

**SISTEM *SMART TRANSPORTATION* UNTUK  
PENENTUAN JALUR TERBAIK DENGAN  
PERBANDINGAN METODE *DECISION TREE*  
YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID SEARCH*  
DAN *BAYESIAN OPTIMIZATION***

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH :**

**SRI ARUM KINANTI**

**09011381924114**

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

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM *SMART TRANSPORTATION* UNTUK PENENTUAN  
JALUR TERBAIK DENGAN PERBANDINGAN METODE  
*DECISION TREE* YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID  
SEARCH* DAN *BAYESIAN OPTIMIZATION***

### TUGAS AKHIR

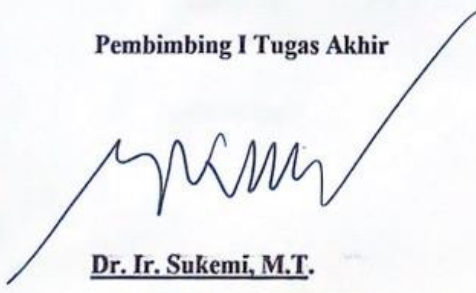
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

**OLEH:**

**SRI ARUM KINANTI**

**09011381924114**

Pembimbing I Tugas Akhir

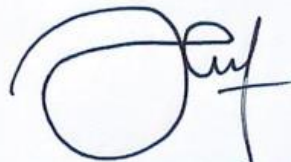


**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**

**NIP. 196612032006041001**

Palembang, 21 Juli 2023

Pembimbing II Tugas Akhir



**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 : Selasa

Tanggal : 11 Juli 2023

Tim Penguji

1. Ketua : Dr. Firdaus, M.Kom.

2. Sekretaris : Aditya Putra Perdana P., M.T.

3. Penguji : Prof. Dr. Erwin, M.Si.

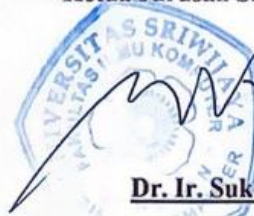
4. Pembimbing : Dr. Ir. Sukemi, M.T.

5. Pembimbing II : 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 : Sri Arum Kinanti  
NIM : 09011381924114  
Judul : Sistem *Smart Transportation* Untuk Penentuan Jalur Terbaik Dengan Perbandingan Metode Decision Tree Yang Dioptimasi Dengan *Grid Search* Dan *Bayesian Optimization*.

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 15%

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, 31 Juli 2023



**Sri Arum Kinanti**

**NIM. 09011381924114**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul "**Sistem Smart Transportation untuk Penentuan Jalur Terbaik dengan Perbandingan Metode *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization***".

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta 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 dan keluarga saya tercinta yang telah memberikan doa, motivasi, dukungan serta semangat kepercayaan sepenuhnya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir 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 sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir I telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir II yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Ibu Nurul Afifah, M.Kom., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Sari Nuzulastri selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Teman-teman seperjuangan saya yang telah membantu dalam membuat laporan Tugas Akhir ini dari awal sampai selesai, yaitu Dinda, Ghina, Manda dan Nanda.
9. Sahabat saya yaitu Adella, Arina dan Mariyah yang telah memberikan semangat dalam pembuatan membuat laporan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh anggota *training* TA yaitu David, Syairillah, Azhari, Alpina dan Ridho yang telah membantu penulis untuk melakukan proses TA ini, serta pengumpulan *dataset*.
11. Para kakak tingkat yang menjadi panutan sekaligus mentor serta seluruh para teman angkatan 2019 Sistem Komputer Bukit Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat penting bagi penulis agar tugas akhir ini bisa lebih baik. Akhir kata penulis berharap, semoga tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, Juli 2023

Penulis,

Sri Arum Kinanti

NIM. 09011381924114

**SISTEM *SMART TRANSPORTATION* UNTUK PENENTUAN JALUR  
TERBAIK DENGAN PERBANDINGAN METODE *DECISION TREE*  
YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID SEARCH* DAN *BAYESIAN  
OPTIMIZATION***

**SRI ARUM KINANTI (09011381924114)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email : [sriarumk02@gmail.com](mailto:sriarumk02@gmail.com)

**ABSTRAK**

Jumlah pengguna kendaraan yang terus meningkat membuat kemacetan lalu lintas menjadi salah satu masalah utama yang harus diatasi. Layanan disediakan oleh *Intelligent Transportation Systems* (ITS) dapat membantu mengatasi masalah kemacetan lalu lintas. Sistem *smart transportation* merupakan bagian penting dari *smart city* dengan berfokus pada optimasi jalur, lampu lalu lintas, dan deteksi kepadatan kendaraan. Model optimal yang diperoleh dengan menggunakan teknik *computer vision* menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) versi 8 untuk deteksi kendaraan. Dalam mendeteksi kepadatan kendaraan pada lalu lintas dengan menggunakan metode *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan dioptimasi dengan *Bayesian Optimization*, bertujuan untuk mendapatkan akurasi dari kepadatan kendaraan di lalu lintas. Hasil dari metode *Decision Tree* hasil akurasi model 85,42% dan akurasi pembacaan 100%. Lalu pada metode *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Grid Search* hasil akurasi model 79,69% dan akurasi pembacaan 100%. Serta *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Bayesian Optimization* hasil akurasi model 82,81% dan akurasi pembacaan 98,67%. Adapun dalam penentuan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* dengan algoritma *A-Star*. Jalur yang terpilih adalah jalur 2 walaupun bukan jalur terpendek tetapi memperoleh nilai bobot terkecil. Jalur 1 memang jalur terpendek tapi tidak dipilih karena adanya kondisi jalan yang macet menyebabkan nilai bobot menjadi besar.

