

IMPLEMENTASI METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK MENDETEKSI KEMACETAN LALU LINTAS SERTA MENENTUKAN JALUR TERBAIK MENGGUNAKAN ALGORITMA *HEURISTIC SEARCH* PADA JALAN RAYA KOTA PALEMBANG

SKRIPSI

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



OLEH :

Haris Putra Ramadhan

09011281924077

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**Implementasi Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk
Mendeteksi Kemacetan Lalu Lintas Serta Menentukan Jalur
Terbaik Menggunakan Algoritma *Heuristic Search* Pada Jalan Raya
Kota Palembang**

SKRIPSI

Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1

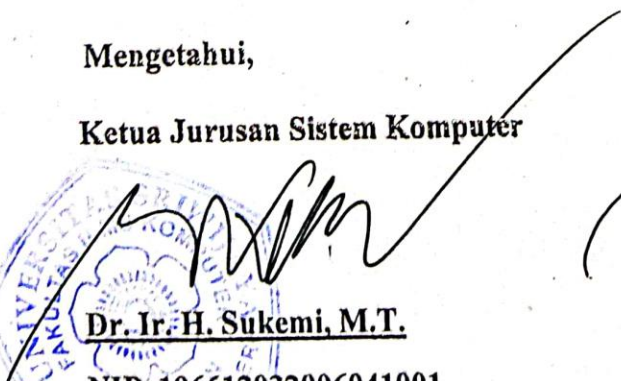
Oleh

Haris Putra Ramadhan
09011281924077

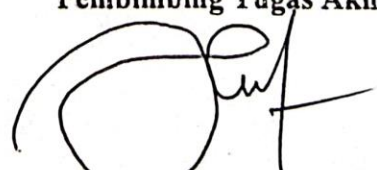
Indralaya, ²⁴ Juli 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer


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

Pembimbing Tugas Akhir


Ahmad Fali Oklhas, M.T.
NIP. 197210151999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Selasa

Tanggal : 9 Juli 2024

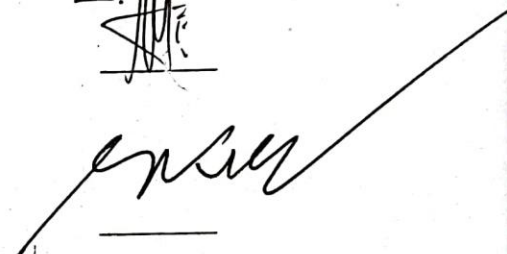
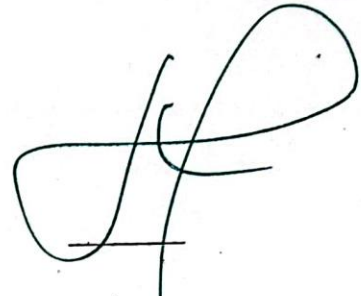
Tim Penguji

1. Ketua : Huda Ubaya, M.T.

2. Sekretaris : Muhammad Ali Buchari, M.T.

3. Penguji : Dr. Ir. Sukemi, M.T.

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



Mengetahui, 24/7/24

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Haris Putra Ramadhan

NIM : 09011281924077

Judul : Implementasi Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Mendeteksi Kemacetan Lalu Lintas Serta Menentukan Jalur Terbaik Menggunakan Algoritma *Heuristic Search* Pada Jalan Raya Kota Palembang

Hasil Pengecekan Plagiat/Turnitin: 5 %

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung unsur penjiplakan atau plagiat. Saya sepenuhnya menyadari bahwa jika terbukti adanya penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, saya siap menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran penuh dan tanpa adanya paksaan dari pihak mana pun.



Indralaya, Juli 2024

Yang menyatakan.



Haris Putra Ramadhan

NIM. 09011281924077

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan karunia, kesehatan dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Implementasi Metode Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Mendeteksi Kemacetan Lalu Lintas Serta Menentukan Jalur Terbaik Menggunakan Algoritma Heuristic Search Pada Jalan Raya Kota Palembang”**. Dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas doa, ide, saran, serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT. dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan baik dan lancar.
2. Kepada kedua orang tua saya, yang memberikan dukungan moril maupun materil kepada penulis demi kelancaran penulisan 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 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah berkenan meluangkan waktunya membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan untuk penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Bapak Iman Saladin B. Azhar S.Kom., M.MSi., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Admin Jurusan Sistem Komputer.

8. Kepada teman grup Team TA Kholil, Fachri, Ageng, Adit, Jojo, dan Lilis yang telah membantu menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
9. Seluruh teman – teman angkatan 2019 Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
10. Almamater.

