemacetan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Doktor Muhammad Isa Kota Palembang," *J. Deform.*, vol. 8, no. 1, pp. 45–57, 2023, doi: 10.31851/deformasi.v8i1.9541.
- [3] Z. Amalia, "Pengembangan Sistem Transportasi Cerdas untuk Kota-Kota Masa Depan," *Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 11, 2023.
- [4] W. P. N. Putra, A. I. Pradana, and Nurchim, "Implementasi Sistem Penghitungan Volume Kendaraan Menggunakan," *J. Fasilkom*, vol. 14, no. 2, pp. 443–450, 2024.
- [5] D. Santika, J. S. Komputer, F. I. Komputer, and U. Sriwijaya, "SMART CITY MENGGUNAKAN METODE HYBRID RANDOM FOREST DAN PARTICLE SWARM," 2023.
- [6] A. N. Kasanah, M. Muladi, and U. Pujiyanto, "Penerapan Teknik SMOTE untuk Mengatasi Imbalance Class dalam Klasifikasi Objektivitas Berita Online Menggunakan Algoritma KNN," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 196–201, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i2.945.
- [7] D. Particle, S. Optimization, and D. I. Kota, "Prediksi Kepadatan Kendaraan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors Yang Dioptimasi," 2024.
- [8] H. Gunawan and I. Artikel, "Penerapan Deep Learning Dan Reinforcement Learning Dengan Metode Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Pengisian Mobil Listrik (Electric Vehicle) Di Jaringan Pintar," vol. 99, no. 1, 2024, doi: 10.11591/ijere.v99i1.paperID.
- [9] D. H. Simatupang, "Jurusan sistem komputer fakultas ilmu komputer universitas sriwijaya 2023," 2023.
- [10] R. Nisa Sofia Amriza, D. Supriyadi, P. DI Jl Panjaitan No, K. Purwokerto Selatan, K. Banyumas, and J. Tengah, "Komparasi Metode Machine Learning dan Deep Learning untuk Deteksi Emosi pada Text di Sosial Media," *J. JUPITER*, vol. 13, no. 2, pp. 130–139, 2021, doi: 10.5281/3603.jupiter.2021.10.
- [11] K. Pavani, "Novel Vehicle Detection in Real Time Road Traffic Density Using Haar Cascade Comparing with KNN Algorithm based on Accuracy and Time Mean

- Speed,” *Rev. Gestão Inovação e Tecnol.*, vol. 11, no. 2, pp. 897–910, 2021, doi: 10.47059/revistageintec.v11i2.1723.
- [12] F. Aditya, S. M. Nasution, and A. Virgono, “Traffic Flow Prediction using SUMO Application with K-Nearest Neighbor (KNN) Method,” *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 12, no. 7, pp. 98–103, 2020, doi: 10.30880/ijie.2020.12.07.011.
- [13] C.-Y. Wang, I.-H. Yeh, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv9: Learning What You Want to Learn Using Programmable Gradient Information,” 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2402.13616>
- [14] D. Nam, R. Lavanya, R. Jayakrishnan, I. Yang, and W. H. Jeon, “A deep learning approach for estimating traffic density using data obtained from connected and autonomous probes,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 17, pp. 1–13, 2020, doi: 10.3390/s20174824.
- [15] S. Majumdar, M. M. Subhani, B. Roullier, A. Anjum, and R. Zhu, “Congestion prediction for smart sustainable cities using IoT and machine learning approaches,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 64, no. January, p. 102500, 2021, doi: 10.1016/j.scs.2020.102500.
- [16] F. Falahatraftar, S. Pierre, and S. Chamberland, “A Centralized and Dynamic Network Congestion Classification Approach for Heterogeneous Vehicular Networks,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 122284–122298, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3108425.
- [17] N. Zarei, P. Moallem, and M. Shams, “Fast-Yolo-Rec: Incorporating Yolo-Base Detection and Recurrent-Base Prediction Networks for Fast Vehicle Detection in Consecutive Images,” *IEEE Access*, vol. 10, no. October, pp. 120592–120605, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3221942.