**Kata Kunci :** Kemacetan, *Smart Transportation*, *Smart City*, YOLOv8, *Decision Tree*, *Grid Search*, *Bayesian Optimization*, Jalur Terbaik, *Heuristic Search*, *A-Star*

**SMART TRANSPORTATION SYSTEM FOR DETERMINING THE BEST  
PATH BY COMPARING DECISION TREE METHOD OPTIMIZED WITH  
GRID SEARCH AND BAYESIAN OPTIMIZATION**

**SRI ARUM KINANTI (09011381924114)**

*Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,*

*Sriwijaya University*

*Email : [sriarumk02@gmail.com](mailto:sriarumk02@gmail.com)*

**ABSTRACT**

*The ever-increasing number of vehicle users makes traffic congestion one of the major problems to be overcome. Services provided by Intelligent Transportation Systems (ITS) can help solve traffic congestion problems. Smart transportation systems are an important part of smart cities by focusing on lane optimization, traffic lights, and congestion detection. The optimal model is obtained using computer vision techniques using the You Only Look Once (YOLO) algorithm version 8 for vehicle detection. In detecting vehicle density in traffic using the Decision Tree method optimized with Grid Search and optimized with Bayesian Optimization, aims to get the accuracy of vehicle density in traffic. The results of the Decision Tree method result in 85.42% model accuracy and 100% reading accuracy. Then in the Decision Tree method optimized with Grid Search, the model accuracy is 79.69% and the reading accuracy is 100%. And the Decision Tree optimized with Bayesian Optimization results in model accuracy of 82.81% and reading accuracy of 98.67%. As for determining the best path using the Heuristic Search method with the A-Star algorithm. The selected path is path 2 although it is not the shortest path but obtains the smallest weight value. Path 1 is indeed the shortest path but was not chosen because of the congested road conditions causing the weight value to be large.*

**Keywords** : *Congestion, Smart Transportation, Smart City, YOLOv8, Decision Tree, Grid Search, Bayesian Optimization, Best Path, Heuristic Search, A-Star*



## DAFTAR ISI

	Halaman
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 .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	5
1.6 Metodologi Penelitian .....	5
1.6.1 Metode Studi Pustaka dan Literature .....	5
1.6.2 Metode Konsultasi .....	5
1.6.3 Metode Penentuan Model .....	6
1.6.4 Metode Pengujian dan Validasi Model .....	6
1.6.5 Metode Analisa dan Kesimpulan .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8

2.1	Penelitian Terdahulu.....	8
2.2	<i>Smart Transportation</i> .....	12
2.3	Jalur Terbaik ( <i>Best Path</i> ).....	13
2.4	Metode <i>Heuristic Search</i> Algoritma <i>A-Star</i> .....	14
2.5	<i>Machine Learning</i> .....	17
2.6	<i>Decision Tree</i> .....	18
2.7	<i>Grid Search</i> .....	20
2.8	<i>Bayesian Optimization</i> .....	21
2.9	<i>Smart City</i> (Kota Pintar).....	22
2.10	Kota Palembang.....	23
2.11	Kemacetan Lalu Lintas .....	24
2.12	CCTV ( <i>Closed Circuit Television</i> ) .....	24
2.13	YOLO ( <i>You Only Look Once</i> ) .....	25
2.14	Evaluasi Model .....	26
2.14.1	<i>Accuracy</i> .....	27
2.14.2	<i>Perfomance Metrics</i> .....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		29
3.1	Kerangka Kerja Penelitian.....	29
3.2	Studi <i>Literature</i> .....	31
3.3	Pengumpulan <i>Dataset</i> .....	31
3.3.1	Spesifikasi Perangkat Keras .....	32
3.3.2	Spesifikasi Perangkat Lunak .....	32
3.4	Perancangan <i>Preprocessing</i> .....	33
3.5	Hasil <i>Training</i> ( <i>Kurva, Confusion, Tabel Training</i> ) .....	42
3.6	Pengujian Model.....	45

3.7	Pengumpulan Data (Rekaman CCTV) .....	47
3.8	YOLO .....	49
3.9	Metode <i>Decision Tree</i> .....	50
3.10	Output Metode <i>Decision Tree</i> .....	53
3.11	Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	54
3.12	Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	54
3.13	Output Metode <i>Decision Tree</i> setelah dioptimasi <i>Grid Search</i> dan <i>Bayesian Optimization</i> .....	55
3.14	Algoritma Jalur Terbaik (Algoritma <i>A-Star</i> ) .....	55
3.15	Hasil Algoritma Jalur Terbaik (Algoritma <i>A-Star</i> ) .....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		58
4.1	Pengumpulan Data (Rekaman CCTV) .....	58
4.1.1	Peta Jalan Jalur .....	58
4.2	YOLO .....	60
4.3	Metode <i>Decision Tree</i> .....	62
4.4	Output Metode <i>Decision Tree</i> .....	63
4.5	Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	82
4.6	Output Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	82
4.7	Algoritma Jalur Terbaik (Algoritma <i>A-star</i> ) .....	102
4.8	Hasil Jalur Terbaik (Algoritma <i>A-star</i> ) .....	102
4.9	Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	107
4.10	Output Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> ...	107
4.11	Algoritma Jalur Terbaik (Algoritma <i>A-Star</i> ) .....	128
4.12	Hasil Jalur Terbaik (Algoritma <i>A-Star</i> ) .....	128
4.13	Analisa dan Kesimpulan .....	133

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	136
5.1 Kesimpulan.....	136
5.2 Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA .....	138
LAMPIRAN.....	144

