

**ANALISA KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN
METODE K-NN DAN PENENTUAN JALUR TERBAIK
MENGGUNAKAN ALGORITMA *CONTRACTION*
*HIERARCHIES***

SKRIPSI

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



Oleh:

MUHAMMAD ANUGRAH PANGESTU

09011282025090

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

2024

**ANALISA KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN
METODE K-NN DAN PENENTUAN JALUR TERBAIK
MENGGUNAKAN ALGORITMA *CONTRACTION*
*HIERARCHIES***

SKRIPSI

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



Oleh:

MUHAMMAD ANUGRAH PANGESTU

09011282025090

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE K-NN DAN PENENTUAN JALUR TERBAIK MENGGUNAKAN ALGORITMA *CONTRACTION* *HIERARCHIES*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH:
MUHAMMAD ANUGRAH PANGESTU
09011282025090

Indralaya, 25 April 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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

Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

AUTHENTICATION PAGE

**VEHICLE DENSITY ANALYSIS USING THE K-NN METHOD
AND DETERMINING THE BEST PATH USING THE
CONTRACTION HIERARCHIES' ALGORITHM**

FINAL TASK

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

BY:
MUHAMMAD ANUGRAH PANGESTU
09011282025090

Indralaya, 25 April 2024

Acknowledge,

**Head Of Computer System
Departement**



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

Final Project Advisor

Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 27 Maret 2024


Tim Penguji :

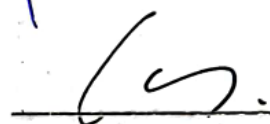
1. Ketua : Sutarno, M.T.

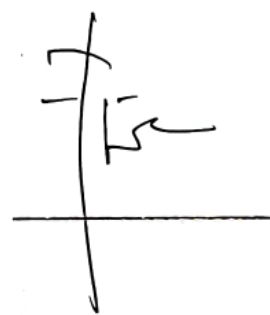
2. Sekretaris : Iman Saladin B. Azhar, M.MSI.

3. Penguji : Dr. Firdaus, M.Kom.

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









Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer




Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini :

Nama : Muhammad Anugrah Pangestu
NIM : 09011282025090
Judul : ANALISA KEPADATAN KENDARAAN
MENGUNAKAN METODE K-NN DAN PENENTUAN
JALUR TERBAIK MENGGUNAKAN ALGORITMA
CONTRACTION HIERARCHIES

Hasil Pengecekkam Software iThenticate/Turnitin : 4%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, 20 April 2024

Penulis,



Muhammad Anugrah Pangestu

NIM.09011282025090

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt. atas nikmat dan karunia-Nya yang masih dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini yang berjudul "**Analisa Kepadatan Kendaraan Menggunakan Metode K-NN dan Penentuan Jalur Terbaik Menggunakan Algoritma *Contraction Hierarchies***".

Penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari peran serta beberapa pihak yang turut membantu oleh karena itu dengan hati yang tulus dan penuh keikhlasan, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terimakasih serta penghargaan yang tak terhingga sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, serta keberkahan sehingga penulis dapat menyelesaikan kerja praktik beserta laporannya dengan baik.
2. Orang tua saya yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan telah banyak memberikan do'a serta dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan pengerjaan Skripsi.
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 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Muhammad Ali Buchari, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah berkenan memberikan saran dan arahan untuk penulis dalam menyiapkan Tugas Akhir.
7. Pak Yopi dan Mbak Renny selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas yang diperlukan.

8. Tim AWEWO yang selalu menghibur dan meluangkan waktu untuk bermain Valorant di sela-sela kesibukan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman saya dan juga semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Dan untuk diri saya sendiri sebagai penulis yang telah berusaha untuk belajar dan menyelesaikan Tugas Akhir di Jurusan Sistem Komputer. Saya bersyukur karena saya selalu diberikan support dan arahan baik oleh orang tua saya, dosen pembimbing, dosen penguji, sampai dengan teman-teman saya hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis. Akhir kata penulis berharap, semoga proposal tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Indralaya, 20 April 2024

Penulis,



Muhammad Anugrah Pangestu

NIM. 09011282025090

**ANALISA KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE
K-NN DAN PENENTUAN JALUR TERBAIK MENGGUNAKAN
ALGORITMA *CONTRACTION HIERARCHIES***

MUHAMMAD ANUGRAH PANGESTU (09011282025090)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: pangestuanugrah17@gmail.com

ABSTRAK

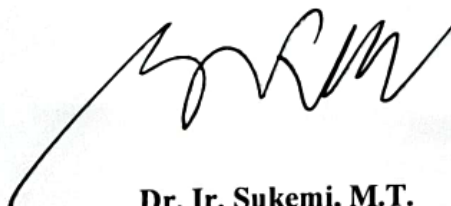
Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis jalur terbaik yang didapatkan berdasarkan hasil algoritma CH pada beberapa kondisi jalan di Kota Palembang. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2023 s.d. Maret 2024. Penelitian ini menggunakan YOLOv8 untuk perhitungan kendaraan pada rekaman CCTV, metode K-NN untuk memprediksi kondisi jalan, dan algoritma CH untuk penentuan jalur terbaik. Parameter yang diukur untuk sampai menentukan jalur terbaik adalah hasil perhitungan kendaraan dari YOLOv8 yaitu jumlah motor dan mobil, lebar jalan dan jarak tempuh, serta hasil prediksi kondisi jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur terbaik untuk setiap kondisi mulai dari kondisi Pagi jam 8 dan 9, Siang jam 1 dan 2, serta Sore jam 4 dan 5 adalah jalur yang sama yaitu Jalur 4 [Bundaran – Charitas – Sekip – Polda – Tanjung Api-Api – Bandara] dengan bobot total jalur pada jalur kontraksi sebesar 11,5. Sedangkan, untuk jalur dengan bobot paling tinggi pada setiap kondisi berada pada jalur kontraksi 1 [Charitas – Kambang Iwak – Macan Lindungan – Sorekarno Hatta – Tanjung Api-Api - Bandara] yaitu dengan bobot sebesar 20,45.