- [18] N. Huu-Huy, “Vehicle-Detection-Based Traffic Density Estimation At Road Intersections,” *Int. J. Open Inf. Technol.*, vol. 11, no. 7, pp. 39–46, 2023, [Online]. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/vehicle-detection-based-traffic-density-estimation-at-road-intersections>
- [19] M. A. A. Al-qaness, A. A. Abbasi, H. Fan, R. A. Ibrahim, S. H. Alsamhi, and A. Hawbani, “An improved YOLO-based road traffic monitoring system,” *Computing*, vol. 103, no. 2, pp. 211–230, 2021, doi: 10.1007/s00607-020-00869-8.
- [20] H. Yu, N. Ji, Y. Ren, and C. Yang, “A special event-based K-nearest neighbor model for short-term traffic state prediction,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 81717–81729, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2923663.

- [21] D. Panovski and T. Zaharia, "Long and Short-Term Bus Arrival Time Prediction with Traffic Density Matrix," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 226267–226284, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3044173.
- [22] M. Yaseen, "What is YOLOv8: An In-Depth Exploration of the Internal Features of the Next-Generation Object Detector," vol. 9, 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2408.15857>
- [23] R. An, X. Zhang, M. Sun, and G. Wang, "GC-YOLOv9: Innovative smart city traffic monitoring solution," *Alexandria Eng. J.*, vol. 106, no. July, pp. 277–287, 2024, doi: 10.1016/j.aej.2024.07.004.
- [24] K. Sadia, R. Reza, A. Alam, and M. A. Rahman, "Car Parking Availability Prediction: A Comparative Study of LSTM and Random Forest Regression Approaches," *Int. J. Autom. Artif. Intell. Mach. Learn.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–29, 2021, doi: 10.61797/ijaauml.v2i1.54.
- [25] S. Sangam and T. R. Kumar, "Factors Affecting the Readiness of Health Centers Staff to Use the Electronic Health Record System," *J. Pharm. Negat. Results*, vol. 13, no. SO3, pp. 728–735, 2022, doi: 10.47750/pnr.2022.13.s03.083.
- [26] H. T. Vo, K. C. Mui, N. N. Thien, and P. P. Tien, "Automating Tomato Ripeness Classification and Counting with YOLOv9," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 15, no. 4, pp. 1120–1128, 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.01504113.
- [27] A. Rasaizadi, A. Ardestani, and S. E. Seyedabrishami, "Traffic management via traffic parameters prediction by using machine learning algorithms," *Int. J. Hum. Cap. Urban Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 57–68, 2021, doi: 10.22034/IJHCUM.2021.01.05.
- [28] F. Ding, Y. Zhang, R. Chen, Z. Liu, and H. Tan, "A Deep Learning Based Traffic State Estimation Method for Mixed Traffic Flow Environment," *J. Adv. Transp.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/2166345.
- [29] R. Sapkota, Z. Meng, M. Churuvija, X. Du, Z. Ma, and M. Karkee, "Comprehensive Performance Evaluation of YOLOv10, YOLOv9 and YOLOv8 on Detecting and Counting Fruitlet in Complex Orchard Environments," pp. 1–27, 2024.
- [30] C. Y. Shih, C. M. Chang, B. F. Wu, C. H. Chang, and F. N. Hwang, "Data-driven numerical simulation with extended Kalman filtering and long short-term memory networks for highway traffic flow prediction," *J. Mech.*, vol. 40, no. December 2023, pp. 31–43, 2024, doi: 10.1093/jom/ufad046.
- [31] Sari Ratna, Pratama Indah Ary, Dewi Ni Putu Ety Lismaya, and Fahmi Saepul,

- “Analisis Faktor yang Mempengaruhi Kemacetan Lalu Lintas dan Upaya Penanggulangan pada Simpang Dakota Dr. Wahidin Mataram,” *Empiricism J.*, vol. 4, no. 1, pp. 241–246, 2023.
- [32] N. H. M. Aghasi, “Spatio-Temporal Analysis on Urban Traffic Accidents: A Case Study of Tehran City, Iran,” *J. Geogr. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 05, pp. 603–642, 2018, doi: 10.4236/jgis.2018.105032.
- [33] Firza Indy Fahriyan. Mhd, “Pengembangan Infrastruktur Smart City Untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Kota,” *Mhs. Sipil*, vol. 1, pp. 1–11, 2024.
- [34] “Real Time Traffic Density Count Using Image Processing Naeem Abbas, Muhammad Tayyab and Muhammad Tahir Qadri”.