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>A-Star</i> .....	16
Gambar 2.2 Metode <i>Machine Learning</i> .....	18
Gambar 2.3 <i>Decision Tree</i> .....	20
Gambar 2.4 <i>Grid Search</i> .....	21
Gambar 2.5 Konsep <i>Smart City</i> .....	23
Gambar 2.6 CCTV .....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
Gambar 3.2 Contoh Gambar Data Mobil dan Motor .....	31
Gambar 3.3 Gambar sebelum <i>dicleaning</i> .....	33
Gambar 3.4 Gambar Data Kotor .....	34
Gambar 3.5 Gambar sesudah <i>dicleaning</i> .....	34
Gambar 3.6 Total Gambar Sesudah <i>Cleaning</i> .....	35
Gambar 3.7 Gambar Urutan Nama <i>File</i> .....	36
Gambar 3.8 Gambar data dengan format <i>File</i> .....	36
Gambar 3.9 Gambar Data Penyesuaian Format dan Penggabungan <i>File</i> .....	37
Gambar 3.10 Gambar Proses <i>Labelling</i> .....	37
Gambar 3.11 Gambar <i>File .txt</i> .....	38
Gambar 3.12 Data <i>Training</i> .....	38
Gambar 3.13 Data <i>Testing</i> .....	39
Gambar 3.14 Gambar hasil input variabel kendaraan.....	39
Gambar 3.15 Gambar <i>Bluescreen</i> Pada Saat <i>Training epoch 100</i> .....	40
Gambar 3.16 Perintah Pada Proses <i>Training</i> .....	41
Gambar 3.17 Proses <i>Training</i> .....	41

Gambar 3.18 Model Hasil <i>Training</i> YOLOv8.....	42
Gambar 3.19 Gambar Hasil <i>confusion matrix</i> .....	43
Gambar 3.20 Gambar Hasil <i>F1-Confidence Curve</i> .....	43
Gambar 3.21 Gambar Hasil <i>Precision-Recall Curve</i> .....	44
Gambar 3.22 Perintah Proses <i>Running</i> video untuk <i>Counting</i> .....	45
Gambar 3.23 Hasil Video <i>Counting</i> .....	45
Gambar 3.24 Hasil <i>File Csv Counting</i> .....	46
Gambar 3.25 Contoh <i>Screenshot</i> CCTV Simpang Jalan Parameswara arah Angkatan 45 .....	47
Gambar 3.26 Gambar Video Hasil <i>Counting</i> .....	50
Gambar 3.27 Hasil <i>csv counting</i> .....	50
Gambar 4.1 Peta Jalur Lokasi Titik Awal dan Titik Tujuan .....	58
Gambar 4.2 Skenario Jalur Jalan.....	60
Gambar 4.3 Model Metode <i>Decision Tree</i> .....	63
Gambar 4.4 <i>Confusion Matrix Decision Tree</i> .....	64
Gambar 4.5 Proses <i>Input Data Decision Tree</i> .....	66
Gambar 4.6 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> .....	78
Gambar 4.7 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> .....	78
Gambar 4.8 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> Pagi.....	79
Gambar 4.9 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> Pagi.....	79
Gambar 4.10 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> Siang.....	80
Gambar 4.11 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> Siang.....	80
Gambar 4.12 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> Sore.....	81
Gambar 4.13 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> Sore.....	81
Gambar 4.14 Model <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	82

Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid search</i> .....	83
Gambar 4.16 Proses <i>Input Data Grid Search</i> .....	84
Gambar 4.17 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	97
Gambar 4.18 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i>	98
Gambar 4.19 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> Pagi.....	98
Gambar 4.20 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> Pagi.....	99
Gambar 4.21 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> Siang.....	100
Gambar 4.22 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> Siang.....	100
Gambar 4.23 Tabel <i>Input</i> Grafik Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> Sore .....	101
Gambar 4.24 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> Sore .....	101
Gambar 4.25 <i>Input</i> Bobot Nilai metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .	103
Gambar 4.26 Hasil Bobot Total Nilai Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	103
Gambar 4.27 Graf Semua Jalur Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision</i> <i>Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	104
Gambar 4.28 Pemilihan Jalur Terbaik Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	104
Gambar 4.29 Graf Visualiasi pada Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision</i> <i>Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	105

Gambar 4.30 Graf Jalur Terbaik Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	106
Gambar 4.31 Peta Jalur 2 bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Grid Search</i> .....	106
Gambar 4.32 Model Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .	107
Gambar 4.33 <i>Confusion Matrix Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	108
Gambar 4.34 <i>Optimal Parameters Bayesian Optimization</i> .....	110
Gambar 4.35 Proses <i>Input Data Bayesian Optimization</i> .....	110
Gambar 4.36 Tabel <i>Input Grafik Pembacaan Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	123
Gambar 4.37 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	124
Gambar 4.38 Tabel <i>Input Grafik Pembacaan Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> Pagi.....	124
Gambar 4.39 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> Pagi.....	125
Gambar 4.40 Tabel <i>Input Grafik Pembacaan Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> Siang.....	126
Gambar 4.41 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> Siang.....	126
Gambar 4.42 Tabel <i>Input Grafik Pembacaan Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> Sore .....	127
Gambar 4.43 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> Sore .....	127
Gambar 4.44 <i>Input Bobot Nilai metode Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	129



Gambar 4.45 Hasil Bobot Total Nilai Metode <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	129
Gambar 4.46 Graf Semua Jalur Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	130
Gambar 4.47 Pemilihan Jalur Terbaik Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	130
Gambar 4.48 Graf Visualiasi pada Jalur Terbaik Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	131
Gambar 4.49 Graf Jalur Terbaik Algoritma <i>A-star</i> bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	132
Gambar 4.50 Peta Jalur 2 bersumber dari Data <i>Decision Tree</i> dioptimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	132

