

Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan YOLO (*You Only Look Once v3*)

Mawaddah Harahap^{*1}, Juni Elfrida², Pasrah Agusman³,
Mario Rafael⁴, Rahul Abram⁵, Kiki Andrianto⁶

^{1,2}Universitas Prima Indonesia; Jl. Sekip, Petisah Tengah, Kec.Medan Petisah, Kota Medan,
Sumatera Utara 20111, (061) 4578870/(061) 4578890

e-mail: ¹[*1mawaddah@unprimdn.ac.id](mailto:mawaddah@unprimdn.ac.id), ²[2junielfrida28@gmail.com](mailto:junielfrida28@gmail.com),

³[3pasrahzalukhu96@gmail.com](mailto:pasrahzalukhu96@gmail.com), ⁴[4mariorafaelgom@gmail.com](mailto:mariorafaelgom@gmail.com), ⁵[5rahulabram3@gmail.com](mailto:rahulabram3@gmail.com),

⁶[6kikiandrianto88@gmail.com](mailto:kikiandrianto88@gmail.com)

Abstrak

Visi komputer merupakan bidang teknologi yang berkembang sangat pesat pada saat ini. Banyak hal yang bisa dilakukan dengan visi komputer, seperti sistem robotik dan sistem pendeteksian objek. Pada penelitian ini, pendeteksian kendaraan di jalan raya menjadi tujuan utama dengan menggunakan dataset sebagai pemantauan arus lalu lintas yang bersumber dari CCTV ATCS Dishub Kota Medan sebagai bahan pengujian. Metode YOLOv3 digunakan untuk pendeteksian objek, dengan kemampuan pendeteksian yang cepat dan akurat hingga dua kali lipat dibandingkan beberapa metode lain. YOLOv3 mampu mengklasifikasikan kendaraan dengan mAP(mean Average Precision) pada CCTV Fix yang paling tertinggi yaitu 97% sedangkan pada CCTV PTZ adalah 99%.

Kata kunci—Visi Komputer, Pemantauan Arus Lalu Lintas, Deteksi Kendaraan, YOLOv3

Abstract

Computer vision is a field of technology that is developing very rapidly at this time. Many things can be done with computer vision, such as robotic system and object detection systems. In this study, the detection of vehicles on the highway became the main goal by using a dataset as monitoring traffic flow sourced from CCTV ATCS Medan City as a testing material. YOLOv3 method is used for object detection, with the ability to detect fast accurate up to two times compared to several others methods. YOLOv3 is able to classify vehicles with mAP(mean Average Precision) on the highest Fix CCTV that is 97% while on PTZ CCTV is 99%.

Keywords—Computer Vision, Monitoring Traffic Flow, Vehicle Detection, YOLOv3

1. PENDAHULUAN

Arus lalu lintas dan transportasi pada saat ini tengah menjadi perbincangan hangat ditengah masyarakat ilmiah maupun politik[1]. Kemacetan lalu lintas dan tingkat polusi udara menjadi ancaman kehidupan di kota-kota berkembang[2]. Sebahagian kota-kota besar telah menerapkan CCTV(*Closed Control Television*) untuk pemantauan arus lalu lintas dengan mengekstraksi informasi dari gambar seperti kecepatan, komposisi lalu lintas, kemacetan lalu lintas, bentuk kendaraan, jenis kendaraan, nomor identifikasi kendaraan, dan terjadinya pelanggaran lalu lintas atau kecelakaan di jalan [3].

Pemantauan arus lalu lintas telah banyak di usulkan oleh peneliti dengan beberapa pendekatan seperti model kombinasi HOG(Histogram of Oriented Gradient) dengan *Support Vector Machine* (SVM) diusulkan oleh [2]. Baru baru ini penerapan metode deep learning banyak diusulkan peneliti untuk pemantauan arus lalu lintas dengan berbagai metode pendekatan seperti Faster R-CNN [4], SPP(Spatial Pyramid Pooling) [5], SSD(*Single Shoot multibox Detector*) [6], R-FCN [7], *You Only Look Once* (YOLO), YOLOv2 [6] dan YOLOv3 [8].