Semoga dengan terselesainya skripsi ini bisa bermanfaat untuk menambah wawasan kepada mahasiswa selanjutnya yang menjadikan skripsi ini sebagai acuan untuk mengembangkan pengetahuan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Indralaya, Juli 2024

Penulis,

Haris Putra Ramadhan
NIM. 09011281924077

**IMPLEMENTASI METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)
UNTUK MENDETEKSI KEMACETAN LALU LINTAS SERTA
MENENTUKAN JALUR TERBAIK MENGGUNAKAN ALGORITMA
HEURISTIC SEARCH PADA JALAN RAYA KOTA PALEMBANG**

HARIS PUTRA RAMADHAN (09011281924077)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: harisputra.ramadhan29@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan model YOLOv8 untuk mendeteksi lima kelas objek dengan hasil training menunjukkan akurasi 95%, f-1 score 89%, dan mAP@0.5 sebesar 93.1%. Pada tahap testing, model ini mencapai akurasi 93.83%, f-1 score 83%, dan mAP@0.5 sebesar 86.7%. Penghitungan kendaraan menggunakan YOLOv8 dan DeepSORT pada 72 video menunjukkan akurasi rata-rata 95.51% untuk motor dan 79.02% untuk mobil. Selain itu, model CNN untuk klasifikasi kondisi jalan dengan dataset 320 baris data mencapai akurasi 89.06% pada data testing. Algoritma Heuristic Search (A-Star) digunakan untuk pencarian rute terbaik dari jembatan Ampera ke bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, menghasilkan 6 rute alternatif dengan prediksi 12 kondisi berbeda, di mana rute terbaik bervariasi tergantung kondisi.

Kata Kunci : YOLOv8, DeepSORT, CNN, algoritma Heuristic Search, Pencarian A-Star

**IMPLEMENTATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)
METHOD FOR DETECTING TRAFFIC CONGESTION AND DETERMINING
THE BEST ROUTE USING HEURISTIC SEARCH ALGORITHM ON THE
ROADS OF PALEMBANG CITY**

HARIS PUTRA RAMADHAN (09011281924077)

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty

Sriwijaya University

Email: harisputra.ramadhan29@gmail.com

ABSTRACT

This study developed the YOLOv8 model to detect five object classes, with training results showing an accuracy of 95%, an f-1 score of 89%, and mAP@0.5 of 93.1%. In the testing phase, the model achieved an accuracy of 93.83%, an f-1 score of 83%, and mAP@0.5 of 86.7%. Vehicle counting using YOLOv8 and DeepSORT on 72 videos showed an average accuracy of 95.51% for motorcycles and 79.02% for cars. Additionally, a CNN model for classifying road conditions using a dataset of 320 data entries achieved an accuracy of 89.06% on testing data. The Heuristic Search (A-Star) algorithm was used to find the best route from Ampera Bridge to Sultan Mahmud Badaruddin II Airport, generating six alternative routes with predictions for 12 different conditions, where the best route varied depending on the conditions.

Keywords : *YOLOv8, DeepSORT, CNN, Heuristic Search algorithm, A-Star Search*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Convolutional Neural Network (CNN).....	13

2.2.2	<i>One Dimensional Convolutional Neural Network</i>	15
2.2.3	Kemacetan Lalu Lintas	16
2.2.4	Penentuan jalur terbaik.....	17
2.2.5	Algoritma Heuristic Search.....	17
2.2.6	Algoritma <i>A-Star</i>	19
2.2.7	Jalan Raya	20
2.2.8	Kota Palembang	20
2.2.9	YOLO (You Only Look Once)	20
2.2.10	Sejarah dan Perkembangan YOLO	22
2.2.11	<i>Confusion Matrix</i>	25
2.2.12	Akurasi	25
2.2.13	Presisi (<i>Precisioan</i>).....	26
2.2.14	<i>Recall</i> (Sensitivitas atau <i>True Positive Rate</i>)	26
2.2.15	<i>F1-Score</i>	26
2.2.16	<i>Over-fitting</i>	26
2.2.17	<i>Under-fitting</i>	27
2.2.18	<i>Bestfitting</i>	27
2.2.19	Labeling Image	27
2.2.20	Kepadatan lalu lintas.....	28
2.2.21	Pengujian Efektivitas	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Kerangka Kerja.....	30
3.2	Menentukan Topik Penelitian	32
3.3	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	32
3.4	Menentukan Tujuan Penelitian.....	32

