

**PENERAPAN *SMART TRANSPORTATION* PADA *SMART CITY* UNTUK  
MENENTUKAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN METODE  
*RECURRENT NEURAL NETWORK* YANG DIOPTIMASI DENGAN  
*BAYESIAN OPTIMIZATION* (RNN-BO)**

**TUGAS AKHIR**

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



**Oleh :**

**Ridho Apriliyanto**

**09011381924139**

**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**  
**BAYESIAN OPTIMIZATION (RNN-BO)**

**TUGAS AKHIR**

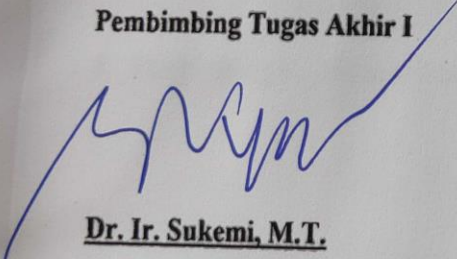
**Program Studi Sistem Komputer**  
**Jenjang S1**

**Oleh:**

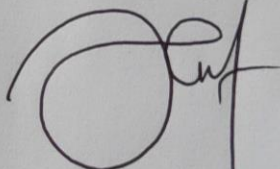
**Ridho Apriliyanto**  
**09011381924139**

**Palembang, 03 Agustus 2023**

**Pembimbing Tugas Akhir I**

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

**Pembimbing Tugas Akhir II**

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

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Kamis

Tanggal : 20 Juli 2023

Tim Penguji

1. Ketua : Sutarno, M.T.

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

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

4. Pembimbing I : Dr. Ir. Sukemi, M.T.

5. Pembimbing II : Ahmad Fali Oklilas, M.T.

Mengetahui, 8/7/23

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M. T.

NIP. 196612032006041001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ridho Apriliyanto

NIM : 09011381924139

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

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.



Palembang, 03 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Ridho Apriliyanto

NIM. 09011381924139

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan Kesehatan dan juga karunia-Nya kepada penulis serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul *“Penerapan Smart Transportation Pada Smart City Untuk Menentukan Rute Terbaik Menggunakan Metode Recurrent Neural Network Yang Dioptimalkan Dengan Bayesian Optimization (RNN-BO)”*

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 Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Orang tua saya tercinta yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang, serta selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moral, 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 Universitas Sriwijaya dan juga Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ahmad Heryanto, S.Kom, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Sari selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.

8. Teman-teman dari “*Genk Smart City*” yaitu David Hasian Simatupang, Ahmad Azhari, Muhammad Alpina dan Syairillah yang senantiasa menjadi rekan diskusi serta mencari solusi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh anggota “*Training TA*” yaitu Nanda, Dinda, Manda, Ghina dan Arum yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan dataset gambar.
10. Seluruh anggota “*baCOD Mobile*” yang dari semester 1 telah senantiasa menjadi teman berbagi informasi dan diskusi dalam mengerjakan tugas-tugas perkuliahan.
11. Teman-teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2019 yang sudah memberikan dukungan kepada penulis.
12. Jurusan Sistem Komputer.
13. Almamater.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna dengan segala kekurangannya. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis. Akhri kata dengan ini penulis berharap agar, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan serta wawasan bagi semua pihak.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, Agustus 2023  
Penulis,

Ridho Apriliyanto  
NIM.09011381924139

**PENERAPAN *SMART TRANSPORTATION* PADA *SMART CITY* UNTUK  
MENENTUKAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN METODE  
*RECURRENT NEURAL NETWORK* YANG DIOPTIMASI DENGAN  
*BAYESIAN OPTIMIZATION (RNN-BO)***

**RIDHO APRILIYANTO (09011381924139)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: [axa7912@gmail.com](mailto:axa7912@gmail.com)

**ABSTRAK**

Setiap tahun, kemacetan lalu lintas semakin parah karena semakin banyak kendaraan memenuhi jalan, menyebabkan keterlambatan bagi pengemudi. Solusi untuk masalah ini adalah penerapan *Smart Transportation* pada *Smart City* yang dapat menentukan rute terbaik bagi pengemudi. Untuk membuat sistem ini, algoritma *You Only Look Once* versi 8 (YOLOv8) digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan dalam rekaman CCTV, sedangkan *Recurrent Neural Network* yang dioptimalkan dengan *Bayesian Optimization (RNN-BO)* digunakan untuk memprediksi kondisi jalan berdasarkan tabel referensi. Algoritma *Best First Search* kemudian digunakan untuk menentukan rute terbaik bagi pengemudi. Dataset yang digunakan terdiri dari 4224 kendaraan dan tabel referensi dengan 5 kolom dan 320 baris kondisi jalan dalam bentuk .csv. YOLOv8 menghasilkan model dengan *Mean Average Precision (mAP)* 85,4% dan akurasi pengujian 69,52% untuk sepeda motor dan 87,71% untuk mobil. *Recurrent Neural Network (RNN)* menghasilkan akurasi model sebesar 49,84% dan akurasi prediksi sebesar 95,75%, yang kemudian ditingkatkan menjadi akurasi model sebesar 57,46% melalui *Bayesian Optimization*. Terakhir, algoritma *Best First Search* menentukan rute terbaik berdasarkan kondisi jalan dan jarak tempuh, dengan hasil rute 4 memiliki bobot terendah untuk semua kondisi, termasuk pagi pada pukul 08:00 dan 09:00, siang pada pukul 13:00 dan 14:00, dan sore hari jam 16:00 dan 17:00.