Metode Faster R-CNN dapat mengevaluasi berbagai titik operasi yang berbeda dalam jumlah positif palsu per gambar, mengadaptasi jaringan dasar yang lebih cepat dan lebih akurat, namun banyaknya lokasi objek yang harus diproses, sehingga harus dibutuhkan waktu untuk disempurnakan agar mencapai lokalisasi yang tepat [5]. Metode SPP dapat menghitung peta fitur konvolusional untuk seluruh gambar input dan mengklasifikasikan setiap objek proposal menggunakan vector [5]. Metode SSD berkinerja baik dalam kecepatan dan akurasi, namun lemah dalam pengawasan lalu lintas kendaraan kecil dengan mengabaikan hubungan antara berbagai lapisan fitur piramida [9].

Metode *You Only Look Once* (YOLO) merupakan salah satu metode yang paling cepat dan akurat pada pendeteksian objek bahkan mampu melebihi hingga 2 kali kemampuan algoritma lain [2]. YOLO mempunyai banyak versi yang sering diterapkan yaitu mulai versi YOLO, YOLOv2 hingga yang terbaru saat ini adalah YOLOv3. Dalam penelitian ini, dengan meningkatkan YOLOv2 model yang disebut YOLOv3_Vehicle diusulkan untuk mendeteksi kendaraan. Untuk mendapatkan kotak jangkar yang lebih baik, kotak pembatas kendaraan pada dataset pelatihan dikelompokkan dengan cluster sarana ++, dan memilih 6 kotak jangkar dengan ukuran yang berbeda.

Dalam penelitian ini, penulis mengajukan suatu metode baru yaitu metode YOLOv3 karena dinilai lebih baik dari versi sebelumnya dimana mempunyai akurasi yang lebih tinggi [8]. Dengan metode yang digunakan diharapkan dapat bermanfaat untuk pendeteksian kendaraan dalam pemantauan arus lalu lintas di Kota Medan dengan sumber dataset diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Medan yang diambil dari 9 persimpangan selama 1 minggu.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian verifikasi dan eksperimen dengan tujuan untuk menciptakan pengetahuan baru dari teori-teori yang sudah ada. Kerangka kerja YOLOv3 merupakan salah satu metode yang akurat dibidang *computer vision* dengan pembelajaran yang mendalam dan akan diterapkan pada penelitian ini dimana dataset yang digunakan untuk pengujian bersumber dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Dataset diperoleh dari hasil rekaman CCTV pemantauan arus lalu lintas di 9 (sembilan) simpang, kemudian dilakukan pengujian dataset pada metode YOLOv3 untuk melihat akurasi deteksi objek di setiap persimpangan.

2.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

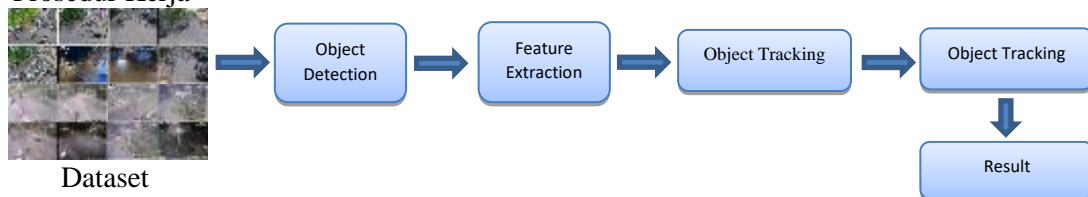
2.2.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian :

Penelitian ini dilaksanakan selama 9 (sembilan) bulan yang dimulai pada bulan November 2018 sampai dengan bulan Juli 2019.

2.2.2 Tempat Pelaksanaan Penelitian :

Untuk pengujian metode yang diusulkan, dilaksanakan di Dinas Perhubungan Kota Medan dengan data yang bersumber dari ATCS Dinas Perhubungan Kota Medan.