Kata Kunci : jalur terbaik, YOLOv8, kepadatan kendaraan, prediksi kondisi jalan, metode K-NN, *Contraction Hierarchies*.

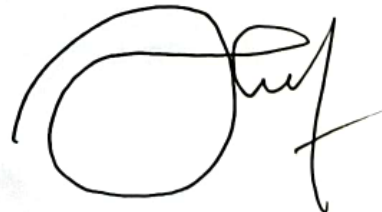
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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



Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

**VEHICLE DENSITY ANALYSIS USING THE K-NN METHOD AND
DETERMINING THE BEST PATH USING THE CONTRACTION
HIERARCHIES' ALGORITHM**

MUHAMMAD ANUGRAH PANGESTU (09011282025090)

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science,

Sriwijaya University

Email: pangestuanugrah17@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the best routes based on the results of the CH algorithm under various road conditions in Palembang City. The study was conducted from June 2023 to March 2024. YOLOv8 was used for vehicle calculations from CCTV recordings, the K-NN method was employed to predict road conditions, and the CH algorithm was utilized to determine the optimal routes. The parameters measured to determine the best routes include vehicle counts from YOLOv8 (both motorcycles and cars), road width, travel distance, and road condition predictions. The research findings indicate that the best route for each condition—whether during morning hours (8 and 9 AM), afternoon hours (1 and 2 PM), or evening hours (4 and 5 PM) is the same: Route 4 [Bundaran – Charitas – Sekip – Polda – Tanjung Api-Api – Bandara] with a total route weight of 11.5. Meanwhile, the route with the highest weight in each condition is found in contraction route 1 [Charitas – Kambang Iwak – Macan Lindungan – Sorekarno Hatta – Tanjung Api-Api - Bandara], with a weight of 20.45.

Keywords : *best route, YOLOv8, vehicle congestion, road condition prediction, K-NN method, Contraction Hierarchies.*

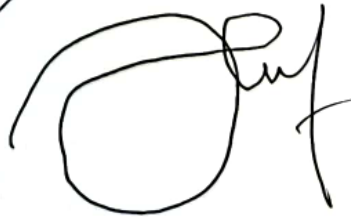
Mengetahui,

**Head Of Computer System
Departement**

Final Project Advisor



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



Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
AUTHENTICATION PAGE	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kepadatan kendaraan.....	7
2.2 Kemacetan Lalu Lintas.....	7
2.3 YOLO.....	8
2.3.1 YOLOv1.....	9
2.3.2 YOLOv2.....	9
2.3.3 YOLOv3.....	10
2.3.4 YOLOv4.....	12
2.3.5 YOLOv5.....	13
2.3.6 YOLOv6.....	14
2.3.7 YOLOv7.....	14

2.3.8	YOLOv8.....	15
2.4	Confussion Matrix	16
2.5	F1 Curve	18
2.6	PR Curve	18
2.7	Overfitting, Underfitting, dan Bestfitting.....	18
2.8	Metode K-NN.....	19
2.9	Penentuan Jalur Terbaik	19
2.10	Algoritma Contraction Hierarchies	20
2.10.1	<i>Pre-processing Phase</i>	20
2.10.2	Querry Phase	20
2.10.3	Gambaran Algoritma CH	21
2.11	CCTV	22
2.12	Kota Palembang	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Tahapan Penelitian	25
3.2	Menentukan Topik Penelitian	27
3.3	Identifikasi Kebutuhan dan Perumusan Masalah	27
3.4	Menentukan Tujuan Penelitian.....	28
3.5	Menentukan Batasan dan Metodologi Penelitian	28
3.6	Studi Pustaka	29
3.7	Pengumpulan Data	29
3.8	Dataset Gambar	29
3.9	Dataset Rekaman CCTV	30
3.10	<i>Rule</i> Kondisi Jalan.....	31
3.11	Tabel Kondisi Jalan	34
3.12	Perancangan Preprocessing	35
3.13	<i>Data Cleaning</i>	36
3.14	<i>Data Integration</i>	36
3.15	Pelabelan Gambar.....	37
3.16	<i>Training</i> YOLO.....	37
3.17	Pengujian Model.....	37

