

**PENERAPAN *SMART TRANSPORTATION* PADA *SMART CITY* UNTUK
MENENTUKAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN METODE
RECURRENT NEURAL NETWORK YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID*
SEARCH (RNN-GS)**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

AHMAD AZHARI

09011381924083

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN *SMART TRANSPORTATION* PADA *SMART CITY* UNTUK
MENENTUKAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN METODE
RECURRENT NEURAL NETWORK YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID*
*SEARCH (RNN-GS)***

TUGAS AKHIR

Program Studi Sistem Komputer

Jenjang S1

Oleh:

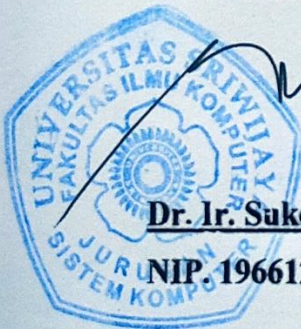
Ahmad Azhari

09011381924083

Palembang, 24 Juli 2023

Mengetahui, 25/7/23
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

Ahmad Fali Oklilas, M.T.

NIP. 197210151999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Juli 2023

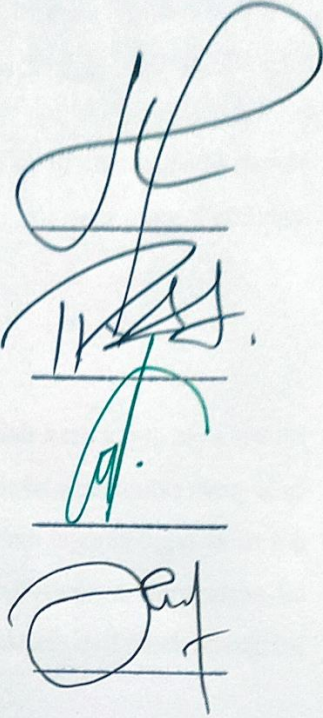
Tim Penguji

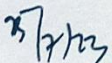
1. Ketua : Huda Ubaya, M.T.

2. Sekretaris : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc.

3. Penguji : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.

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



Mengetahui, 

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M. T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ahmad Azhari

NIM : 09011381924083

Judul : Penerapan *Smart Transportation* pada *Smart City* untuk menentukan rute terbaik menggunakan metode *Recurrent Neural Network* yang dioptimasi dengan *Grid Search* (RNN-GS).

Hasil Pengecekan Plagiat/Turnitin: 14 %

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.



Palembang, 24 Juli 2023

Yang menyatakan,



Ahmad Azhari

NIM. 09011381924083

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “Penerapan *Smart Transportation* Pada *Smart City* Untuk Menentukan Rute Terbaik Menggunakan Metode *Recurrent Neural Network* Yang Dioptimasi Dengan *Grid Search (RNN-GS)*”

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT. dan rasa terima kasih kepada beberapa pihak atas ide, bimbingan, dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril, material maupun spiritual selama ini
3. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Said, M.Sc. selaku plt Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer.
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. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Mbak Sari selaku Admin Jurusan Sistem Komputer Kampus Palembang yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Teman-teman “Genk *Smart City*” yaitu David Hasian Simatupang, Muhammad Alpina, Syairillah dan Ridho Apriliyanto yang selalu membantu disaat kesusahan dan selalu memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis

9. Teman-teman “Training TA” yaitu Nanda, Dinda, Manda, Ghina, dan Arum yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan dataset gambar.
10. Teman-teman “baCOD *Mobile*” yang senantiasa menjadi teman berbagi informasi dan diskusi dalam mengerjakan tugas-tugas perkuliahan.
11. Teman -teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2019, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
12. Jurusan Sistem Komputer
13. Almamater

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari. Akhir kata dengan segala keterbatasan penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, Juli 2023

Penulis,

Ahmad Azhari

NIM:09011381924083

**PENERAPAN *SMART TRANSPORTATION* PADA *SMART CITY* UNTUK
MENENTUKAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN METODE
RECURRENT NEURAL NETWORK YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID
SEARCH* (RNN-GS)**

