

**PENENTUAN JALUR TERBAIK DENGAN
MENGUNAKAN *METODE ARTIFICIAL NEURAL
NETWORK* DAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
SEBAGAI PENERAPAN *SMART TRANSPORTATION*
PADA *SMART CITY***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



Oleh :

RORO KEMUNINGSARI

09011281924029

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN JALUR TERBAIK DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* DAN *PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION* SEBAGAI PENERAPAN *SMART
TRANSPORTATION* PADA *SMART CITY***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Serjana Komputer

Oleh :

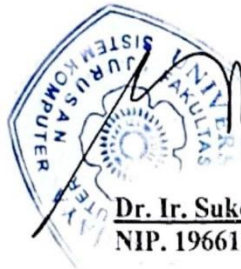
RORO KEMUNINGSARI

09011281924029

Inderalaya, 20 September 2023

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir

Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

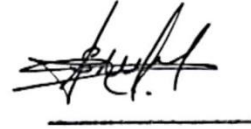
Telah diuji dan lulus pada

Hari : Senin

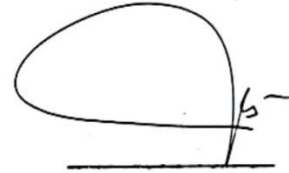
Tanggal : 14 Agustus 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Sarmayanta Sembiring, M.T



2. Sekretaris : Kemahyanto Exaudi, M.T



3. Penguji : Iman Saladin B. Azhar, M.Msi

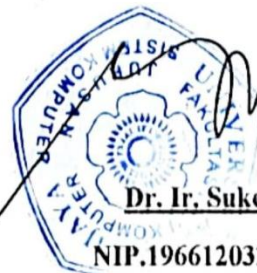


4. Pembimbing : Ahmad Fali Oklilas, M.T



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T

NIP.196612032006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Roro Kemuningsari

NIM : 09011281924029

Judul : Penentuan Jalur Terbaik Dengan Menggunakan Metode Artificial Neural Network Dan Particle Swarm Optimization Sebagai Penerapan Smart Transportation Pada Smart City

Hasil Pengecekan Plagiat/Turnitin 15%

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 dari Universitas Sriwijaya. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran penuh dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.



Inderalaya, 18 September 2023

Yang menyatakan,



Roro Kemuningsari

NIM.09011281924029

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui

(QS. Al-Baqarah:216)

”Untuk masa-masa sulitmu, biarlah Allah yang menguatkanmu. Tugasmu hanya berusaha agar jarak antara kamu dengan Allah tidak pernah jauh”

”Orang lain tidak akan paham struggle dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian succes storiesnya saja. Jadi berjuanglah untuk diri sendiri meskipun tidak akan ada yang bertepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

”Kerjakan” Karena sepele apapun harus tetap SARJANA!

”Pada akhirnya, ini semua hanyalah permulaan”

(Nadin Amizah)

Tiada lembar yang paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan, dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah laporan skripsi ini saya persembahkan sebagai bukti kepada orang tua tercinta, keluarga dan sahabat yang selalu memberi support untuk menyelesaikan skripsi ini. Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukanlah tanda kegagalan atau sesuatu yang memalukan. Mengukur kecerdasan seseorang berdasarkan seberapa cepat mereka lulus adalah perspektif yang sangat sempit. Bukankah sebaik-baik skripsi adalah skripsi yang selesai? Karena mungkin ada suatu hal dibalik itu semua, dan percayalah alasan saya disini merupakan alasan yang sepenuhnya baik

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul “Penentuan Jalur Terbaik Dengan Menggunakan Metode *Artificial Neural Network* Dan *Particle Swarm Optimization* Sebagai Penerapan *Smart Transportation* Pada *Smart City*” sebagai syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) dalam program Sarjana Fakultas Ilmu Komputer Jurusan Sistem Komputer.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak sekali hambatan dan rintangan yang penulis hadapi namun akhirnya penulis bisa melaluinya hal ini karena adanya bantuan dan juga bimbingan dari berbagai pihak baik moral maupun spiritual. Maka pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak atas ide dan bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua, bapak dan ibu tercinta orang yang hebat yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, terimakasih untuk semuanya berkat doa dan dukungan bapak ibu saya bisa berada dititik ini. Sehat selalu dan hiduplah lebih lama lagi karena bapak dan ibu harus selalu ada disetiap perjalanan dan pencapaian hidup saya.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si., selaku Plt 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. Yepi Sepriyani, Della Santika, Elsa Maharani Putri dan Milda Kamilia selaku teman yang menemani selama masa kuliah, selalu memberikan support dari awal hingga pembuatan tugas akhir ini.
7. Ayatullah Aridlo yang telah menemani penulis selama proses pembuatan tugas akhir ini. Terima kasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan, terima kasih telah berkontribusi banyak dalam proses pengerjaan tugas akhir dan terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan penyusunan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman seangkatan dan pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang penulis buat ini masih jauh dari sempurna hal ini karena terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan adanya saran dan masukan bahkan kritik membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi para pembaca dan pihak-pihak khususnya dalam bidang sistem komputer.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Inderalaya, 18 September 2023