2.3 Prosedur Kerja



Gambar 1 Prosedur Kerja

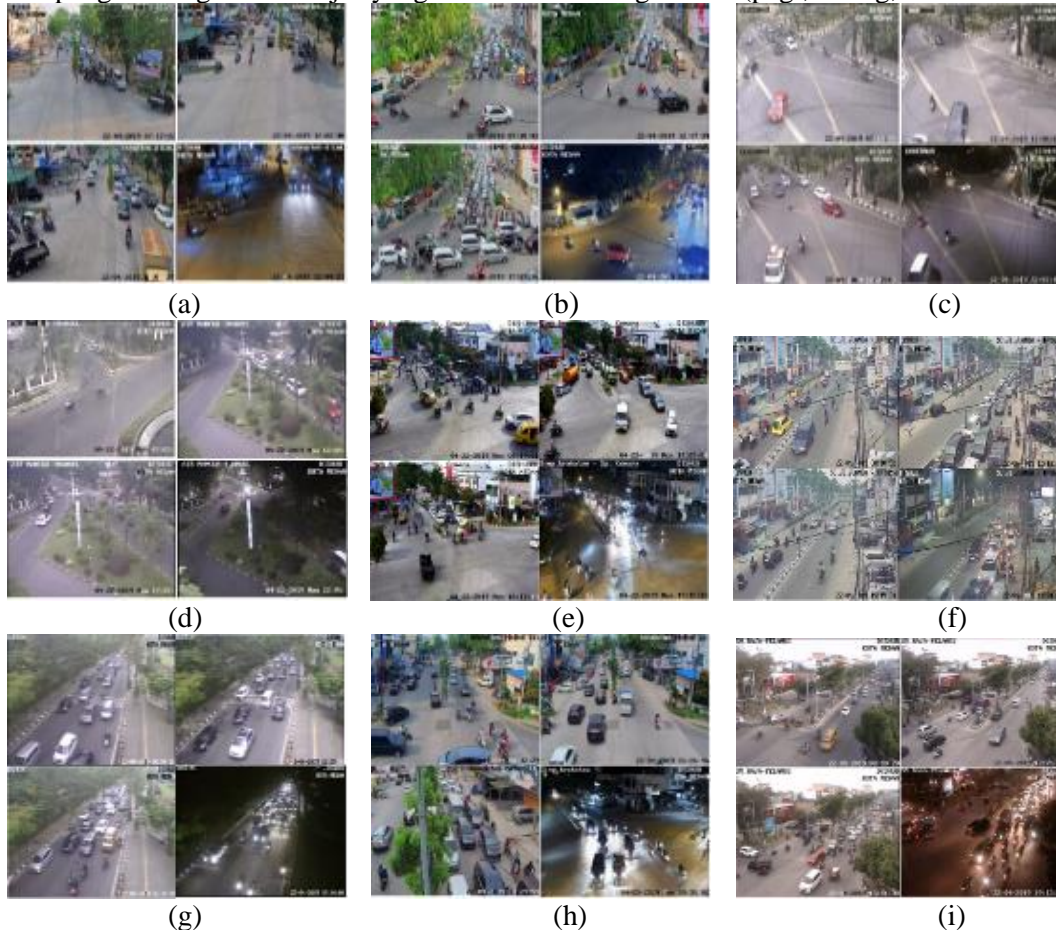
2.4 Alat dan Bahan

2.4.1 Alat

Jenis laptop yang kami gunakan dalam penelitian yaitu ASUS ROG G731GT yang berfungsi sebagai run program dengan spesifikasi Display Adapter NVIDIA Geforce GTX, Processor Intel® Core™ i7-9750H, Memory DDR4 2666Mhz 8GB , dan Internal Storage 1TB SSHD+128GB SSD. Selain itu, jenis CCTV yang kami gunakan dalam penelitian terdiri dari 2 jenis yaitu CCTV Fix dan CCTV PTZ. CCTV Fix berfungsi hanya sebatas pengawasan dengan spesifikasi Analog HD output, up to 1080P resolution, 2.8 mm to 12 mm varifocal lens. Sedangkan untuk CCTV PTZ berfungsi untuk mendekatkan gambar objek dan merekam dengan spesifikasi Ultra-Low Light, 1920x1080 resolution, 2.7 mm to 13.5 mm varifocal lens.

2.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu video hasil rekaman CCTV yang bersumber dari Dinas Perhubungan Kota Medan dan terdiri dari 9 simpang pada data rekaman CCTV yaitu gambar (a) : Simpang Krakatau Bilal, gambar (b) : Simpang Gelugur, gambar (c) : Simpang Gubernur, dan gambar (d) : Simpang Air Mancul Imanuel, (e) : Simpang Cemara, (f) : Simpang Juanda Katamso, (g) : Simpang Kartini, (h) : Simpang Krakatau Pasar III, (i) : Simpang Pelangi SM Raja yang terdiri dari 4 gambar (pagi, siang, sore dan malam).