3.5	Menentukan Batasan Masalah dan Manfaat Penelitian.....	32
3.6	Studi Pustaka dan Literatur	33
3.7	Pengumpulan Dataset.....	33
3.8	Hardware dan Software	34
3.9	Pengumpulan <i>Dataset</i>	35
3.10	Perancangan <i>Pre-processing</i>	40
3.10.1	Data Cleaning.....	40
3.10.2	Data Integration.....	41
3.10.3	Data Transformation	42
3.10.4	Data Reduction.....	43
3.11	Processing Data	44
3.11.1	Dataset Kendaraan	44
3.11.2	<i>Training</i> Dataset.....	45
3.12	Pengujian Model.....	46
3.13	Evaluasi Kinerja Pengujian Model.....	46
3.14	YOLOv8 dan <i>DeepSort</i>	47
3.15	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	48
3.16	<i>Heuristic Search</i> (<i>A-Star Algorithm</i>).....	52
3.17	Hasil Rute Terbaik.....	52
3.18	Analisis dan Kesimpulan.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1.	Dataset Kendaraan.....	54
4.2.	Validasi Model YOLOv8	55
4.2.2	Validasi Model Pada Data Training.....	56

4.2.3	Validasi Model Pada Data Testing.....	61
4.2.4	Perbandingan Validasi Data Training dan Data Testing.....	66
4.3.	Validasi Model YOLOv8	67
4.4.	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	73
4.4.1	Validasi Model Pada Data Training.....	73
4.4.2	Evaluasi Model CNN Pada Data Training	74
4.4.3	Evaluasi Model CNN Pada Data Testing	78
4.4.4	Perbandingan Hasil Evaluasi Model Data Training dan Testing	83
4.4.5	Prediksi Kondisi Lalu Lintas Menggunakan CNN	84
4.5.	Pencarian Rute Terbaik dengan <i>Heuristic Search</i> Algoritma <i>A-Star</i>	93
4.5.1	Menentukan Rute	94
4.5.2	Menentukan Jalur Terbaik	96
4.6.	Analisa Hasil	109
4.6.1	Hasil Prediksi YOLOv8 dan <i>DeepSort</i>	109
4.6.2	Hasil Prediksi Lalu Lintas Menggunakan CNN.....	110
4.6.3	Analisa Jalur Terbaik	113
BAB V	KESIMPULAN	116
5.1.	Kesimpulan.....	116
5.2.	Saran	117
DAFTAR PUSTAKA		118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN.....	14
Gambar 2.2 Arsitektur 1DCNN.....	15
Gambar 2.2 Deteksi Gambar Dengan YOLOv8	21
Gambar 3.1 Kerangka Proses Kerja Penelitian	30
Gambar 3.2 Keadaan Jalan Raya Masjid Agung Palembang	32
Gambar 3.3 Kumpulan Data Gambar	34
Gambar 3.4 Screenshot Data Rekaman Video	37
Gambar 3.5 Pelabelan Gambar	41
Gambar 3.6 Hasil Pelabelan Gambar	42
Gambar 3.7 Hasil Training YOLOv8	44
Gambar 3.8 Video hasil deteksi jumlah kendaraan	46
Gambar 3.9 File .csv hasil deteksi jumlah kendaraan.....	47
Gambar 4.1. Confusion matrix data training YOLOv8	55
Gambar 4.2. Precision-recall curve data training	59
Gambar 4.3. F1-confidence curve data training	60
Gambar 4.4. Confusion matrix data testing YOLOv8.....	61
Gambar 4.5. Precision-recall curve data testing	64
Gambar 4.6. F1-confidence curve data testing	65
Gambar 4.7. Video Testing di Masjid Agung pada Pagi Hari.....	67
Gambar 4.8. Hasil training model CNN.....	72
Gambar 4.9. Confusion matrix data training CNN	73
Gambar 4.10. Evaluasi model CNN pada data training.....	73

