

**PENENTUAN JALUR TERBAIK PADA *SMART TRANSPORTATION*  
DALAM *SMART CITY* MENGGUNAKAN METODE *ONE DIMENSIONAL  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* YANG DIOPTIMASI DENGAN  
*BAYESIAN OPTIMIZATION (1DCNN-BO)***

**TUGAS AKHIR**

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



**Oleh:**

**Syairillah**

**09011281924050**

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

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENENTUAN JALUR TERBAIK PADA *SMART TRANSPORTATION*  
DALAM *SMART CITY* MENGGUNAKAN METODE *ONE DIMENSIONAL  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* YANG DIOPTIMASI DENGAN  
*BAYESIAN OPTIMIZATION (1DCNN-BO)***

**TUGAS AKHIR**

**Program Studi Sistem Komputer  
Jenjang S1**

**Oleh:**

**Syairillah  
09011281924050**

**Palembang, 24 Juli 2023**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



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

**Pembimbing Tugas Akhir**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ahmad Fali Oklilas', written over a faint circular stamp.

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Juli 2023

Tim Penguji

1. Ketua : Sarmayanta Sembiring, M.T.



2. Sekretaris : Abdurahman, M.Han.



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



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 : Syairillah  
NIM : 09011281924050  
Judul : Penentuan Jalur Terbaik Pada *Smart Transportation* Dalam *Smart City* Menggunakan Metode *One Dimensional Convolutional Neural Network* yang Dioptimasi Dengan *Bayesian Optimization* (1DCNN-BO)

Hasil Pengecekan Plagiat/Turnitin: 17%

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,



Syairillah

**NIM. 09011281924050**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(Q.S. al-Baqarah [2]: 286)

“Ibadah, kerja dan olahraga”

Tidak ada yang tahu seberapa cukup mereka mengumpulkan bekal untuk kehidupan di dunia maupun kehidupan di akhirat.

Laksanakanlah ibadah untuk bekal akhirat, bekerja keraslah agar keluargamu bisa tidur nyenyak dan sempatkanlah berolahraga agar tetap sehat untuk bisa menjelajahi dunia.

*“You are too concerned with what was and what will be. There’s a saying: Yesterday is history, tomorrow is a mystery, but today is a gift. That is why it is called the present”*

— Master Oogway —

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas rahmat Allah SWT,

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

Orang tua saya tercinta yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil dan selalu memanjatkan doa yang luar biasa untuk anaknya selama ini. Terkhusus untuk almarhumah emak saya Sarina terima kasih telah melahirkan saya ke dunia ini, saya harap kita bisa berkumpul lagi di akhirat nanti, karena banyak sekali hal yang ingin aku ceritakan. Terima kasih kepada keluarga, saudara, Alifa, serta teman-teman yang selalu mendukung. Saya sangat berterima kasih kepada kalian semua yang telah mendorong saya dengan motivasi dan juga semangat yang diberikan hingga saya berada di titik ini. Dan yang terakhir, saya berterima kasih kepada diri saya sendiri yang selalu percaya pada diri sendiri, selalu yakin pada setiap cobaan pasti akan ada habisnya dan selalu menerima keadaan apapun yang terjadi.

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh,

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Penentuan Jalur Terbaik Pada *Smart Transportation* Dalam *Smart City* Menggunakan Metode *One Dimensional Convolutional Neural Network* yang Dioptimasi dengan *Bayesian Optimization* (1DCNN-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 Abah Sarnubi, Emak Sarina dan Bunda Amiliya yang telah melahirkan, membesarkan dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang, serta selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril, material maupun spiritual.
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.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Nurul Afifah, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.

7. Mbak Sari selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Raden Alifa Fazlina Putri Saprizal Bahar yang telah menjadi pendukung dan pemberi semangat untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh anggota “*Genk Smart City*” yaitu David Hasian Simatupang, Ahmad Azhari, Muhammad Alpina dan Ridho Aprilianto yang senantiasa menjadi rekan diskusi dan mencari solusi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh anggota “*Training TA*” yaitu Nanda, Dinda, Manda, Ghina, dan Arum, yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan dataset gambar.
11. Seluruh anggota “*baCOD Mobile*” yang dari semester 1 telah senantiasa menjadi teman berbagi informasi dan diskusi dalam mengerjakan tugas-tugas perkuliahan.
12. Teman-teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2019, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
13. Jurusan Sistem Komputer.
14. Almamater.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis. Akhir kata penulis berharap, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Wassalamu’alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Palembang, 24 Juli 2023

Penulis,



Syairillah

NIM. 09011281924050

**PENENTUAN JALUR TERBAIK PADA *SMART TRANSPORTATION*  
DALAM *SMART CITY* MENGGUNAKAN METODE *ONE DIMENSIONAL  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* YANG DIOPTIMASI DENGAN  
*BAYESIAN OPTIMIZATION (1DCNN-BO)***

