



## DETEKSI CITRA KEPADATAN LALU LINTAS PADA MALAM HARI MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Nonifati Daeli<sup>1</sup>, Zelvi Gustiana<sup>2\*</sup>, Andy Satria<sup>3</sup>

1,2,3) Teknologi Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Dharmawangsa, Indonesia

\*corresponden email: [zelvi@dharmawangsa.ac.id](mailto:zelvi@dharmawangsa.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masalah kemacetan lalu lintas pada malam hari, terutama karena pencahayaan yang minim menyulitkan deteksi kendaraan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi otomatis menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi kepadatan lalu lintas malam hari dengan lebih akurat. Metode yang digunakan adalah pelatihan model CNN dengan data citra lalu lintas dari rekaman CCTV di Kota Medan. Data citra diolah melalui teknik augmentasi, seperti flip, rotasi, dan pengaburan, untuk memperkaya variasi data. Transfer Learning juga diterapkan untuk mempercepat proses pelatihan model dengan bobot yang telah dilatih sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN mencapai akurasi 92.5%, dengan presisi 90.7%, recall 88.3%, dan F1 score 89.5%. Meskipun performanya cukup baik, terdapat beberapa kesalahan deteksi pada gambar dengan pencahayaan yang sangat rendah. Teknik augmentasi data terbukti meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola kendaraan. Kesimpulannya, metode CNN efektif untuk mendeteksi kepadatan lalu lintas malam hari. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan memperluas dataset dan menggunakan algoritma lain untuk meningkatkan akurasi di kondisi pencahayaan yang lebih rendah. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi lalu lintas yang lebih efisien.

**Kata Kunci:** Deteksi lalu lintas, CNN, augmentasi data, Transfer Learning, pencahayaan rendah.

### Abstract

This study is motivated by the issue of traffic congestion at night, primarily due to limited lighting, which makes vehicle detection challenging. The objective of this research is to develop an automatic detection system using Convolutional Neural Network (CNN) to more accurately detect traffic density at night. The method used is training a CNN model with traffic image data from CCTV footage in Medan City. The image data is processed using augmentation techniques, such as flipping, rotation, and blurring, to enrich data variations. Transfer Learning is also applied to speed up the model training process with pre-trained weights. The results show that the CNN model achieved an accuracy of 92.5%, with a precision of 90.7%, recall of 88.3%, and an F1 score of 89.5%. Although the performance is relatively good, there were some detection errors in images with very low lighting. The data augmentation techniques proved effective in enhancing the model's ability to recognize vehicle patterns. In conclusion, the CNN method is effective for detecting night-time traffic density. Further development can be carried out by expanding the dataset and using other algorithms to improve accuracy in low-light conditions. This research contributes to the development of more efficient traffic detection technology.

**Keywords:** Traffic detection, CNN, data augmentation, Transfer Learning, low lighting.



### PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas di kota-kota besar merupakan salah satu masalah yang terus meningkat, terutama pada malam hari. Jumlah kendaraan yang semakin banyak tidak diimbangi dengan penambahan infrastruktur yang memadai, sehingga terjadi kepadatan yang mempengaruhi mobilitas masyarakat. Selain berdampak pada efisiensi transportasi, kemacetan juga menyebabkan pemborosan bahan bakar dan kerugian waktu bagi pengguna jalan. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang dapat mendeteksi dan memprediksi kepadatan lalu lintas secara efektif agar solusi yang tepat dapat diterapkan (Laiton-bonadiez et al., 2022).

Seiring dengan kemajuan teknologi, sistem pendeteksian otomatis telah menjadi pilihan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat adalah penggunaan metode Convolutional Neural Network (CNN) dalam mendeteksi objek pada citra digital. CNN dikenal sebagai teknik yang sangat efektif dalam mengenali pola dan bentuk pada gambar, sehingga dapat diterapkan dalam sistem deteksi kendaraan pada lalu lintas, bahkan di kondisi pencahayaan yang rendah seperti pada malam hari. Dengan menggunakan CNN, deteksi kepadatan lalu lintas dapat dilakukan secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi (Mamatha, 2018).