**Kata Kunci** : *Bayesian Optimization, Best First Search, Penentuan Rute Terbaik, Recurrent Neural Network, Smart City, Smart Transportation, You Only Look Once version 8.*

**PENERAPAN SMART TRANSPORTATION PADA SMART CITY UNTUK  
MENENTUKAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN METODE  
RECURRENT NEURAL NETWORK YANG DIOPTIMASI DENGAN  
BAYESIAN OPTIMIZATION (RNN-BO)**

**RIDHO APRILIYANTO (09011381924139)**

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty*

*Sriwijaya University*

Email: [axa7912@gmail.com](mailto:axa7912@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Every year, traffic jams get worse as more and more vehicles fill the roads, causing delays for drivers. The solution to this problem is the implementation of Smart Transportation in Smart City which can determine the best route for drivers. To create this system, the You Only Look Once version 8 (YOLOv8) algorithm is used to count the number of vehicles in CCTV footage, while a Recurrent Neural Network optimized with Bayesian Optimization (RNN-BO) is used to predict road conditions based on reference tables. The Best First Search algorithm is then used to determine the best route for the driver. The dataset used consists of 4224 vehicles and a reference table with 5 columns and 320 rows of road conditions in .csv form. YOLOv8 produced a model with a Mean Average Precision (mAP) of 85.4% and a test accuracy of 69.52% for motorcycles and 87.71% for cars. Recurrent Neural Network (RNN) produces a model accuracy of 49.84% and prediction accuracy of 95.75%, which is then increased to a model accuracy of 57.46% through Bayesian Optimization. Finally, the Best First Search algorithm determines the best route based on road conditions and distance traveled, with the result that route 4 has the lowest weight for all conditions, including morning at 08:00 and 09:00, afternoon at 13:00 and 14:00, and in the afternoon at 16:00 and 17:00.*

**Keywords** : *Bayesian Optimization, Best First Search, Best Route Determination, Recurrent Neural Network, Smart City, Smart Transportation, You Only Look Once version 8.*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 <i>Smart Transportation</i> .....	10
2.3 <i>Smart City</i> .....	10
2.4 Penentuan Rute Terbaik .....	11
2.5 RNN ( <i>Recurrent Neural Network</i> ) .....	11

2.5.1	Cara Kerja <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	11
2.5.2	Arsitektur <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	13
2.5.3	Layer <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	15
2.6	<i>Bayesian Statistics</i> .....	16
2.7	<i>Teorema Bayes</i> .....	16
2.8	<i>Bayesian Optimization</i> .....	17
2.9	<i>Best First Search</i> .....	17
2.10	<i>Deep Learning</i> .....	18
2.11	YOLO ( <i>You Only Look Once</i> ).....	19
2.11.1	Perkembangan YOLO .....	22
2.12	<i>Confusion Matrix</i> .....	24
2.13	Transportasi .....	25
2.14	Kondisi Jalan Raya Kota Palembang .....	26
2.15	CCTV ( <i>Closed Circuit Television</i> ).....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		27
3.1	Rancangan Tugas Akhir .....	27
3.2	Menentukan Topik Penelitian.....	30
3.3	Identifikasi Kebutuhan Dan Perumusan Masalah .....	30
3.4	Menentukan Tujuan Penelitian.....	32
3.5	Menentukan Batasan Dan Metodologi Penelitian .....	32
3.6	Studi Pustaka .....	32
3.7	Pengumpulan Dataset .....	32
3.7.1	Pengumpulan Dataset ( Rekaman CCTV ) .....	34
3.8	Perancangan <i>Preprocessing</i> .....	36
3.9	Hasil <i>Training</i> .....	45
3.10	Pengujian Model.....	47