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Hasil Penelitian .....	11
Tabel 2.2 <i>Confusion Matrix</i> .....	26
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	32
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	32
Tabel 3.3 Tabel Pengumpulan Data Gambar .....	34
Tabel 3.4 Hasil <i>Training</i> .....	44
Tabel 3.5 Perhitungan Akurasi Manual Pengujian YOLOv8 .....	46
Tabel 3.6 Spesifikasi Data Video Rekaman CCTV.....	48
Tabel 3.7 Nilai Lebar Jalan dan Jarak Tempuh dalam Persimpang Jalan.....	49
Tabel 3.8 Tabel <i>Input</i> Kondisi Jalan .....	51
Tabel 3.9 Tabel Referensi Kondisi Jalan .....	52
Tabel 3.10 Tabel Output Kondisi Jalan.....	53
Tabel 3.11 Tabel Nilai Bobot.....	56
Tabel 4.1 Pilihan Jalur Jalan .....	59
Tabel 4.2 Hasil Counting Tanggal 21 November 2022 .....	60
Tabel 4.3 Hasil <i>Counting</i> Jumlah Kendaraan pada YOLO.....	62
Tabel 4.4 <i>Precision Decision Tree</i> .....	64
Tabel 4.5 <i>Recall Decision Tree</i> .....	65
Tabel 4.6 <i>F1-Score Decision Tree</i> .....	65
Tabel 4.7 Hasil Pembacaan tanggal 7 November 2022 Pagi <i>Decision Tree</i> .....	66
Tabel 4.8 Hasil Pembacaan tanggal 7 November 2022 Siang <i>Decision Tree</i> .....	67
Tabel 4.9 Hasil Pembacaan tanggal 7 November 2022 Sore <i>Decision Tree</i> .....	67
Tabel 4.10 Hasil Pembacaan tanggal 8 November 2022 Pagi <i>Decision Tree</i> .....	68

Tabel 4.11 Hasil Pembacaan tanggal 8 November 2022 Sore <i>Decision Tree</i> .....	69
Tabel 4.12 Hasil Pembacaan tanggal 9 November 2022 Pagi <i>Decision Tree</i> .....	70
Tabel 4.13 Hasil Pembacaan tanggal 9 November 2022 Siang <i>Decision Tree</i> .....	70
Tabel 4.14 Hasil Pembacaan tanggal 9 November 2022 Sore <i>Decision Tree</i> .....	71
Tabel 4.15 Hasil Pembacaan tanggal 10 November 2022 Pagi <i>Decision Tree</i> .....	72
Tabel 4.16 Hasil Pembacaan tanggal 10 November 2022 Siang <i>Decision Tree</i> .....	72
Tabel 4.17 Hasil Pembacaan tanggal 10 November 2022 Sore <i>Decision Tree</i> .....	73
Tabel 4.18 Hasil Pembacaan tanggal 11 November 2022 Pagi <i>Decision Tree</i> .....	74
Tabel 4.19 Hasil Pembacaan tanggal 11 November 2022 Siang <i>Decision Tree</i> .....	74
Tabel 4.20 Hasil Pembacaan tanggal 11 November 2022 Sore <i>Decision Tree</i> .....	75
Tabel 4.21 Hasil Pembacaan tanggal 21 November 2022 <i>Decision Tree</i> .....	76
Tabel 4.22 <i>Precision Grid Search</i> .....	84
Tabel 4.23 <i>Recall Grid Search</i> .....	84
Tabel 4.24 <i>F1-Score Grid Search</i> .....	84
Tabel 4.25 Hasil Pembacaan 7 November 2022 Pagi <i>Grid Search</i> .....	85
Tabel 4.26 Hasil Pembacaan 7 November 2022 Siang <i>Grid Search</i> .....	86
Tabel 4.27 Hasil Pembacaan 7 November 2022 Sore <i>Grid Search</i> .....	86
Tabel 4.28 Hasil Pembacaan 8 November 2022 Pagi <i>Grid Search</i> .....	87
Tabel 4.29 Hasil Pembacaan 8 November 2022 Sore <i>Grid Search</i> .....	88
Tabel 4.30 Hasil Pembacaan 9 November 2022 Pagi <i>Grid Search</i> .....	89
Tabel 4.31 Hasil Pembacaan 9 November 2022 Siang <i>Grid Search</i> .....	89
Tabel 4.32 Hasil Pembacaan 9 November 2022 Sore <i>Grid Search</i> .....	90
Tabel 4.33 Hasil Pembacaan 10 November 2022 Pagi <i>Grid Search</i> .....	91
Tabel 4.34 Hasil Pembacaan 10 November 2022 Siang <i>Grid Search</i> .....	91
Tabel 4.35 Hasil Pembacaan 10 November 2022 <i>Grid Search</i> .....	92

Tabel 4.36 Hasil Pembacaan 11 November 2022 Pagi <i>Grid Search</i> .....	93
Tabel 4.37 Hasil Pembacaan 11 November 2022 Siang <i>Grid Search</i> .....	94
Tabel 4.38 Hasil Pembacaan 11 November 2022 Sore <i>Grid Search</i> .....	94
Tabel 4.39 Hasil Pembacaan 21 November 2022 Pagi <i>Grid Search</i> .....	95
Tabel 4.40 <i>Precision Bayesian Optimization</i> .....	109
Tabel 4.41 <i>Recall Bayesian Optimization</i> .....	109
Tabel 4.42 <i>F1-Score Bayesian Optimization</i> .....	109
Tabel 4.43 Hasil Pembacaan 7 November 2022 Pagi <i>Bayesian Optimization</i> ....	111
Tabel 4.44 Hasil Pembacaan 7 November 2022 Siang <i>Bayesian Optimization</i> ..	112
Tabel 4.45 Hasil Pembacaan 7 November 2022 Sore <i>Bayesian Optimization</i> ....	112
Tabel 4.46 Hasil Pembacaan 8 November 2022 Pagi <i>Bayesian Optimization</i> ....	113
Tabel 4.47 Hasil Pembacaan 8 November 2022 Sore <i>Bayesian Optimization</i> ....	114
Tabel 4.48 Hasil Pembacaan 9 November 2022 Pagi <i>Bayesian Optimization</i> ....	114
Tabel 4.49 Hasil Pembacaan 9 November 2022 Siang <i>Bayesian Optimization</i> ..	115
Tabel 4.50 Hasil Pembacaan 9 November 2022 Sore <i>Bayesian Optimization</i> ....	116
Tabel 4.51 Hasil Pembacaan 10 November 2022 Pagi <i>Bayesian Optimization</i> ..	117
Tabel 4.52 Hasil Pembacaan 10 November 2022 Siang <i>Bayesian Optimization</i> ..	117
Tabel 4.53 Hasil Pembacaan 10 November 2022 Sore <i>Bayesian Optimization</i> ..	118
Tabel 4.54 Hasil Pembacaan 11 November 2022 Pagi <i>Bayesian Optimization</i> ..	119
Tabel 4.55 Hasil Pembacaan 11 November 2022 Siang <i>Bayesian Optimization</i> ..	120
Tabel 4.56 Hasil Pembacaan 11 November 2022 Sore <i>Bayesian Optimization</i> ..	120
Tabel 4.57 Hasil Pembacaan 21 November 2022 <i>Bayesian Optimization</i> .....	121
Tabel 4.58 Hasil Jalur Terbaik Algoritma <i>A-Star</i> .....	134
Tabel 4.59 Total Jarak Serta Semua Jalur .....	134