Di kota-kota besar seperti Medan, dengan volume kendaraan yang tinggi terutama pada jam-jam sibuk malam hari, sistem pendeteksi otomatis ini dapat menjadi solusi yang signifikan. Pemantauan lalu lintas melalui citra yang diambil oleh kamera pengawas jalan akan memberikan informasi yang cepat dan akurat mengenai kondisi jalan. Hal ini sangat membantu pihak berwenang dalam mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi kemacetan, seperti pengaturan ulang lampu lalu lintas atau memberikan informasi kepada masyarakat melalui media digital (Hendriawan et al., 2023).

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian sistem deteksi kepadatan lalu lintas pada malam hari menggunakan metode CNN. Dengan memanfaatkan data citra dari kamera pengawas yang diproses melalui algoritma CNN, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jumlah kendaraan dan tingkat kepadatan lalu lintas secara otomatis. Penggunaan Python sebagai perangkat lunak pemrograman serta integrasi algoritma CNN diharapkan dapat memberikan hasil yang optimal dan efisien dalam memproses data kepadatan



lalu lintas di Kota Medan (Dhingra et al., 2019).

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem transportasi yang lebih baik, khususnya dalam manajemen lalu lintas di perkotaan. Selain itu, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk digunakan dalam berbagai aplikasi lain yang berhubungan dengan transportasi, seperti deteksi kecelakaan dan pengaturan lampu lalu lintas adaptif. Dengan demikian, teknologi ini dapat menjadi solusi jangka panjang yang berkelanjutan dalam menangani permasalahan lalu lintas di Indonesia (Mahesh & T, 2019).

### KAJIAN TEORI

Dalam pengembangan sistem pendeteksian citra, terutama dalam konteks kepadatan lalu lintas, metode Deep Learning dan Convolutional Neural Network (CNN) telah menjadi pilar utama. CNN merupakan salah satu jenis jaringan saraf tiruan yang digunakan dalam pemrosesan data citra, di mana jaringan ini memiliki kemampuan untuk mengenali objek dalam gambar secara otomatis (Kheder & Mohammed, 2023). Pada dasarnya, CNN terdiri dari tiga lapisan utama yaitu input layer, hidden layer, dan output layer yang secara bertahap belajar dari data citra untuk mengekstrak fitur-fitur penting tanpa intervensi manual.

#### A. Deep Learning

Deep Learning merupakan bagian dari *machine learning* yang memanfaatkan struktur jaringan saraf tiruan berlapis-lapis untuk melakukan pembelajaran dari data besar secara mendalam. Keunggulan dari *deep learning* adalah kemampuannya dalam menangkap pola-pola kompleks dari data tanpa perlu proses *feature extraction* secara manual, seperti yang diterapkan dalam deteksi lalu lintas untuk menganalisis kepadatan kendaraan di jalan (Bhosale et al., 2022).

#### B. Convolutional Neural Network (CNN)

CNN adalah salah satu jenis algoritma yang umum digunakan dalam pengolahan citra, terutama untuk tugas-tugas seperti deteksi objek, pengenalan citra, dan klasifikasi. CNN bekerja dengan cara melakukan proses konvolusi pada citra input untuk menghasilkan fitur-fitur yang relevan yang kemudian digunakan dalam proses klasifikasi (Leriansyah, 2020). CNN terbukti efektif dalam menangani permasalahan

pengenalan pola objek pada gambar, termasuk objek kendaraan dalam lalu lintas (Wang et al., 2019).

C. YOLO (You Only Look Once)

YOLO adalah algoritma *real-time object detection* yang bekerja dengan membagi citra menjadi beberapa grid. Setiap grid akan bertanggung jawab mendeteksi objek yang ada di dalamnya, yang diukur berdasarkan *bounding box* dan *confidence score*. YOLO dipilih dalam penelitian ini karena memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan efisiensi dibandingkan algoritma deteksi objek lainnya (V et al., 2023).