**SYAIRILLAH (09011281924050)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: [syairil02sr@gmail.com](mailto:syairil02sr@gmail.com)

**ABSTRAK**

Sistem penentuan jalur terbaik termasuk ke dalam konsep *Smart Transportation* yang mana kota yang menerapkan konsep tersebut disebut dengan *Smart City*. Penelitian ini menggunakan *You Only Look Once version 8 (YOLOv8)* untuk menghitung jumlah kendaraan berdasarkan rekaman CCTV, *One Dimensional Convolutional Neural Network* yang dioptimasi dengan *Bayesian Optimization (1DCNN-BO)* untuk memprediksi kondisi kepadatan jalan berdasarkan tabel referensi dan algoritma *A-Star* untuk menentukan jalur terbaik. Dataset yang digunakan merupakan dataset gambar kendaraan yang berjumlah 4224 gambar dan tabel referensi 5 kolom dan 320 baris kondisi jalan dalam bentuk *.csv*. YOLOv8 menghasilkan model dengan mAP 85,4% dan akurasi pengujian dengan akurasi 78,61%. Kemudian 1DCNN menghasilkan akurasi model 93,75% dan akurasi prediksi 100%. Dilanjutkan dengan optimasi model 1DCNN menggunakan *Bayesian Optimization* menghasilkan akurasi model 96,88%, terjadi peningkatan sebesar 3,13% dan hasil prediksi tetap terjaga di 100%. Dan yang terakhir algoritma *A-Star* untuk menentukan jalur terbaik dengan parameter kondisi jalan dan jarak tempuh mendapatkan hasil jalur 4 sebagai bobot terkecil pada semua kondisi yaitu pagi jam 8 dan jam 9, siang jam 13 dan jam 14, sore jam 16 dan jam 17.

**Kata Kunci** : *A-Star, Bayesian Optimization, One Dimensional Convolutional Neural Network, Penentuan Jalur Terbaik, Smart City, Smart Transportation, You Only Look Once version 8.*



***DETERMINING THE BEST PATH AT SMART TRANSPORTATION IN  
SMART CITY USING ONE DIMENSIONAL CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK METHOD OPTIMIZED WITH BAYESIAN OPTIMIZATION  
(IDCNN-BO)***

**SYAIRILLAH (09011281924050)**

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty*

*Sriwijaya University*

Email: [syairil02sr@gmail.com](mailto:syairil02sr@gmail.com)

***ABSTRACT***

*The system for determining the best path is included in the concept of Smart Transportation where the city that applies the concept is called a Smart City. This study uses the You Only Look Once version 8 (YOLOv8) algorithm to calculate the number of vehicles based on CCTV footage, One Dimensional Convolutional Neural Network optimized with Bayesian Optimization (IDCNN-BO) to predict road density conditions based on reference tables and the A-Star algorithm. to determine the best path. The dataset used is a dataset of vehicle images totaling 4224 images and a reference table of 5 columns and 320 rows of road conditions in .csv form. YOLOv8 produces a model with a mAP of 85.4% and a test accuracy of 78.61%. Then IDCNN produces a model accuracy of 93.75% and 100% prediction accuracy. Followed by optimizing the IDCNN model using Bayesian Optimization resulting in a model accuracy of 96.88%, an increase of 3.13% and the prediction results are maintained at 100%. And finally the A-Star algorithm to determine the best path with the parameters of road conditions and distance traveled gets the results of line 4 as the smallest weight in all conditions, namely morning at 08.00 am and 09.00 am, noon at 01.00 pm and 02.00 pm, afternoon at 04.00 pm and 05.00 pm.*

**Keywords** : *A-Star, Bayesian Optimization, Determining the Best Path, One Dimensional Convolutional Neural Network, Smart City, Smart Transportation, You Only Look Once version 8.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 Penentuan Jalur Terbaik .....	8
2.3 <i>Smart Transportation</i> .....	8
2.4 <i>Smart City</i> .....	9
2.5 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	9
2.6 <i>One Dimensional Convolutinal Neural Network</i> .....	10
2.6.1 <i>Convolution Layer</i> .....	12
2.6.2 <i>Operasi Pooling</i> .....	13
2.6.3 <i>Flatten</i> .....	13
2.6.4 <i>Fully-Connected Layer</i> .....	13
2.6.5 <i>Activation Functions</i> .....	14
2.7 <i>Bayesian Statistics</i> .....	15
2.8 <i>Teorema Bayes</i> .....	16
2.9 <i>Bayesian Optimization</i> .....	16
2.10 <i>Deep Learning</i> .....	17