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Akurasi Manual Pengujian YOLOv8 .....	145
Lampiran 2. Tabel Referensi Kondisi Jalan .....	147
Lampiran 3. Hasil <i>Counting</i> Jumlah Kendaraan pada YOLO .....	160
Lampiran 4. Total Jarak Serta Semua Jalur .....	166
Lampiran 5. Form Revisi Penguji .....	169
Lampiran 6. Form Revisi Pembimbing I.....	170
Lampiran 7. Form Revisi Pembimbing II .....	171
Lampiran 8. Hasil Turnitin.....	172

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir, *Intellegent Transportation System* telah berkembang diseluruh dunia sebagai bagian dari *Smart City* dengan mengintegrasikan berbagai teknologi seperti komputasi awan, *artificial intelegent*, *sensors*, dan *the internet of things* (IoT). Layanan inovatif yang diberikan oleh *Intellegent Transportation System* dapat meningkatkan mobilitas dan keselamatan transportasi dengan membuat pengguna jalan lebih terinformasi dan lebih terkoordinasi. Lalu membantu dalam mengatasi masalah transportasi yang diakibatkan oleh peningkatan lalu lintas kota secara signifikan dalam beberapa dekade terakhir [1]. *Intellegent Transportation System* (ITS) bertujuan untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, dimana pada saat mengurangi konsumsi bahan bakar serta meningkatkan aspek *transportation* lainnya. Informasi pada waktu perjalanan memainkan peran penting dalam aplikasi ITS yang berbeda, contohnya seperti berbagai perjalanan dan pemantauan lalu lintas. Perkiraan waktu perjalanan yang lebih baik dapat meningkatkan kinerja keseluruhan sistem tersebut yang akan mengarahkan ke informasi yang lebih akurat bagi para pengguna termasuk jalur yang lebih baik dan pilihan *transportation* yang lebih baik. Aspek penting lainnya bagi pengguna ITS adalah variasi waktu perjalanan, yang memengaruhi semua kasus penggunaan diatas. Namun sebagai besar penelitian sebelumnya mencoba memperkirakan waktu perjalan diharapkan [2].

Prediksi lalu lintas merupakan tugas penting untuk sistem transportasi cerdas dimana akan memberikan informasi penting kepada pengguna jalan. Lembaga manajemen lalu lintas bertujuan untuk memungkinkan dalam pengambilan keputusan yang lebih akurat dan baik. Serta dapat membantu dalam peningkatan perencanaan *Smart Transportation* dalam mengurangi masalah umum seperti, kecelakaan dijalan, kemacetan lalu lintas, dan kerusakan dijalan. Pada bagian

penting terdapat dipersimpangan jalan, adapun berbagai pihak termasuk pengguna jalan, pengendara, dan pejalan kaki saling berinteraksi. Maka dari itu, pada prediksi lalu lintas akan lebih semakin akurat seperti dipersimpangan jalan lalu lintas yang sangat penting dalam menjaga mobilitas serta keselamatan pengguna *Transportation* [1].

Perubahan terhadap perkembangan teknologi informasi memberikan suatu manfaat dalam kehidupan, dengan adanya perkembangan teknologi pada sistem keamanan semakin berkembang. Dalam sistem keamanan dapat membantu petugas dalam melakukan pengawasan yang terjadi di jalan, serta teknologi yang dapat membantu yaitu CCTV (*Closed-Circuit Television*). Memiliki kemampuan dalam merekam suatu kejadian dan bisa mengamati suatu objek secara *all-time*, sehingga ini berguna sekali untuk keamanan dalam suatu persimpangan jalan atau gedung yang telah terpasang alat tersebut [3]. Saat ini banyak kota memiliki sistem pengawasan lalu lintas dalam bentuk video. Dimana dalam menunjukkan lalu lintas yang sangat cepat dan biasanya cakupan *camera* secara heterogen dengan berbagai resolusi, titik pemasangan, dan kecepatan pengambilan bingkainya. CCTV bekerja dalam 24 jam sehari maka dalam satu minggu dapat menghasilkan jumlah yang besar untuk informasi yang disebut *Big Data*, dalam data itu dapat difungsikan untuk sistem pengawasan lalu lintas otomatis [4].

YOLO (*You Only Look Once*) memiliki kemampuan sebagai mendeteksi objek dalam sekali jalan dengan melalui jaringan saraf [5]. Serta model yang paling populer diminati penelitian dalam konteks kontrol lalu lintas. Bertujuan sebagai klasifikasi dan deteksi kendaraan lalu lintas, penulis menganalisa penelitian sebagai pendeteksi kendaraan sehingga didapatkan sebuah model secara optimal pada saat pengerjaan sistem lalu lintas di jalan [6]. Dalam mendeteksi objek pada data CCTV ini maka digunakanlah YOLO dengan bertujuan untuk deteksi pada sebuah data yang akan terbagi beberapa tahap seperti *resize* gambar serta menjalankan metode *Decision Tree*. YOLO merupakan sebuah algoritma deteksi objek yang diperkenalkan oleh Joseph Redmon, dengan menyatukan komponen secara terpisah dari sistem deteksi menjadi terpadu dalam satu jaringan lalu lintas. dipergunakan dalam sebuah fitur gambar dan *diinput* dalam memprediksi *bounding box* [7].