Gambar 2 Bahan

2.5 Analisa Data

Dalam penelitian ini, langkah awal yang kami lakukan adalah pengumpulan data. Data yang kami gunakan yaitu video hasil rekaman CCTV pada 9 simpang lalu mengklasifikasikan data tersebut berdasarkan jenis CCTV sebagai berikut:

No.	Jenis	Dataset	Perbedaan
1.	CCTV Fix	- Air Mancur Immanuel - Kartini - Gubernur	Biasanya cukup jelas gambarnya di jarak 4 - 6 meter saja.
2.	CCTV PTZ	- Krakatau Bilal - Pelangi SM Raja - Krakatau Pasar III - Gelugur - Juanda Katamso - Cemara	Bisa memantau jarak lebih dari 300 meter.

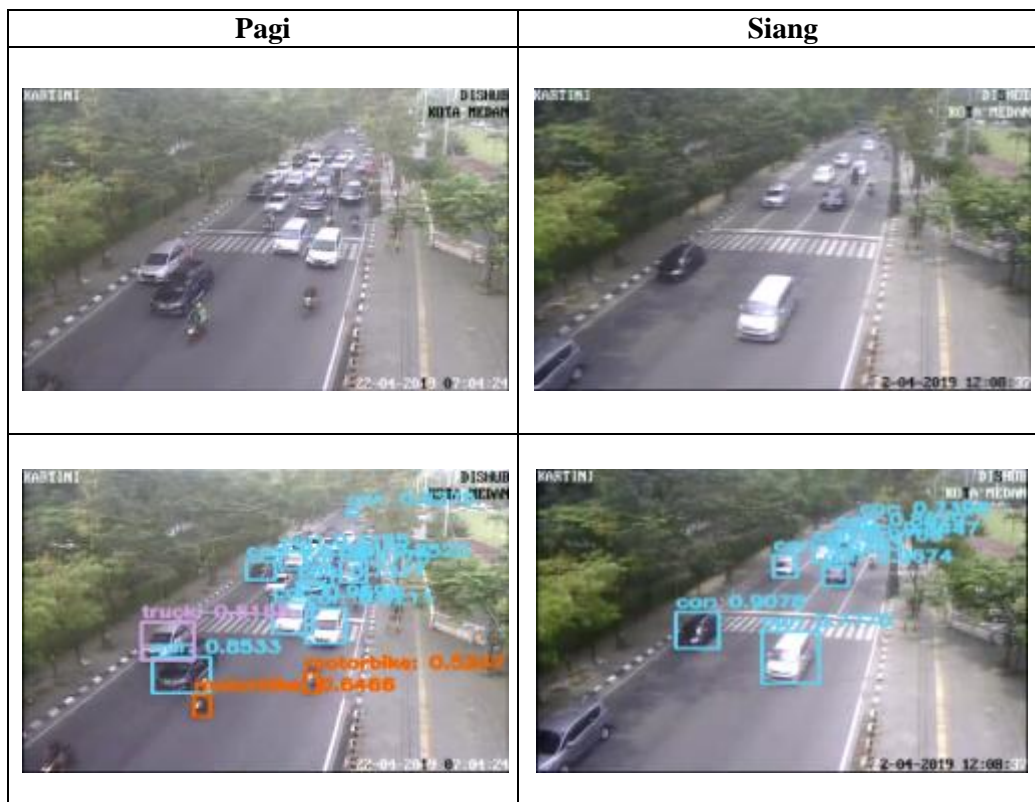
Langkah ketiga yaitu kami melakukan pemotongan video dengan durasi 30 menit tiap simpang sebagai data pengujian dan selanjutnya memotong video menjadi 10 menit sebanyak 3 video sebagai data pelatihan. Selanjutnya menerapkan YOLO untuk mengklasifikasikan jenis kendaraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

Pengujian sistem pemantauan arus lalu lintas dengan menggunakan pendekatan model YOLOv3 dilakukan dengan tahapan pelatihan dengan menggunakan beberapa contoh data yang bersumber dari dataset video arus lalu lintas di persimpangan Kota Medan, kemudian dilakukan tahapan validasi dataset untuk mengoptimalkan fungsi klasifikasi metode, tahapan selanjutnya adalah pengujian metode untuk klasifikasi dataset video arus lalu lintas pada 9 (sembilan) persimpangan dengan 2 (dua) jenis kamera CCTV pemantau arus lalu lintas, yaitu CCTV Fix dan CCTV PTZ.