3.18	Prediksi Kondisi Jalan	38
3.19	Penentuan Jalur Terbaik Dengan Algoritma CH.....	39
3.20	Analisa Hasil Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN ANALISA		40
4.1	Hasil <i>Training</i> YOLOv8	40
4.2	Pengujian Model YOLOv8 Pada Dataset Testing.....	43
4.3	Pengujian Model YOLOv8 Pada Rekaman CCTV	52
4.4	Perhitungan Jumlah Kendaraan Menggunakan YOLOv8.....	52
4.5	Prediksi Kondisi Jalan	55
4.6	Penentuan Jalur Terbaik Menggunakan Algoritma CH	65
4.7	Analisa Hasil Penelitian	75
4.7.1	Analisa Perhitungan Jumlah Kendaraan Dengan YOLOv8.....	75
4.7.2	Analisa Prediksi Kondisi Jalan.....	75
4.7.3	Analisa Penentuan Jalur Terbaik Dengan Algoritma CH	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Networks YOLO yang Terdiri dari 24 Lapisan Konvolusi..	8
Gambar 2. 2 YOLOv3 dengan Backbone Darknet-53	11
Gambar 2. 3 Jalur Node Fase Query	21
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	25
Gambar 4. 1. Confusion Matrix Training YOLOv8	40
Gambar 4. 2 F-1 Confidence Curve YOLOv8 Training	42
Gambar 4. 3 Precision-recall Curve YOLOv8 Training	43
Gambar 4. 4 Contoh Dataset Gambar yang Telah Dilakukan Pengujian dengan Model YOLOv8	44
Gambar 4. 5 Contoh Pengujian Pada Dataset Gambar (3371).....	45
Gambar 4. 6 Contoh Pengujian Pada Dataset Gambar (3373).....	45
Gambar 4. 7 Contoh Pengujian pada Dataset Gambar (4186).....	46
Gambar 4. 8 Contoh Pengujian pada Dataset Gambar (3658).....	46
Gambar 4. 9 Contoh Pengujian pada Dataset Gambar (3653).....	47
Gambar 4. 10 Confusion Matrix Val pada Dataset Testing	49
Gambar 4. 11 Precision-Recall Curve Val Dataset Testing.....	50
Gambar 4. 12 F-1 Confidence Curve Val pada Dataset Testing.....	51
Gambar 4. 13 Proses Perhitungan Jumlah Kendaraan pada Rekaman CCTV Menggunakan YOLOv8.....	52
Gambar 4. 14 Contoh Hasil Prediksi Kondisi Jalan.....	55
Gambar 4. 15 Graf Awal yang Digunakan.....	66
Gambar 4. 16 Graf yang Sudah Dilakukan Kontraksi Berdasarkan Hirarki Simpul	67
Gambar 4. 17 Contoh Hasil Output Program Pencarian Jalur Terbaik.....	68
Gambar 4. 18 Visualisasi Graf Jalur Terbaik Untuk Kondisi 1 (Jam 08.00 Tanggal 12 Desember 2022)	69
Gambar 4. 19 Visualisasi graf Jalur Terbaik Untuk Kondisi 2(Jam 13.00 Tanggal 13 Desember 2022)	70

Gambar 4. 20 Visualisasi Graf Jalur Terbaik Untuk Kondisi 3 (Jam 16.00 Tanggal 14 Desember 2022)	71
Gambar 4. 21 Visualisasi Graf Jalur Terbaik Untuk Kondisi 4 (Jam 09.00 Tanggal 12 Desember 2022)	72
Gambar 4. 22 Visualisasi Graf Jalur Terbaik Untuk Kondisi 5 (Jam 14.00 Tanggal 13 Desember 2022)	73
Gambar 4. 23 Visualisasi Graf Jalur Terbaik Untuk Kondisi 6 (Jam 17.00 Tanggal 14 Desember 2022)	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Confussion Matrix.....	16
Tabel 2. 2 Luas Wilayah Kecamatan Kota Palembang.....	23
Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Software.....	28
Tabel 3. 3 Keterangan Jalur Yang Akan Digunakan.....	30
Tabel 3. 4 Konndisi Waktu Rekaman CCTV.....	31
Tabel 3. 5 Tabel Kondisi Jalan.....	34
Tabel 3. 6 Jarak Tempuh dan Lebar Jalan.....	35
Tabel 3. 7 Variabel Input dan Output Prediksi Kondisi Jalan.....	38
Tabel 3. 8 Bobot Nilai Kondisi Kepadatan Jalan.....	39
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Confusion Matrix YOLOv8 Training	41
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Akurasi Pengujian	48
Tabel 4. 3 Nilai Perhitungan Confusion Matrix Val pada Dataset Testing	49
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kendaraan (Kondisi 1,2, dan 3)	53
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Kendaraan (Kondisi 4, 5, dan 6)	53
Tabel 4. 6 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 1) Dengan K-NN.....	56
Tabel 4. 7 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 1) Dengan Rule Based	57
Tabel 4. 8 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 2) Dengan K-NN.....	58
Tabel 4. 9 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 2) Dengan Rule Based	58
Tabel 4. 10 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 3) Dengan K-NN.....	59
Tabel 4. 11 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 3) Dengan Rule Based	60
Tabel 4. 12 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 4) Dengan K-NN.....	61
Tabel 4. 13 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 4) Dengan Rule Based	61
Tabel 4. 14 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 5) Dengan K-NN.....	62
Tabel 4. 15 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 5) Dengan Rule Based	63
Tabel 4. 16 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 6) Dengan K-NN.....	64
Tabel 4. 17 Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 6) Dengan Rule Based	64
Tabel 4. 18 Hasil Jalur Terbaik Tiap Kondisi dengan Penerapan CH dengan A-star dan Djikstra.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Rules</i> Kondisi Jalan	88
Lampiran 2. Tabel Kondisi Jalan	91
Lampiran 3. Perhitungan Kendaraan Dengan YOLO (Kondisi 1, 2, dan 3)..	99
Lampiran 4. Perhitungan Kendaraan Dengan YOLO (Kondisi 4, 5, dan 6)..	100
Lampiran 5. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 1) Dengan K-NN	101
Lampiran 6. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 1) Dengan <i>Rule Based</i> ..	102
Lampiran 7. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 2) Dengan K-NN	103
Lampiran 8. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 2) Dengan <i>Rule Based</i> ..	104
Lampiran 9. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 3) Dengan K-NN	105
Lampiran 10. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 3) Dengan <i>Rule Based</i>	106
Lampiran 11. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 4) Dengan K-NN	107
Lampiran 12. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 4) Dengan <i>Rule Based</i>	108
Lampiran 13. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 5) Dengan K-NN	109
Lampiran 14. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 5) Dengan <i>Rule Based</i>	110
Lampiran 15. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 6) Dengan K-NN	111
Lampiran 16. Hasil Prediksi Kondisi Jalan (Kondisi 6) Dengan <i>Rule Based</i>	112
Lampiran 17. Surat Keterangan Pengecekan Similarity	113
Lampiran 18. Hasil Pengecekan <i>Similarity</i>	114

