

# Sistem Pendeteksi Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Metode *Background Subtraction* dan *Frame Differencing*

Mohamad Yanuar Wardinnansah<sup>1\*</sup>, Reva Ragam Santika<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Jl. Ciledug Raya, RT.10/RW.2, Petukangan Utara, Kec. Pesanggrahan, Jakarta Selatan, 12260

E-mail: <sup>1</sup>\*2011500705@student.budiluhur.ac.id, <sup>2</sup>reva.ragam@budiluhur.ac.id

(\*: corresponding author)

**Abstrak**—Kepadatan lalu lintas adalah salah satu penyebab utama terjadinya kemacetan. Dalam upaya untuk mengatasi permasalahan ini, teknologi dapat dimanfaatkan untuk memantau kondisi lalu lintas dengan lebih mudah dan akurat. Apabila masalah ini tidak segera diatasi, kemungkinan besar kemacetan terus terjadi dan meluas hingga ke berbagai tempat. Sehingga mengganggu aktivitas sehari-hari serta menyebabkan masalah yang lain seperti peningkatan polusi udara yang berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat. Pada penelitian ini, dikembangkan purwarupa sistem untuk mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas berdasarkan persentase kapasitas jalan yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *background subtraction* dan *frame differencing* yang dikembangkan dengan *software* Visual Studio Code dan library OpenCV. Kedua metode ini diterapkan untuk menghitung persentase kapasitas jalan dengan membandingkan luas area kendaraan dengan luas area jalan. Proses pengujian dilakukan menggunakan beberapa *dataset* video yang merepresentasikan berbagai kondisi lalu lintas. Sistem yang dibuat mampu mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas dengan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 90,32%. Akurasi terendah terdapat pada *dataset* video VID\_20240522\_Sore\_2 yaitu sebesar 84,62%, sedangkan akurasi tertinggi dicapai pada *dataset* video VID\_20240522\_Sore\_1 yaitu sebesar 92,05%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan efektif dalam mendeteksi kepadatan lalu lintas. Namun, aplikasi ini memiliki keterbatasan karena belum mampu membedakan jenis kendaraan yang ada di jalan, sehingga perlu pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi kendaraan.

**Kata Kunci**—*Background Subtraction*, *Frame Differencing*, Deteksi Kepadatan Lalu Lintas

**Abstract**—Traffic density is one of the main causes of congestion. To address this issue, technology can be utilized to monitor traffic conditions more easily and accurately. If this problem is not addressed promptly, congestion is likely to persist and spread to various areas, disrupting daily activities and causing other issues such as increased air pollution, which can potentially harm public health. In this study, a prototype system was developed to detect traffic density based on the percentage of road capacity used. The methods employed in this research are *background subtraction* and *frame differencing*, implemented using *Visual Studio Code* and the *OpenCV* library. These methods are applied to calculate the percentage of road capacity by comparing the area occupied by vehicles with the total road area. Testing was conducted using

several video datasets representing various traffic conditions. The system developed achieved an overall accuracy of 90.32% in detecting traffic density. The lowest accuracy was observed in the video dataset VID\_20240522\_Sore\_2, with an accuracy of 84.62%, while the highest accuracy was achieved with the video dataset VID\_20240522\_Sore\_1, at 92.05%. The results indicate that the methods used are effective in detecting traffic density. However, the application has limitations as it currently cannot distinguish between different types of vehicles on the road, indicating a need for further development to enhance vehicle classification capabilities.

**Keyword**—*Background Subtraction*, *Frame Differencing*, *Traffic Density Detection*

## I. PENDAHULUAN

Lalu lintas jalan adalah fasilitas yang digunakan untuk pergerakan kendaraan roda dua maupun empat [1]. Kondisi lalu lintas adalah salah satu penyebab utama terjadinya kemacetan [2]. Kemacetan merupakan fenomena dimana jumlah kendaraan melebihi dari kapasitas jalan [3]. Ada beberapa hal untuk mengatasi kemacetan, seperti memberlakukan peraturan lalu lintas, melakukan perluasan ruas jalan, dan melakukan pemantauan. Bila masalah ini tidak segera diatasi, kemungkinan besar kemacetan terus terjadi dan meluas hingga ke berbagai tempat[4]. Sehingga mengganggu aktivitas sehari-hari serta menyebabkan masalah yang lain seperti peningkatan polusi udara yang berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat [5].