Dalam penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Decision Tree* untuk memecahkan masalah *Machine Learning* bertujuan mendapatkan sebuah kesederhanaan dan pemahamannya [1]. Metode *Decision Tree* merupakan jalan sebuah alur saat mengambil ketentuan serta keputusan dalam cara menggunakan analisa secara bertahap. Pada setiap kinerja proses menghasilkan keputusan nantinya berakibat dalam ketentuan dibawahnya [8]. Dengan itu, *Decision Tree* bisa menggabungkan beberapa prediksi dalam mendapatkan yang lebih akurat saat meningkatkan prediksi waktu perjalanan [1]. Setelah dioptimalkan dengan metode *Grid Search* untuk menemukan parameter yang optimal dan kompleksitas, dengan komputasi sangat besar dalam ekstrak data sampel yang besar. Lalu metode *Grid Search* ini akan menemukan konfigurasi model dengan mengevaluasi setiap kemungkinan terjadinya kombinasi. Pada metode *Grid Search* ini bisa memberikan keuntungan dengan akurasi pembelajaran yang tinggi, dengan kemampuan dalam pemrosesan paralel pada data tersebut [9].

Selanjutnya metode *Decision Tree* yang akan dioptimasi dengan *Bayesian Optimization* dalam menangani data bentuk besar dan bisa mudah diperoleh. Lebih umum dengan data resolusi tinggi, dengan optimasi ini dapat memperhitungkan perbedaan jumlah kendaraan yang akan melintas di jalur lalu lintas. Secara yang berbeda-beda pada akurat dengan memodelkan distribusi waktu perjalanan dalam skenario biasa di beberapa tautan yang dilalui. Disaat yang sama bisa menghasilkan secara kompleksitas komputasi yang lebih rendah, dengan mempengaruhi pengguna dalam pemodelan waktu penentuan jalur terbaik. Sistem kinerja dan estimasi ini bergantung pada beberapa faktor, seperti panjang jalur lalu lintas yang dalam jangka waktu hari dalam seminggu serta jam dalam sehari [2]. Sebagai dari hasil dari masalah yang disebutkan sebelumnya dalam penelitian ini, dalam penentuan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star*. Dengan perbandingan metode *Decision Tree* dengan dioptimasi oleh *Grid Search* dan *Bayesian Optimization* serta mengetahui tingkat keakuratan dalam penentuan jalur terbaik pada *smart transportation*.



## 1.2 Perumusan Masalah

Berikut perumusan masalah pada perancangan sistem tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode *Decision Tree* dalam mengoptimasi dengan menggunakan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*.
2. Bagaimana membandingkan hasil akurasi yang didapatkan pada metode *Decision Tree* dengan dioptimasi *Grid Search* dan dioptimasi dengan *Bayesian Optimization*.
3. Bagaimana menentukan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star* pada jalur transportasi kota pintar.

## 1.3 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dalam tugas akhir ini, yaitu:

1. Sistem akan dirancang yang digunakan sebagai perhitungan prediksi *Decision Tree* berdasarkan data yang telah dikumpulkan.
2. Untuk mendapatkan hasil lebih akurat dalam penelitian ini adalah menggunakan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*.
3. Pada penelitian ini dimana akan menggunakan metode *Decision Tree* yang akan dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*.

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *Decision Tree* dengan dioptimasi *Grid Search* dan dioptimasi dengan *Bayesian Optimization*.
2. Untuk membandingkan hasil akurasi dari dua optimasi yang dipilih yaitu *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*.
3. Menentukan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star* pada sistem transportasi dalam kota pintar.

## 1.5 Manfaat

Hasil yang akan didapat dari penelitian ini sebagai acuan landasan untuk peningkatan secara lebih lanjut dalam pembahasan topik *Smart Transportation* dengan metode *Decision Tree* yang akan dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*. Selain itu manfaat menurut penelitian ini secara mudah, yaitu:

1. Memperoleh hasil optimasi dari metode *Decision Tree* akan dioptimasi dengan menggunakan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*.
2. Dapat memilih hasil akurasi dari dua optimasi yang dipilih dalam penelitian ini yaitu *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*.
3. Dapat membantu dalam menentukan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star* pada jalur transportasi di kota pintar.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Pada penelitian metode *Decision Tree* menggunakan beberapa metodologi penelitian dengan melalui tahapan, yaitu:

### 1.6.1 Metode Studi Pustaka dan Literature

Memahami dan mengelompokkan informasi yang berupa *literature* ilmiah dalam buku, jurnal, dan internet yang berkaitan dengan Tugas Akhir. Berkaitan tentang mengenai prediksi lalu lintas metode *Decision Tree* dengan mengoptimalkan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization* dalam penentuan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star*.

### 1.6.2 Metode Konsultasi

Metode konsultasi ini melakukan konsultasi kepada pihak yang memiliki pemahaman yang bagus dalam memecahkan masalah yang dihadapi pada penulisan tugas akhir.

### **1.6.3 Metode Penentuan Model**

Metode penentuan model dengan menggunakan perangkat lunak *Python*, dengan memilih model penelitian yang didasarkan dengan rumusaln masalah dan sumber yang digunakan.

### **1.6.4 Metode Pengujian dan Validasi Model**

Metode pengujian dilakukan terhadap simulasi perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya, serta melakukan validasi model dari pengujian hasil kinerja sistem tersebut. Bertujuan supaya bisa menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik.

### **1.6.5 Metode Analisa dan Kesimpulan**

Pada metode ini penulis akan membuat analisa dan kesimpulan terhadap hasil dari pengujian tugas akhir, kemudian memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Proses penyusunan tugas akhir ini dipermudah dengan membuat sistem penulisan yang menjelaskan isi setiap bab yang ditulis sebagai berikut:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada Bab I, penulis membahas dasar-dasar penelitian, termasuk latar belakang dengan masalah yang diangkat, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

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

Pada Bab II menjelaskan landasan teori dari pembahasan penelitian ini. Meliputi penjelasan tentang metode *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*, pada

penentuan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-star* dan materi tentang *Smart Transportation*.