Penuli



Roro Kemuningsari

NIM. 09011281924029

**PENENTUAN JALUR TERBAIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DAN PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION SEBAGAI PENERAPAN SMART TRANSPORTATION
PADA SMART CITY**

ABSTRAK

RORO KEMUNINGSARI (09011281924029)

Department of Computer System, Faculty of Computer Science,

Sriwijaya University

E-mail : rorokemuningsari@gmail.com

Kemacetan di Indonesia masih rumit dan belum terselesaikan. Teknologi Kecerdasan Buatan (AI), Pembelajaran Mesin, dan Optimisasi digunakan untuk inovasi dalam mengatasi masalah ini, yaitu penentuan jalur terbaik dengan memanfaatkan teknologi canggih tersebut. Teknologi ini menganalisis pola lalu lintas, meramalkan kondisi jalan, dan mengidentifikasi kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan jalur optimal dengan menggabungkan YOLOv3 untuk mendeteksi objek dan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk mengklasifikasikan kepadatan jalan. Optimisasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) diterapkan untuk hasil yang lebih akurat. Metode *Cheapest Insertion Heuristic* digunakan untuk menemukan jalur terbaik dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak, lebar jalan, dan kondisi jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ANN yang dioptimasi dengan PSO mencapai akurasi 89.06%, meningkat menjadi 90.62% setelah optimisasi. Awalnya, akurasi model ANN mencapai 97.915%, dan setelah dioptimasi dengan PSO, akurasi mencapai 100%. Keberhasilan ini menunjukkan pencapaian akurasi optimal dalam menentukan jalur terbaik. Metode *Cheapest Insertion Heuristic* digunakan untuk menentukan jalur optimal berdasarkan faktor-faktor yang ada.

Kata kunci: Penentuan Jalur Terbaik, YOLOv3, *Artificial Neural Network*, *Particle Swarm Optimization*, *Cheapest Insertion Heuristi*

DETERMINING THE OPTIMAL ROUTE USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AS A SMART TRANSPORTATION IMPLEMENTATION IN SMART CITY

ABSTRACT

RORO KEMUNINGSARI (09011281924029)

Department of Computer System, Faculty of Computer Science,

Sriwijaya University

E-mail : rorokemuningsari@gmail.com

Traffic congestion in Indonesia remains a complex and unresolved issue. With the advancement of Artificial Intelligence (AI), Machine Learning, and Optimization, there has been a recent innovation to address this traffic problem. This innovation involves determining optimal routes by harnessing these advanced technologies. Artificial Intelligence (AI), Machine Learning, and Optimization technologies are used to analyze traffic patterns, forecast road conditions, and identify congestion patterns. The aim of this research is to find the best routes by combining YOLOv3 for object detection and Artificial Neural Network (ANN) for classifying road density. Additionally, optimization using Particle Swarm Optimization (PSO) is applied for more accurate results. The Cheapest Insertion Heuristic method is also used to find optimal routes, considering factors such as distance, road width, and road conditions. The research results show that the combination of PSO-optimized ANN achieves an accuracy of 89.06%, which increases to 90.62% after optimization. Initially, the accuracy of the ANN model reaches 97.915%, and after PSO optimization, it reaches 100%. This success indicates the achievement of optimal accuracy in determining the best routes. The Cheapest Insertion Heuristic method is employed to determine optimal routes based on existing factors.

Keywords: Best Route Determination, YOLOv3, Artificial Neural Network, Particle Swarm Optimization, Cheapest Insertion Heuristic

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1. Metode Studi Literatur	5
2. Metode Konsultasi.....	5
3. Metode Pembuatan Model.....	5
4. Metode Pengujian dan Validasi	6
5. Metode Analisis	6
6. Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6

BAB I PENDAHULUAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN SEMENTARA	7
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait	9
2.2 Machine Learning	16
2.3 Penentuan Jalur Terbaik	17
2.4 Artificial Neural Network.....	17
2.5 Particle Swarm Optimization	20
2.6 Smart Transportation.....	20
2.7 Smart City	20
2.8 Kendaraan	21
2.9 Kemacetan Lalu Lintas.....	21
2.10 CCTV (Closed Control Television).....	22
2.11 YOLOv3 (You Only Look Once).....	22
2.12 Kemacetan Kota Palembang.....	26
2.13 Metode Heuristic Search	26
2.14 Algoritma Cheapest Insertion Heuristic	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Pendahuluan	30
3.2 Kerangka Kerja	30
3.2.1 Studi Pustaka dan Literatur	32
3.2.2 Pengumpulan Data Sampling	32
3.2.3 <i>Pre-processing</i>	32
3.2.4 You Only Look Once (YOLOv3).....	36
3.2.4 Training Data.....	36
3.2.5 Evaluasi Kinerja Model.....	37
3.2.6 Pengujian Model.....	38