2.11	<i>You Only Look Once Version 8 (YOLOv8)</i> .....	18
2.11.1	Perkembangan YOLO.....	19
2.12	<i>Heuristic Search</i> .....	22
2.13	Algoritma <i>A-Star</i> .....	22
2.14	<i>Confusion Matrix</i> .....	23
2.14.1	Akurasi.....	23
2.14.2	Prediksi .....	24
2.15	<i>Closed Circuit Television (CCTV)</i> .....	24
2.16	Transportasi .....	25
2.17	Jalan Raya.....	25
2.18	Kondisi Jalan .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>28</b>
3.1	Tahapan Penelitian.....	28
3.2	Menentukan Topik Penelitian.....	30
3.3	Identifikasi Kebutuhan dan Perumusan Masalah .....	30
3.4	Menentukan Tujuan Penelitian .....	33
3.5	Menentukan Batasan dan Metodologi Penelitian .....	33
3.6	Studi Pustaka .....	33
3.7	Pengumpulan Data.....	34
3.7.1	Dataset Gambar.....	34
3.7.2	Data Rekaman CCTV .....	35
3.7.3	Dataset Tabel Referensi .....	37
3.8	Perancangan Preprocessing .....	39
3.9	Hasil <i>Training</i> YOLOv8.....	47
3.10	Pengujian Model.....	47
3.11	<i>You Only Look Once version 8 (YOLOv8)</i> .....	48
3.12	<i>One Dimensional Convolutional Neural Network (1DCNN)</i> .....	48
3.13	<i>Output</i> 1DCNN.....	49
3.14	Optimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	49
3.15	<i>Output</i> 1DCNN-BO .....	50
3.16	Metode <i>Heuristic Search</i> Algoritma <i>A-Star</i> .....	51
3.17	Hasil Jalur Terbaik.....	53
3.18	Analisa Hasil Penelitian.....	54
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA .....</b>		<b>55</b>
4.1	Hasil <i>Training</i> YOLOv8.....	55

4.2	Pengujian Model.....	57
4.3	<i>You Only Look Once version 8 (YOLOv8)</i> .....	59
4.4	<i>One Dimensional Convolutional Neural Network (1DCNN)</i> .....	61
4.4.1	Melatih Model 1DCNN .....	61
4.4.2	Evaluasi Model 1DCNN .....	61
4.4.3	Prediksi Menggunakan 1DCNN .....	63
4.5	Optimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	69
4.5.1	Melatih Model 1DCNN-BO .....	69
4.5.2	Evaluasi Model 1DCNN-BO .....	70
4.5.3	Prediksi Menggunakan 1DCNN-BO .....	72
4.6	Metode <i>Heuristic Search Algoritma A-Star</i> .....	77
4.7	Hasil Jalur Terbaik.....	87
4.8	Analisa Hasil Penelitian.....	88
4.8.1	Analisa Hasil YOLOv8.....	88
4.8.2	Analisa Hasil 1DCNN .....	89
4.8.3	Analisa Hasil Optimasi <i>Bayesian Optimization</i> .....	89
4.8.4	Analisa Hasil <i>Heuristic Search A-Star</i> .....	90
4.8.5	Perbandingan Penelitian Terkait Dengan Hasil Penelitian .....	91
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>92</b>
5.1	Kesimpulan.....	92
5.2	Saran .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>94</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>99</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Convolutinal Naural Network</i> .....	10
Gambar 2. 2 Arsitektur 1DCNN .....	11
Gambar 2. 3 1D <i>Convolution</i> dan <i>Pooling Layer</i> .....	12
Gambar 2. 4 <i>Flatten</i> dan <i>Fully-Connected Layer</i> .....	13
Gambar 2. 5 Langkah-langkah <i>Bayesian Statistics</i> .....	15
Gambar 2. 6 Pemodelan <i>Deep Learning</i> .....	18
Gambar 2. 7 Proses deteksi pada YOLO .....	18
Gambar 2. 8 CCTV .....	25
Gambar 3. 1 Tahapan penelitian .....	29
Gambar 3. 2 Blok diagram sistem.....	30
Gambar 3. 3 Pengumpulan dataset.....	34
Gambar 3. 4 Peta jalan .....	35
Gambar 3. 5 <i>Screenshot</i> video kamera CCTV Simpang Bandara .....	36
Gambar 3. 6 Dataset penulis sebelum <i>cleaning</i> .....	39
Gambar 3. 7 Dataset kotor penulis.....	40
Gambar 3. 8 Dataset penulis setelah <i>cleaning</i> .....	40
Gambar 3. 9 Total gambar setelah <i>cleaning</i> .....	41
Gambar 3. 10 Urutan nama <i>file</i> .....	42
Gambar 3. 11 Format <i>file</i> .....	42
Gambar 3. 12 Penyeragaman format dan penggabungan <i>file</i> .....	43
Gambar 3. 13 Proses <i>labelling</i> .....	43
Gambar 3. 14 Hasil <i>labelling</i> .....	44
Gambar 3. 15 Data <i>train</i> .....	44
Gambar 3. 16 Data <i>test</i> .....	45
Gambar 3. 17 Label pada motor dan mobil.....	45
Gambar 3. 18 Gambar <i>bluescreen</i> saat <i>training epoch 100</i> .....	46
Gambar 3. 19 <i>Command</i> untuk melakukan <i>training</i> .....	46
Gambar 3. 20 Proses <i>training</i> .....	47
Gambar 3. 21 Model hasil <i>training</i> YOLOv8.....	47
Gambar 3. 22 Interpretasi peta berdasarkan jarak tempuh.....	52
Gambar 3. 23 Peta koordinat tiap simpang .....	53
Gambar 4. 1 <i>Confusion matrix</i> hasil training YOLOv8.....	55
Gambar 4. 2 <i>F-1 Confidence curve</i> .....	56
Gambar 4. 3 <i>Precision-recall curve</i> .....	56
Gambar 4. 4 Proses deteksi objek oleh YOLOv8 .....	58
Gambar 4. 5 Hasil <i>training</i> 1DCNN .....	61
Gambar 4. 6 Evaluasi Model 1DCNN .....	61
Gambar 4. 7 Contoh <i>output</i> prediksi yang dihasilkan oleh 1DCNN.....	63
Gambar 4. 8 Grafik hasil prediksi 1DCNN.....	67
Gambar 4. 9 Grafik prediksi 1DCNN waktu pagi.....	67
Gambar 4. 10 Grafik prediksi 1DCNN waktu siang.....	68
Gambar 4. 11 Grafik prediksi 1DCNN waktu sore.....	68
Gambar 4. 12 <i>Epochs</i> pada optimasi.....	69
Gambar 4. 13 Hasil <i>training</i> 1DCNN-BO .....	69
Gambar 4. 14 Evaluasi model 1DCNN-BO .....	70