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

Pada Bab III menjelaskan dengan sistematis pada proses penelitian yang dikerjakan. Dalam penjelasan tentang langkah-langkah dikerjakan dalam menyiapkan *dataset* sebagai perbandingan metode *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*. Menentukan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-star* dan materi penjelasan tentang *Smart Transportation*.

### **BAB IV. HASIL DAN ANALISA**

Pada Bab IV ini terdiri dari proses penelitian, kemudian menganalisis hasil kinerja dengan membandingkan dua optimasi, yaitu metode *Decision Tree* yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Bayesian Optimization*. Menentukan jalur terbaik menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-star*.

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

Pada Bab V penjelasan tentang hasil yang dicapai dan kesimpulan, seperti jawaban yang diperoleh dari tujuan yang ingin dicapai. Serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Alajali, W. Zhou, S. Wen, and Y. Wang, "Intersection traffic prediction using decision tree models," *Symmetry (Basel)*, vol. 10, no. 9, pp. 1–16, 2018, doi: 10.3390/sym10090386.
- [2] A. Prokhorchuk, J. Dauwels, and P. Jaillet, "Estimating Travel Time Distributions by Bayesian Network Inference," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, no. 5, pp. 1867–1876, 2020, doi: 10.1109/TITS.2019.2899906.
- [3] U. Enggarsasi and N. K. Sa'Diyah, "Interaction of traffic police with motorized vehicle control by CCTV," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 434, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/434/1/012264.
- [4] A. Fedorov, K. Nikolskaia, S. Ivanov, V. Shepelev, and A. Minbaleev, "Traffic flow estimation with data from a video surveillance camera," *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.1186/s40537-019-0234-z.
- [5] S. H. Patel, "Accurate ball detection in field hockey videos using YOLOV8 algorithm," vol. 9, no. 2, pp. 411–418, 2023.
- [6] N. N. Hasibuan, M. Zarlis, and S. Efendi, "Detection and tracking different type of cars with YOLO model combination and deep sort algorithm based on computer vision of traffic controlling," *J. dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 210–220, 2021,. Available: <https://doi.org/10.33395/sinkron.v6i1.11231>.
- [7] F. Rofii, G. Priyandoko, M. I. Fanani, and A. Suraji, "Vehicle Counting Accuracy Improvement By Identity Sequences Detection Based on Yolov4 Deep Neural Networks," *Teknik*, vol. 42, no. 2, pp. 169–177, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i2.37019.
- [8] R. Anagora, A. Damuri, G. Hendratna, and ..., "Penerapan Algoritma Analytical Hierarchy Process (AHP) Untuk Menentukan Pola Penindakan Lalu Lintas," ... *J. Komput. dan ...*, vol. 4, no. 3, pp. 65–71, 2020, [Online]. Available:<https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/download/860/649>.
- [9] A. Zakrani, A. Najm, and A. Marzak, "Support Vector Regression Based on

- Grid-Search Method for Agile Software Effort Prediction,” *Colloq. Inf. Sci. Technol. Cist*, vol. 2018-October, pp. 492–497, 2018, doi: 10.1109/CIST.2018.8596370.
- [10] V. Matzavela and E. Alepis, “Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments,” *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 2, p. 100035, 2021, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100035.
- [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] H. Nguyen, L. M. Kieu, T. Wen, and C. Cai, “Deep learning methods in transportation domain: A review,” *IET Intell. Transp. Syst.*, vol. 12, no. 9, pp. 998–1004, 2018, doi: 10.1049/iet-its.2018.0064.
- [13] G. Tang, C. Tang, C. Claramunt, X. Hu, and P. Zhou, “Geometric A-Star Algorithm: An Improved A-Star Algorithm for AGV Path Planning in a Port Environment,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 59196–59210, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3070054.
- [14] F. Zantalis, G. Koulouras, S. Karabetsos, and D. Kandris, “A review of machine learning and IoT in smart transportation,” *Futur. Internet*, vol. 11, no. 4, 2019, doi: 10.3390/FI11040094.
- [15] 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.
- [16] S. Lorena, B. Ginting, Y. R. Ginting, T. Prabudi, U. K. Indonesia, and K. Indonesia, “Penerapan algoritma best-path planning untuk aplikasi pencarian rute transportasi publik berbasis android,” *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 5, no. 2, p. 4, 2015, [Online]. Available: <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/jati/article/view/737>.
- [17] Y. T. Hsiao, C. L. Chuang, and C. C. Chien, “Ant colony optimization for

- best path planning,” *IEEE Int. Symp. Commun. Inf. Technol. Isc. 2004*, vol. 1, no. 1, pp. 109–113, 2004, doi: 10.1109/iscit.2004.1412460.
- [18] I. Mutakhiroh, F. Saptono, N. Hasanah, and R. Wiryadinata, “Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetika,” *SNATI (Seminar Nas. Apl. Teknol. Informasi) 2007*, vol. 2007, no. Snati, pp. B33–B39, 2007. Available: <http://journal.uii.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/1623/1398>.
- [19] M. C. Bunaen, H. Pratiwi, and Y. F. Riti, “Penerapan algoritma dijkstra untuk menentukan rute terpendek dari pusat kota surabaya ke tempat bersejarah,” vol. 4, no. 1, pp. 213–223, 2022.
- [20] M. Khairalla, “Meta-Heuristic Search Optimization and its application to Time Series Forecasting Model,” *Intell. Syst. with Appl.*, vol. 16, no. October, p. 200142, 2022, doi: 10.1016/j.iswa.2022.200142.
- [21] L. Fu, D. Sun, and L. R. Rilett, “Heuristic shortest path algorithms for transportation applications: State of the art,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 33, no. 11, pp. 3324–3343, 2006, doi: 10.1016/j.cor.2005.03.027.
- [22] P. de Mars and A. O’Sullivan, “Reinforcement learning and A\* search for the unit commitment problem,” *Energy AI*, vol. 9, no. June, 2022, doi: 10.1016/j.egyai.2022.100179.
- [23] J. C. F. Li, D. Zimmerle, and P. M. Young, “Effective rural electrification via optimal network: Optimal path-finding in highly anisotropic search space using multiplier-accelerated A\* algorithm,” *Energy AI*, vol. 7, p. 100119, 2022, doi: 10.1016/j.egyai.2021.100119.
- [24] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, “Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper,” *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.)*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, 2020, doi: 10.31294/ijcit.v5i1.7951.
- [25] A. Lukman and Marwana, “Machine Learning Multi Klasifikasi Citra Digital,” *Konf. Nas. Ilmu Komput.*, no. August, pp. 1–6, 2014.
- [26] A. Allegra *et al.*, “Machine Learning and Deep Learning Applications in Multiple Myeloma Diagnosis, Prognosis, and Treatment Selection,” *Cancers (Basel)*, vol. 14, no. 3, pp. 1–16, 2022, doi: 10.3390/cancers14030606.