3.2.7	Hasil Pengujian Training	38
3.2.8	Menghitung Jumlah Kendaraan	38
3.2.9	Metode <i>Artificial Neural Network</i>	39
3.2.10	Optimasi Particle Swarm Optimizzation (PSO).....	40
3.2.11	Heuristic Search dengan Algoritma <i>Cheapest Insertion Heuristic</i> (CIH) .	41
3.2.12	Analisa	41
3.3	Kebutuhan Perangkat Keras	42
3.4	Kebutuhan Perangkat Lunak	42
3.5	Analisa	43
3.6	Kesimpulan	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Pendahuluan	44
4.2	Pengumpulan Data	44
4.3	<i>Pre-processing</i>	45
4.4	Pengujian Model	50
4.5	Menghitung Jumlah Kendaraan	53
4.6	Metode <i>Artificial Neural Network</i>	55
4.7	Optimasi dengan Particle Swarm Optimization (PSO).....	69
4.8	Algoritma <i>Cheapest Insertion Heuristic</i>	79
4.8.1	Rute Terbaik Tanggal 2/1/2023 Waktu Pagi.....	86
4.8.2	Rute Terbaik Tanggal 2/1/2023 Waktu Siang.....	87
4.8.3	Rute Terbaik Tanggal 2/1/2023 Waktu Sore	89
4.8.4	Rute Terbaik Tanggal 3/1/2023 Waktu Pagi.....	90
4.8.5	Rute Terbaik Tanggal 3/1/2023 Waktu Siang.....	92
4.8.6	Rute Terbaik Tanggal 3/1/2023 Waktu Sore	93
4.8.7	Rute Terbaik Tanggal 4/1/2023 Waktu Pagi.....	95
4.8.8	Rute Terbaik Tanggal 4/1/2023 Waktu Siang.....	96
4.8.9	Rute Terbaik Tanggal 4/1/2023 Waktu Sore	98
4.8.10	Rute Terbaik Tanggal 5/1/2023 Waktu Pagi.....	99
4.8.11	Rute Terbaik Tanggal 5/1/2023 Waktu Siang.....	101
4.8.12	Rute Terbaik Tanggal 5/1/2023 Waktu Sore	102

4.9	Analisa	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		106
5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran	107
DAFTAR PUSTAKA		108
LAMPIRAN.....		111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Artificial Neural Netwrok	18
Gambar 2. 2 Arsitektur YOLO.....	22
Gambar 2. 3 Arsitektur YOLOv3.....	23
Gambar 2. 4 Darknet-53.....	24
Gambar 2. 5 Sistem Deteksi YOLO.....	24
Gambar 2. 6 Bounding Box pada YOLO.....	25
Gambar 2. 7 Proses Deteksi pada YOLO.....	25
Gambar 2. 8 Blok Diagram YOLO	25
Gambar 2. 9 Subtour CIH	28
Gambar 3. 1 Kerangka Kerja	31
Gambar 3. 2 Arsitektur MLP	39
Gambar 4. 1 Hasil Pengumpulan Data.....	45
Gambar 4. 2 Data Bersih yang telah dikoreksi	45
Gambar 4. 3 Proses anotasi dataset menggunakan LabelImg	46
Gambar 4. 4 Data Bersih dengan Label	46
Gambar 4. 5 Hasil dari .txt file.....	47
Gambar 4. 6 Data Training.....	47
Gambar 4. 7 Data Testing	48
Gambar 4. 8 Proses Training.....	49
Gambar 4. 9 Chart Hasil Training.....	49
Gambar 4. 10 Hasil Training.....	51
Gambar 4. 11 <i>Confusion Matrix</i> Yolov3.....	52
Gambar 4. 12 Hasil Perhitungan Kendaraan.....	54
Gambar 4. 13 Dataset Awal	55
Gambar 4. 14 Dataset Hasil Representasi	56
Gambar 4. 15 Nilai Kernel	56
Gambar 4. 16 Nilai Akurasi	57
Gambar 4. 17 Nilai <i>Recall</i> ANN	58
Gambar 4. 18 Nilai Presisi ANN.....	58
Gambar 4. 19 Nilai <i>F1-Score</i> ANN	59
Gambar 4. 20 Contoh Pembacaan Model ANN.....	59
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan	60
Gambar 4. 22 Grafik Pembacaan Keseluruhan ANN	67
Gambar 4. 23 Akurasi Pembacaan Model ANN	67
Gambar 4. 24 Akurasi Pembacaan Model ANN Siang.....	68
Gambar 4. 25 Akurasi Pembacaan Model ANN Sore.....	68
Gambar 4. 26 Hasil Optimasi PSO	69
Gambar 4. 27 Hasil Optimasi PSO	69