AHMAD AZHARI (09011381924083)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: ahmadazhari5216@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini menggunakan algoritma *You Only Look Once Version 8* (YOLOv8) untuk mendeteksi dan menghitung jumlah kendaraan berdasarkan rekaman CCTV, metode *Recurrent Neural Network* (RNN) yang dioptimasi dengan *Grid Search* (GS) digunakan untuk memprediksi kondisi kepadatan jalan sehingga mendapatkan *output* lancar, sedang, macet, dan untuk menentukan rute terbaik menggunakan algoritma *A-Star*. Penelitian ini menggunakan dataset gambar kendaraan yang berjumlah 4224 gambar dan tabel referensi 5 kolom dan 320 baris kondisi jalan dalam bentuk .csv. YOLOv8 pada penelitian ini menghasilkan model mAP sebesar 85,4% dan akurasi pengujian 78.61%. Selanjutnya untuk metode RNN menghasilkan akurasi model sebesar 49,84% dan akurasi prediksi pembacaan sebesar 95,75%, dilanjutkan dengan dioptimasi menggunakan *Grid Search* sehingga mendapatkan akurasi model sebesar 50,48% dan akurasi pembacaan sebesar 95,75%, maka terjadilah peningkatan pada akurasi model sebesar 0,64% dan untuk akurasi pembacaan tetap sama sebesar 95,75%. Terakhir untuk algoritma *A-Star* menentukan rute terbaik dengan menggunakan parameter kondisi jalan dan jarak tempuh sehingga mendapatkan hasil rute terbaik pada rute 4, karena rute 4 memiliki bobot terkecil pada semua kondisi pagi jam 8 dan jam 9, siang jam 13, dan jam 14, sore jam 16, dan jam 17.

Kata Kunci : *A-Star, Grid Search, Penentuan Rute Terbaik, Recurrent Neural Network, Smart Transportation, Smart City, You Only Look Once Version 8*

APPLICATION OF SMART TRANSPORTATION IN SMART CITIES TO DETERMINE THE BEST ROUTE USING THE RECURRENT NEURAL NETWORK METHOD OPTIMIZED WITH GRID SEARCH (RNN-GS)

AHMAD AZHARI (09011381924083)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty
Sriwijaya University*

Email: ahmadazhari5216@gmail.com

ABSTRACT

In this study using the You Only Look Once Version 8 (YOLOv8) algorithm to detect and count the number of vehicles based on CCTV recordings, The Recurrent Neural Network (RNN) method optimized with Grid Search (GS) is used to predict road density conditions so as to get smooth, medium, congested output, and to determine the best route using the A-Star algorithm. This study uses a dataset of vehicle images totaling 4224 images and a reference table of 5 columns and 320 rows of road conditions in .csv form. The use of YOLOv8 in this study resulted in an mAP model of 85.4% and an accuracy of 78.61%. Next, the RNN method resulted in model accuracy of 49.84% and prediction accuracy of readings of 95.75%, followed by optimization using Grid Search so as to get model accuracy of 50.48% and reading accuracy of 95.75%, So there was an increase in model accuracy by 0.64% and for reading accuracy remained the same by 95.75%. Finally, the A-Star algorithm determines the best route using the parameters of road conditions and mileage so as to get the best route results on route 4, because route 4 has the smallest weight in all conditions 08.00 am and 09.00 am, 01.00 pm and 02.00 pm, 04.00 PM and 05.00 pm.

Keywords: *A-Star, Determination of the best route, Grid Search, Recurrent Neural Network, Smart Transportation, Smart City, You Only Look Once Version 8.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
a. Metode Studi Pustaka dan Literatur	4
b. Metode Konsultasi	5
c. Metode Pembuatan Model	5
d. Metode Pengujian dan Validasi	5
e. Metode Analisis	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait	7
2.2 <i>Smart</i> Transportation	13

2.3	<i>Smart City</i>	13
2.4	Penentuan Rute Terbaik	14
2.5	<i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	14
2.5.1	Cara Kerja <i>Recurrent Neural Network</i>	14
2.5.2	Arsitektur <i>Recurrent Neural Network</i>	17
2.5.3	Layer <i>Recurrent Neural Network</i>	18
2.5.4	Kelebihan dan Kekurangan RNN	18
2.6	<i>Grid Search</i>	19
2.7	<i>Heuristic Search</i>	20
2.8	Algoritma <i>A-Star</i>	20
2.9	<i>Closed Circuit Television (CCTV)</i>	21
2.10	<i>You Only Look Once (YOLO)</i>	22
2.11	<i>Deep Learning</i>	23
2.12	Kondisi Jalan Kota <i>Palembang</i>	24
2.13	<i>Transportasi</i>	25
2.14	<i>Confusion Matrix</i>	26
BAB III.....		28
METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Rancangan Tugas Akhir	28
3.2	Menentukan Topik Penelitian.....	31
3.3	Identifikasi kebutuhan dan perumusan masalah.....	31
1.	Perangkat keras (<i>Hardware</i>).....	31
2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	31
3.4	Menentukan Tujuan Penelitian.....	33
3.5	Menentukan Batasan dan Metodologi Penelitian	33
3.6	Studi Pustaka	34
3.7	Pengumpulan Dataset.....	34