Pada tahap evaluasi untuk meningkatkan akurasi klasifikasi kendaraan arus lalu lintas kami melakukan pembagian video setiap simpang dengan kategori Pagi (07.00 -10.00 WIB), siang (11.00 – 14.00 WIB), sore (15.00-18.00 WIB) dan malam (20.00 – 21.00 WIB).Sistem analisis lalu lintas dievaluasi pada beberapa tahapan proses dengan pembagian ukuran video pada tiap kategori, sehingga setiap kategori video di pecah menjadi beberapa bagian video kecil.



Sore	Malam
Pagi	Siang
Sore	Malam



Gambar 3 Hasil

Kualitas pada tiap video berbeda-beda pada pagi hari kurang terang dikarenakan intensitas cahaya yang masih rendah. Kualitas video pada siang hari lebih baik karena tingkat pencahayaan yang tinggi sama halnya dengan kualitas video pada sore hari yang lebih stabil, sedangkan kualitas video pada malam lebih rendah dikarenakan kurangnya pencahayaan.

Pada Tabel 1 merupakan hasil pembagian beberapa video dari kategori tanggal, tujuan utama untuk memudahkan proses klasifikasi kendaraan yang ada dalam video, selain itu untuk mempercepat proses identifikasi.

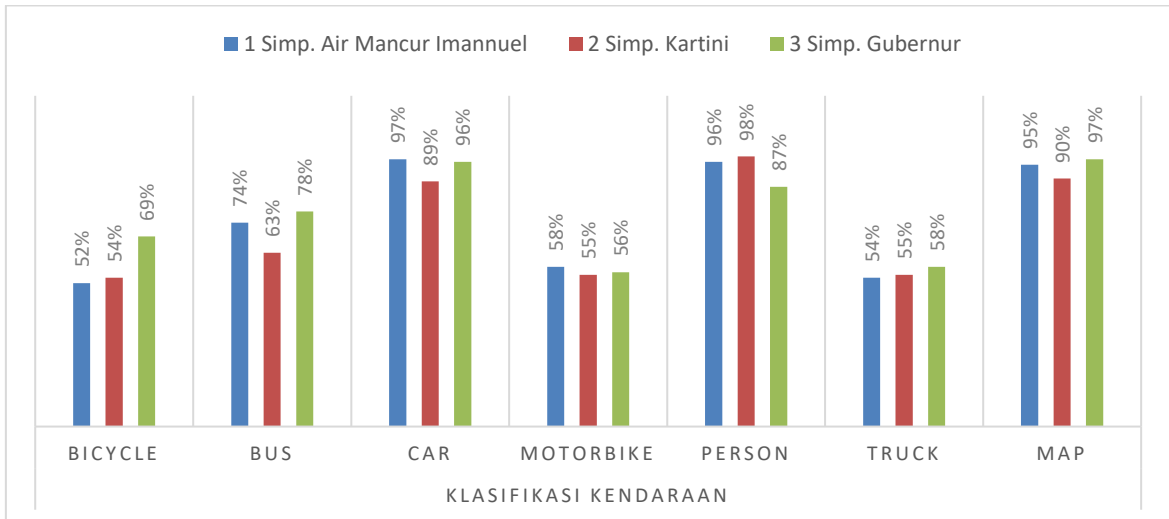
Tabel 1 Pembagian Dataset

Simpang	Jumlah video			Total	Resolusi
	22.04.19	23.04.19	24.04.19		
Air Mancur Imanuel	74	73	85	232	352x288
Kartini	77	78	87	242	352x288
Gubernur	78	78	78	234	352x288
Cemara	81	81	84	246	1920x1080
Glugur	81	72	78	231	1280x720
Juanda Katamsa	80	75	75	230	1280x720
Krakatau Bilal	82	82	81	245	1280x720
Krakatau Pasar III	83	79	79	241	1280x720
Pelangi SM Raja	87	76	85	248	704x576

Proses identifikasi kendaraan pada masing-masing video kami lakukan pembagian berdasarkan jenis kamera yang digunakan, yaitu kamera CCTV Fix dan kamera CCTV PTZ. Hasil klasifikasi menggunakan kamera CCTV fix ditunjukkan pada Tabel 2 klasifikasi kendaraan dan grafik hasil klasifikasi pada Gambar 4.