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sebuah kota tidak dapat terlepas dari peningkatan penggunaan berbagai alat transportasi khususnya angkutan darat. Berbagai jenis kendaraan seperti mobil, motor, angkutan umum seperti bus ataupun angkutan dalam kota lainnya [1], digunakan oleh masyarakat guna mencapai tempat tujuan lebih cepat. Namun data penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada berbagai kota di Indonesia terjadi peningkatan jumlah penggunaan kendaraan di setiap tahunnya misalnya Yogyakarta [2]–[4] dan banyak lagi kota-kota lainnya termasuk Palembang. Hal ini menimbulkan dampak yang tidak dapat dihindari, yaitu terjadinya kemacetan lalu lintas di tempat-tempat tertentu, terutama pada jam-jam sibuk [5], misalnya Palembang [6]. Menurut [7], [8], masalah kemacetan lalu lintas merupakan masalah utama yang dihadapi oleh kota-kota metropolitan. Sehingga tidak dapat di pungkiri bahwa kerugian waktu ataupun uang dapat terjadi [9]. Oleh karena itu masalah kemacetan merupakan masalah prioritas yang harus segera diatasi, khususnya di beberapa jalan raya Kota Palembang yang memiliki lebar jalan yang relatif kecil dan kendaraan yang cukup banyak.

Berdasarkan beberapa sumber diketahui bahwa kota Palembang merupakan kota yang rawan dengan kepadatan kendaraan sehingga menimbulkan kemacetan. Beberapa titik yang sering terjadi kemacetan di antaranya paling tinggi berada di Jalan Demang Lebar Daun dan yang paling rendah berada di Jalan Sudirman [6]. Namun menurut [4], kemacetan dipengaruhi oleh berbagai hal. Pernyataan ini juga didukung oleh [10], yang menyatakan bahwa kemacetan dipengaruhi oleh lebar jalan, volume kendaraan, jarak lampu lalu lintas dan berbagai aktivitas manusia seperti pasar tradisional ataupun budaya parkir sembarangan.

Berbagai Upaya dilakukan oleh pengguna jalan untuk menghindari kemacetan misalnya dengan menggunakan berbagai aplikasi seperti *google maps*. Bahkan pemerintah melakukan berbagai perbaikan infrastruktur seperti perbaikan jalan untuk mengurangi kemacetan. Selain itu menurut [11], kemacetan lalu lintas

tidak hanya dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur, tetapi juga menggunakan manajemen lalu lintas. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mengalihkan kepadatan kendaraan di satu tempat.

Dari berbagai metode pendeteksian objek yang ada, kerangka kerja You Only Look Once (YOLO) paling menonjol dan banyak digunakan karena keseimbangan kecepatan dan akurasi yang luar biasa, memungkinkan identifikasi objek dalam gambar dengan cepat dan handal [12]. Metode ini dapat digunakan untuk melakukan deteksi kendaraan sebagai pra-pemrosesan data [8]. Pendeteksian kendaraan dilakukan dengan memantau arus lalu lintas dari *CCTV* yang terdapat di beberapa jalan raya Kota Palembang. Hasil dari pendeteksian kendaraan yang dilakukan akan membantu dalam menemukan keadaan arus jalan raya tersebut. Berdasarkan hasil pengujian dari metode YOLO, perkiraan kepadatan arus jalan raya dapat ditentukan dengan menggunakan metode klasifikasi [1], [8]. Metode klasifikasi ini berfungsi untuk mendeteksi kepadatan arus dari suatu jalan, apakah jalan tersebut termasuk dalam klasifikasi lancar ataupun termasuk dalam klasifikasi padat atau macet.