Gambar 4. 15 Grafik hasil prediksi 1DCNN-BO.....	75
Gambar 4. 16 Grafik prediksi 1DCNN-BO waktu pagi.....	76
Gambar 4. 17 Grafik prediksi 1DCNN-BO waktu siang.....	76
Gambar 4. 18 Grafik prediksi 1DCNN-BO waktu sore.....	77
Gambar 4. 19 Representasi peta berdasarkan nilai jarak tempuh.....	78
Gambar 4. 20 Hasil jalur terbaik kondisi pertama pagi jam 08:00.....	78
Gambar 4. 21 Simpang jalur terbaik kondisi pertama pagi jam 08:00.....	79
Gambar 4. 22 Simpang pada jalur 4.....	79
Gambar 4. 23 Hasil jalur terbaik kondisi kedua siang jam 13:00.....	80
Gambar 4. 24 Simpang jalur terbaik kondisi kedua siang jam 13:00.....	80
Gambar 4. 25 Simpang pada jalur 4.....	81
Gambar 4. 26 Hasil jalur terbaik kondisi ketiga sore jam 16:00.....	81
Gambar 4. 27 Simpang jalur terbaik kondisi ketiga sore jam 16:00.....	82
Gambar 4. 28 Simpang pada jalur 4.....	82
Gambar 4. 29 Hasil jalur terbaik kondisi keempat pagi jam 09:00.....	83
Gambar 4. 30 Simpang jalur terbaik kondisi keempat pagi jam 09:00.....	83
Gambar 4. 31 Simpang pada jalur 4.....	84
Gambar 4. 32 Hasil jalur terbaik kondisi kelima siang jam 14:00.....	84
Gambar 4. 33 Simpang jalur terbaik kondisi kelima siang jam 14:00.....	85
Gambar 4. 34 Simpang pada jalur 4.....	85
Gambar 4. 35 Hasil jalur terbaik kondisi keenam sore jam 17:00.....	86
Gambar 4. 36 Simpang jalur terbaik kondisi keenam sore jam 17:00.....	86
Gambar 4. 37 Simpang pada jalur 4.....	87
Gambar 4. 38 Jalur 4 pada <i>google maps</i> .....	88