Dalam penelitian sebelumnya, telah berhasil menerapkan metode *background subtraction* untuk mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas[1]. Penelitian tersebut menyatakan bahwa sistem memiliki akurasi 100% berdasarkan salah satu hasil gambar [6]. Namun, pada gambar lain, ditemukan bahwa kotak deteksi tidak selalu sesuai dengan ukuran kendaraan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pengujian *confusion matrix* untuk menghitung tingkat akurasi sistem serta menambahkan metode *frame differencing* untuk membantu dalam mendeteksi objek yang bergerak [7].

Pada era yang modern ini, dimana untuk melakukan pemantauan lalu lintas dapat dilakukan dengan cara otomatis dengan memanfaatkan teknologi untuk mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas [8]. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan prototipe sistem pendeteksi

kepadatan lalu lintas menggunakan metode *background subtraction* dan *frame differencing* [9]. Diharapkan sistem ini mampu mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas dengan cara menghitung area yang telah terpakai pada jalan [10].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk melakukan penelitian dan kajian literatur untuk memahami teori serta penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik pendeteksian tingkat kepadatan lalu lintas. Hal ini penting untuk membangun dasar pengetahuan yang kuat.

### B. Data Penelitian

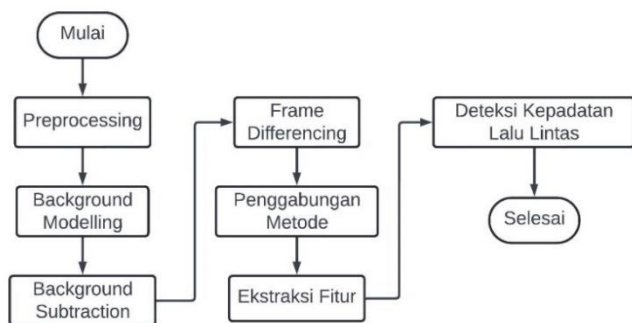
Data yang digunakan pada penelitian ini berupa video kondisi lalu lintas pada Jl. Mh. Thamrin, Kota Tangerang. Video ini didapat dari hasil rekaman telepon seluler di atas jembatan penyeberangan orang (JPO) pada bulan Mei 2024 dengan detail pada Tabel 1.

TABEL 1.  
DETAIL DATA VIDEO

No	Nama	Tanggal	Kondisi	Durasi
1	VID_20240507_Pagi	7 Mei 2024	Pagi Hari	02:59
2	VID_20240517_Pagi	17 Mei 2024	Pagi Hari	03:09
3	VID_20240507_Siang	7 Mei 2024	Siang Hari	03:01
4	VID_20240522_Sore_1	22 Mei 2024	Sore Hari	03:00
5	VID_20240522_Sore_2	22 Mei 2024	Sore Hari	03:00

### C. Penerapan Metode

Dalam proses pendeteksi kepadatan lalu lintas menggunakan metode *background subtraction* dan *frame differencing*. Terdapat tahapan yang harus dilalui untuk mendapatkan hasil pendeteksian tingkat kepadatan lalu lintas. Ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode yang Diterapkan

### D. Preprocessing

*Preprocessing* merupakan serangkaian teknik dan langkah-langkah yang dilakukan sebelum menerapkan algoritma. Pada tahap ini terjadi 2 *preprocessing* yaitu perubahan perspektif dan *grayscale*.

1) *Heading Perubahan Perspektif*: Tahap ini bertujuan untuk memilih area pada jalan yang dijadikan fokus pendeteksian dan mengubah perspektif video agar seolah-olah tampilan video

direkam dari sudut atas. Proses perubahan perspektif ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3.