Pada umumnya, terdapat banyak metode klasifikasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi kepadatan kendaraan. Namun dalam penelitian ini metode klasifikasi yang digunakan adalah metode K-Nearest Neighbor (K-NN) [8]. Metode K-NN merupakan metode *machine learning* yang dapat digunakan untuk penentuan kepadatan kendaraan dengan memberikan sampel pengujian [13]. Metode K-NN menggunakan ukuran jumlah pengamatan/tetangga terdekat tertentu untuk menghitung derajat tetangga sampel pengujian dan sampel pelatihan pada set pelatihan. Kemudian diklasifikasikan dengan label K tetangga terdekat [13]. Jika K tetangga terdekat berisi sejumlah label, sampel akan ditugaskan ke kelas mayoritas tetangga terdekat K mereka [13].

Ketika kepadatan kendaraan di jalan raya telah diketahui dengan menggunakan objek deteksi YOLO dan metode klasifikasi dari K-NN, maka dapat dilakukan penentuan jalur terbaik. Penentuan jalur terbaik bertujuan untuk menghindari masalah kemacetan dengan cara menemukan jalur yang paling cepat dan efektif berdasarkan hasil deteksi kepadatan kendaraan yang telah dilakukan

dengan menggunakan objek deteksi YOLO dan metode K-NN. Penentuan jalur terbaik dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma khusus yang digunakan untuk pencarian jalur. Salah satu algoritma penentuan jalur terbaik yang dapat digunakan adalah algoritma *Contraction Hierarcies* (CH) [14].

Algoritma CH merupakan salah satu algoritma tercepat untuk penentuan jalur terbaik, dimana algoritma CH akan menemukan jalur terbaik yang ada dalam grafik secara efisien [14][15]. Algoritma CH bekerja dengan cara menghindari simpul yang tidak penting, kemudian algoritma CH akan membuat rute jalan pintas untuk mempercepat sistem lintasan [14]. Matrik yang digunakan pada algoritma ini adalah time travel yang digunakan sebagai bobot untuk perhitungan lintasan pada tepi jalan [13]. Dengan menggunakan algoritma ini, maka dapat dilakukan penentuan jalur terbaik berdasarkan hasil deteksi kendaraan yang telah dilakukan dengan menggunakan objek deteksi YOLO dan metode K-NN sebelumnya.

Berdasarkan analisis dari berbagai kajian literatur tersebut, maka penulis tertarik untuk menyusun Tugas Akhir yang bertujuan untuk menghindari masalah kemacetan dengan menemukan jalur terbaik berdasarkan hasil analisa kepadatan kendaraan yang dilakukan dengan menggunakan deteksi objek. Sehingga judul tugas akhir yang penulis ajukan yaitu : “Analisa Kepadatan Kendaraan Menggunakan Metode K-NN dan Penentuan Jalur Terbaik Menggunakan *Algoritma Contraction Hierarchies*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana jumlah kendaraan di beberapa jalur di Kota Palembang berdasarkan hasil perhitungan YOLO?
2. Bagaimana kondisi kepadatan jalan di beberapa jalur di Kota Palembang berdasarkan hasil prediksi kondisi jalan?
3. Dimana dan kapan jalur terbaik yang didapatkan berdasarkan hasil algoritma *Contraction Hierarchies*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menghitung jumlah kendaraan di beberapa jalur di Kota Palembang menggunakan YOLO.
2. Memprediksi kondisi kepadatan jalan di beberapa jalur di Kota Palembang berdasarkan hasil prediksi kondisi jalan.
3. Menganalisis jalur terbaik yang didapatkan berdasarkan hasil algoritma *Contraction Hierarchies*.

1.4 Manfaat

Beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi mengenai metode serta algoritma untuk mendeteksi kepadatan kendaraan dan menentukan jalur terbaik berdasarkan hasil deteksi objek YOLO dan hasil prediksi kondisi jalan pada tangkapan kamera CCTV di jalan raya Kota Palembang.
2. Dapat memberikan informasi dan solusi untuk menghindari kemacetan di jalan raya Kota Palembang.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi kepadatan kendaraan dan teknologi penentuan jalur terbaik yang lebih cepat dan efektif untuk mengatasi masalah kemacetan di jalan raya khususnya jalan raya Kota Palembang.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di telah disebutkan sebelumnya, maka beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini akan membahas mengenai penentuan jalur terbaik yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan kendaraan menggunakan YOLO dan hasil prediksi kondisi jalan pada rekaman CCTV di beberapa jalur Kota Palembang.

2. Penelitian ini akan melakukan penentuan jalur terbaik menggunakan algoritma Contraction Hierarchies berdasarkan hasil perhitungan kendaraan dengan YOLO dan prediksi kondisi jalan pada rekaman CCTV di beberapa jalur di Kota Palembang.
3. Penelitian akan dilakukan menggunakan data tidak real time berupa rekaman kamera CCTV.

1.6 Metodologi Penelitian

Tugas Akhir ini menggunakan beberapa metodologi penelitian sebagai berikut.

1. Metode Studi *Literature*

Studi Literature merupakan pendekatan penelitian yang dilakukan dengan cara menganalisis dan mengumpulkan referensi mengenai penelitian yang dilakukan. Pada studi literature ini, penulis mengumpulkan referensi yang terdapat pada jurnal, buku, serta internet yang berkaitan dengan judul penulis yaitu “Analisa Kepadatan Kendaraan Menggunakan Metode K-NN dan Penentuan Jalur Terbaik Menggunakan *Algoritma Contraction Hierarchies*”.