Gambar 4. 28 Nilai Presisi, <i>Recall</i> dan <i>F1-Score</i>	70
Gambar 4. 29 Akurasi Pembacaan PSO Keseluruhan	77
Gambar 4. 30 Akurasi Pembacaan Optimasi PSO Pagi	77
Gambar 4. 31 Akurasi Pembacaan PSO Siang	78
Gambar 4. 32 Akurasi Pembacaan PSO Sore	78
Gambar 4. 33 Peta Jalur 1	81
Gambar 4. 34 Peta Jalur 2	82
Gambar 4. 35 Peta Jalur 3	82
Gambar 4. 36 Peta Jalur 4	83
Gambar 4. 37 Peta Jalur 5	83
Gambar 4. 38 Peta Jalur 6	84
Gambar 4. 39 Graf Lokasi.....	85
Gambar 4. 40 Rute Perjalanan	85
Gambar 4. 41 Peta Jalur Terbaik 2/1/2023 Pagi	86
Gambar 4. 42 Hasil Jalur Terbaik 2/1/2023 Pagi	87
Gambar 4. 43 Peta Jalur Terbaik 2/1/2023 Siang	88
Gambar 4. 44 Hasil Jalur Terbaik 2/1/2023 Siang	88
Gambar 4. 45 Peta Jalur Terbaik 2/1/2023 Waktu Sore.....	89
Gambar 4. 46 Hasil Jalur Terbaik 2/1/2023 Waktu Sore	90
Gambar 4. 47 Peta Jalur Terbaik 3/1/2023 Waktu Pagi.....	91
Gambar 4. 48 Hasil Jalur Terbaik 3/1/2023 Waktu Pagi	91
Gambar 4. 49 Peta Jalur Terbaik 3/1/2023 Waktu Siang.....	92
Gambar 4. 50 Hasil Jalur Terbaik 3/1/2023 Waktu Siang	93
Gambar 4. 51 Peta Jalur Terbaik 3/1/2023 Waktu Sore.....	94
Gambar 4. 52 Hasil Jalur Terbaik 3/1/2023 Waktu Sore	94
Gambar 4. 53 Peta Jalur Terbaik 4/1/2023 Waktu Pagi.....	95
Gambar 4. 54 Hasil Jalur Terbaik 4/1/2023 Waktu Pagi	96
Gambar 4. 55 Peta Jalur Terbaik 4/1/2023 Waktu Siang.....	97
Gambar 4. 56 Hasil Jalur Terbaik 4/1/2023 Waktu Siang	97
Gambar 4. 57 Peta Jalur Terbaik 4/1/2023 Waktu Sore.....	98
Gambar 4. 58 Hasil Jalur Terbaik 4/1/2023 Waktu Sore	99
Gambar 4. 59 Peta Jalur Terbaik 5/1/2023 Waktu Pagi.....	100
Gambar 4. 60 Hasil Jalur Terbaik 5/1/2023 Waktu Pagi	100
Gambar 4. 61 Peta Jalur Terbaik 5/1/2023 Waktu Siang.....	101
Gambar 4. 62 Hasil Jalur Terbaik 5/1/2023 Waktu Siang	102
Gambar 4. 63 Peta Jalur Terbaik 5/1/2023 Waktu Sore.....	103
Gambar 4. 64 Hasil Jalur Terbaik 5/1/2023 Waktu Sore	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait ANN-PSO.....	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	42
Tabel 4. 1 Jumlah Pengumpulan Dataset Gambar dari tanggal 7 September 2022 s.d 2 Maret 2023.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Model.....	53
Tabel 4. 4 Hasil Rata-rata Akurasi Pembacaan dari YOLOv3	54
Tabel 4. 6 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 6:45 WIB	61
Tabel 4. 7 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 6:45 WIB	61
Tabel 4. 8 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 6:45 WIB	62
Tabel 4. 9 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 6:45 WIB	62
Tabel 4. 10 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 12:00 WIB	63
Tabel 4. 11 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 12:00 WIB	63
Tabel 4. 12 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 12:00 WIB	63
Tabel 4. 13 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 12:00 WIB	64
Tabel 4. 14 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 16:30 WIB	64
Tabel 4. 15 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 16:30 WIB	65
Tabel 4. 16 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 16:30 WIB	65
Tabel 4. 17 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 16:30 WIB	66
Tabel 4. 18 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 6:45 WIB	71
Tabel 4. 19 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 6:45 WIB	72
Tabel 4. 20 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 6:45 WIB	72
Tabel 4. 21 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 6:45 WIB	72
Tabel 4. 22 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 12:00 WIB	73
Tabel 4. 23 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 12:00 WIB	73
Tabel 4. 24 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 12:00 WIB	74
Tabel 4. 25 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 12:00 WIB	74
Tabel 4. 26 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 16:30 WIB	75
Tabel 4. 27 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 16:30 WIB	75
Tabel 4. 28 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 16:30 WIB	76
Tabel 4. 29 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 16:30 WIB	76
Tabel 4. 30 Nilai input lebar jalan setiap simpang.....	79
Tabel 4. 31 Nilai input jarak tempuh antar titik tujuan	80
Tabel 4. 32 Representasi Nama Simpang	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Perbaikan Penguji	A
Lampiran 2 Form Perbaikan Pembimbing	B
Lampiran 3 Hasil cek plagiasi.....	C
Lampiran 4 Tabel Perhitungan Kendaraan	D
Lampiran 5 Tabel Referensi Aturan Kondisi	H
Lampiran 6 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	Q
Lampiran 7 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	R
Lampiran 8 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	S
Lampiran 9 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	T
Lampiran 10 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	U
Lampiran 11 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	V
Lampiran 12 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	W
Lampiran 13 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	X
Lampiran 14 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	Y
Lampiran 15 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	Z
Lampiran 16 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	AA
Lampiran 17 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	BB
Lampiran 18 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	CC
Lampiran 19 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	DD
Lampiran 20 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	EE
Lampiran 21 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 6:45 WIB.....	FF
Lampiran 22 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	GG
Lampiran 23 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	HH
Lampiran 24 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	II
Lampiran 25 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 12:00 WIB.....	JJ
Lampiran 26 Hasil Pembacaan Model Tanggal 2/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	KK
Lampiran 27 Hasil Pembacaan Model Tanggal 3/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	LL
Lampiran 28 Hasil Pembacaan Model Tanggal 4/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	MM
Lampiran 29 Hasil Pembacaan Model Tanggal 5/1/23 Pukul 16:30 WIB.....	NN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemacetan dapat diartikan sebagai kondisi ketika arus lalu lintas terhambat atau berhenti karena banyaknya kendaraan yang bergerak lambat atau berhenti sepenuhnya. Fenomena ini sering terjadi di kota-kota besar di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, dan telah menjadi hal yang umum. Seiring berlalunya waktu, kemacetan ini telah meningkat menjadi permasalahan yang signifikan. Dampak dari kemacetan ini salah satunya adalah pemborosan waktu. Biasanya pengendara sebisa mungkin mencari jalur terbaik dan tercepat untuk sampai ditempat tujuannya. Pemilihan jalur terbaik ini dilakukan jika pada jalur utama terjadi hambatan. Untuk jumlah kendaraan yang melalui jalur tersebut akan terpantau melalui CCTV (*Closed Control Television*) ialah sebuah alat yang berfungsi untuk pemantauan arus lalu lintas hampir disetiap sudut jalan dengan cara mengekstrasi informasi dari sebuah gambar dengan contoh yang diambil adalah kecepatan, kemacetan dalam arus lalu lintas, jenis kendaraan yang beragam, varian nomor identifikasi kendaraan, serta insiden pelanggaran lalu lintas atau kecelakaan di jalan[1].