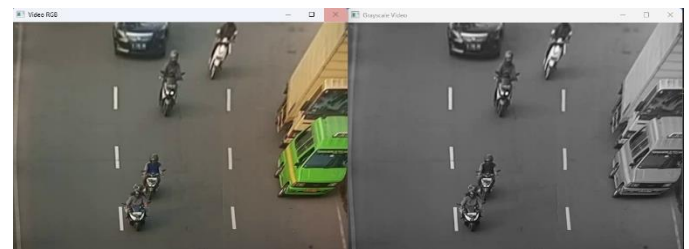


Gambar 2. Menentukan Area



Gambar 3. Hasil Perubahan Perspektif

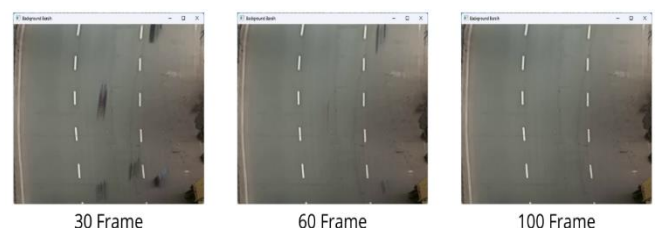
2) *Grayscale*: *Grayscale* adalah proses perubahan citra RGB diubah menjadi citra abu agar lebih mudah untuk diproses. Ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Grayscale*

### E. Background Modelling

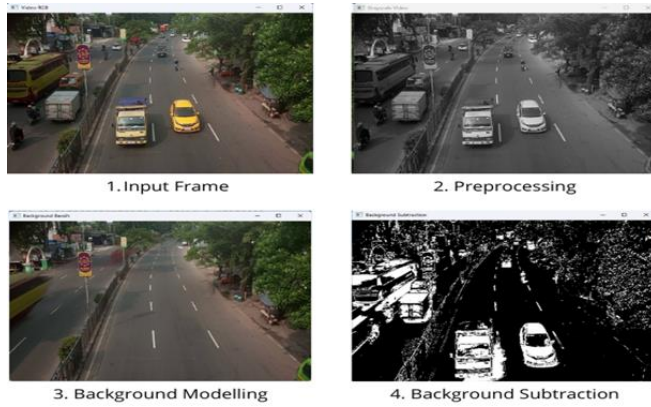
Tujuan tahap ini adalah untuk menentukan *background* dengan cara mencari nilai median dari *frame*. Semakin banyak *frame* yang diakumulasikan sebagai *background* maka hasil yang didapatkan semakin baik. Ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pembuatan Latar Belakang

#### F. Background Subtraction

*Background subtraction* adalah metode untuk mendeteksi pergerakan atau perbedaan signifikan dalam *frame* video dengan membandingkannya terhadap citra referensi. *Background subtraction* bertujuan untuk memisahkan objek dari latar belakangnya, sehingga pergerakan objek dapat terdeteksi [3]. Ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Background Subtraction

#### G. Frame Differencing

*Frame difference* (perbedaan *frame*) adalah metode yang menghitung selisih antara dua *frame* pada setiap posisi piksel dalam gambar video. Contoh *frame differencing* dapat dilihat pada Gambar 7. Metode *frame differencing* dapat ditunjukkan pada Persamaan (1):

$$f(n) = D(n + 1) - D(n) \quad (1)$$



Gambar 7. Frame Differencing

#### H. Ekstraksi Fitur

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik atau atribut penting dari gambar atau video yang dapat membantu dalam tugas-tugas seperti pengenalan pola, klasifikasi, atau deteksi objek.

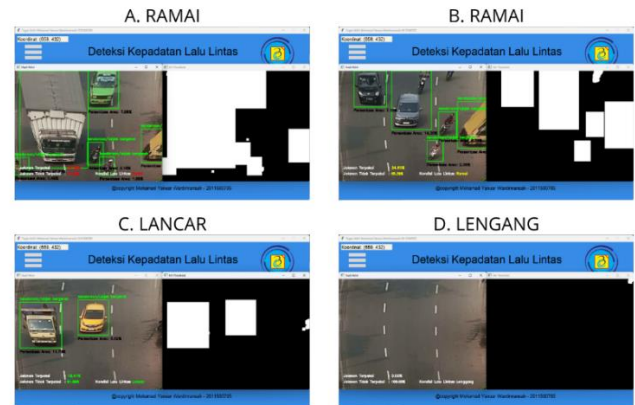
#### I. Deteksi Kepadatan Lalu Lintas

Setelah melewati tahap ekstraksi fitur, tahap berikutnya adalah mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas dengan membandingkan area jalan yang digunakan oleh objek dengan

area jalan yang tidak terpakai. Pada Gambar 8 menunjukkan hasil tingkat kepadatan yang telah berhasil dideteksi oleh sistem dengan keterangan berikut:

- 1) *Kondisi padat*: apabila persentase jalan yang terpakai lebih dari 50%.
- 2) *Kondisi ramai*: apabila persentase jalan yang terpakai 30 - 50%.
- 3) *Kondisi lancar*: apabila persentase jalan yang terpakai 1 - 29%.
- 4) *Kondisi lengang*: apabila persentase jalan yang terpakai 0%.