2. Metode Konsultasi

Pada metode konsultasi, penulis melakukan konsultasi kepada Dosen Pembimbing Tugas Akhir. Penulis juga melakukan konsultasi kepada orang-orang yang di anggap memiliki pengetahuan mengenai permasalahan yang berkaitan dengan Tugas Akhir.

3. Metode Pengumpulan Data

Pada metode pengumpulan data, penulis melakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk melakukan penelitian Tugas Akhir. Pengumpulan data berupa dataset dari tangkapan kamera CCTV yang terpasang di beberapa jalan raya Kota Palembang.

4. Metode Implementasi

Pada metode implementasi, penulis melakukan proses penelitian dengan mengimplementasikan metode serta algoritma yang digunakan untuk mendeteksi kepadatan kendaraan dan mencari jalur terbaik. Untuk mendeteksi

kepadatan kendaraan, penulis menggunakan metode deteksi objek YOLO dan metode K-NN berdasarkan tangkapan kamera CCTV di jalan raya Kota Palembang. Sedangkan untuk penentuan jalur terbaik, penulis menggunakan algoritma CH berdasarkan hasil deteksi kepadatan kendaraan menggunakan metode deteksi objek YOLO dan metode K-NN yang telah dilakukan.

5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada metode ini, penulis melakukan analisa mengenai algoritma dan metode yang digunakan dalam melakukan deteksi kepadatan kendaraan dan penentuan jalur terbaik. Penuli juga akan membuat kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. R. Rashmi and C. P. Shantala, "Vehicle Density Analysis and Classification using YOLOv3 for Smart Cities," *Proc. 4th Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2020*, pp. 980–986, 2020, doi: 10.1109/ICECA49313.2020.9297561.
- [2] D. I. Daerah, I. Yogyakarta, and I. A. Wantara, "Analisis Jumlah Kendaraan Bermotor," vol. 19, no. 1, pp. 68–83, 2015.
- [3] P. Priyambodo, "Analisis Korelasi Jumlah Kendaraan dan Pengaruhnya Terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur," *War. Penelit. Perhub.*, vol. 30, no. 1, p. 59, 2018, doi: 10.25104/warlit.v30i1.634.
- [4] L. Basri Said, St. Maryam. H, and Sriwati, "Pengaruh Pertumbuhan Kendaraan Dan Kapasitas Jalan Terhadap Kemacetan Di Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan," *OSF Prepr.*, vol. 3, no. 1, pp. 79–86, 2019, [Online]. Available: <https://osf.io/kpw6e/download>
- [5] F. Rosyad and C. A. Putra, "Analisa Kinerja Ruas Jalan Demang Lebar Daun Kota Palembang," *J. Forum Mek.*, vol. 9, no. 2, pp. 74–81, 2018, [Online]. Available: <http://conference.binadarma.ac.id/index.php/BDCES>
- [6] B. H. Susilo and I. Imanuel, "Traffic congestion analysis using travel time ratio and degree of saturation on road sections in Palembang, Bandung, Yogyakarta, and Surakarta," *MATEC Web Conf.*, vol. 181, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201818106010.
- [7] M. Kumar, K. Kumar, and P. Das, "Study on road traffic congestion: A review," *Recent Trends Commun. Electron.*, no. June, pp. 230–240, 2021, doi: 10.1201/9781003193838-43.
- [8] A. F. Oklilas, D. Dwinta, G. Shofi, and N. P. Mariza, "Akurasi Pengujian Model Hasil," pp. 799–806.
- [9] M. S. R. A. Somesh Chaudhary, Prajakta Kamble, Bhaskar Honmane, Amol Ingole, "Traffic Congestion In City: Causes And Solutions," no. 05, pp. 179–181, 2020.
- [10] Wini Mustikarani and Suherdiyanto, "Analisis Faktor-Faktor Penyebab

- Kemacetan Lalu Lintas Di Sepanjang Jalan H Rais a Rahman (Sui Jawi) Kota Pontianak,” *J. Edukasi*, vol. 14, no. 1, pp. 143–155, 2016.
- [11] E. Harahap, A. Suryadi, R. Ridwan, D. Darmawan, and R. Ceha, “Efektifitas Load Balancing Dalam Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas,” *Matematika*, vol. 16, no. 2, pp. 1–7, 2017, doi: 10.29313/jmtm.v16i2.3665.
- [12] J. Terven and D. Cordova-Esparza, “A Comprehensive Review of YOLO: From YOLOv1 and Beyond,” pp. 1–33, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.00501>
- [13] L. Zhou, L. Wang, X. Ge, and Q. Shi, “A clustering-based KNN improved algorithm CLKNN for text classification,” *CAR 2010 - 2010 2nd Int. Asia Conf. Informatics Control. Autom. Robot.*, vol. 3, pp. 212–215, 2010, doi: 10.1109/CAR.2010.5456668.
- [14] G. S. Shahi, R. S. Batth, and S. Egerton, “A comparative study on efficient path finding algorithms for route planning in smart vehicular networks,” *Int. J. Comput. Networks Appl.*, vol. 7, no. 5, pp. 157–166, Sep. 2020, doi: 10.22247/ijcna/2020/204020.
- [15] R. K. Yadav, G. Kishor, Himanshu, and K. Kashyap, “Comparative analysis of route planning algorithms on road networks,” *Proc. 5th Int. Conf. Commun. Electron. Syst. ICCES 2020*, no. Icces, pp. 401–406, 2020, doi: 10.1109/ICCES48766.2020.09137965.
- [16] A. Alhadar, “Analisis Kinerja Jalan dalam Upaya Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas pada Ruas Simpang Bersinyal di Kota Palu,” *J. SMARTek, Nop. 2011*, vol. 9, no. 4, pp. 327–336, 2011.
- [17] P. Jiang, D. Ergu, F. Liu, Y. Cai, and B. Ma, “A Review of Yolo Algorithm Developments,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 199, pp. 1066–1073, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.135.
- [18] H. Chen, Z. He, B. Shi, and T. Zhong, “Research on Recognition Method of Electrical Components Based on YOLO V3,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 157818–157829, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950053.
- [19] T. Diwan, G. Anirudh, and J. V. Tembhurne, “Object detection using YOLO: challenges, architectural successors, datasets and applications,” *Multimed.*