Tabel 2 Klasifikasi Kendaraan CCTV Fix

No	Nama Jalan	Klasifikasi Kendaraan						Truck	mAP
		Bicycle	Bus	Car	Motorbike	Person			
1	Simp. Air Mancur Immanuel	52%	74%	97%	58%	96%	54%	95%	
2	Simp. Kartini	54%	63%	89%	55%	98%	55%	90%	
3	Simp. Gubernur	69%	78%	96%	56%	87%	58%	97%	

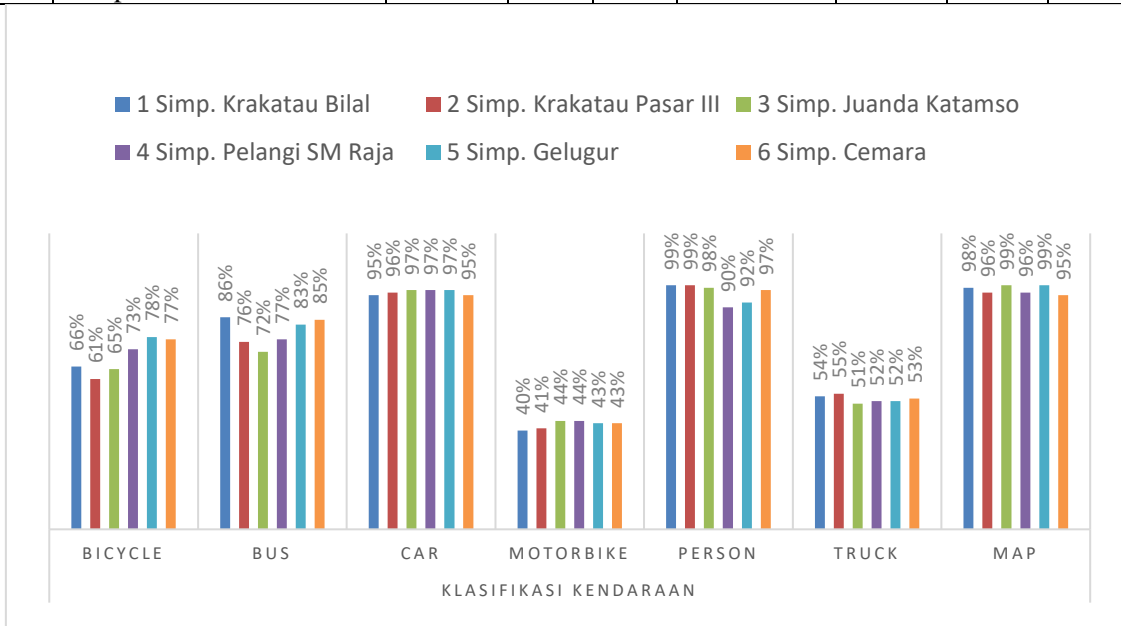


Gambar 4 Grafik Klasifikasi Kendaraan CCTV Fix

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2 bahwa identifikasi menggunakan kamera CCTV Fix ternyata belum mendapatkan hasil yang terbaik dikarenakan resolusi yang rendah sehingga kami melakukan pengujian kembali menggunakan kamera CCTV PTZ. Hasil klasifikasi menggunakan kamera CCTV PTZ ditunjukkan pada Tabel 3 klasifikasi kendaraan dan grafik hasil klasifikasi pada Gambar 5.

Tabel 3 Klasifikasi Kendaraan CCTV PTZ

No	Nama Jalan	Klasifikasi Kendaraan						
		Bicycle	Bus	Car	Motorbike	Person	Truck	mAP
1	Simp. Krakatau Bilal	66%	86%	95%	40%	99%	54%	98%
2	Simp. Krakatau Pasar III	61%	76%	96%	41%	99%	55%	96%
3	Simp. Juanda Katamso	65%	72%	97%	44%	98%	51%	99%
4	Simp. Pelangi SM Raja	73%	77%	97%	44%	90%	52%	96%
5	Simp. Gelugur	78%	83%	97%	43%	92%	52%	99%
6	Simp. Cemara	77%	85%	95%	43%	97%	53%	95%