3.7.1	Pengumpulan Dataset Gambar.....	34
3.7.2	Pengumpulan Dataset Rekaman CCTV.....	36
3.8	Perancangan Preprocessing	37
3.9	Hasil Training.....	46
3.10	Pengujian Model.....	50
3.11	Pengumpulan Dataset (Rekaman CCTV).....	51
3.12	YOLO (You Only Look Once).....	52
3.13	RNN (<i>Recurrent Neural Network</i>).....	52
3.14	<i>Output</i> RNN.....	54
3.15	Optimasi <i>Grid Search</i>	55
3.16	<i>Output</i> Optimasi <i>Grid Search</i>	55
3.17	Implementasi Metode <i>Heuristic Search</i> Algoritma <i>A-Star</i>	55
3.18	Hasil Rute Terbaik.....	57
3.19	Analisa Hasil Penelitian.....	58
BAB IV	59
HASIL DAN ANALISIS	59
4.1	Pengumpulan Dataset (Rekaman CCTV).....	59
4.2	You Only Look Once (YOLO).....	61
4.3	<i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	67
4.3.1	Hasil Metode <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	68
4.3.2	Evaluasi Model <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	68
4.3.3	Prediksi Menggunakan <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	71
4.4	<i>Grid Search</i>	83
4.4.1	Hasil Metode <i>Grid Search</i>	84
4.4.2	Evaluasi Metode <i>Grid Search</i>	84
4.4.3	Prediksi Menggunakan <i>Grid Search</i>	87
4.5	Implementasi Algoritma <i>A-Star</i>	99
4.5.1	Penentuan Rute Terbaik	99

4.5.2 Hasil Rute Terbaik RNN-GS	100
4.6 Analisa Hasil Penelitian	111
4.6.1 Analisa Hasil <i>You Only Look Once</i> v8 (YOLO v8).....	111
4.6.2 Analisa Hasil <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	112
4.6.3 Analisa Hasil <i>Grid Search</i>	113
4.6.4 Analisa Hasil Heuristic Search <i>A-Star</i>	113
BAB V	116
KESIMPULAN DAN SARAN.....	116
5.1 Kesimpulan.....	116
5.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara kerja Algoritma RNN.	15
Gambar 2. 2 Contoh Kasus RNN.....	16
Gambar 2. 3 Menggabungkan Tiga Hidden Layer Menjadi Satu.	17
Gambar 2. 4 Macam-macam Arsitektur RNN	17
Gambar 2. 5 Layer RNN.....	18
Gambar 3. 1 Flowchart Tugas Akhir.....	29
Gambar 3. 2 Blok Diagram	30
Gambar 3. 3 Pengumpulan Dataset.....	36
Gambar 3. 4 Dataset Penulis Sebelum <i>Cleaning</i>	38
Gambar 3. 5 Dataset Kotor Penulis.....	38
Gambar 3. 6 Dataset Penulis Setelah <i>Cleaning</i>	39
Gambar 3. 7 Mengubah Nama File	39
Gambar 3. 8 Menggabungkan Dataset	41
Gambar 3. 9 Proses <i>Labelling</i>	42
Gambar 3. 10 Data <i>Train</i> Berjumlah 3370 <i>File</i> . Gambar 3. 11 Data <i>Test</i> Berjumlah 854 <i>File</i>	43
Gambar 3. 12 Hirarki Kendaraan	43
Gambar 3. 13 Folder <i>Images</i> dan <i>Labels</i>	44
Gambar 3. 14 Gambar <i>Bluescreen</i> Saat <i>Training Epoch 100</i>	45
Gambar 3. 15 <i>Command</i> Untuk Melakukan <i>Training</i>	45
Gambar 3. 16 Model dari Hasil <i>Training</i>	46
Gambar 3. 17 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Dari <i>Training</i>	47
Gambar 3. 18 <i>Confidence Curve</i>	48
Gambar 3. 19 <i>Curva Precision-Recall</i>	49
Gambar 3. 20 Contoh Hasil Pengujian Model	50
Gambar 3. 21 <i>Output YOLO</i>	52
Gambar 3. 22 Peta Koordinat Keseluruhan Simpang	57
Gambar 4. 1 Peta Jalan.....	59
Gambar 4. 2 Screenshoot Video Simpang Kodim	60
Gambar 4. 3 Pelatihan Model RNN	67
Gambar 4. 4 Contoh Hasil <i>Output RNN</i>	68
Gambar 4. 5 Hasil <i>Output</i> Akurasi Model RNN.....	68
Gambar 4. 6 <i>Confusion Matrix RNN</i>	69
Gambar 4. 7 Hasil Evaluasi <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	70
Gambar 4. 8 Grafik Persentase RNN Pagi	72
Gambar 4. 9 Grafik Persentase RNN Siang	73
Gambar 4. 10 Grafik Persentase RNN Sore.....	74
Gambar 4. 11 Grafik Persentase Keseluruhan RNN	75
Gambar 4. 12 Pelatihan Model <i>Grid Search</i>	84
Gambar 4. 13 Contoh Hasil <i>Output Grid Search</i>	84
Gambar 4. 14 Hasil <i>Output</i> Akurasi Model <i>Grid Search</i>	84
Gambar 4. 15 <i>Confusion Matrix Grid Search</i>	85
Gambar 4. 16 Hasil Evaluasi <i>Grid Search</i>	86
Gambar 4. 17 Grafik Persentase <i>Grid Search</i> Pagi.....	88
Gambar 4. 18 Grafik Persentase <i>Grid Search</i> Siang.....	89