- Tools Appl.*, vol. 82, no. 6, pp. 9243–9275, 2023, doi: 10.1007/s11042-022-13644-y.
- [20] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLO9000: Better, faster, stronger,” *Proc. - 30th IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition, CVPR 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 6517–6525, 2017, doi: 10.1109/CVPR.2017.690.
- [21] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLOv3: An Incremental Improvement,” 2018, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1804.02767>
- [22] B. Zhang, X. Zhang, and Z. Li, “An Efficient Face Mask Wearing Detection Algorithm Based on Improved YOLOv3,” *Eng. Lett.*, vol. 30, no. 4, pp. 1493–1503, 2022.
- [23] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection,” 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2004.10934>
- [24] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Spatial pyramid pooling in deep convolutional networks for visual recognition,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 8691 LNCS, no. PART 3, pp. 346–361, 2014, doi: 10.1007/978-3-319-10578-9_23.
- [25] S. Liu, L. Qi, H. Qin, J. Shi, and J. Jia, “PANet: Path Aggregation Network for Instance Segmentation. (arXiv:1803.01534v3 [cs.CV] UPDATED),” *Cvpr*, pp. 8759–8768, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1803.01534>
- [26] D. Hendrycks and K. Gimpel, “Gaussian Error Linear Units (GELUs),” pp. 1–10, 2016, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1606.08415>
- [27] C. Li *et al.*, “YOLOv6: A Single-Stage Object Detection Framework for Industrial Applications,” 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2209.02976>
- [28] H. Zhang, Y. Wang, F. Dayoub, and N. Sünderhauf, “VarifocalNet: An IoU-aware Dense Object Detector,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 8510–8519, 2021, doi: 10.1109/CVPR46437.2021.00841.

- [29] Z. Gevorgyan, “SIOU Loss: More Powerful Learning for Bounding Box Regression,” pp. 1–12, 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2205.12740>
- [30] H. Rezatofighi, N. Tsoi, J. Gwak, A. Sadeghian, I. Reid, and S. Savarese, “Generalized intersection over union: A metric and a loss for bounding box regression,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2019-June, pp. 658–666, 2019, doi: 10.1109/CVPR.2019.00075.
- [31] X. Ding, H. Chen, X. Zhang, K. Huang, J. Han, and G. Ding, “Re-parameterizing Your Optimizers rather than Architectures,” no. 2007, pp. 1–18, 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2205.15242>
- [32] C. Shu, Y. Liu, J. Gao, Z. Yan, and C. Shen, “Channel-wise Knowledge Distillation for Dense Prediction,” *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, pp. 5291–5300, 2021, doi: 10.1109/ICCV48922.2021.00526.
- [33] C.-Y. Wang, A. Bochkovskiy, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors,” pp. 7464–7475, 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2207.02696>
- [34] X. Ding, X. Zhang, N. Ma, J. Han, G. Ding, and J. Sun, “RepVgg: Making VGG-style ConvNets Great Again,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, no. 2017, pp. 13728–13737, 2021, doi: 10.1109/CVPR46437.2021.01352.
- [35] A. Aboah, B. Wang, U. Bagci, and Y. Adu-Gyamfi, “Real-time Multi-Class Helmet Violation Detection Using Few-Shot Data Sampling Technique and YOLOv8,” pp. 5349–5357, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.08256>
- [36] Z. Zheng, P. Wang, W. Liu, J. Li, R. Ye, and D. Ren, “Distance-IoU loss: Faster and better learning for bounding box regression,” *AAAI 2020 - 34th AAAI Conf. Artif. Intell.*, no. 2, pp. 12993–13000, 2020, doi: 10.1609/aaai.v34i07.6999.
- [37] X. Li *et al.*, “Generalized focal loss: Learning qualified and distributed bounding boxes for dense object detection,” *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, vol. 2020-Decem, pp. 1–14, 2020.