Kendaraan merupakan transportasi yang digunakan oleh hampir seluruh orang pada masa kini untuk bergerak atau berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik itu jarak yang jauh atau dekat. Terdapat berbagai jenis kendaraan seperti sepeda motor, mobil, truk, dan bus. Kemajuan teknologi transportasi telah membawa dampak yang pesat pada perkembangan arus lalu lintas, sehingga menyebabkan banyak perubahan dalam infrastruktur jalan dan sarana lainnya.[2]. Pertumbuhan ekonomi juga menjadi penyebab dari padatnya jalan raya karena semakin meningkatnya transportasi yang bermobilitas.

Prediksi arus lalu lintas kendaraan sangat penting dalam menentukan arus lalu lintas kendaraan saat ini dalam sistem transportasi jalan. Sebagai contoh adalah adanya konsep arus lalu lintas, yaitu mengetahui prediksi arus lalu lintas suatu jalan tertentu akan membantu pengguna jalan dalam menjadwalkan rute perjalanan. Ini

bisa membantu pengendara dalam proses pengambilan keputusan mereka mengenai rute terpendek yang mungkin ketujuan mereka[3].

Perhitungan jumlah unit kendaraan yang melewati jalur tersebut akan dilakukan dengan bantuan aplikasi YOLOv3 (*You Only Look Once*) yang mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi objek dalam waktu nyata. Dalam sebuah penelitian, seorang penulis telah mengajukan metode YOLOv3 ini karena menurutnya YOLOv3 ini lebih unggul dari versi YOLO sebelumnya, dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi[1]. *Artificial Neural Network* digunakan untuk melakukan pengelompokkan, memperkirakan sesuatu dan menghasilkan keputusan yang sesuai dengan keadaan yang diinginkan. *Particle Swarm Optimization* digunakan untuk teknik optimasi agar mendapatkan keputusan yang lebih akurat lagi setelah data diolah menggunakan *Artificial Neural Network*.

Artificial Neural Network (ANN) adalah suatu metode yang terinspirasi dari struktur jaringan syaraf dan berfungsi sebagai model pemetaan nonlinier yang terinspirasi dari jaringan saraf biologis.[4] Pemodelan *Artificial Neural Network* (ANN) adalah pendekatan yang digunakan untuk mengatasi masalah pengenalan pola dan juga digunakan sebagai teknik dalam data mining. [5]. Selanjutnya ada *Particle Swarm Optimization*, teknik ini adalah pendekatan pencarian, yang didasarkan pada perilaku sosial yang diamati dari sistem biologis dengan ciri kecerdasan kolektif untuk mencari solusi terbaik.[6]