- [35] R. Panuju and S. O. Aury, “Efek dari Pemberitaan CCTV Lalu Lintas Terhadap Sikap Disiplin Berlalu Lintas,” *JIKE J. Ilmu Komun. Efek*, vol. 1, no. 2, pp. 116–137, 2018, doi: 10.32534/jike.v1i2.155.
- [36] Badan Pusat Statistik, “Volume 19, 2024,” *Palembang dalam angka*, vol. 19, 2024.
- [37] S. Nisumanti and E. Krisna, “Evaluasi Kinerja Jalan Nasional Terhadap Karakteristik Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Nasional Kota Palembang,” *J. Tekno Glob. UIGM Fak. Tek.*, vol. 9, no. 1, pp. 28–33, 2020, doi: 10.36982/jtg.v9i1.1082.
- [38] H. Al Faritzie, “Analisis Pengukuran Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan R. Sukanto Kota Palembang,” *J. Deform.*, vol. 6, no. 2, p. 131, 2021, doi: 10.31851/deformasi.v6i2.6442.
- [39] siti dan pratama, inka nusamuda Rahmawati, “Pengaruh Penggunaan Transportasi Berkelanjutan Terhadap Kualitas Udara Dan Kesejahteraan Masyarakat,” *J. Enviromental Policy Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 90–99, 2023.
- [40] V. A. Putri, K. C. A. Sotyardani, and R. A. Rafael, “Peran Artificial Intelligence dalam Proses Pembelajaran Mahasiswa di Universitas Negeri Surabaya,” *Pros. Semin. Nas. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 2, pp. 615–630, 2023.
- [41] A. S. Syuhada, A. M. Simanullang, D. S. Lewa, and S. Jefry Marthin, “Makalah Pembelajaran Mesin (Machine Learning),” *Makal. Pembelajaran Mesin (machine Learn.)*, pp. 1–11, 2021.
- [42] E. S. Eriana and D. A. Zein, “Artificial Intelligence,” *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 6(11), p. 1, 2023.
- [43] Stacyana Jesika, Suci Ramadhani, and Yohanna Permata Putri, “Implementasi Model Machine Learning dalam Mengklasifikasi Kualitas Air,” *J. Ilm. Dan Karya Mhs.*, vol. 1, no. 6, pp. 382–396, 2023, doi: 10.54066/jikma.v1i6.1162.

- [44] N. Dan and B. Optimization, *TRANSPORTATION PADA SMART CITY*. 2023.
- [45] R. J. Alfirdausy and S. Bahri, “Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Diagnosis Penyakit Alzheimer,” *Techno.Com*, vol. 22, no. 3, pp. 635–642, 2023, doi: 10.33633/tc.v22i3.8393.
- [46] A. S. Talita and A. Wiguna, “Implementasi Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) Untuk Mendeteksi Ujaran Kebencian (Hate Speech) Pada Kasus Pilpres 2019,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 19, no. 1, pp. 37–44, 2019, doi: 10.30812/matrik.v19i1.495.
- [47] T. Arwindarti, E. I. Setiawan, and S. Imron, “Klasifikasi Sentimen Opini Publik Pada Instagram Pemerintah Kabupaten Bojonegoro Menggunakan LSTM,” *Teknika*, vol. 13, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.34148/teknika.v13i1.699.
- [48] A. FIDELA, “Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya,” *Repository.Unsri.Ac.Id*, 2019, [Online]. Available: https://repository.unsri.ac.id/86331/3/RAMA_56201_09011281823039_0003047905_0028098902_01_front_ref.pdf
- [49] A. S. Kusuma, A. I. Pradana, and B. W. Pamekas, “3201-Naskah Publikasi-14728-1-10-20240725,” vol. 7, pp. 166–179, 2024.
- [50] R. Adolph, “濟無No Title No Title No Title,” vol. 2, no. 8, pp. 1–23, 2016.
- [51] M. R. Humaidi and A. Maulani, “Klasifikasi Naïve Bayes Dan Confusion Matrix Pada Pengguna Aplikasi E-Commerce Di Play Store,” vol. 8, no. 2, pp. 132–139, 2023.
- [52] M. Iman, N. Hakim, J. Siswanto, and A. A. Nuryono, “Parameter Tuning dalam Klasifikasi Load Factor pada Bus Rapid Transit (BRT),” vol. 14, no. 2, pp. 500–506, 2024.