Gambar 4. 19 Grafik Persentase <i>Grid Search</i> Sore.....	90
Gambar 4. 20 Grafik Persentase Keseluruhan <i>Grid Search</i>	91
Gambar 4. 21 Skema Perjalanan	99
Gambar 4. 22 Visualisasi <i>Graph</i>	100
Gambar 4. 23 Hasil Rute Terbaik Pagi 12 Desember 2022 Jam 08:00.....	101
Gambar 4. 24 Visualisasi <i>Graph</i> Pagi 12 Desember 2022 Jam 08:00.....	101
Gambar 4. 25 Visualisasi <i>Graph</i> yang Terpilih.	102
Gambar 4. 26 Hasil Rute Terbaik Siang 13 Desember 2022 Jam 13:00.....	102
Gambar 4. 27 Visualisasi <i>Graph</i> Siang 13 Desember 2022 Jam 13:00.....	103
Gambar 4. 28 Visualisasi <i>Graph</i> yang Terpilih.....	103
Gambar 4. 29 Hasil Rute Terbaik Sore 14 Desember 2022 Jam 16:00	104
Gambar 4. 30 Visualisasi <i>Graph</i> Sore 14 Desember 2022 Jam 16:00.....	104
Gambar 4. 31 Visualisasi <i>Graph</i> yang Terpilih.	105
Gambar 4. 32 Hasil Rute Terbaik Pagi 12 Desember 2022 Jam 09:00.....	105
Gambar 4. 33 Visualisasi <i>Graph</i> Pagi 12 Desember 2022 Jam 09:00.....	106
Gambar 4. 34 Visualisasi <i>Graph</i> yang Terpilih.....	106
Gambar 4. 35 Hasil Rute Terbaik Siang 13 Desember 2022 Jam 14:00.....	107
Gambar 4. 36 Visualisasi <i>Graph</i> Siang 13 Desember 2022 Jam 14:00.....	107
Gambar 4. 37 Visualisasi <i>Graph</i> yang Terpilih.....	108
Gambar 4. 38 Hasil Rute Terbaik Sore 14 Desember 2022 Jam 17:00	108
Gambar 4. 39 Visualisasi <i>Graph</i> Sore 14 Desember 2022 Jam 17:00.....	109
Gambar 4. 40 Visualisasi <i>Graph</i> yang Terpilih.....	109
Gambar 4. 41 Rute 4 pada <i>Google Maps</i>	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	31
Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	32
Tabel 3. 3 Kondisi Keterangan Waktu Rekaman CCTV	37
Tabel 3. 4 Pengumpulan <i>File</i> Dataset 27 September 2022 – 22 Oktober 2022	40
Tabel 3. 5 Hasil Model <i>Training Dataset</i>	49
Tabel 3. 6 Hasil Akurasi Pembacaan dari <i>You Only Look Once</i> v8 pada Senin 12 Desember 2022 Jam 08:00 WIB.	50
Tabel 3. 7 Dataset Tabel Referensi	53
Tabel 3. 8 Variable <i>Input</i> RNN.....	53
Tabel 3. 9 Variable <i>Output</i> RNN	54
Tabel 3. 10 Implementasi Untuk Jarak Tempuh	56
Tabel 4. 1 Hasil Deteksi Jumlah Kendaraan Motor Sesi Pertama	61
Tabel 4. 2 Hasil Deteksi Jumlah Kendaraan Mobil Sesi Pertama.....	63
Tabel 4. 3 Hasil Deteksi Jumlah Kendaraan Motor Sesi Kedua	64
Tabel 4. 4 Hasil Deteksi Jumlah Kendaraan Mobil Sesi Kedua	66
Tabel 4. 5 Hasil <i>Precision Recurrent Neural Network</i> (RNN)	70
Tabel 4. 6 Hasil <i>Recall Recurrent Neural Network</i> (RNN)	70
Tabel 4. 7 Hasil <i>F1 Score Recurrent Neural Network</i> (RNN)	70
Tabel 4. 8 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00	77
Tabel 4. 9 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00	78
Tabel 4. 10 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00.....	79
Tabel 4. 11 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00	80
Tabel 4. 12 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00	81
Tabel 4. 13 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00.....	82
Tabel 4. 14 Hasil <i>Precision Grid Search</i>	86
Tabel 4. 15 Hasil <i>Recall Grid Search</i>	86
Tabel 4. 16 Hasil <i>F1 Score Grid Search</i>	86
Tabel 4. 17 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00	93
Tabel 4. 18 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00	94
Tabel 4. 19 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00.....	95
Tabel 4. 20 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00	96
Tabel 4. 21 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00	97
Tabel 4. 22 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00.....	98
Tabel 4. 23 Hasil Penentuan Rute Terbaik.....	110
Tabel 4. 24 Lebar dan Total Jarak Maing-masing Rute.....	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Referensi Kondisi Jalan	B
Lampiran 2 Hasil Cek Plagiasi.....	J
Lampiran 3 Form Revisi Ujian Penguji	K
Lampiran 4 Form Revisi Ujian Pemimbing	L