- [27] A. Franseda, W. Kurniawan, S. Anggraeni, and W. Gata, "Integrasi Metode Decision Tree dan SMOTE untuk Klasifikasi Data Kecelakaan Lalu Lintas," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 3, p. 282, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i3.40982.
- [28] Y. A. Budi, "Penggunaan Decision Tree Pada Resiko Pengguna Kendaraan Di Jalan Raya," pp. 27–30.
- [29] M. Maulidah, Windu Gata, Rizki Aulianita, and Cucu Ika Agustyaningrum, "Algoritma Klasifikasi Decision Tree Untuk Rekomendasi Buku Berdasarkan Kategori Buku," *E-Bisnis J. Ilm. Ekon. dan Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 89–96, 2020, doi: 10.51903/e-bisnis.v13i2.251.
- [30] K. A. Bhavsar, A. Abugabah, J. Singla, A. A. AlZubi, A. K. Bashir, and Nikita, "A comprehensive review on medical diagnosis using machine learning," *Comput. Mater. Contin.*, vol. 67, no. 2, pp. 1997–2014, 2021, doi: 10.32604/cmc.2021.014943.
- [31] G. S. K. Ranjan, A. Kumar Verma, and S. Radhika, "K-Nearest Neighbors and Grid Search CV Based Real Time Fault Monitoring System for Industries," *2019 IEEE 5th Int. Conf. Conver. Technol. I2CT 2019*, pp. 9–13, 2019, doi: 10.1109/I2CT45611.2019.9033691.
- [32] A. Toha, P. Purwono, W. Gata, and A. Toha, "Model Prediksi Kualitas Udara dengan Support Vector Machines dengan Optimasi Hyperparameter GridSearch CV," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 12–21, 2022, doi: 10.12928/biste.v4i1.6079.
- [33] A. Prahutama, T. W. Utami, and H. Yasin, "Prediksi Harga Saham Menggunakan Support Vector Regression Dengan Algoritma Grid Search," *Media Stat.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–35, 2014.
- [34] A. Tahmassebi, A. Ehtemami, B. Mohebbali, A. H. Gandomi, K. Pinker, and A. Meyer-Baese, "Big data analytics in medical imaging using deep learning," no. May, p. 13, 2019, doi: 10.1117/12.2516014.
- [35] V. Albino, U. Berardi, and R. M. Dangelico, "Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives," *J. Urban Technol.*, vol. 22, no. 1, pp. 3–21, 2015, doi: 10.1080/10630732.2014.942092.



- [36] D. Widiyanti, "Pengembangan Park and Ride untuk Meningkatkan Pelayanan Angkutan LRT Kota Palembang," *J. Penelit. Transp. Darat*, vol. 21, no. 2, pp. 103–116, 2020, doi: 10.25104/jpdt.v21i2.1562.
- [37] Y. Mehmood, F. Ahmad, I. Yaqoob, A. Adnane, M. Imran, and S. Guizani, "Internet-of-Things-Based Smart Cities: Recent Advances and Challenges," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 55, no. 9, pp. 16–24, 2017, doi: 10.1109/MCOM.2017.1600514.
- [38] 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.
- [39] K. H. Nam Bui, H. Yi, and J. Cho, "A multi-class multi-movement vehicle counting framework for traffic analysis in complex areas using CCTV systems," *Energies*, vol. 13, no. 8, 2020, doi: 10.3390/en13082036.
- [40] B. Santoso, A. I. S. Azis, and A. Bode, "Pengendalian Lampu Lalu Lintas Cerdas di Persimpangan Empat Ruas yang Kompleks Menggunakan Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i1.37311.
- [41] Kotalogy, "CCTV di Kota," 2022. <https://kotalogy.com/2022/09/25/cctv-di-kota/>.
- [42] J. Terven and D. Cordova-Esparza, "A Comprehensive Review of YOLO: From YOLOv1 to YOLOv8 and Beyond," pp. 1–27, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.00501>.
- [43] Y. Li, Q. Fan, H. Huang, Z. Han, and Q. Gu, "A Modified YOLOv8 Detection Network for UAV Aerial Image Recognition," *Drones*, vol. 7, no. 5, 2023, doi: 10.3390/drones7050304.
- [44] D. Reis, J. Kupec, J. Hong, and A. Daoudi, "Real-Time Flying Object Detection with YOLOv8," 2023. Available: <http://arxiv.org/abs/2305.09972>.
- [45] D. T. Mane, S. Sangve, S. Kandhare, S. Mohole, S. Sonar, and S. Tupare, "Real-Time Vehicle Accident Recognition from Traffic Video Surveillance using YOLOV8 and OpenCV," no. April, pp. 250–258, 2023.
- [46] S. Katoch, V. Singh, and U. S. Tiwary, "Indian Sign Language recognition

system using SURF with SVM and CNN,” *Array*, vol. 14, no. April, p. 100141, 2022, doi: 10.1016/j.array.2022.100141.