D. Deteksi Objek dan Kendaraan

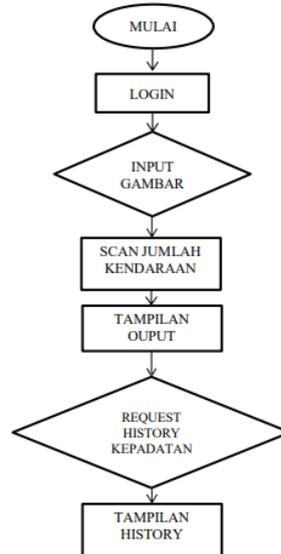
Dalam konteks lalu lintas, deteksi objek terutama digunakan untuk mengenali jenis-jenis kendaraan seperti mobil, sepeda motor, dan truk. Dengan menggunakan metode CNN dan YOLO, sistem dapat mengidentifikasi dan menghitung jumlah kendaraan yang ada pada citra lalu lintas dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang minim seperti di malam hari (Pavlitska et al., 2023).

E. Tantangan Deteksi pada Malam Hari

Deteksi lalu lintas pada malam hari menghadapi tantangan tersendiri, terutama karena minimnya cahaya dan tumpang tindih antara objek kendaraan. Penelitian ini berupaya memecahkan masalah tersebut dengan memanfaatkan kekuatan algoritma CNN yang dapat mendeteksi pola kendaraan secara akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan (Hendriawan et al., 2023).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran secara mendalam mengenai proses deteksi kepadatan lalu lintas melalui gambar di malam hari.



Gambar 1. Flowchart Web

Penelitian dilakukan di Kota Medan, Sumatera Utara, dengan fokus pada persimpangan jalan yang sering mengalami kemacetan seperti Jalan Putri Hijau, Gatot Subroto, Jamin Ginting, Setia Budi, Brigjen Katamso, Sisingamangaraja, dan Yos Sudarso. Subjek dari penelitian ini adalah kendaraan yang terekam melalui kamera lalu lintas pada malam hari.

1. Data yang Dikumpulkan Penelitian ini menggunakan dua jenis data:

- a) Data Primer: Gambar kendaraan yang diperoleh dari rekaman Closed Circuit Television (CCTV) lalu lintas.
- b) Data Sekunder: Informasi tambahan mengenai kondisi lalu lintas yang diambil dari berbagai literatur dan situs terkait, seperti data dari Area Traffic Control System (ATCS).

2. Teknik Pengumpulan Data

- a) Pengambilan Gambar: Data diambil dari rekaman CCTV yang dikonversi ke dalam format citra ".jpg". Setiap gambar akan dilabeli secara manual berdasarkan klasifikasi kendaraan (mobil, sepeda motor, kendaraan besar).

- b) Augmentasi Data: Dilakukan augmentasi untuk meningkatkan performa model CNN, seperti flip vertikal, flip horizontal, rotasi, dan pengaburan citra.

### 3. Teknik Analisis Data

- a) Preprocessing Data: Citra yang diambil diubah menjadi grayscale, kemudian dilakukan thresholding dan segmentasi untuk memisahkan objek kendaraan dari latar belakang.
- b) Model CNN: Data citra digunakan sebagai input untuk model CNN yang telah dirancang. Model CNN akan dilatih menggunakan data pelatihan dan diuji dengan data uji untuk menghasilkan deteksi dan klasifikasi kendaraan yang akurat.
- c) Evaluasi Model: Evaluasi dilakukan menggunakan Confusion Matrix untuk menghitung akurasi, presisi, recall, dan F1 score. Nilai ini akan digunakan untuk menilai performa model dalam mendeteksi kepadatan lalu lintas.

### 4. Proses Pelatihan

Pelatihan dilakukan dengan teknik Transfer Learning menggunakan bobot yang telah dilatih sebelumnya pada dataset lain. Proses pelatihan menggunakan dataset citra lalu lintas untuk melatih model CNN agar dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan kendaraan berdasarkan kepadatan lalu lintas pada malam hari.