Prediksi arus lalu lintas yang efisien dan efektif dalam transportasi jalan adalah salah satu karakteristik paling mendasar dari *Smart Transportation* di *Smart City*[7]. Memiliki informasi arus lalu lintas terkini untuk kemacetan lalu lintas di jalan bebas hambatan dan mengetahui tingkat volume lalu lintas kendaraan di persimpangan jalan terlebih dahulu memainkan peran penting dalam membantu sistem transportasi dalam mengembangkan dan menerapkan strategi perencanaan transportasi. Keuntungan lain dari memiliki informasi lalu lintas terkini adalah membantu pengguna jalan dalam mengorientasikan rute perjalanan yang akan digunakan saat berpergian untuk menghindari terjebak macet dan juga dapat mengurangi waktu perjalanan di jalan. Optimasi adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk mencapai hasil terbaik dari kondisi atau situasi yang diberikan. Jadi pada optimasi kali ini menggunakan teknik heuristic dengan metode *Cheapest*

Insertion Heuristic (CIH). *Heuristic search* telah terbukti efektif dalam penelitian tentang masalah *travelling salesman*, mampu memecahkan masalah dengan baik dan lebih cepat daripada pencarian solusi secara lengkap. Hal ini karena *heuristic* ini berfungsi untuk mengurangi jumlah pencarian solusi yang perlu dilakukan.[8]

Oleh karena itu, dari keunggulan yang tercantum diatas telah membuat prediksi lalu lintas menjadi cabang transportasi jalan yang sangat diperlukan dan telah menarik perhatian dari berbagai peneliti transportasi selama dekade terakhir[7]. Arus lalu lintas yang semakin padat di kawasan perkotaan telah menciptakan masalah kemacetan, biasanya menyebabkan pengeluaran yang tidak perlu, waktu tempuh yang lebih lama, penurunan produktivitas, dan konsumsi bahan bakar ekstra[6]. Sistem lalu lintas yang terencana sangat diperlukan untuk mengejar ketertinggalan pembangunan bangsa, baik secara ekonomi maupun sosial. Sistem Transportasi Cerdas memainkan peran penting untuk solusi kemacetan jangka panjang karena mengintegrasikan teknologi canggih ke dalam perencanaan pembangunan kota, pengendalian lalu lintas, peningkatan layanan dan pengawasan wilayah yang luas, menyarankan solusi transportasi yang lebih layak dan berkelanjutan maka dari tugas akhir ini saya mengangkat judul “Penentuan Jalur Terbaik Dengan Menggunakan Metode *Artificial Neural Network* Dan *Particle Swarm Optimization* Sebagai Penerapan *Smart Transportation* Pada *Smart City*”.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut adalah pernyataan masalah yang akan diteliti dalam Tugas Akhir ini:

1. Tingkat volume kendaraan lalu lintas yang akan dihitung dan dideteksi sesuai dengan rekaman CCTV dengan menggunakan *You Only Look Once version 3 (YOLOv3)*
2. Bagaimana mengoptimasi hasil klasifikasi *Artificial Neural Network* dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization (PSO)*
3. Mengklasifikasi padatnya lalu lintas untuk menentukan jalur terbaik dan jarak terdekat dengan menggunakan *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)*

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Menghitung serta mendeteksi tingkat volume dan jenis kendaraan yang terdapat pada hasil rekaman CCTV dengan menggunakan *You Only Look Once version 3 (YOLOv3)*
2. Hasil output dari klasifikasi *Artificial Neural Network (ANN)* dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization (PSO)* untuk penentuan kondisi jalan berdasarkan tingkat volume kepadatan kendaraan lalu lintas dari opsi jalan yang ada.
3. Mengklasifikasi kondisi kepadatan jalan dan jalur terbaik dengan menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)*

1.4 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini, berikut adalah ruang lingkup masalah yang dibatasi:

1. Dataset yang digunakan adalah hasil rekaman CCTV lalu lintas, dengan kepemilikan hak cipta dari Dinas Perhubungan Kota Palembang
2. Penggunaan *You Only Look Once version 3 (YOLOv3)* untuk mendeteksi tingkat volume kendaraan serta jenis kendaraan
3. Penggunaan metode *Artificial Neural Network (ANN)* serta *Particle Swarm Optimization (PSO)* untuk mengklasifikasi kondisi kepadatan jalan yang akan dilalui
4. Penggunaan optimasi *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* untuk teknik optimasi agar mendapatkan keputusan yang lebih akurat lagi setelah data diolah menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)*

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui fungsi dan penerapan *You Only Look Once version 3 (YOLOv3)* dalam menghitung dan mendeteksi kendaraan dengan hasil yang telah ada pada CCTV.

2. Dapat mengetahui cara mengklasifikasi kondisi kepadatan jalan yang akan dituju dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN)
3. Dapat mengetahui hasil output dari *Artificial Neural Network* (ANN) setelah di optimasi dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan menggunakan *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) untuk penentuan jalur terbaik yang ditempuh berdasarkan tingkat volume kepadatan kendaraan lalu lintas dari opsi jalan yang ada.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam Tugas Akhir ini, metode penelitian yang diterapkan adalah berikut berikut:

1. Metode Studi Literatur

Metode ini ialah metode pendekatan untuk mencari dan mengumpulkan referensi literatur yang terkait dengan masalah Tugas Akhir yang sedang diteliti, baik dari buku maupun internet.