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Confusion Matrix</i> .....	23
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>hardware</i> .....	31
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>software</i> .....	31
Tabel 3. 3 Kondisi waktu rekaman CCTV.....	36
Tabel 3. 4 Keterangan jalur.....	36
Tabel 3. 5 Tabel Referensi Kondisi Jalan .....	37
Tabel 3. 6 Kategori nilai input lebar jalan setiap persimpangan.....	37
Tabel 3. 7 Kategori nilai input lebar jalan setiap persimpangan.....	38
Tabel 3. 8 Contoh masing-masing kondisi jalan.....	39
Tabel 3. 9 Pengumpulan <i>file</i> dataset 27 September 2022 – 22 Oktober 2022 .....	41
Tabel 3. 10 Variabel nilai <i>input</i> dan <i>output</i> .....	48
Tabel 3. 11 <i>Transformasi</i> data <i>range</i> menjadi data numerik .....	49
Tabel 3. 12 Kategori <i>output</i> 1DCNN .....	49
Tabel 3. 13 Konversi jarak tempuh menjadi nilai pada <i>A-Star</i> .....	51
Tabel 3. 14 Nilai kondisi jalan .....	52
Tabel 4. 1 <i>Average Precision</i> model hasil <i>training</i> .....	57
Tabel 4. 2 Pengujian Model Pada Senin 12 Desember Jam 08:00 .....	59
Tabel 4. 3 Hasil deteksi kondisi 1, 2, 3 menggunakan YOLOv8.....	60
Tabel 4. 4 Hasil deteksi kondisi 4, 5, 6 menggunakan YOLOv8.....	60
Tabel 4. 5 <i>Precision</i> model 1DCNN .....	62
Tabel 4. 6 <i>Recall</i> model 1DCNN .....	63
Tabel 4. 7 <i>F1 Score</i> model 1DCNN.....	63
Tabel 4. 8 Prediksi 1DCNN Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00 .....	64
Tabel 4. 9 Prediksi 1DCNN Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00 .....	64
Tabel 4. 10 Prediksi 1DCNN Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00 .....	65
Tabel 4. 11 Prediksi 1DCNN Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00 .....	65
Tabel 4. 12 Prediksi 1DCNN Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00 .....	66
Tabel 4. 13 Prediksi 1DCNN Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00 .....	66
Tabel 4. 14 <i>Precision</i> model 1DCNN-BO .....	71
Tabel 4. 15 <i>Recall</i> model 1DCNN-BO .....	71
Tabel 4. 16 <i>F1 Score</i> model 1DCNN-BO.....	72
Tabel 4. 17 Prediksi 1DCNN-BO Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00 ..	72
Tabel 4. 18 Prediksi 1DCNN-BO Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00	73
Tabel 4. 19 Prediksi 1DCNN-BO Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00..	73
Tabel 4. 20 Prediksi 1DCNN-BO Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00 ..	74
Tabel 4. 21 Prediksi 1DCNN-BO Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00	74
Tabel 4. 22 Prediksi 1DCNN-BO Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00..	75
Tabel 4. 23 Hasil penentuan jalur terbaik .....	87
Tabel 4. 24 Lebar dan total jarak masing-masing jalur.....	90

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Form</i> perbaikan penguji.....	A
Lampiran 2 <i>Form</i> perbaikan pembimbing .....	B
Lampiran 3 Hasil cek plagiasi.....	C
Lampiran 4 Tabel Referensi Kondisi Jalan.....	D
Lampiran 5 Hasil deteksi kondisi 1, 2, 3 menggunakan YOLOv8 .....	I
Lampiran 6 Hasil deteksi kondisi 4, 5, 6 menggunakan YOLOv8 .....	J
Lampiran 7 Prediksi 1DCNN Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00.....	K
Lampiran 8 Prediksi 1DCNN Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00.....	L
Lampiran 9 Prediksi 1DCNN Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00.....	M
Lampiran 10 Prediksi 1DCNN Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00.....	N
Lampiran 11 Prediksi 1DCNN Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00.....	O
Lampiran 12 Prediksi 1DCNN Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00.....	P
Lampiran 13 Prediksi 1DCNN-BO Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 08:00..	Q
Lampiran 14 Prediksi 1DCNN-BO Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 13:00	R
Lampiran 15 Prediksi 1DCNN-BO Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 16:00..	S
Lampiran 16 Prediksi 1DCNN-BO Pagi Tanggal 12 Desember 2022 Jam 09:00..	T
Lampiran 17 Prediksi 1DCNN-BO Siang Tanggal 13 Desember 2022 Jam 14:00	U
Lampiran 18 Prediksi 1DCNN-BO Sore Tanggal 14 Desember 2022 Jam 17:00..	V
Lampiran 19 Lebar dan total jarak masing-masing jalur .....	W



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap tahun, semakin banyak kendaraan yang menggunakan jalan raya, hal tersebut mengakibatkan kemacetan lalu lintas yang dapat memperpanjang waktu yang dibutuhkan pengendara untuk mencapai tempat tujuan. Hal ini dapat diatasi dengan pengendara mencari jalan alternatif yang tidak padat kendaraan untuk menghindari kemacetan. Jalan alternatif tidak selalu memiliki jarak tempuh yang lebih pendek, namun dengan menggunakan jalan alternatif, pengendara dapat menghindari kemacetan dan mengurangi waktu tempuh sehingga dapat mencapai tempat tujuan dengan lebih cepat.

Untuk menentukan jalan alternatif mana yang terbaik, diperlukan perhitungan dan perkiraan yang tepat. Oleh karena itu, diciptakanlah *Intelligent Transportation System (ITS)*. ITS didasarkan pada penerapan kemajuan teknologi dibidang elektronika, telekomunikasi, dan komputer pada bidang transportasi untuk membuat infrastruktur yang lebih informatif, aman, efisien, dan ramah lingkungan bagi para penggunanya [1]. ITS juga dikenal sebagai *Smart Transportation*, dan kota yang menerapkan sistem tersebut dikenal sebagai *Smart City*.