KONDISI JALANAN



Gambar 8. Hasil Kondisi Lalu Lintas

#### J. Rancangan Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan *confusion matrix* untuk mengukur tingkat akurasi dari sistem yang dikembangkan. Tabel 2 menunjukkan tabel dari *confusion matrix*.

TABEL 2.  
CONFUSION MATRIX

Nilai Prediksi	Nilai Aktual	
	Positive	Negative
Positive	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

1) *True Positive (TP)*: Jumlah kejadian di mana model diprediksi sebagai *positive* dengan hasil sebenarnya juga *positive*. *True positive* menyatakan kotak deteksi yang benar benar mencakup kendaraan.

2) *True Negative (TN)*: Jumlah kejadian di mana model diprediksi *negative* dengan hasil sebenarnya memang *negative*. Pada penelitian ini tidak ada *true negative*.

3) *False Positive (FP)*: Jumlah kejadian di mana model diprediksi *positive*, sedangkan hasil sebenarnya *negative*. *False positive* menyatakan kesalahan dalam pembuatan kotak deteksi.

4) *False Negative (FN)*: Jumlah kejadian di mana model memprediksi *negative*, sedangkan hasil sebenarnya *positive*. *False negative* menyatakan kendaraan yang tidak terdeteksi.

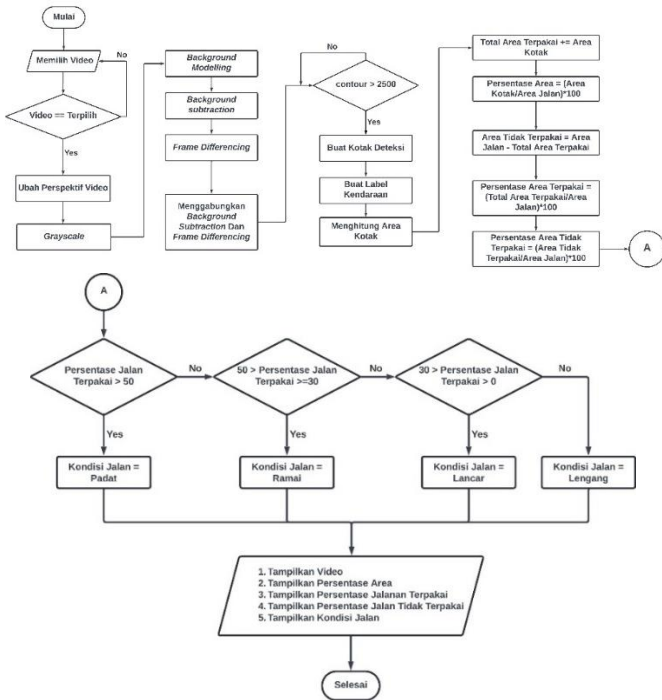
Perhitungan tingkat akurasi menggunakan *confusion matrix* ditunjukkan oleh Persamaan (2):

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Jumlah Total Prediksi}} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Flowchart

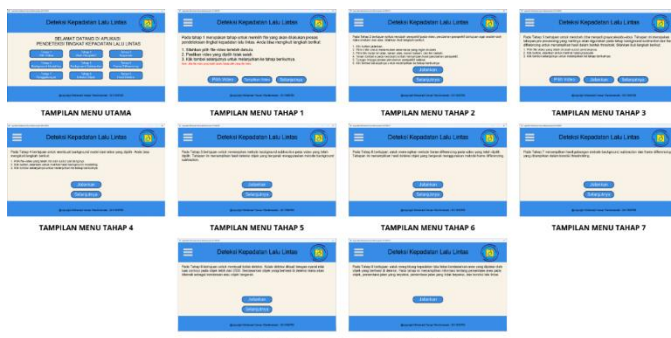
Flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur proses atau langkah-langkah program menggunakan berbagai simbol. Flowchart keseluruhan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Flowchart Keseluruhan

#### B. Tampilan Layar

Tampilan layar merupakan representasi visual dari informasi atau antarmuka yang ditampilkan pada monitor atau perangkat lainnya. Gambar 9 menunjukkan tampilan layar sistem, mulai dari menu utama hingga menu tahap 10.