2. Metode Konsultasi

Penulis menggunakan metode konsultasi untuk berkomunikasi langsung atau tidak langsung dengan berbagai pihak narasumber yang memiliki wawasan dan pengetahuan yang relevan mengenai permasalahan yang dihadapi dalam Tugas Akhir dengan judul "Penentuan Jalur Terbaik Dengan Menggunakan Metode *Artificial Neural Network* Dan *Particle Swarm Optimization* Sebagai Penerapan *Smart Transportation* Pada *Smart City*". Metode konsultasi ini membantu penulis dalam mengatasi berbagai permasalahan yang muncul dan memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap topik penelitian yang sedang diteliti.

3. Metode Pembuatan Model

Dalam metode pembuatan model ini, penulis akan membuat atau merancang serta dan memodelkan suatu sistem, menggunakan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak serta simulasi untuk memudahkan proses pembuatan model yang akan dijalankan oleh penulis.

4. Metode Pengujian dan Validasi

Metode ini digunakanlah untuk menguji sistem yang telah dibangun, dengan tujuan untuk mengidentifikasi batasan-batasan kinerja sistem dan memastikan apakah sistem tersebut dapat mencapai nilai akurasi yang lebih baik atau sebaliknya.

5. Metode Analisis

Metode ini melibatkan analisis dari hasil dan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis pada Penentuan Jalur Terbaik Dengan Menggunakan Metode *Artificial Neural Network* Dan *Particle Swarm Optimization* Sebagai Penerapan *Smart Transportation* Pada *Smart City* yang mana pada penelitian ini akan dianalisis sedemikian rupa mulai dari kekurangan serta kelebihan dari semua metode-metode yang digunakan, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai referensi yang baik untuk penelitian selanjutnya.

6. Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran

Metode ini merupakan langkah terakhir dari penelitian ini, di mana didasarkan pada hasil dan analisis yang telah dilakukan untuk Penentuan Jalur Terbaik Dengan Menggunakan Metode *Artificial Neural Network* Dan *Particle Swarm Optimization* Sebagai Penerapan *Smart Transportation* Pada *Smart City* maka didapatkan kesimpulan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut adalah urutan sistematis dalam penulisan Tugas Akhir yang memfasilitasi deskripsi bab-bab penelitian secara tersusun. Beberapa contoh dari susunan penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, dan batasan masalah dari topik yang dipilih, yakni mengenai menentukan jalan terbaik dengan menggunakan *Artificial Neural Network* dengan optimasi *Particle Swarm Optimization*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, akan dilakukan pengumpulan berbagai sumber sebagai referensi untuk penelitian. Isi dari bab ini akan berfokus pada tinjauan pustaka (*literature review*) yang terkait dengan permasalahan yang dibahas yaitu penentuan jalur terbaik dengan menggunakan *Artificial Neural Network* dengan optimasi particle swarm optimization untuk mendapatkan hasil yang optimal.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, akan diuraikan secara rinci pembahasan mengenai penerapan langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan penentuan jalan terbaik. Bab ini akan menjelaskan bagaimana menentukan jalan terbaik dengan metode artificial neural network yang dioptiasi oleh particle swarm optimization.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN SEMENTARA

Dalam bab ini, akan dijelaskan tentang proses menentukan jalur optimal berdasarkan hasil sementara dari pengujian yang telah dilaksanakan pada tahap sebelumnya. Data yang telah diuji akan dianalisis dengan berbagai teknik dan validasi dilakukan untuk mencapai kesimpulan yang tepat dan akurat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan rangkuman dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Harahap *et al.*, “Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan YOLO (*You Only Look Once* v3),” *Semin. Nas. APTIKOM*, p. 2019, 2019.
- [2] C. M. Samsudin, *APLIKASI PENGHITUNG KENDARAAN YANG MELINTAS DI JALAN RAYA BERDASARKAN METODE YOLO OBJECT DETECTION*, vol. 68, no. 1. 2020. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001><https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003><http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024>
- [3] I. O. Olayode, A. Severino, L. K. Tartibu, F. Arena, and Z. Cakici, “Performance evaluation of a hybrid PSO enhanced ANFIS model in prediction of traffic flow of vehicles on freeways: Traffic data evidence from South Africa,” *Infrastructures*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.3390/infrastructures7010002.
- [4] “2021 Machine Learning Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python by Ibnu Daqiqil Id.pdf.”
- [5] D. Iskandar and L. Sriharyani, “Soft Computing Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan,” vol. 10, no. 2, 2021.
- [6] H. S. E. Chuo, M. K. Tan, A. C. H. Chong, R. K. Y. Chin, and K. T. K. Teo, “Evolvable traffic signal control for intersection congestion alleviation with enhanced particle swarm optimisation,” *Proc. - 2017 IEEE 2nd Int. Conf. Autom. Control Intell. Syst. I2CACIS 2017*, vol. 2017-Decem, no. October, pp. 92–97, 2017, doi: 10.1109/I2CACIS.2017.8239039.
- [7] I. O. Olayode, L. K. Tartibu, M. O. Okwu, and A. Severino, “Comparative traffic flow prediction of a heuristic ANN model and a hybrid ANN-PSO model in the traffic flow modelling of vehicles at a four-way signalized road intersection,” *Sustain.*, vol. 13, no. 19, 2021, doi: 10.3390/su131910704.
- [8] Suparyanto dan Rosad, “Optimasi Rute Sales Coverage Menggunakan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan Layanan Google Maps API,” *Suparyanto dan Rosad*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [9] I. O. Olayode, L. K. Tartibu, M. O. Okwu, and U. F. Ukaegbu, “Development of a hybrid *Artificial Neural Network-Particle Swarm Optimization* model