3.11	<i>You Only Look Once (YOLO)</i> .....	49
3.12	Metode <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> .....	51
3.13	Output Metode <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> .....	63
3.14	Optimasi <i>Bayesian Optimization (BO)</i> .....	63
3.15	<i>Output</i> Sesudah Di Optimasi.....	64
3.16	Implementasi <i>Best First Search (BFS)</i> .....	64
3.17	Hasil Rute Terbaik.....	65
3.18	Analisa Hasil Penelitian .....	66
BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....		67
4.1	Pengumpulan Dataset (Rekaman CCTV).....	67
4.2	<i>You Only Look Once (YOLO)</i> .....	69
4.2.1	Mendeteksi dan Menghitung Kendaraan Motor dan Mobil.....	70
4.3	Metode <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> .....	77
4.3.1	Hasil Metode RNN.....	77
4.3.2	Evaluasi Metode RNN .....	77
4.3.3	Prediksi Menggunakan RNN .....	80
4.4	Optimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	91
4.4.1	Hasil <i>Bayesian Optimization</i> .....	91
4.4.2	Evaluasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	92
4.4.3	Prediksi Menggunakan <i>Bayesian Optimization</i> .....	94
4.5	Implementasi <i>Best First Search (BFS)</i> .....	105
4.5.1	Penentuan Rute Terbaik .....	105
4.5.2	Hasil Rute Terbaik RNN-BO.....	106
4.6	Analisa Hasil Penelitian .....	118
4.6.1	Analisa Hasil <i>You Only Look Once v8 (YOLO v8)</i> .....	118
4.6.2	Analisa Hasil <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> .....	119

4.6.3	Analisa Hasil <i>Bayesian Optimization</i> .....	119
4.6.4	Analisa Hasil <i>Best First Search</i> .....	119
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		121
5.1	Kesimpulan.....	121
5.2	Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA .....		123
LAMPIRAN.....		127

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara kerja RNN .....	12
Gambar 2. 2 Lapisan Independen.....	12
Gambar 2. 3 Menggabungkan hidden layer .....	13
Gambar 2. 4 Macam - macam Arsitektur RNN .....	14
Gambar 2. 5 Layer RNN .....	15
Gambar 2. 6 Deep Learning .....	18
Gambar 2. 7 Arsitektur YOLO.....	19
Gambar 2. 8 Sistem Deteksi YOLO.....	19
Gambar 2. 9 Bounding Box pada YOLO.....	21
Gambar 2. 10 Proses Deteksi Pada YOLO .....	21
Gambar 3. 1 Flowchart TA .....	28
Gambar 3. 2 Block Diagram Alur Penelitian .....	29
Gambar 3. 3 Hasil pengumpulan dataset.....	34
Gambar 3. 4 Dataset penulis sebelum Cleaning.....	37
Gambar 3. 5 Dataset kotor penulis .....	37
Gambar 3. 6 Dataset penulis setelah Cleaning.....	38
Gambar 3. 7 Total gambar dataset ketika selesai di Cleaning .....	39
Gambar 3. 8 Urutan nama file.....	39
Gambar 3. 9 Format file .....	40
Gambar 3. 10 Mensamakan format penamaan dataset dan penggabungan file ..	40
Gambar 3. 11 Proses LabelImg-master pada gambar .....	41
Gambar 3. 12 Hasil dari Labeling .....	41
Gambar 3. 13 Data Training.....	42
Gambar 3. 14 Data Testing .....	42
Gambar 3. 15 Hirarki Kendaraan .....	43
Gambar 3. 16 Laptop bluescreen saat training di epoch 100 .....	44
Gambar 3. 17 Source Code untuk Training Dataset .....	44
Gambar 3. 18 Proses Ketika Training Dataset .....	44
Gambar 3. 19 Hasil dari Model training YOLOv8 .....	45
Gambar 3. 20 Confusion Matrix dari hasil training .....	45