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah pengendara di jalan raya dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan lalu lintas di jalan raya. Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah yang sering dialami oleh pengendara setiap harinya yang dapat menghambat perjalanan sehingga, membuat sebagian pengendara terlambat sampai ke tujuan. Salah satu faktor penyebab terjadinya kemacetan adalah semakin tingginya tingkat kepadatan penduduk yang terus bertambah secara signifikan yang akan mengakibatkan banyaknya jumlah penduduk yang berkendara. Kondisi jalan yang buruk dan kurang lebar juga merupakan penyebab dari kemacetan lalu lintas. Untuk menghindari kemacetan dan kondisi jalan yang buruk, pengendara harus mencari rute alternatif agar para pengendara tidak memakan waktu yang banyak dalam perjalanan.

Dengan informasi yang tepat diberikan kepada semua orang atau dengan meramalkan kejadian tak terduga, konsep *smart city* dapat membantu orang dalam mengelola sumber daya mereka secara lebih efektif dan efisien. Dapat ditarik kesimpulan bahwa *smart city* adalah suatu sistem perkotaan yang menggunakan sumber informasi dan teknologi mutakhir untuk memudahkan aktivitas masyarakat sehari-hari[1].

Smart Transportation adalah komponen penting dari *Smart City* yang membutuhkan fungsi yang terinstrumentasi, saling berhubungan dan cerdas untuk meningkatkan interaktivitas warga negara dan memberikan keselamatan atas dasar jalan. *Smart Vehicles* dan unit pinggir jalan terdekat dilengkapi dengan modul perangkat keras (Sensor, unit pemrosesan dan lainnya) Kendaraan membuat *ad-hoc wireless network* untuk menangkap, menganalisis, memproses dan mengkomunikasikan data statistik secara *real-time*[2].

Peran teknologi informasi sudah menjadi hal yang sangat penting pada saat ini. Teknologi keamanan yang banyak digunakan sekarang adalah Teknologi informasi menjadi signifikan dan semakin penting akhir-akhir ini. *Closed-circuit television* (CCTV) merupakan keamanan yang paling umum digunakan saat ini.

Kamera CCTV dapat memantau dan mendokumentasikan semua aktivitas dan peristiwa yang terjadi di area tertentu yang sudah dipasang CCTV setiap saat. Kamera CCTV dapat dipantau dengan menggunakan monitor.[3]. Seperti pada kota Palembang yang telah menerapkan penggunaan teknologi CCTV. Penggunaan kamera CCTV di kota Palembang digunakan sebagai bukti pelanggaran, untuk kendaraan yang sering melanggar peraturan lalu lintas. Dengan mengetahui keadaan dan kondisi lalu lintas dari rekaman CCTV, Diperlukannya bantuan aplikasi yaitu aplikasi YOLO (*You Only Look Once*) v8. Metode YOLO merupakan salah satu metode yang paling cepat dan akurat pada pendeteksian objek bahkan mampu melebihi hingga 2 kali kemampuan algoritma lain[4]. YOLO merupakan salah satu model *Deep Learning* yang digunakan untuk melakukan pengenalan objek, Maka dengan adanya bantuan aplikasi YOLO tersebut dapat dilakukan perhitungan jumlah unit kendaraan dengan tingkat keakuratan yang lebih baik dan mendeteksi objek dalam waktu nyata.

Sebuah arsitektur *Artificial Neural Networks* (ANN) yang dikenal sebagai *Recurrent Neural Networks* (RNN) dirancang untuk menangani data kontinu atau berurutan. Sering sekali, masalah terkait data deret waktu, seperti prediksi cuaca diselesaikan menggunakan RNN.[5].