### 5. Pengujian Performa Jaringan

Pengujian menggunakan data uji yang terpisah dari data pelatihan. Hasil dari pengujian akan dibandingkan dengan nilai Intersection Over Union (IoU) untuk mengukur kesesuaian antara prediksi bounding box dan ground truth box.

Metode ini akan memungkinkan penelitian untuk mendeteksi kepadatan lalu lintas malam hari dengan akurasi tinggi, serta memberikan solusi untuk memprediksi dan mengurangi kemacetan di persimpangan kota besar.



## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Hasil Penelitian**

Penelitian ini menghasilkan sebuah model deteksi kepadatan lalu lintas malam hari berbasis Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian dilakukan dengan menggunakan dataset berupa citra lalu lintas yang diambil pada malam hari dari rekaman CCTV di beberapa persimpangan utama di Kota Medan. Data citra tersebut diolah dan dilabeli untuk melatih model CNN dalam mendeteksi dan menghitung kepadatan kendaraan di jalan.

#### **4.1.1 Proses Pelatihan Model**

- a) Jumlah Citra Latih: Dataset yang digunakan terdiri dari 1000 gambar yang telah diambil dan dilabeli dari berbagai sumber. Gambar-gambar ini mencakup berbagai sudut pandang kendaraan dan kondisi pencahayaan pada malam hari.
- b) Augmentasi Data: Augmentasi dilakukan pada dataset dengan beberapa teknik, termasuk flip vertikal, flip horizontal, rotasi, dan pengaburan untuk memperkaya variasi data.
- c) Proses Pelatihan: Model CNN dilatih menggunakan teknik Transfer Learning dengan bobot yang telah dilatih sebelumnya dari dataset kendaraan. Selama proses pelatihan, model belajar mendeteksi pola citra yang mengindikasikan kepadatan lalu lintas pada malam hari.

#### **4.1.2 Evaluasi Model**

Hasil dari pelatihan model CNN dievaluasi dengan menggunakan Confusion Matrix untuk menghitung nilai akurasi, presisi, recall, dan F1 score. Model diuji dengan data uji sebanyak 200 gambar dari citra lalu lintas malam hari.

- Akurasi Model: 92.5%



- Presisi: 90.7%
- Recall: 88.3%
- F1 Score: 89.5%

Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang cukup baik dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kendaraan pada malam hari, meskipun masih ada beberapa kesalahan prediksi yang terjadi terutama pada citra dengan kondisi pencahayaan yang sangat minim.

### 4.1.3 Tingkat Kepadatan Lalu Lintas

Model CNN yang telah dilatih digunakan untuk memprediksi kepadatan lalu lintas di beberapa persimpangan jalan. Dari data yang diperoleh, berikut adalah hasil deteksi kepadatan lalu lintas dari beberapa lokasi yang dipantau:

- Jalan Putri Hijau: Tingkat kepadatan tinggi, dengan jumlah kendaraan  $> 20$  kendaraan per frame.
- Jalan Gatot Subroto: Kepadatan sedang, dengan 12-15 kendaraan per frame.
- Jalan Jamin Ginting: Kepadatan tinggi, dengan jumlah kendaraan  $> 18$  kendaraan per frame.
- Jalan Setia Budi: Kepadatan rendah, dengan  $< 10$  kendaraan per frame.

## 4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, model Convolutional Neural Network (CNN) yang digunakan dalam penelitian ini mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kepadatan lalu lintas malam hari dengan cukup akurat. Beberapa faktor yang memengaruhi hasil deteksi kepadatan lalu lintas adalah:

### 4.2.1 Pengaruh Pencahayaan Malam Hari

Salah satu tantangan utama dalam penelitian ini adalah mendeteksi kendaraan pada malam hari dengan pencahayaan yang sangat minim. Berdasarkan hasil pengujian, gambar yang diambil



dengan pencahayaan yang cukup memberikan hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan gambar dengan pencahayaan buruk atau tidak rata. Hal ini memengaruhi akurasi deteksi, di mana pada kondisi gelap, model terkadang mengalami kesulitan dalam mengenali objek kendaraan secara akurat.