Gambar 3. 21 Confidence Curve.....	46
Gambar 3. 22 Curve Precision-Recall.....	46
Gambar 3. 23 Hasil dari pengujian model menggunakan <i>image</i> .....	47
Gambar 3. 24 Source Code untuk pengujian model .....	48
Gambar 3. 25 Hasil dari pengujian model .....	48
Gambar 3. 26 Hasil Output YOLO .....	50
Gambar 3. 27 Video simpang kodim pagi pukul 08:00 .....	50
Gambar 3. 28 Hasil output yolo simpang kodim pagi pukul 08:00 .....	50
Gambar 3. 29 Tabel Referensi format .csv .....	62
Gambar 4. 1 Peta Jalan Kota Palembang .....	67
Gambar 4. 2 Peta Jalur Dengan 6 Rute Alternatif.....	68
Gambar 4. 3 Screenshoot video kamera CCTV di Simpang Bandara .....	69
Gambar 4. 4 Hasil Screenshoot dari deteksi dan perhitungan kendaraan .....	70
Gambar 4. 5 Pelatihan Model RNN .....	77
Gambar 4. 6 Hasil dari Output Kondisi Jalan RNN.....	77
Gambar 4. 7 Hasil dari Output Akurasi Model RNN.....	77
Gambar 4. 8 Confusion Matrix Recurrent Neural Network (RNN) .....	78
Gambar 4. 9 Hasil dari Evaluasi Recurrent Neural Network (RNN).....	79
Gambar 4. 10 Grafik Persentase RNN Pagi .....	80
Gambar 4. 11 Grafik Persentase RNN Siang .....	82
Gambar 4. 12 Grafik Persentase RNN Sore.....	83
Gambar 4. 13 Grafik Persentase Keseluruhan RNN .....	84
Gambar 4. 14 Pelatihan model Bayesian Optimization .....	91
Gambar 4. 15 Hasil Optimasi Bayesian Optimization .....	91
Gambar 4. 16 Confusion Matrix Bayesian Optimization.....	92
Gambar 4. 17 Hasil Evaluasi Bayesian Optimization .....	94
Gambar 4. 18 Grafik Persentase Bayesian Optimization Pagi.....	95
Gambar 4. 19 Grafik Persentase Bayesian Optimization Siang.....	96
Gambar 4. 20 Grafik Persentase Bayesian Optimization Sore .....	97
Gambar 4. 21 Grafik Persentase Keseluruhan Bayesian Optimization.....	98
Gambar 4. 22 Rute Perjalanan .....	105
Gambar 4. 23 Tampilan rute dari titik awal ke titik akhir.....	105

Gambar 4. 24 Hasil Rute Terbaik pada Pagi 12 Desember 2022 pukul 08:00 ...	106
Gambar 4. 25 Visualisasi graph pada Pagi 12 Desember 2022 pukul 08:00 .....	107
Gambar 4. 26 Visualisasi graph yang dipilih .....	108
Gambar 4. 27 Hasil Rute Terbaik pada Siang 13 Desember 2022 pukul 13:00 .	108
Gambar 4. 28 Visualisasi graph pada Siang 13 Desember 2022 pukul 13:00 ....	109
Gambar 4. 29 Visualisasi graph yang dipilih .....	109
Gambar 4. 30 Hasil Rute Terbaik pada Sore 14 Desember 2022 pukul 16:00 ...	110
Gambar 4. 31 Visualisasi graph pada Sore 14 Desember 2022 pukul 16:00 .....	111
Gambar 4. 32 Visualisasi graph yang dipilih .....	111
Gambar 4. 33 Hasil Rute Terbaik pada Pagi 12 Desember 2022 pukul 09:00 ...	112
Gambar 4. 34 Visualisasi graph pada Pagi 12 Desember 2022 pukul 09:00 .....	112
Gambar 4. 35 Visualisasi graph yang dipilih .....	113
Gambar 4. 36 Hasil Rute Terbaik pada Siang 13 Desember 2022 pukul 14:00 .	113
Gambar 4. 37 Visualisasi graph pada Siang 13 Desember 2022 pukul 14:00 ....	114
Gambar 4. 38 Visualisasi graph yang dipilih .....	114
Gambar 4. 39 Hasil Rute Terbaik pada Sore 14 Desember 2022 pukul 17:00 ...	115
Gambar 4. 40 Visualisasi graph pada Sore 14 Desember 2022 pukul 17:00 .....	116
Gambar 4. 41 Visualisasi graph yang dipilih .....	116
Gambar 4. 42 Rute 4 dari vision Google Maps .....	118

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel 3. 1 Spesifikasi perangkat keras (Hardware) .....	30
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak yang digunakan (Software).....	30
Tabel 3. 3 Parameter Nilai Input Lebar Jalan .....	35
Tabel 3. 4 Parameter Input Jarak Tempuh .....	35
Tabel 3. 5 Jumlah pengumpulan dataset gambar dari tanggal 27 September 2022 - 22 Oktober 2022.....	38
Tabel 3. 6 Hasil model training dataset.....	47
Tabel 3. 7 Hasil Akurasi Pembacaan Dari You Only Look Once v8 Senin 12 Desember 2022 Pukul 08:00 WIB .....	48
Tabel 3. 8 Dataset Tabel Referensi .....	51
Tabel 3. 9 Variable input Recurrent Neural Network (RNN).....	61
Tabel 3. 10 Variable Output RNN .....	63
Tabel 3. 11 Implementasi Best First Search untuk Kondisi Jalan .....	64
Tabel 3. 12 Implementasi untuk jarak tempuh.....	65
Tabel 4. 1 Hasil deteksi dari jumlah kendaraan motor di sesi pertama.....	70
Tabel 4. 2 Hasil deteksi dari jumlah kendaraan mobil di sesi pertama.....	72
Tabel 4. 3 Hasil deteksi dari jumlah kendaraan motor di sesi kedua.....	74
Tabel 4. 4 Hasil deteksi dari jumlah kendaraan mobil di sesi kedua .....	75
Tabel 4. 5 Hasil Precision Recurrent Neural Network (RNN).....	79
Tabel 4. 6 Hasil Recall Recurrent Neural Network (RNN) .....	79
Tabel 4. 7 Hasil F1 Score Recurrent Neural Network (RNN) .....	79
Tabel 4. 8 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00 .....	85
Tabel 4. 9 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00 .....	86
Tabel 4. 10 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00 .....	87
Tabel 4. 11 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00 .....	88
Tabel 4. 12 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00 .....	89
Tabel 4. 13 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00 .....	90
Tabel 4. 14 Hasil Precision Bayesian Optimization.....	93
Tabel 4. 15 Hasil Recall Bayesian Optimization .....	93