- for the modelling of traffic flow of vehicles at signalized road intersections,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 18, 2021, doi: 10.3390/app11188387.
- [10] “Development of a Predictive Approach for the Modelling of Vehicular Traffic Flow at Road Intersections By In the SUPERVISOR : Associate Professor Lagouge Kwanda,” vol. 0002, no. August, 2017.
- [11] L. R. Frank, Y. M. Ferreira, E. P. Julio, F. H. C. Ferreira, B. J. Dembogurski, and E. F. Silva, “Multilayer Perceptron and *Particle Swarm Optimization* Applied to Traffic Flow Prediction on Smart Cities,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 11622 LNCS, no. October, pp. 35–47, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-24305-0_4.
- [12] M. Ashikuzzaman, W. Akram, M. Mydul Islam Anik, M. Hasan, M. Sawkat Ali, and T. Jabid, “PSO-ANN in preventing traffic collisions: A comparative study,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 24, no. 3, pp. 1796–1803, 2021, doi: 10.11591/ijeecs.v24.i3.pp1796-1803.
- [13] Taufiq et al., “Menentukan Rute Terpendek Dengan Memanfaatkan Metode Heuristik Berbasis Algoritma a*,” *J. Mipa*, vol. 42, no. 1, pp. 43–51, 2019.
- [14] C. J. Lin, S. Y. Jeng, and H. W. Lioa, “A Real-Time Vehicle Counting, Speed Estimation, and Classification System Based on Virtual Detection Zone and YOLO,” *Math. Probl. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/1577614.
- [15] F. Fargiana, R. Respitawulan, Y. Fajar, D. Suhaedi, and E. Harahap, “Implementation of *Cheapest Insertion Heuristic* Algorithm in Determining Shortest Delivery Route,” *Int. J. Glob. Oper. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 37–45, 2022, doi: 10.47194/ijgor.v3i2.137.
- [16] D. Rachmawati and Wilyanto, “Implementation of Modified *Cheapest Insertion Heuristic* on Generating Medan City Tourism Route,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1566, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1566/1/012076.
- [17] C. Prianto and M. Kusnadi, “Penerapan Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Rute Terbaik Pada Mobile E-Parking Berbasis Sistem Informasi Geografis,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 3, pp. 329–335, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i3.941.
- [18] E. A. Lisangan, S. C. Sumarta, and L. O. Tandingan, “Simulasi Aplikasi

- Real Time Route Selection berbasis Wireless Sensor Network di Kota Makassar,” *Mob. Forensics*, vol. 2, no. 2, pp. 84–98, 2020, doi: 10.12928/mf.v2i2.2767.
- [19] Ansori, “Smart Government,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 3, no. April, pp. 49–58, 2021.
- [20] S. R. Sriratnasari, G. Wang, E. R. Kaburuan, and R. Jayadi, “Integrated Smart Transportation using IoT at DKI Jakarta,” *Proc. 2019 Int. Conf. Inf. Manag. Technol. ICIMTech 2019*, no. August, pp. 531–536, 2019, doi: 10.1109/ICIMTech.2019.8843747.
- [21] F. Margareth, Melisa. Papia J.C. Franklin. Warouw, “Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi Manado,” *Univ. Sam Ratulangi Manad.*, vol. 5, no. 2, pp. 220–228, 2018.
- [22] M. P. H. AS, “ANALISA DAN SOLUSI KEMACETAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN,” *Ekasakti J. Penelit. Pengabd.*, vol. 1, no. 2, pp. 244–254, 2021, doi: 10.31933/ejpp.v1i2.260.
- [23] Z. Aini, F. Hutapea, and N. Ramadhanie, “IMPLEMENTASI PENGAWASAN CCTV LALU LINTAS DI KOTA TANJUNGPINANG (STUDI KASUS DINAS PERHUBUNGAN),” vol. 11, pp. 1–13, 2020.
- [24] S. Nisumantri, “Penentuan Daerah Rawan Kecelakaan Bagi Pengguna Jalan Pada Ruas Jalan Kol. H. Burlian Palembang,” *J. Tekno Glob.*, vol. 7, no. 1, pp. 28–38, 2018.
- [25] R. Effendi and S. Maulinda, “Studi Perbandingan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* Dan Ant Colony System Dalam Pemecahan Travelling Salesman,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 2010, no. Snati, pp. 1–6, 2010, [Online]. Available: <https://journal.uii.ac.id/Snati/article/viewFile/1947/1722>