*Smart City* adalah sebuah konsep kota yang dapat membantu masyarakat dengan mengelola sumber daya yang ada secara lebih efisien dan efektif melalui penyebaran informasi kepada seluruh masyarakat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *Smart City* adalah sebuah sistem perkotaan yang menggunakan sumber informasi dan teknologi untuk mempermudah kegiatan sehari-hari [2]. Contoh penerapan sistem *Smart City* adalah penggunaan CCTV pintar sebagai media informasi mengenai kondisi lalu lintas.

Sebagian besar kota di Indonesia sudah menerapkan penggunaan CCTV lalu lintas termasuk juga Kota Palembang. Penerapan CCTV berfungsi sebagai bukti pelanggaran bagi kendaraan yang sering melanggar peraturan lalu lintas. CCTV

juga berguna sebagai pemantau arus lalu lintas untuk mengetahui kondisi jalan di tempat CCTV tersebut dipasang.

Dengan mengetahui keadaan atau kondisi lalu lintas dari rekaman CCTV tersebut, kamera dapat mendeteksi objek yang ada, Salah satu sistem deteksi yang digunakan untuk menciptakan deteksi objek adalah *You Only Look Once version 8* (YOLOv8). YOLOv8 adalah sistem deteksi objek *Convolutional Neural Network* yang bekerja dengan membagi gambar kemudian dimasukan ke dalam sel *grid*. Setiap sel *grid* memprediksi objek yang ada pada gambar [3]. Maka dengan adanya bantuan YOLOv8 tersebut dapat dilakukan perhitungan jumlah kendaraan yang ada pada rekaman CCTV.

Informasi jumlah kendaraan yang didapat oleh YOLOv8 dapat dimanfaatkan oleh *deep learning* untuk menentukan kondisi kepadatan jalan yang terekam oleh CCTV. Salah satu metode *deep learning* yang dapat memprediksi kondisi jalan berdasarkan jumlah kendaraan yang merupakan data 1 dimensi adalah metode *One Dimensional Convolutional Neural Network* (1DCNN).

1DCNN merupakan modifikasi dari CNN, yang mana CNN hanya bisa menerima data dalam bentuk 2 dimensi seperti gambar dan video. Maka dari itu 1DCNN diciptakan agar dapat menerima data 1 dimensi seperti angka dan sinyal [4]. Pada penelitian ini 1DCNN dapat digunakan untuk memprediksi kondisi jalan berdasarkan jumlah kendaraan yang merupakan data 1 dimensi.

Walaupun metode 1DCNN sendiri sudah cukup dalam memprediksi kondisi jalan. Namun hasil tersebut masih bisa ditingkatkan dengan optimasi *hyperparameter*. Salah satu optimasi yang bisa digunakan adalah *Bayesian Optimization*. *Bayesian Optimization* bekerja dengan mengatur *prior* atas fungsi pengoptimalan dan mengumpulkan informasi dari sampel sebelumnya untuk memperbarui *posterior* fungsi optimasi [5]. *Bayesian Optimization* digunakan sebagai optimasi untuk mendapatkan keputusan yang lebih akurat.

Hasil prediksi dari 1DCNN yang telah dioptimasi menggunakan *Bayesian Optimization* kemudian dapat diolah oleh metode penentuan jalur terbaik. Salah satu algoritma untuk menentukan jalur terbaik adalah algoritma *A-Star*. Algoritma *A-Star* menggunakan fungsi *heuristic* dalam penentuan jalur. Salah satu fungsi

*heuristic* yang digunakan adalah *heuristic distance* [6]. Fungsi *heuristic* dapat dikombinasikan dengan perhitungan jarak dan kondisi jalan berdasarkan data hasil prediksi 1DCNN sehingga dapat menemukan jalur terbaik.

Berdasarkan pembahasan pada paragraf sebelumnya, penentuan jalur terbaik melibatkan beberapa faktor, antar lain jumlah kendaraan, lebar jalan, jarak yang ditempuh dan kondisi kepadatan jalan. YOLOv8 digunakan untuk mengetahui jumlah kendaraan pada jalur. Kemudian metode 1DCNN yang di optimasi dengan *Bayesian Optimization* digunakan untuk memprediksi kondisi jalan dengan memperhatikan parameter jumlah kendaraan, lebar jalan dan jarak tempuh. Setelah itu hasil dari prediksi tersebut bersama dengan jarak tempuh digunakan sebagai parameter dalam menentukan jalur terbaik yang akan dihasilkan oleh algoritma *A-Star*.