Tabel 4. 16 Hasil F1 Score Bayesian Optimization .....	93
Tabel 4. 17 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00 .....	99
Tabel 4. 18 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00 .....	100
Tabel 4. 19 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00 .....	101
Tabel 4. 20 Data Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00 .....	102
Tabel 4. 21 Data Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00 .....	103
Tabel 4. 22 Data Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00 .....	104
Tabel 4. 23 Hasil Dari Penentuan Rute Terbaik .....	117
Tabel 4. 24 Lebar Dan Total Jarak Masing-Masing Jalur.....	120

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Tabel Referensi Kondisi Jalan .....	A
Lampiran 2 Hasil Cek Plagiasi.....	H
Lampiran 3 Form Revisi Ujian Penguji .....	I
Lampiran 4 Form Revisi Ujian Pembimbing I.....	J
Lampiran 5 Form Revisi Ujian Pembimbing II .....	K

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keselamatan ialah faktor paling penting oleh setiap umat manusia didunia ini termasuk keselamatan pada jalur transportasi dimana merupakan rute lalu lintas yang sangat dibutuhkan oleh setiap orang. Seiring perjalanan dibidang teknologi dikembangkan yang namanya *Intelligent Transportation System* (ITS) pada bidang IoT dimana untuk mempermudah dan membantu masyarakat untuk transportasi[1][2]. Sehingga penulis menentukan tema penerapan *Smart Transportation* pada *Smart City*. *Smart City* adalah mempunyai tujuan bermacam-macam, dimana konsep itu sendiri sudah populer dan digunakan di seluruh dunia.

*Smart City* ini sudah didefinisikan sebagai kota pintar yang sudah memanfaatkan beberapa teknologi terkini seperti pada pelayanan dari pemerintah ke Masyarakat, Administrasi, Pendidikan, Kesehatan, Transportasi, Industri, dan juga sumber daya keselamatan publik, sehingga masyarakat dapat membangun dan mengelola teknologi yang semakin canggih[3]. *Smart Transportation* adalah komponen penting dari *Smart City* yang dimana membutuhkan fungsi yang terinstrumentasi, saling berhubungan dan cerdas untuk meningkatkan interaktivitas warga negara dan memberikan keselamatan pada lalu lintas dengan memakai modul perangkat keras seperti Sensor, Unit pemrosesan dan lain-lain. *ad-hoc wireless network* digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, memproses, serta melakukan komunikasi data statistik secara *real time*[4].

Sebagian besar kota di Indonesia telah menerapkan penggunaan CCTV, salah satunya di kota Palembang. Penerapan pada CCTV berfungsi untuk memantau dan merekam segala aktivitas dan juga kejadian setiap saat pada lalu lintas. Penggunaan pada kamera CCTV juga digunakan sebagai pemantau lalu lintas yang dimana untuk mengetahui kondisi pada jalan yang terpasang CCTV tersebut[5]. Dengan mengetahui kondisi pada lalu lintas dari rekaman CCTV tersebut, diperlukanlah bantuan algoritma *You Only Look Once* (YOLO). YOLO itu sendiri merupakan salah satu model pada *Deep Learning* yang dipakai untuk sebuah objek itu dengan adanya alat bantu algoritma YOLO ini dapat dilakukanlah

perhitungan jumlah unit pada transportasi dengan akurasi yang lebih baik dan mendeteksi objek secara *real-time*[6].

*Recurrent Neural Network* (RNN) adalah arsitektur jaringan syaraf berulang, yang dirancang khusus untuk menyelesaikan masalah data berurutan (*Sequence data*). Jaringan ini ialah mengambil input berupa data kontinu atau urutan elemen dan menghasilkan vektor yang merangkum urutan tersebut. Misalnya cuaca pada hari ini mungkin tergantung cuaca kemarin, jika kemarin mendung maka hari ini berpeluang hujan[7].