Grid Search secara umum merupakan kombinasi dari parameter yang diujikan pada suatu model untuk mencari nilai *error* dalam klasifikasi. Tujuan dari metode ini adalah mengidentifikasi parameter optimal pada data *training* sehingga model tersebut dapat memprediksi data *testing* secara akurat[6],[7]. *Grid Search* merupakan pencarian lengkap melalui subset ruang *hyperparameter* yang ditentukan secara manual dari suatu algoritma pembelajaran[8].

Algoritma *A-Star* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute terbaik. Dengan menggunakan algoritma ini akan membantu efisiensi pencarian waktu yang menghasilkan solusi yang baik.

Berdasarkan penjelasan pada paragraf sebelumnya, pemilihan rute terbaik menyertakan beberapa faktor, antar lain kondisi kepadatan jalan, jumlah kendaraan, lebar jalan, dan jarak yang ditempuh. *Recurrent Neural Network* (RNN) digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan memperhatikan beberapa parameter yang

menjadi poin utama dari penelitian ini yaitu jumlah kendaraan dan frekuensi yang akan ditempuh dari satu titik ke titik berikutnya. Penulis juga menggunakan YOLO untuk mengetahui kondisi jalan dan jumlah kendaraan yang ada di jalan tersebut. *Grid Search* berfungsi untuk melakukan optimasi dari hasil perhitungan metode *Recurrent Neural Network* dan untuk menentukan rute terbaik menggunakan metode *A-Star*.

Sehingga pada tugas akhir ini penulis akan melakukan penelitian dengan mengangkat judul “Penerapan Smart Transportation Pada Smart City Untuk Menentukan Rute Terbaik Menggunakan Metode *Recurrent Neural Network* Yang Dioptimasi Dengan *Grid Search* (RNN-GS). Diharapkan model keputusan cerdas ini dapat memberikan wawasan dan membantu masyarakat dalam menentukan rute perjalanan untuk menghindari kemacetan lalu lintas dan menemukan rute terbaik untuk mencapai tujuan dengan tepat waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat disimpulkan rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Kurangnya informasi untuk mengetahui keadaan jalan dan banyaknya jumlah kendaraan pada rute yang akan dilewati.
- b. Kemacetan lalu lintas dapat menghambat aktivitas pengendara untuk sampai tepat waktu ke tempat tujuan.
- c. Mencari rute terbaik untuk sampai ke tempat tujuan apabila rute utama memiliki hambatan

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Dataset yang digunakan berupa rekaman CCTV pada lalu lintas jalan raya. Dari kepemilikan hak cipta oleh Balai Pengelola Transportasi Darat (BPTD) Wilayah VII PROV. SUMSEL - BABEL. Dataset yang digunakan adalah bukan dataset secara real time.
- b. Menggunakan algoritma YOLO v8 (*You Only Look Once*) untuk mendeteksi jenis kendaraan dan menghitung jumlah kendaraan yang terdeteksi.

- c. Menggunakan metode *Recurrent Neural Network* untuk bisa mengetahui kondisi kepadatan jalan raya, kemudian di optimasi menggunakan metode *Grid Search*.

1.4 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan, maka dibentuk juga tujuan dari penelitian ini, yaitu antara lain:

- a. Menghitung jumlah unit kendaraan dengan menggunakan bantuan arsitektur *You Only Look Once v8* untuk mengetahui banyaknya jumlah kendaraan.
- b. Memprediksi kondisi jalan menggunakan metode *Recurrent Neural Network (RNN)* dan di optimasi menggunakan *Grid Search*.
- c. Menentukan rute terbaik agar sampai ke lokasi tujuan dengan lebih cepat untuk menggunakan algoritma *A-Star*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

- a. Dapat mengetahui cara menggunakan aplikasi *YOLO v8* untuk melakukan perhitungan jumlah unit kendaraan dan mendeteksi jenisnya dari hasil rekaman CCTV.
- b. Dapat mengetahui kondisi kepadatan jalan, banyaknya kendaraan dan jarak tempuh yang akan dilalui menggunakan metode *Recurrent Neural Network* dan dioptimasi menggunakan *Grid Search*.
- c. Dapat mengatasi terjadinya kemacetan dan menemukan rute terbaik untuk cepat sampai ke tujuan.

1.6 Metodologi Penelitian

a. Metode Studi Pustaka dan Literatur

Dengan menggunakan metode ini, penulis mencari dan mengumpulkan referensi literatur tentang subjek penelitian yang dilakukan dari buku, jurnal, dan internet.

b. Metode Konsultasi

Dengan pendekatan ini, penulis mencari semua sumber yang memiliki pengetahuan dan wawasan yang berguna untuk menyelesaikan masalah penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

c. Metode Pembuatan Model

Untuk mempermudah proses pembuatan model, metode ini melibatkan pembuatan desain pemodelan menggunakan berbagai perangkat lunak dan simulasi.