Gambar 4.11. Confusion matrix data testing CNN	78
Gambar 4.12. Evaluasi model CNN pada data training.....	78
Gambar 4.13. Isi File .csv untuk input CNN	84
Gambar 4.14. Direktori file .csv input CNN	85
Gambar 4.15. Direktori hasil output deteksi CNN	86
Gambar 4.16. Isi File hasil output deteksi CNN.....	87
Gambar 4.17. Grafik Rute Kota Palembang	95
Gambar 4.18. Titik rute terbaik 22 maret 2023 pagi.....	97
Gambar 4.19. Titik rute terbaik 22 maret 2023 siang	98
Gambar 4.20. Titik rute terbaik 22 maret 2023 sore	99
Gambar 4.21. Titik Rute Terbaik 27 maret 2023 pagi.....	100
Gambar 4.22. Titik Rute Terbaik 27 maret 2023 siang	101
Gambar 4.23. Titik Rute Terbaik 27 maret 2023 sore	102
Gambar 4.24. Titik Rute Terbaik 31 maret 2023 pagi.....	103
Gambar 4.25. Titik Rute Terbaik 31 maret 2023 siang	104
Gambar 4.26. Titik Rute Terbaik 31 maret 2023 sore	105
Gambar 4.27. Titik Rute Terbaik 1 april 2023 pagi.....	106
Gambar 4.28. Titik Rute Terbaik 1 april 2023 pagi.....	107
Gambar 4.29. Titik Rute Terbaik 1 april 2023 pagi.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terkait beberapa tahun terakhir	8
Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	33
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	33
Tabel 3.3 Pengambilan Dataset Foto.....	35
Tabel 3.4 Pembagian Pengambilan Dataset Foto.....	36
Tabel 3.5 Waktu Pengambilan Dataset Video	37
Tabel 3.6 Pembagian Pengambilan Dataset Video.....	38
Tabel 3.7 Rincian Proses Data Cleaning	40
Tabel 3.8. Hasil dataset kendaraan	43
Tabel 3.9. Dataset tabel referensi	47
Tabel 3.10. Variabel input CNN	48
Tabel 3.11. Lebar jalan.....	49
Tabel 3.12. Jarak tempuh rute.....	49
Tabel 3.13. Contoh kondisi jalan raya	50
Tabel 3.14. Output CNN.....	50
Tabel 3.15. Bobot nilai	51
Tabel 4.1. Hasil Label Dataset	53
Tabel 4.2. Hasil prediksi data training.....	56
Tabel 4.3. Confusion Matrix pada data training.....	56
Tabel 4.4. Hasil prediksi data testing	61
Tabel 4.5. Confusion Matrix pada data testing	62
Tabel 4.6. Perbandingan Validasi Data Training dan Testing	65
Tabel 4.7 Perbandingan YOLOv8 dan Pengamatan Mata	68

Tabel 4.8. Hasil Prediksi Data Training CNN.....	74
Tabel 4.9. Confusion Matrix Data Training CNN	74
Tabel 4.10. Hasil Prediksi Data Testing CNN	79
Tabel 4.11. Confusion Matrix Data Training CNN	79
Tabel 4.12. Perbandingan evaluasi model CNN.....	82
Tabel 4.13. Hasil Deteksi Kondisi Jalan Raya.....	88
Tabel 4.14. Rute Ampera menuju Bandara.....	94
Tabel 4.15. Bobot rute terbaik 22 maret 2023 pagi.....	96
Tabel 4.16. Bobot rute terbaik 22 maret 2023 siang	97
Tabel 4.17. Bobot rute terbaik 22 maret 2023 sore.....	98
Tabel 4.18. Bobot Rute Terbaik 27 maret 2023 pagi.....	99
Tabel 4.19. Bobot Rute Terbaik 27 maret 2023 siang.....	100
Tabel 4.20. Bobot Rute Terbaik 27 maret 2023 sore	101
Tabel 4.21. Bobot Rute Terbaik 31 maret 2023 pagi.....	102
Tabel 4.22. Bobot Rute Terbaik 31 maret 2023 siang.....	103
Tabel 4.23. Bobot Rute Terbaik 31 maret 2023 sore	104
Tabel 4.24. Bobot Rute Terbaik 1 april 2023 pagi.....	105
Tabel 4.25. Bobot Rute Terbaik 1 april 2023 pagi.....	106
Tabel 4.26. Bobot Rute Terbaik 1 april 2023 pagi.....	107
Tabel 4.27. Hasil Rute Terbaik.....	114

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia khususnya dikota Palembang terus bertambah disetiap tahunnya. Hal ini dapat menimbulkan masalah lalu lintas. Salah satu masalah yang ditimbulkan akibat semakin banyaknya kendaraan bermotor adalah kemacetan. Menurut Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor di Provinsi Sumatera Selatan ditahun 2021 mencapai 3.851.195 [1].

Kemacetan umumnya terjadi pada kota-kota besar yang memiliki manajemen lalu lintas yang tidak begitu baik dan pada umumnya terjadi pada lokasi publik seperti Pasar, Sekolah, Terminal Bus, Mall dan lain sebagainya [2]. Kemacetan terjadi karena beberapa faktor seperti banyaknya pengguna jalan yang tidak tertib berlalu lintas, pengendara yang melawan arus terutama pengendara sepeda motor, kurangnya pengawasan di jalan raya, adanya mobil yang sedang parkir kemudian memakan badan jalan, jalanan yang tidak rata atau berlubang sehingga harus bergantian dengan pengguna jalan yang lainnya. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya pengawasan lalu lintas yang berdampak kepada kemacetan lalu lintas [3].

Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah lalu lintas yang sering terjadi dikota Palembang. Terdapat empat titik rawan kemacetan yang ada dikota Palembang, yaitu di simpang bundaran air mancur masjid agung, sepanjang jalan Jenderal Sudirman, pasar Cinde, dan Kawasan mall ditengah kota Palembang. Tentunya hal tersebut sangat mengganggu kelancaran aktivitas masyarakat yang sedang berada di titik tersebut [4]. Kemacetan lalu lintas menimbulkan berbagai dampak ekonomi dan sosial bagi pengguna jalan seperti pemborosan penggunaan

bahan bakar, biaya operasional kendaraan, *time value*, *economic value*, dan pencemaran lingkungan. Beberapa dampak sosial yang ditimbulkan akibat kemacetan lalu lintas adalah tingkat kenyamanan pengguna jalan rendah, menimbulkan *stress*, kelelahan, dan emosi pada pengguna jalan [5].

Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang ada saat ini seperti penggunaan kamera CCTV pada lalu lintas yang dapat digunakan sebagai media untuk mendeteksi kendaraan di jalan raya. Salah satu metode yang dipilih untuk mendeteksi kemacetan adalah metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Perkembangan teknologi pada saat ini dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* menunjukkan kinerja yang signifikan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Metode ini dapat mengklasifikasi objek-objek berdasarkan ciri-ciri dari objek tersebut [6].

Pada penelitian [7] menggunakan metode *Convolutional Neural Network* untuk mendeteksi kemacetan pada jalan raya yang mana pengambilan gambar kendaraan diambil melalui kamera stasioner yang menghadap ke jalan raya dikota Hangzhou dan Xi'an. Kemudian untuk menentukan jalur terbaik ketika terjadi kemacetan, digunakanlah algoritma *Heuristic Search*. Algoritma ini menghasilkan keputusan dengan mengurutkan semua opsi yang dapat diakses. Setelah melalui proses tersebut, akan dipilih opsi terbaik dari daftar yang telah disusun sebelumnya.

Terdapat sebuah penelitian yang menggunakan algoritma *Heuristic Search* untuk meningkatkan *robustness* dari *watermark* sebuah citra medis. Dalam heuristic search, algoritma berusaha untuk mengoptimalkan proses pencarian dengan memanfaatkan informasi atau pengetahuan yang tersedia untuk mengambil keputusan yang tepat dalam memilih cabang-cabang pencarian yang paling menjanjikan untuk dijelajahi lebih lanjut. *Heuristic search* sering digunakan dalam masalah-masalah yang kompleks dan memiliki ruang pencarian yang besar, seperti pada permasalahan routing, perencanaan, dan optimasi. Dalam banyak kasus,

teknik ini dapat memberikan solusi yang baik dengan waktu yang lebih cepat dan menggunakan sumber daya yang lebih sedikit dibandingkan dengan teknik pencarian yang lebih umum seperti *brute-force search*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi adanya kemacetan di jalan raya menggunakan metode *Convolutional Neural Network* serta dapat menentukan rekomendasi jalur terbaik jika terdeteksi adanya kemacetan dengan menggunakan algoritma *Heuristic Search*. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memilih rute perjalanan di kota Palembang serta dapat membantu petugas lalu lintas dalam mendeteksi adanya kemacetan yang terjadi di jalan raya kota Palembang.

Berdasarkan latar belakang diatas, Penulis membuat Skripsi dengan judul **“Implementasi Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Mendeteksi Kemacetan Lalu Lintas Serta Menentukan Jalur Terbaik Menggunakan Algoritma *Heuristic Search* Pada Jalan Raya Kota Palembang”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut perumusan masalah pada Skripsi ini, yaitu:

1. Kemacetan lalu lintas yang terjadi di jalan raya kota Palembang.
2. Mendeteksi kemacetan lalu lintas di jalan raya kota Palembang menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN).
3. Menentukan jalur terbaik untuk pengguna jalan raya kota Palembang menggunakan algoritma *Heuristic Search*.

1.3 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah pada Skripsi ini, yaitu:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada kemacetan lalu lintas sehingga pelanggaran lalu lintas tidak akan ditangani pada penelitian ini.
2. Penelitian ini hanya menggunakan metode *Convolutional Neural Network* untuk mendeteksi kemacetan di jalan raya.

3. Penelitian ini hanya menggunakan algoritma *Heuristic Search* untuk menentukan jalur terbaik untuk pengguna jalan raya.
4. Penelitian ini hanya akan berfokus pada beberapa titik kemacetan dikota Palembang sehingga tidak semua titik akan diteliti oleh penelitian ini.