*Bayesian Optimization* ialah metode yang statistik dimana secara efisien memodelkan dan juga mengoptimalkan sebuah fungsi *black-block*. Pada *Bayesian Optimization* menggunakan pendekatan yang berbasis model dengan adaptif strategi pengambilan untuk sampel dan meminimalkan jumlah pada fungsi evaluasi[8]. Selain itu salah satu yang sering dipakai untuk optimasi agar mendapatkan keputusan yang lebih akurat.

*Best First Search* adalah metode yang menghasilkan sebuah *node* dari simpul sebelumnya. Penjelasan dari *node* ialah pencarian pertama terbaik untuk memilih sebuah *node* baru itu memiliki *cost* terkecil diantara semua *leafnode* yang sudah ditingkatkan. Penentuan *node* terbaik ini dilakukan dengan menggunakan sebuah fungsi yang disebut dengan fungsi evaluasi  $f(n)$ , selain itu pencarian pertama untuk fungsi evaluasi dapat menjadi penyampaian dari sebuah *node* ke tujuan[9].

Berdasarkan penjelasan pada paragraf sebelumnya, pada pemilihan rute terbaik melibatkan beberapa faktor, antara lain kondisi kepadatan di jalan raya, jumlah kendaraan, lebar jalan, dan juga jarak tempuh. *Recurrent Neural Network* (RNN) digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan cara memperhatikan beberapa parameter yang menjadi point utama dari penelitian ini ialah jumlah dari transportasi dan frekuensi yang akan ditempuh dimana dari satu titik ke titik selanjutnya. Disini penulis menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) v8 agar dapat diketahui kondisi jumlah pada kendaraan yang ada pada jalan raya. Dengan adanya RNN untuk mengkategorikan (lancar, sedang, macet) yang dimana menghasilkan presentase pembacaan yang baik dan juga untuk *Bayesian Optimization* ini berfungsi mengoptimasi hasil dari RNN agar lebih baik lagi dan

*Best First Search* digunakan untuk menentukan rute terbaik agar kendaraan motor dan mobil bisa terhindar dari kemacetan pada jalan raya Kota Palembang.

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 DiOptimalkan Dengan *Bayesian Optimization* (RNN-BO)”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka didapatkan kesimpulan rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Kurangnya informasi untuk mengetahui kondisi jalan dan banyaknya jumlah kendaraan pada rute yang akan dilalui.
- b. Kurangnya informasi pada kondisi di jalan raya untuk mencapai tujuan tepat waktu.
- c. Mencari rute terbaik untuk mencapai ke tempat lokasi tujuan apabila terjadi ke hambatan pada rute utama.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- a. Dataset yang digunakan berupa rekaman CCTV lalu lintas jalan raya. Hak BPTD (Badan Pengelola Transportasi Darat) Wilayah VII Prov. Sumsel-Babel.
- b. Mendeteksi jenis kendaraan dan jumlah menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) v8.
- c. Menggunakan Metode *Recurrent Neural Network* agar dapat mengetahui sebuah kondisi padatnya di jalan raya, setelah itu di optimasi dengan menggunakan *Bayesian Optimization* untuk mendapatkan akurat dan rute terbaik.

## 1.4 Tujuan

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

- a. Menghitung jumlah kendaraan menggunakan algoritma *You Only Look Once version 8*.
- b. Menggunakan metode *Recurrent Neural Network* dan dioptimasi dengan *Bayesian Optimization* untuk mengetahui kondisi jalan.

- c. Menentukan rute terbaik dengan metode *Heuristic Search* algoritma *Best First Search* agar sampai ke lokasi tujuan dengan lebih cepat.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini ialah:

- a. Atasi kemacetan lalu lintas dan menemukan rute terbaik untuk sampai ke tujuan lebih cepat.
- b. Dapat menyelesaikan secara berurutan pada kondisi kepadatan jalan, jumlah kendaraan dan jarak tempuh yang akan dilalui menggunakan metode *Recurrent Neural Network* sehingga dapat membaca kondisi kepadatan di jalan raya.
- c. Setelah dioptimasi menggunakan *Bayesian Optimization* agar mendapatkan hasil data yang lebih baik lagi dan akurat.

### 1.6 Metodologi Penelitian

- a. Metode Studi Pustaka dan Literatur

Dalam metode ini, penulis mencari dan mengumpulkan referensi berupa artikel dari buku, jurnal dan internet yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

- b. Metode Konsultasi

Dalam metode ini, penulis secara langsung maupun tidak langsung melakukan konsultasi kepada semua pihak nara sumber yang memiliki pengetahuan dan wawasan untuk mengatasi permasalahan yang ditemui dalam penelitian ini.