d. Metode Pengujian dan Validasi

Metode pengujian dan validasi ini diterapkan pada sistem yang telah dibuat sadar akan batasan kinerjanya dan mampu menghasilkan hasil yang akurat atau sebaliknya.

e. Metode Analisis

Hasil dari penelitian pada Model Keputusan Cerdas Dalam Menentukan Rute Terbaik Transportasi pada Smart City menggunakan Metode *Recurrent Neural Network* Yang Dioptimasi Dengan *Grid Search* (RNN-GS) ini akan dilakukan analisis terhadap kelebihan dan kekurangannya dan menggunakan metode *A-Star* untuk menentukan rute terbaik yang akan dipilih sehingga diharapkan dapat menghasilkan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai referensi yang baik untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada titik ini dibahas bagaimana masalah itu dirumuskan, konteks sejarahnya, manfaatnya bagi penelitian, keterbatasannya, dan sistematika penulisannya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada tahap ini membahas mengenai penelitian, ringkasan hasil kajian literatur dan juga landasan teori mengenai smart transportation, smart city dengan menentukan

rute terbaik menggunakan metode *Recurrent Neural Network* yang dioptimasi menggunakan *Grid Search* (RNN-GS).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Diskusikan pengumpulan dataset, kerangka penelitian, dan pemilihan model pada tahap ini.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Hasil dan analisis penelitian yang telah selesai akan dibahas pada kali ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahap ini membahas mengenai kesimpulan dan juga saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Hariani, L. Safina Hsb, and J. S. Hsb, "City Smart Transportation Sebagai Strategi Medan Menuju Smart City," *J. Pembang. Perkota.*, vol. 5, no. 2, pp. 50–58, 2017, [Online]. Available: <http://ejpp.balitbang.pemkomedan.go.id/index.php/JPP>.
- [2] B. Jan, H. Farman, M. Khan, M. Talha, and I. U. Din, "Designing a Smart Transportation System: An Internet of Things and Big Data Approach," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 26, no. 4, pp. 73–79, 2019, doi: 10.1109/MWC.2019.1800512.
- [3] A. Ahda, "Analisa Perbandingan Kinerja Cctv Dvr Dengan Cctv Portable Menggunakan Smartphone Android Secara Online," *Perencanaan, Sains, Teknol. dan Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 114–120, 2018.
- [4] M. Harahap *et al.*, "Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan YOLO (You Only Look Once v3)," *Semin. Nas. APTIKOM*, p. 2019, 2019.
- [5] Aditya Yanuar r, "Recurrent Neural Network (RNN)," 2018. <https://machinelearning.mipa.ugm.ac.id/2018/07/01/recurrent-neural-network-rnn/> (accessed Aug. 17, 2022).
- [6] D. I. Purnama, "Peramalan Harga Emas Saat Pandemi Covid-19 Menggunakan Model Hybrid Autoregressive Integrated Moving Average - Support Vector Regression," *Jambura J. Math.*, vol. 3, no. 1, pp. 52–65, 2021, doi: 10.34312/jjom.v3i1.8430.
- [7] H. Sumarno, "ANALISIS SUPPORT VECTOR REGRESSION DENGAN ALGORITMA GRID SEARCH UNTUK MEMPREDIKSI HARGA Abstrak 1 Pendahuluan," 2022.
- [8] Wikipedia contributors, "Hyperparameter optimization," 17 August 2022. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hyperparameter_optimization&oldid=1104693141 (accessed Aug. 17, 2022).
- [9] Ilham Eka Putra, "Akurasi Sistem Deteksi Kepadatan Di Jalan Menggunakan Convolutional Neural Network Dan Fuzzy Logic," 2021.
- [10] Y. Zhang, Y. Ming, and R. Zhang, "Object Detection and Tracking based on Recurrent Neural Networks," *Int. Conf. Signal Process. Proceedings, ICSP*,

- vol. 2018-Agustus, pp. 338–343, 2019, doi: 10.1109/ICSP.2018.8652389.
- [11] W. Nugraha and A. Sasongko, “Hyperparameter Tuning pada Algoritma Klasifikasi dengan Grid Search,” *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 11, no. 2, pp. 391–401, 2022.
- [12] S. Susilawati, “Penerapan Metode A*Star Pada Pencarian Rute Tercepat Menuju Destinasi Wisata Cagar Budaya Menes Pandeglang,” *Geodika J. Kaji. Ilmu dan Pendidik. Geogr.*, vol. 4, no. 2, pp. 192–199, 2020, doi: 10.29408/geodika.v4i2.2754.
- [13] D. Iskandar Mulyana and M. A. Rofik, “Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 3, pp. 13971–13982, 2022, doi: 10.31004/jptam.v6i3.4825.
- [14] Steve Mazur, “An Introduction to Smart Transportation: Benefits and Examples,” *December 09, 2020*, 2020. [https://www.digi.com/blog/post/introduction-to-smart-transportation-benefits#:~:text=Smart transportation can generally be divided into two,of remote management and control%2C safety%2C and efficiency. \(accessed Sep. 06, 2022\).](https://www.digi.com/blog/post/introduction-to-smart-transportation-benefits#:~:text=Smart transportation can generally be divided into two,of remote management and control%2C safety%2C and efficiency. (accessed Sep. 06, 2022).)
- [15] STEPHEN GOLDSMITH, “As the Chorus of Dumb City Advocates Increases, How Do We Define the Truly Smart City,” *SEPTEMBER 16, 2021*, 2021. <https://datasmart.ash.harvard.edu/chorus-dumb-city-advocates-increases-how-do-we-define-truly-smart-city> (accessed Sep. 06, 2021).
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] A. D. Saputra, P. Studi, T. Sipil, F. Teknik, and U. M. Surakarta, “Studi