Gambar 5 Grafik Klasifikasi Kendaraan CCTV PTZ

3.2 PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian pada video CCTV perekaman arus lalu lintas Kota Medan yang bersumber dari Dinas Perhubungan Kota Medan seperti ditunjukkan pada tabel hasil pengujian 9 (sembilan) persimpangan, terdapat kualitas video yang berbeda pada beberapa simpang. Kualitas video dipengaruhi oleh jenis CCTV yang digunakan. Jenis CCTV Fix (Air Mancur Immanuel, Kartini, Gubernur) mempunyai resolusi 352x288 sedangkan CCTV PTZ (Krakatau Bilal, Krakatau Pasar III, Juanda Katamso, Pelangi SM.Raja, Glugur, Cemara) mempunyai rata-rata resolusi 1280x720. Selain itu hasil pembagian video, yang terdiri dari pagi, siang, sore, dan malam juga memiliki perbedaan dalam kualitas video. Kualitas video pada pagi hari cenderung kurang terang dikarenakan pencahayaan yang masih berbayang. Kualitas video pada siang hari lebih baik karena tingkat pencahayaan lebih tinggi. Kualitas video pada sore hari lebih stabil sedangkan kualitas video pada malam lebih rendah dikarenakan kurangnya pencahayaan.

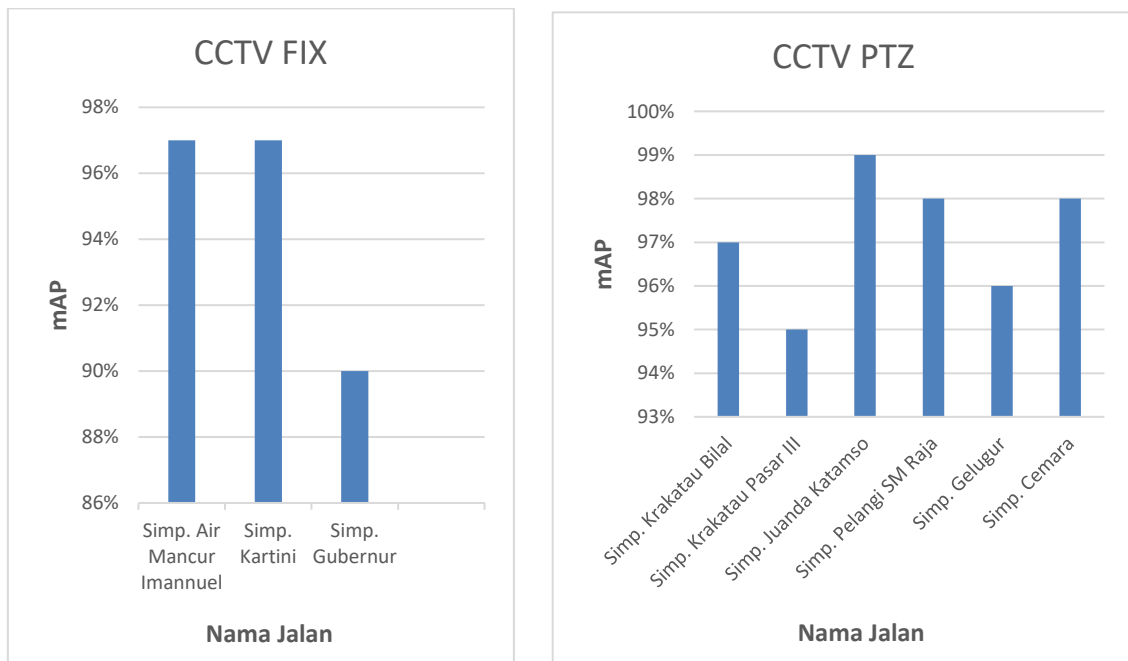
Pengambilan video juga dipengaruhi oleh jarak kamera dengan objek. Selain faktor jarak, dipengaruhi oleh ukuran objek sehingga hasil deteksi objek terkadang tidak sesuai. Seperti halnya dalam pengenalan bus, bus memiliki ukuran besar sehingga ukurannya bentrok dengan car. Pengenalan bentuk truck yaitu besar akan tetapi bentrok ukuran dengan bus.