- c. Metode Pembuatan Model

Metode ini dilakukan dengan membuat suatu rancangan atau desain pemodelan dengan menggunakan berbagai software dan simulasi untuk memudahkan proses pembuatan model.

- d. Metode Pengujian dan Validasi

Metode pengujian dan validasi ini dilakukan pada sistem yang sudah dibuat untuk mengkonfirmasi batasan-batasan kinerja sistem, sehingga dapat menghasilkan nilai dengan akurasi yang baik.

- e. Metode Analisis

Hasil dari penelitian penerapan *smart transportation* pada *smart city* untuk menentukan rute terbaik menggunakan metode *recurrent neural network* yang

dioptimasikan dengan *bayesian optimization* (RNN-BO) ini dilakukan lah analisis terhadap kelebihan dan kekurangannya setelah itu *Best First Search* untuk menentukan rute terbaik yang dilalui, sehingga berharap dapat menghasilkan kesimpulan dan juga saran agar dapat digunakan untuk referensi yang baik kepada penelitian selanjutnya.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada BAB I berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada BAB II berisi penelitian terkait, landasan teori tentang *Smart Transportation* dan *Smart City*, menentukan jalur terbaik memakai metode *Recurrent Neural Network* dioptimasikan dengan *Bayesian Optimization* (BO).

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada BAB III berisi pengambilan dataset, kerangka kerja yang dipakai dalam penelitian, merancang model yang akan digunakan.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS.**

Pada BAB IV berisi hasil uji dan pembahasan dari analisa yang sudah didapatkan serta penjelasan hasil yang sudah tercapai untuk kelebihan dan kekurangan yang telah dilakukan.

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada BAB V berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan juga saran pada pengembangan sistem didalam penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ruktiningsih, “Analisis Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Kota Semarang,” *G - Smart*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.24167/g.s.v1i1.919.
- [2] Y. R. V. S. Chandra, M. Shiva Harun, and T. Reshma, “Intelligent transport system,” *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 2230–2237, 2017, doi: 10.1016/b978-075065865-2/50014-6.
- [3] A. D. Limantara, E. L. Santoso, S. Subagyo, and B. Subiyanto, “Analisis Penguasaan Teknologi Dalam Kesiapan Kota Kediri Menuju Kota Cerdas (Smart City),” *Semin. Nas. Manajemen, Ekon. dan Akunt.*, no. September, pp. 515–525, 2020, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/senmea/article/view/295>
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] M. Harahap *et al.*, “Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan YOLO (You Only Look Once v3),” *Semin. Nas. APTIKOM*, p. 2019, 2019.
- [7] N. Selle, N. Yudistira, and C. Dewi, “Perbandingan Prediksi Penggunaan Listrik dengan Menggunakan Metode Long Short-Term Memory (LSTM) dan Recurrent Neural Network (RNN),” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 155–162, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202295585.
- [8] S. Greenhill, S. Rana, S. Gupta, P. Vellanki, and S. Venkatesh, “Bayesian Optimization for Adaptive Experimental Design: A Review,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 13937–13948, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2966228.
- [9] H. Sulistiani, F. Wardani, and A. Sulistyawati, “Application of Best First Search Method to Search Nearest Business Partner Location (Case Study: PT Coca Cola Amatil Indonesia, Bandar Lampung),” *Proc. - 2019 Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. Electr. Eng. ICOMITEE 2019*, vol. 1, pp. 102–106, 2019, doi: 10.1109/ICOMITEE.2019.8920905.