1.4 Tujuan

Berikut tujuan dari penulisan Skripsi ini, yaitu:

1. Memantau kemacetan lalu lintas menggunakan CCTV dan metode YOLO.
2. Dapat menerapkan metode *Convolutional Neural Network* untuk mendeteksi tingkat kemacetan yang terjadi dikota Palembang dan mengetahui efektivitas dari metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi tingkat kemacetan.
3. Dapat menerapkan Algoritma *Heuristic Search* (Algoritma A*) untuk menentukan jalur terbaik pada jalan raya kota Palembang untuk mengatasi kemacetan.

1.5 Manfaat

Berikut manfaat dari penulisan Skripsi ini, yaitu:

1. Dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi di jalan raya kota Palembang.
2. Dapat memberikan informasi mengenai seberapa efektif metode *Convolutional Neural Network* dalam mendeteksi tingkat kemacetan di jalan raya kota Palembang.
3. Implementasi sistem deteksi kemacetan lalu lintas menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dan Algoritma *Heuristic Search* diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat sehingga perjalanan masyarakat semakin efisien.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan pada Skripsi ini adalah sebagai berikut:

A. Metode Studi Pustaka dan Literatur

Pada metode ini, akan dilakukan pencarian dan pengumpulan referensi untuk informasi mengenai faktor-faktor kemacetan, metode *Convolutional Neural Network*, algoritma *Heuristic Search* yang bersumber dari buku, jurnal, dan internet yang bertujuan untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan.

B. Metode Konsultasi

Pada metode ini, penulis melakukan konsultasi secara langsung atau tidak langsung kepada pihak narasumber yang memiliki pengetahuan serta memiliki wawasan yang baik mengenai masalah yang ditemui pada penulisan Skripsi: Implementasi Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Mendeteksi Kemacetan Lalu Lintas Serta Menentukan Jalur Terbaik Menggunakan Algoritma *Heuristic Search* Pada Jalan Raya Kota Palembang.

C. Metode Pembuatan Model

Pada metode ini, peneliti akan membuat suatu perancangan permodelan menggunakan sebuah simulasi di berbagai macam perangkat lunak agar bisa memperlancar proses pembuatan model yang akan dirancang.

D. Metode Pengujian dan Validasi

Pada tahap ini, penulis melakukan pengujian terhadap rancangan simulasi yang telah dibuat, kemudian hasil dari pengujian dapat dilihat dari akurasi, efisiensi dan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dari pengujian tersebut.

E. Metode Hasil dan Analisa

Kemudian, hasil dari pengujian simulasi tersebut akan dianalisa kelebihan serta kekurangannya, sehingga hasil dari pengujian dapat menjadi referensi yang baik untuk penelitian selanjutnya.

F. Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran

Metode ini merupakan tahap akhir dari Metodologi Penelitian, berdasarkan hasil dan analisis dari penelitian yang dilakukan maka akan didapatkan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam mempermudah penyusunan Skripsi ini dan membuat isi dari setiap bab yang ada pada Skripsi ini menjadi lebih jelas, maka dibuat sistematika penulisan Skripsi sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Sebagai pondasi penelitian, bab ini membahas tentang Latar Belakang Masalah, Tujuan dan Manfaat, Perumusan dan Batasan Masalah, Metodologi Penelitian dan Sistematika Penulisan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan penjelasan Dasar Teori, Konsep dan Prinsip Dasar yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah dari penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini, akan dijelaskan metodologi yang dibahas secara rinci tentang teknik, metode, dan alur proses yang dilakukan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan hasil pengujian dan analisis yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan terhadap hasil yang telah dicapai seperti kelebihan dan kekurangan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, berisi kesimpulan yang bersumber dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis beserta saran untuk penelitian selanjutnya, khususnya mengenai Skripsi yang dikerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Badan Pusat Statistik.”
https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/1600/api_pub/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2UDRMQT09/da_10/1 (accessed Jan. 06, 2023).
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] “Empat Titik Rawan Macet di Jantung Kota Palembang | Gaya Hidup.”
<https://www.gatra.com/news-419458-gaya-hidup-empat-titik-rawan-macet-di-jantung-kota-palembang.html> (accessed Jan. 18, 2023).
- [5] S. Tamara and H. Sasana, “Analisis Dampak Ekonomi Dan Sosial Akibat Kemacetan Lalu Lintas Di Jalan Raya Bogor-Jakarta,” *J. REP (Riset Ekon. Pembangunan)*, vol. 2, no. 2, pp. 185–196, 2017, doi: 10.31002/rep.v2i3.529.
- [6] V. M. P. Salawazo, D. P. J. Gea, R. F. Gea, and F. Azmi, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network (CNN) Pada Penegagalan Objek Video CCTV,” *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 1, pp. 74–79, 2019.
- [7] H. Cui, G. Yuan, N. Liu, M. Xu, and H. Song, “Convolutional neural network for recognizing highway traffic congestion,” *J. Intell. Transp. Syst. Technol. Planning, Oper.*, vol. 24, no. 3, pp. 279–289, 2020, doi: 10.1080/15472450.2020.1742121.
- [8] J. Kurniawan, C. K. Dewa, and Afiahayati, “Traffic Congestion Detection: Learning from CCTV Monitoring Images using Convolutional Neural Network,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 144, pp. 291–297, 2018, doi:

10.1016/j.procs.2018.10.530.

- [9] 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.
- [10] E. Elbasi, "Enhancing the robustness of watermarked medical images using heuristic search algorithm," *2020 7th Int. Conf. Internet Things Syst. Manag. Secur. IOTSMS 2020*, 2020, doi: 10.1109/IOTSMS52051.2020.9340222.
- [11] F. K. Handhal and A. T. Rashid, "Load balancing in distribution system using heuristic search algorithm," *Int. Conf. Adv. Sustain. Eng. Appl. ICASEA 2018 - Proc.*, pp. 48–53, 2018, doi: 10.1109/ICASEA.2018.8370954.
- [12] M. I. Hadi, D. K. Silalahi, and P. D. Wibawa, "Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Deteksi Volume Kendaraan Menggunakan Metode Yolov3 Traffic Light Setting Based On Vehicle Volume Detection Using The Yolov3 Method," *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 5, pp. 2133–2144, 2022, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/18470>
- [13] A. Jamal, M. T. Rahman, H. M. Al-Ahmadi, I. Ullah, and M. Zahid, "Intelligent intersection control for delay optimization: Using meta-heuristic search algorithms," *Sustain.*, vol. 12, no. 6, pp. 1–23, 2020, doi: 10.3390/su12051896.
- [14] N. Hanum Harani, C. Prianto, and M. Hasanah, "Deteksi Objek Dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Python," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 3, pp. 47–53, 2019.
- [15] A. Dutta and A. Zisserman, "The VIA annotation software for images, audio

- and video,” *MM 2019 - Proc. 27th ACM Int. Conf. Multimed.*, pp. 2276–2279, 2019, doi: 10.1145/3343031.3350535.
- [16] R. I. Tiyar and D. H. Fudholi, “Kajian Pengaruh Dataset dan Bias Dataset terhadap Performa Akurasi Deteksi Objek,” *Petir*, vol. 14, no. 2, pp. 258–268, 2021, doi: 10.33322/petir.v14i2.1350.
- [17] Arif Faizin, Moh. Lutfi, and Achmyatari, “Perbandingan Arsitektur Lenet Dan Googlenet Dalam Klasifikasi Diabetic Retinopathy Pada Citra Retina Fundus,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 342–347, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4581.
- [18] V. S. Dhaka *et al.*, “A survey of deep convolutional neural networks applied for prediction of plant leaf diseases,” *Sensors*, vol. 21, no. 14, 2021, doi: 10.3390/s21144749.
- [19] H. Hammam, A. Asyhar¹, S. A. Wibowo², and G. Budiman³, “Implementasi Dan Analisis Performansi Metode You Only Look Once (Yolo) Sebagai Sensor Pornografi Pada Video Implementation and Performance Analysis of You Only Look Once (Yolo) Method As Porn Censorship in Video,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 3631–3638, 2020.
- [20] S. Kiranyaz, O. Avci, O. Abdeljaber, T. Ince, M. Gabbouj, and D. J. Inman, “1D convolutional neural networks and applications: A survey,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 151, p. 107398, 2021, doi: 10.1016/j.ymsp.2020.107398.
- [21] E. C. Nisa and Y. Der Kuan, “Comparative assessment to predict and forecast water-cooled chiller power consumption using machine learning and deep learning algorithms,” *Sustain.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–18, 2021, doi: 10.3390/su13020744.
- [22] U. M. Rifanti, “Pemilihan Rute Terbaik Menggunakan Algoritma Dijkstra Untuk Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas di Purwokerto,” *JMPM J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 2, no. 2, p. 90, 2017, doi: 10.26594/jmpm.v2i2.926.