Sehingga pada Tugas Akhir ini penulis akan melakukan penelitian dengan mengangkat judul “*Penentuan Jalur Terbaik Pada Smart Transportation Dalam Smart City Menggunakan Metode One Dimensional Convolutional Neural Network yang Dioptimasi dengan Bayesian Optimization (1DCNN-BO)*”. Diharapkan dengan adanya model keputusan cerdas ini dapat membantu dalam menentukan jalur perjalanan untuk menghindari kemacetan dan mencari jalur terbaik agar dapat sampai ke lokasi tujuan dengan waktu yang lebih cepat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

- a. Tidak adanya informasi untuk mengetahui padatnya kendaraan pada jalur yang akan dilalui.
- b. Kurangnya informasi untuk mengetahui kondisi jalan pada jalur yang akan dilalui.
- c. Mencari jalur terbaik untuk sampai ke tempat tujuan apabila jalur utama mengalami kemacetan.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- a. Menggunakan *You Only Look Once version 8* (YOLOv8) untuk mendeteksi jenis kendaraan dan menghitung jumlah kendaraan dari rekaman CCTV pada lalu lintas jalan raya dari kepemilikan hak cipta oleh Balai Pengelola Transportasi Darat Wilayah VII Prov. Sumsel - Babel.
- b. Menggunakan metode *One Dimensional Convolutional Neural Network* yang dioptimasi menggunakan *Bayesian Optimization* (1DCNN-BO) untuk memprediksi kondisi kepadatan jalan.
- c. Menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star* untuk menentukan jalur terbaik.

### 1.4 Tujuan

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

- a. Menghitung jumlah dan jenis kendaraan dengan menggunakan bantuan YOLOv8.
- b. Memprediksi kondisi jalan menggunakan metode 1DCNN yang dioptimasi menggunakan *Bayesian Optimization*.
- c. Menentukan jalur terbaik agar sampai ke tempat tujuan dengan waktu yang lebih cepat menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star*.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

- a. Dapat mengetahui jumlah dan jenis kendaraan pada rekaman CCTV menggunakan YOLOv8.
- b. Dapat memprediksi kondisi kepadatan jalan menggunakan metode 1DCNN yang dioptimasi menggunakan *Bayesian Optimization*.
- c. Dapat menentukan jalur terbaik dengan menggunakan metode *Heuristic Search* algoritma *A-Star*.

## **1.6 Metodologi Penelitian**

### **a. Metode Studi Pustaka dan Literatur**

Pada metode ini penulis melakukan pencarian dan pengumpulan referensi berupa literatur yang terdapat pada buku, jurnal dan internet yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

### **b. Metode Konsultasi**

Pada metode ini penulis melakukan konsultasi secara langsung dan atau tidak langsung kepada semua pihak narasumber yang memiliki pengetahuan serta wawasan yang baik dalam mengatasi permasalahan yang ditemui pada penelitian ini.

### **c. Metode Pembuatan Model**

Metode ini dilakukan dengan cara membuat suatu perancangan pemodelan dengan menggunakan berbagai perangkat lunak dan simulasi untuk memudahkan proses pembuatan model.

### **d. Metode Pengujian dan Validasi**

Metode Pengujian dan validasi ini dilakukan terhadap sistem yang telah dibuat untuk melihat batasan-batasan kinerja sistem tersebut, dapat menghasilkan nilai akurasi yang baik atau sebaliknya.

### **e. Metode Analisis**

Hasil dari penelitian pada Penentuan Jalur Terbaik Pada *Smart Transportation* Dalam *Smart City* Menggunakan Metode *One Dimensional Convolutional Neural Network* yang Dioptimasi dengan *Bayesian Optimization* (1DCNN-BO) ini akan dilakukan analisis terhadap kelebihan dan kekurangannya, sehingga diharapkan dapat menghasilkan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai referensi yang baik untuk penelitian selanjutnya.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

## BAB I. PENDAHULUAN

Dalam BAB I berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam BAB II berisi penjelasan tentang Teori, Konsep dan Prinsip Dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dalam pengkajian yang dilakukan.

## BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam BAB III berisi pembahasan secara rinci tentang teknik, metode, dan alur proses yang dilakukan dalam penelitian.

## BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Dalam BAB IV berisi hasil uji dan analisa yang didapatkan dari pengkajian serta penjelasan terhadap hasil yang telah dicapai dari pengkajian yang telah dilakukan.

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam BAB V berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan sistem dalam penelitian di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Pamudi and E. Suryani, "Penerapan Sistem Dinamik dalam Intelligent Transport Systems (ITS) untuk Meningkatkan Efektifitas, Efisiensi dan Safety (Study Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya)," *J. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–25, 2018, doi: 10.25139/ojsinf.v3i1.570.
- [2] A. Hasibuan and oris kianto Sulaiman, "Smart City, Konsep Kota Cerdas Sebagai Alternatif Penyelesaian Masalah Perkotaan Kabupaten/Kota," *Bul. Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 127–135, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1097>.
- [3] Hendry and R. C. Chen, "Automatic License Plate Recognition via sliding-window darknet-YOLO deep learning," *Image Vis. Comput.*, vol. 87, pp. 47–56, 2019, doi: 10.1016/j.imavis.2019.04.007.
- [4] S. Kiranyaz, O. Avci, O. Abdeljaber, T. Ince, M. Gabbouj, and D. J. Inman, "1D convolutional neural networks and applications: A survey," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 151, no. May, 2021, doi: 10.1016/j.ymsp.2020.107398.
- [5] 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.
- [6] D. Foad, A. Ghifari, M. B. Kusuma, N. Hanafiah, and E. Gunawan, "A Systematic Literature Review of A\*Pathfinding," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 179, no. 2020, pp. 507–514, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.034.
- [7] M. A. Bin Zuraimi and F. H. Kamaru Zaman, "Vehicle detection and tracking using YOLO and DeepSORT," *ISCAIE 2021 - IEEE 11th Symp. Comput. Appl. Ind. Electron.*, pp. 23–29, 2021, doi: 10.1109/ISCAIE51753.2021.9431784.
- [8] L. Lin, X. Chen, Y. Shen, and L. Zhang, "Towards automatic depression detection: A bilstm/1d cnn-based model," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 23, pp. 1–20, 2020, doi: 10.3390/app10238701.
- [9] M. I. Sameen, B. Pradhan, and S. Lee, "Application of convolutional neural