- [38] Y. Li, C. Baidoo, T. Cai, and G. A. Kusi, "Speech Emotion Recognition Using 1D CNN with No Attention," *ICSEC 2019 - 23rd Int. Comput. Sci. Eng. Conf.*, pp. 351–356, 2019, doi: 10.1109/ICSEC47112.2019.8974716.
- [39] S. Uddin, I. Haque, H. Lu, M. A. Moni, and E. Gide, "Comparative performance analysis of K-nearest neighbour (KNN) algorithm and its different variants for disease prediction," *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1038/s41598-022-10358-x.
- [40] H. Zhang, L. Zhang, and Y. Jiang, "Overfitting and Underfitting Analysis for Deep Learning Based End-to-end Communication Systems," *2019 11th Int. Conf. Wirel. Commun. Signal Process. WCSP 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/WCSP.2019.8927876.
- [41] H. K. Jabbar and R. Z. Khan, "Methods to Avoid Over-Fitting and Under-Fitting in Supervised Machine Learning (Comparative Study)," pp. 163–172, 2015, doi: 10.3850/978-981-09-5247-1_017.
- [42] R. Nugrahaeni and K. Mutijarsa, "SVM , and Random Forests Algorithm for," *2016 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun.*, pp. 163–168, 2016.
- [43] M. M. Aziz, "Aplikasi Penentuan Rute Terbaik Scanning data Layering data overlay Relation Theme / Shape File Viewing Analisis Spasial Parameter External," *J. Ilm. Teknol. Inf. Din. Vol.*, vol. X, no. 2, pp. 76–83, 2005.
- [44] V. Buchhold, D. Wagner, T. Zeitz, and M. Zündorf, "Customizable contraction hierarchies with turn costs," *OpenAccess Ser. Informatics*, vol. 85, no. 9, pp. 1–9, 2020, doi: 10.4230/OASICS.ATMOS.2020.9.
- [45] K. H. Nam Bui, H. Yi, and J. Cho, "A multi-class multi-movement vehicle counting framework for traffic analysis in complex areas using CCTV systems," *Energies*, vol. 13, no. 8, 2020, doi: 10.3390/en13082036.
- [46] M. Harahap *et al.*, "Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan YOLO (You Only Look Once v3)," *Semin. Nas. APTIKOM*, p. 2019, 2019.
- [47] D. Antoni, M. I. Herdiansyah, M. Akbar, and A. Sumitro, "Pengembangan Infrastruktur Jaringan Untuk Meningkatkan Pelayanan Publik di Kota Palembang," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 4, p. 1652, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i4.3318.

- [48] B. P. S. K. Palembang, “Luas Wilayah (km²), 2017-2019,” *Badan Pusat Statistik Kota Palembang*.
<https://palembangkota.bps.go.id/indicator/153/183/1/luas-wilayah.html>
(accessed Nov. 25, 2023).
- [49] B. P. S. K. Palembang, “Panjang Jalan (km), 2017-2019,” *Badan Pusat Statistik Kota Palembang*.
<https://palembangkota.bps.go.id/indicator/17/265/1/panjang-jalan.html>
(accessed Nov. 26, 2023).
- [50] B. P. S. K. Palembang, “Jumlah Penduduk Palembang (Jiwa), 2019-2021,” *Badan Pusat Statistik Kota Palembang*.
<https://palembangkota.bps.go.id/indicator/12/167/1/jumlah-penduduk-palembang.html> (accessed Nov. 26, 2023).
- [51] Pemerintah Pusat Republik Indonesia, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan,” *LN.2021/No.40, TLN No.6642, jdih.setkab.go.id 43 hlm.*, no. 085113, pp. 1–57, 2021, [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161874/pp-no-30-tahun-2021>
- [52] N. F. Andhini, “Kajian Tingkat Kemacetan Lalu-Lintas Dengan Memanfaatkan Citra Quickbird Dan Sistem Informasi Geografis Di Sebagian Ruas Jalan Kota Tegal,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2017.
- [53] P. Mishra, A. Biancolillo, J. M. Roger, F. Marini, and D. N. Rutledge, “New data preprocessing trends based on ensemble of multiple preprocessing techniques,” *TrAC - Trends Anal. Chem.*, vol. 132, p. 116045, 2020, doi: 10.1016/j.trac.2020.116045.
- [54] F. Ridzuan and W. M. N. Wan Zainon, “A review on data cleansing methods for big data,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, pp. 731–738, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.177.
- [55] D. B. Lomet, “Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering,” *Bull. Tech. Comm. Data Eng.*, vol. 24, no. 4, pp. 1–56, 2001, [Online]. Available: papers2://publication/uuid/30073F7F-1B7C-4496-ADA4-

94FF4E6EE8F7

- [56] X. Hongju, W. Fei, W. Fenmei, and W. Xiuzhen, “Some key problems of data management in army data engineering based on big data,” *2017 IEEE 2nd Int. Conf. Big Data Anal. ICBDA 2017*, pp. 149–152, 2017, doi: 10.1109/ICBDA.2017.8078796.
- [57] A. Kadadi, R. Agrawal, C. Nyamful, and R. Atiq, “Challenges of data integration and interoperability in big data,” *Proc. - 2014 IEEE Int. Conf. Big Data, IEEE Big Data 2014*, pp. 38–40, 2014, doi: 10.1109/BigData.2014.7004486.
- [58] M. E. Vidal and S. Jozashoori, “Semantic data integration techniques for transforming big biomedical data into actionable knowledge,” *Proc. - IEEE Symp. Comput. Med. Syst.*, vol. 2019-June, no. 727658, pp. 563–566, 2019, doi: 10.1109/CBMS.2019.00116.