Pada Tabel 4 merupakan perbandingan mAP dari dua jenis CCTV dan Gambar 6 merupakan grafik mAP dari dua jenis CCTV. Dalam Tabel 4, mAP paling tinggi pada CCTV Fix yaitu 97% dan terendah yaitu 90%, sedangkan mAP paling tinggi pada CCTV PTZ yaitu 99% dan yang terendah yaitu 95%. Hal ini dikarenakan resolusi kamera yang berbeda.

Tabel 4 Perbandingan mAP

No	Nama Jalan	mAP
1	Simp. Air Mancur Immanuel	97%
2	Simp. Kartini	97%
3	Simp. Gubernur	90%

No	Nama Jalan	mAP
1	Simp. Krakatau Bilal	97%
2	Simp. Krakatau Pasar III	95%
3	Simp. Juanda Katamso	99%
4	Simp. Pelangi SM Raja	98%
5	Simp. Gelugur	96%
6	Simp. Cemara	98%



Gambar 6 Perbandingan Grafik mAP

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian arus lalu lintas pada 9 (Sembilan) persimpangan, menunjukkan hasil pengujian dengan perbedaan yang signifikan dari 2 jenis kamera yang berbeda yaitu CCTV Fix dan CCTV PTZ. Hasil dari klasifikasi terdapat 6 objek yaitu *bicycle*, *bus*, *car*, *motorbike*, *person*, dan *truck* yang mana pengambilan video dipengaruhi oleh jarak kamera dan ukuran pada objek. sehingga hasil deteksi objek terkadang tidak sesuai. Seperti halnya dalam pengenalan bus, bus memiliki ukuran besar sehingga ukurannya bentrok dengan car. Pengenalan bentuk truck yaitu besar akan tetapi bentrok ukuran dengan bus. Adapun mAP (*mean Average Precision*) pada CCTV Fix yang paling tertinggi yaitu 97% sedangkan pada CCTV PTZ adalah 99%.

5. SARAN

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu dapat diimplementasikan secara real time dalam pengembangan identifikasi pelanggaran lampu lalu lintas dan terjadinya kecelakaan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan jenis CCTV PTZ untuk mendapatkan hasil resolusi yang lebih baik. Dapat dikembangkan dengan menggunakan metode lainnya seperti SSD, Faster-RCNN, Fast-RCNN dan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama menyelesaikan laporan ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan pengarahan serta mengucapkan terimakasih kepada Ibu Mawaddah Harahap, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer Universitas Prima Indonesia Medan dan selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Benjdira, T. Khursheed, A. Koubaa, A. Ammar, and K. Ouni, "Car Detection using Unmanned Aerial Vehicles: Comparison between Faster R-CNN and YOLOv3," *2019 1st Int. Conf. Unmanned Veh. Syst. UVS 2019*, pp. 1–6, 2019.
- [2] M. S. Chauhan, A. Singh, M. Khemka, A. Prateek, and R. Sen, "Embedded CNN based vehicle classification and counting in non-laned road traffic," 2019.
- [3] L. Chen, F. Ye, Y. Ruan, H. Fan, and Q. Chen, "An algorithm for highway vehicle detection based on convolutional neural network," *Eurasip J. Image Video Process.*, vol. 2018, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [4] R. Girshick, "Fast R-CNN," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2015 Inter, pp. 1440–1448, 2015.
- [5] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks.," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, no. 6, pp. 1137–1149, Jun. 2017.
- [6] J. Sang *et al.*, "An improved YOLOv2 for vehicle detection," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 12, 2018.
- [7] J. Schlingensiepen, R. Mehmood, and F. C. Nemetan, "Framework for an Autonomic Transport System in Smart Cities," *Cybern. Inf. Technol.*, vol. 15, no. 5, pp. 50–62, 2015.

- [8] C. Sirirattanapol, M. NAGAI, A. Witayangkurn, S. Pravinvongvuth, and M. Ekpanyapong, "Bangkok CCTV Image through a Road Environment Extraction System Using Multi-Label Convolutional Neural Network Classification," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 8, no. 3, p. 128, 2019.
- [9] F. Zhang, C. Li, and F. Yang, "Vehicle detection in urban traffic surveillance images based on convolutional neural networks with feature concatenation," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 3, 2019.