- [23] S. R. I Gede and Ni Putu Linda Santiari, “Penentuan Rute Evakuasi Bencana Kebakaran Menggunakan Algoritma Dijkstra berbasis Web Framework Vue.js,” *J. Sist. dan Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 80–88, 2020, doi: 10.30864/jsi.v14i2.252.
- [24] Gregorius Satia Budhi, “Pendekatan Activity-Based Costing Dan Metode Pencarian Heuristic Untuk Menyelesaikan Problem Pemilihan Peralatan Pada Flexible Manufacturing Systems (Fms),” *J. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 89–96, 2002, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/inf/article/view/15823>
- [25] F. S. Wahyuni and S. N. Mantja, “Penerapan Algoritma A * Untuk Pencarian Rute Terdekat Pada Permainan Berbasis Ubin (Tile Based Game),” pp. 168–172, 2016.
- [26] X. Li, X. Hu, Z. Wang, and Z. Du, “Path planning based on combination of improved A-STAR Algorithm and DWA algorithm,” *Proc. - 2020 2nd Int. Conf. Artif. Intell. Adv. Manuf. AIAM 2020*, no. 1, pp. 99–103, 2020, doi: 10.1109/AIAM50918.2020.00025.
- [27] G. Tang, C. Tang, C. Claramunt, X. Hu, and P. Zhou, “Geometric A-Star Algorithm: An Improved A-Star Algorithm for AGV Path Planning in a Port Environment,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 59196–59210, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3070054.
- [28] Y. Li, D. Dong, and X. Guo, “Mobile robot path planning based on improved genetic algorithm with A-star heuristic method,” vol. 2020, pp. 1306–1311, 2020, doi: 10.1109/ITAIC49862.2020.9338968.
- [29] P. R. Nahak, Y. C. S. P, and S. Winarto, “STUDI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KONSTRUKSI JALAN RAYA PADA RUAS JALAN UMASUKAER DI KABUPATEN MALAKA,” *JURMATEKS*, vol. 10, no. 3–4, p. 66, 2019, doi: 10.1017/S0165115300004575.

- [30] “Profil Kota Palembang – DISDUKCAPIL KOTA PALEMBANG.”
<https://disdukcabil.palembang.go.id/profil/> (accessed Feb. 23, 2023).
- [31] “YOLO (you only look once) – Universitas Gadjah Mada Menara Ilmu
Machine Learning.” <https://machinelearning.mipa.ugm.ac.id/2018/08/05/yolo-you-only-look-once/> (accessed Feb. 23, 2023).
- [32] Q. Aini, N. Lutfiani, H. Kusumah, and M. S. Zahran, “Deteksi dan Pengenalan
Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo,” *CESS (Journal
Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 6, no. 2, p. 192, 2021, doi:
10.24114/cess.v6i2.25840.
- [33] R. B. Bist, S. Subedi, X. Yang, and L. Chai, “A Novel YOLOv6 Object
Detector for Monitoring Piling Behavior of Cage-Free Laying Hens,”
AgriEngineering, vol. 5, no. 2, pp. 905–923, 2023, doi:
10.3390/agriengineering5020056.
- [34] R. Gelar Guntara, “Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian
Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7,” *J. Teknol.
Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, 2023, doi:
10.47233/jteksis.v5i1.750.
- [35] D. Ahmed, R. Sapkota, M. Churuvija, and M. Karkee, “Machine Vision-Based
Crop-Load Estimation Using YOLOv8,” pp. 1–23, 2023, [Online]. Available:
<http://arxiv.org/abs/2304.13282>
- [36] 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.
- [37] L. Li and M. Spratling, “Understanding and combating robust overfitting via
input loss landscape analysis and regularization,” *Pattern Recognit.*, vol. 136,
p. 109229, 2023, doi: 10.1016/j.patcog.2022.109229.
- [38] M. A. Salam, A. T. Azar, M. S. Elgendy, and K. M. Fouad, “The Effect of

Different Dimensionality Reduction Techniques on Machine Learning Overfitting Problem,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 12, no. 4, pp. 641–655, 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0120480.

- [39] I. G. Mordeno and J. G. C. Luzano, “Examining specific and non-specific symptoms of the best-fitting posttraumatic stress disorder model in conflict-exposed adolescents,” *BMC Psychol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.1186/s40359-023-01389-8.
- [40] H. Yustianah and I. Istianah, “Survei Kepadatan Arus Lalu Lintas Di Persimpangan Penceng Jalan Ra. Rukmini, Kecapi Kabupaten Jepara,” *Rev. Civ. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2017, doi: 10.31002/rice.v1i1.538.
- [41] B. Nugroho and E. Y. Puspaningrum, “Kinerja Metode CNN untuk Klasifikasi Pneumonia dengan Variasi Ukuran Citra Input,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 533–538, 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021834515.