- [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-Augus, pp. 338–343, 2019, doi: 10.1109/ICSP.2018.8652389.
- [11] J. Wu, X. Y. Chen, H. Zhang, L. D. Xiong, H. Lei, and S. H. Deng, "Hyperparameter optimization for machine learning models based on Bayesian optimization," *J. Electron. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 1, pp. 26–40, 2019, doi: 10.11989/JEST.1674-862X.80904120.
- [12] S. T. Informatika, "Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5," vol. 6, pp. 13971–13982, 2022.
- [13] W. W. Bahana and R. Rachmawati, "Evaluasi Dampak Infrastruktur Jalan terhadap Perkembangan Fisik Kota dan Kegiatan Perdagangan/Jasa di Kawasan Koridor Jalan Lingkar Soekarno-Hatta Kota Palembang," *J. Bumi Indones.*, vol. 4, no. 4.
- [14] N. Faidat and M. Khozin, "Analisa Strategi Pengembangan Kota Pintar (Smart City): Studi Kasus Kota Yogyakarta," *JIP (Jurnal Ilmu Pemerintahan) Kaji. Ilmu Pemerintah. dan Polit. Drh.*, vol. 3, no. 2, pp. 171–180, 2018, doi: 10.24905/jip.3.2.2018.171-180.
- [15] 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.
- [16] P. Bobot and P. Graf, "Purwanto, Y., Purwitasari, A., & Wibowo, A. W. (2005). Implementasi dan Analisis Algoritma Pencarian Rute Terpendek di Kota Surabaya. Jurnal Penelitian dan Pengembangan TELEKOMUNIKASI, 10 (2) 94-101. Taufiq, M. (2015). Men.pdf," vol. 8, no. 1, pp. 40–49, 2019.
- [17] S. Vinit Bhoir, "An efficient fake news detector," *2020 Int. Conf. Comput. Commun. Informatics, ICCCI 2020*, vol. 10, no. 02, pp. 14–16, 2020, doi: 10.1109/ICCCI48352.2020.9104177.
- [18] Benny Prijono, "Pengenalan Recurrent Neural Network (RNN) – Bagian 1," *April 4, 2018*. <https://indoml.com/2018/04/04/pengenalan-rnn-bag-1/>
- [19] Trivusi, "Recurrent Neural Network (RNN): Pengertian, Cara Kerja, dan

- Penerapannya,” 30 Agustus 2022.  
<https://www.trivusi.web.id/2022/06/algorithm-rnn.html>
- [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,” *Apr 10, 2023*, 2023.  
<https://www.simplilearn.com/tutorials/deep-learning-tutorial/rnn>
- [22] R. van de Schoot *et al.*, “Bayesian statistics and modelling,” *Nat. Rev. Methods Prim.*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.1038/s43586-020-00001-2.
- [23] H. T. Sihotang, F. Riandari, R. M. Simanjorang, A. Simangunsong, and P. S. Hasugian, “Expert System for Diagnosis Chicken Disease using Bayes Theorem,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1230, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1230/1/012066.
- [24] D. Rachmawati, P. Sihombing, and B. Halim, “Implementation of Best First Search Algorithm in Determining Best Route Based on Traffic Jam Level in Medan City,” *2020 Int. Conf. Data Sci. Artif. Intell. Bus. Anal. DATABIA 2020 - Proc.*, pp. 5–12, 2020, doi: 10.1109/DATABIA50434.2020.9190626.
- [25] 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.
- [26] D. El Baz, B. Fakhri, R. Sanchez Nigenda, and V. Boyer, “Parallel best-first search algorithms for planning problems on multi-core processors,” *J. Supercomput.*, vol. 78, no. 3, pp. 3122–3151, 2022, doi: 10.1007/s11227-021-03986-z.
- [27] S. Ilahiyah and A. Nilogiri, “Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network,” *JUSTINDO (Jurnal Sist. dan Teknol. Inf. Indones.)*, vol. 3, no. 2, pp. 49–56, 2018.
- [28] Yayasan Multimedia Nusantara & Xeratic, “Memahami Perbedaan Algoritma Machine Learning vs Deep Learning,” *07-Juni-2021*, 2021.  
<https://dqlab.id/memahami-perbedaan-algoritma-machine-learning-vs-deep-learning>

- [29] N. K. Nissa, “Cara Kerja Object Detection dengan YOLO (You Only Look Once),” *Maret 23, 2023*, 2023. <https://pacmann.io/blog/cara-kerja-object-detection-dengan-yolo>
- [30] D. Rahman, C. Setianingsih, and ..., “Sistem Deteksi Pelanggaran Social Distancing Di Ruang Terbuka Menggunakan Algoritma You Only Look Once (yolo),” *eProceedings ...*, vol. 8, no. 5, pp. 6678–6683, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16482%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16482/16191>
- [31] Q. Chen, Y. Wang, T. Yang, X. Zhang, J. Cheng, and J. Sun, “You Only Look One-level Feature”.
- [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, “A Novel YOLOv6 Object Detector for Monitoring Piling Behavior of Cage-Free Laying Hens,” pp. 905–923, 2023.
- [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] Zaenudin, “Pengertian Transportasi, Ciri, Fungsi, Manfaat & Jenis-Jenis Transportasi,” *march 5, 2022*. <https://artikelsiana.com/pengertian-transportasi-ciri-fungsi-manfaat-jenis-transportasi/>
- [37] F. Ananda, “Analisa Penggunaan ‘Speed Bump’ Terhadap Perubahan Kecepatan Kendaraan pada Jalan Beringin Pasar VII Tembung (Studi Kasus),” vol. 1, no. November, p. 90, 2021.
- [38] Patel, “Penggunaan Closed Circuit Television,” pp. 9–25, 2019.