- networks featuring Bayesian optimization for landslide susceptibility assessment,” *Catena*, vol. 186, no. August 2018, p. 104249, 2020, doi: 10.1016/j.catena.2019.104249.
- [10] A. Candra, M. A. Budiman, and R. I. Pohan, “Application of A-Star Algorithm on Pathfinding Game,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1898, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1898/1/012047.
- [11] 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.
- [12] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network ( Cnn ) Pada Ekspresi Manusia,” *Algor*, vol. 2, no. 1, pp. 12–21, 2020.
- [13] V. S. Dhaka *et al.*, “A survey of deep convolutional neural networks applied for prediction of plant leaf diseases,” *Sensors*, vol. 21, no. 14, 2021, doi: 10.3390/s21144749.
- [14] E. C. Nisa and Y. Der Kuan, “Comparative assessment to predict and forecast water-cooled chiller power consumption using machine learning and deep learning algorithms,” *Sustain.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–18, 2021, doi: 10.3390/su13020744.
- [15] R. Sakrepatna Srinivasamurthy, “Understanding 1D Convolutional Neural Networks Using Multiclass Time-Varying Signals,” *ProQuest Diss. Theses*, p. 99, 2018, [Online]. Available: [https://tigerprints.clemson.edu/all\\_theses/2911](https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/2911).
- [16] I. G. and Y. B. and A. Courville, “A Blind Spectrum Sensing Method Based on Deep Learning,” *Nature*, vol. 29, no. 7553, pp. 1–73, 2019, [Online]. Available: <http://deeplearning.net/>.
- [17] X. Chen, F. Kopsaftopoulos, Q. Wu, H. Ren, and F. K. Chang, “A self-adaptive 1D convolutional neural network for flight-state identification,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 2, 2019, doi: 10.3390/s19020275.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] E. Sperling, "Deep Learning Spreads," 2018. <https://semiengineering.com/deep-learning-spreads/>.
- [22] Awan Aprilino and Imam Husni Al Amin, "IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO DAN TESSERACT OCR PADA SISTEM DETEKSI PLAT NOMOR OTOMATIS," *J. TEKNOINFO*, vol. 16, no. 1, pp. 54–59, 2022.
- [23] D. Ahmed, R. Sapkota, M. Churuvija, and M. Karkee, "Machine Vision-Based Crop-Load Estimation Using YOLOv8," pp. 1–23, 2023.
- [24] 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.
- [25] R. B. Bist, "A Novel YOLOv6 Object Detector for Monitoring Piling Behavior of Cage-Free Laying Hens," pp. 905–923, 2023.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] Y. Li, D. Dong, and X. Guo, “Mobile robot path planning based on improved genetic algorithm with A-star heuristic method,” vol. 2020, pp. 1306–1311, 2020, doi: 10.1109/ITAIC49862.2020.9338968.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] Y. Li, C. Baidoo, T. Cai, and G. A. Kusi, “Speech Emotion Recognition Using 1D CNN with No Attention,” *ICSEC 2019 - 23rd Int. Comput. Sci. Eng. Conf.*, pp. 351–356, 2019, doi: 10.1109/ICSEC47112.2019.8974716.
- [33] 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.
- [34] Eko, “Sama-sama Perekam, Inilah Perbedaan CCTV dan ETLLE,” 2022. <https://infojateng.id/read/24126/sama-sama-perekam-inilah-perbedaan-cctv-dan-etlle/>.
- [35] Y. R. Anadi, “Perlindungan Hukum Bagi Pengemudi Transportasi Akibat Pembatalan Sepihak Oleh Konsumen,” *Jatiswara*, vol. 36, no. 1, pp. 115–125, 2021, doi: 10.29303/jatiswara.v36i1.264.
- [36] P. R. Nahak, Y. C. S. P, and S. Winarto, “STUDI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KONSTRUKSI JALAN RAYA PADA RUAS JALAN UMASUKAER DI KABUPATEN MALAKA,” *Itinerario*, vol. 10, no. 3–4, p. 66, 1986, doi: 10.1017/S0165115300004575.
- [37] 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.

- [38] 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.
- [39] 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>.