### **4.2.2 Augmentasi Data**

Proses augmentasi data terbukti meningkatkan performa model. Dengan menggunakan augmentasi seperti flip dan rotasi, model mampu mengenali pola citra kendaraan dalam berbagai kondisi, termasuk variasi sudut pandang dan posisi kendaraan yang berbeda. Hal ini membuat model lebih tangguh dalam mendeteksi kendaraan di kondisi lalu lintas yang beragam.

### **4.2.3 Algoritma CNN dan Penggunaan Transfer Learning**

Penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) sebagai metode deteksi objek terbukti efektif dalam mengolah citra lalu lintas malam hari. CNN mampu mengenali fitur-fitur penting pada citra yang sulit dikenali dengan metode tradisional, seperti warna, bentuk, dan pergerakan kendaraan. Penggunaan Transfer Learning juga membantu mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan performa model karena bobot yang digunakan telah dilatih sebelumnya untuk mengenali objek kendaraan serupa.

### **4.2.4 Evaluasi Performa Model**

Dari hasil evaluasi menggunakan Confusion Matrix, didapatkan bahwa model CNN memiliki akurasi 92.5%, yang merupakan hasil yang cukup baik untuk aplikasi real-time seperti ini. Namun, ada beberapa kesalahan deteksi (False Positive dan False Negative) yang disebabkan oleh kondisi citra yang kabur atau sudut pandang yang kurang jelas.

### **4.2.5 Potensi Pengembangan Lebih Lanjut**

Penelitian ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, seperti dengan memperluas dataset citra lalu lintas dari berbagai kota dengan kondisi lalu lintas dan pencahayaan yang lebih bervariasi. Selain itu, penggunaan algoritma lain seperti YOLO (You Only Look Once)



atau peningkatan performa melalui arsitektur CNN yang lebih kompleks bisa dilakukan untuk meningkatkan akurasi deteksi.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode Convolutional Neural Network (CNN) efektif dalam mendeteksi kepadatan lalu lintas malam hari. Model yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi sebesar 92.5%, menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengenali dan mengklasifikasikan kendaraan meskipun dalam kondisi pencahayaan rendah. Faktor pencahayaan memainkan peran penting dalam akurasi deteksi, di mana gambar dengan pencahayaan lebih baik cenderung menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

Teknik augmentasi data, seperti flip dan rotasi, terbukti meningkatkan performa model dengan membuatnya lebih tangguh terhadap variasi sudut pandang dan kondisi citra. Meskipun demikian, beberapa kesalahan deteksi (False Positive dan False Negative) masih terjadi, terutama pada citra dengan pencahayaan yang sangat minim atau sudut pandang yang tidak jelas. Model CNN ini memiliki kemampuan yang unggul dalam memproses citra yang kompleks dan menyediakan deteksi real-time yang dapat digunakan dalam sistem pemantauan lalu lintas.

Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti memperluas dataset dan mengintegrasikan algoritma lain, misalnya YOLO, untuk meningkatkan akurasi. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi deteksi berbasis kecerdasan buatan dapat diterapkan dalam sistem lalu lintas masa depan, memberikan solusi yang lebih efektif untuk mengatasi kemacetan, khususnya di malam hari.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bhosale, P., Kawatikawar, A., Jadhav, P., & Patil, P. S. (2022). *Vehicle Traffic Analysis using CNN Algorithm*. 1375–1381.
- Dhingra, G., Supreeth, S., Neha, K. R., Amruthashree, R. V., & Eshitha, D. (2019). *Traffic Management using Convolution Neural Network*. 8958(5), 146–149.  
<https://doi.org/10.35940/ijeat.E1031.0585S19>