- literatur pemilihan rute pergerakan orang dan angkutan barang,” 2021.
- [19] Trivusi, “Recurrent Neural Network (RNN): Pengertian, Cara Kerja, dan Penerapannya,” *30 Agustus 2022*, 2022. [https://www.trivusi.web.id/2022/06/algorithm-rnn.html#:~:text=Cara yang dilakukan RNN untuk dapat menyimpan informasi,otomatis membuat informasi dari masa lalu tetap tersimpan. \(accessed Sep. 06, 2022\).](https://www.trivusi.web.id/2022/06/algorithm-rnn.html#:~:text=Cara yang dilakukan RNN untuk dapat menyimpan informasi,otomatis membuat informasi dari masa lalu tetap tersimpan. (accessed Sep. 06, 2022).)
- [20] A. Budiarti, “Bab 2 landasan teori,” *Apl. dan Anal. Lit. Fasilkom UI*, pp. 4–25.
- [21] A. Biswal, “Recurrent Neural Network(RNN) Tutorial: Types, Examples, LSTM and More,” *April 2023*, 2023. <https://www.simplilearn.com/tutorials/deep-learning-tutorial/rnn>.
- [22] Farhad Malik, “What Is Grid Search?,” *Feb 19, 2020*, 2020. <https://medium.com/fintechexplained/what-is-grid-search-c01fe886ef0a> (accessed Aug. 17, 2020).
- [23] V. Bulitko, “Evolving Initial Heuristic Functions for Agent-Centered Heuristic Search,” *IEEE Conf. Comput. Intell. Games, CIG*, vol. 2020-Augus, pp. 534–541, 2020, doi: 10.1109/CoG47356.2020.9231637.
- [24] X. Li, X. Hu, Z. Wang, and Z. Du, “Path planning based on combinaion 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.
- [25] A. P. U. Siahaan, “Implementation of A-Star Algorithm in Determining the Shortest Path on Graph,” pp. 374–378, 2018.
- [26] M. Mayadi and R. Azhar, “Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Algoritma a Star Dalam Pencarian Jalur Terpendek Untuk Pengiriman Pesanan Dodol Khas Lombok,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 2, no. 2, p. 27, 2019, doi: 10.36595/jire.v2i2.114.
- [27] Zanoor Adm, “PENGERTIAN CCTV: Fungsi, Jenis2, Cara Kerja, Gambar dan Harga,” *18 june 2020*, 2020. <https://www.zanoor.com/pengertian-cctv/> (accessed Aug. 17, 2022).
- [28] M. S. Chauhan, A. Singh, M. Khemka, A. Prateek, and R. Sen, “Embedded

- CNN based vehicle classification and counting in non-laned road traffic,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2019, doi: 10.1145/3287098.3287118.
- [29] 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>.
- [30] Y. M. S. Aditya.yanuar.r, “Pengenalan Deep Learning,” 2018, [Online]. Available: <https://machinelearning.mipa.ugm.ac.id/2018/06/10/pengenalan-deep-learning/>.
- [31] E. Prahara, A. D. Nataatmadja, and L. Harviani, “Analysis of motorcycle unit (MCU) for motorcycle- dominated traffic with effective space approach (case study: Jalan Raya Lenteng Agung Barat dan Jalan Teuku Nyak Arief),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 195, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/195/1/012014.
- [32] 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.
- [33] 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>.
- [34] Infootomotif, “Pengertian Jalan Raya, Fungsi, dan Klasifikasinya,” *15 November 2021*, 2021. <https://kumparan.com/info-otomotif/pengertian-jalan-raya-fungsi-dan-klasifikasinya-1wu7FUveJ9o/full> (accessed Aug. 17, 2022).
- [35] Wikipedia, “Transportasi,” 2 Mei 2022. <https://id.wikipedia.org/wiki/Transportasi> (accessed Aug. 17, 2022).