Gambar 10. Tampilan Layar Sistem

#### C. Pengujian

Pengujian *confusion matrix* bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi kepadatan lalu lintas. Pada tahap ini, video dipecah menjadi segmen-segmen

berdurasi 20 detik untuk mempermudah perhitungan kotak deteksi. Kemudian, tingkat akurasi dihitung untuk setiap segmen video dan dirata-ratakan untuk menentukan akurasi keseluruhan video. Berikut adalah perhitungan kotak deteksi pada setiap video:

Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dari video VID\_20240507\_Pagi dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 91,09%.

TABEL 3.  
PERHITUNGAN KOTAK DETEKSI VIDEO VID\_20240507\_PAGI

Nama Video Setiap Segmen	Perhitungan	Akurasi
VID_20240507_Pagi_20	$\frac{34 + 0}{34 + 0 + 1 + 0}$	97,14
VID_20240507_Pagi_40	$\frac{27 + 0}{27 + 0 + 1 + 0}$	96,43
VID_20240507_Pagi_60	$\frac{35 + 0}{35 + 0 + 2 + 0}$	94,59
...	...	...
VID_20240507_Pagi_240	$\frac{30 + 0}{30 + 0 + 2 + 0}$	93,75
Rata Rata Akurasi		91,09

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dari video VID\_20240517\_Pagi dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 91,96%.

TABEL 4.  
PERHITUNGAN KOTAK DETEKSI VIDEO VID\_20240517\_PAGI

Nama Video Setiap Segmen	Perhitungan	Akurasi
VID_20240517_Pagi_20	$\frac{15 + 0}{15 + 0 + 0 + 0}$	100
VID_20240517_Pagi_40	$\frac{14 + 0}{14 + 0 + 2 + 0}$	87,5
VID_20240517_Pagi_60	$\frac{17 + 0}{17 + 0 + 0 + 0}$	100
...	...	...
VID_20240517_Pagi_260	$\frac{20 + 0}{20 + 0 + 0 + 0}$	100
Rata Rata Akurasi		91,96

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dari video VID\_20240507\_Siang dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 91,90%.

TABEL 5.  
PERHITUNGAN KOTAK DETEKSI VIDEO VID\_20240507\_SIANG

Nama Video Setiap Segmen	Perhitungan	Akurasi
VID_20240507_Siang_20	$\frac{14 + 0}{14 + 0 + 0 + 0}$	100
VID_20240507_Siang_40	$\frac{17 + 0}{17 + 0 + 2 + 0}$	100
VID_20240507_Siang_60	$\frac{19 + 0}{19 + 0 + 0 + 0}$	100
...	...	...
VID_20240507_Siang_260	$\frac{6 + 0}{6 + 0 + 1 + 0}$	85,71
Rata Rata Akurasi		91,90

Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dari video VID\_20240522\_Sore\_1 dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 92,05%.

TABEL 6.  
PERHITUNGAN KOTAK DETEKSI VIDEO VID\_20240522\_SORE\_1

Nama Video Setiap Segmen	Perhitungan	Akurasi
VID_20240522_Sore_1_20	$\frac{9 + 0}{9 + 0 + 0 + 1}$	90



VID_20240522_Sore_1_40	$\frac{26+0}{26+0+0+2}$	92,86
VID_20240522_Sore_1_60	$\frac{24+0}{24+0+1+2}$	88,89
...	...	...
VID_20240522_Sore_1_260	$\frac{14+0}{14+0+0+2}$	87,5
Rata Rata Akurasi		92,0

Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dari video VID\_20240522\_Sore\_2 dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 84,62%.

TABEL 7.  
PERHITUNGAN KOTAK DETEKSI VIDEO VID\_20240522\_SORE\_2

Nama Video Setiap Segmen	Perhitungan	Akurasi
VID_20240522_Sore_2_20	$\frac{19+0}{19+0+1+3}$	82,61
VID_20240522_Sore_2_40	$\frac{11+0}{11+0+0+3}$	78,57
VID_20240522_Sore_2_60	$\frac{18+0}{18+0+1+3}$	81,82
...	...	...
VID_20240522_Sore_2_260	$\frac{13+0}{13+0+1+3}$	76,47
Rata Rata Akurasi		84,62

#### D. Analisis Hasil Pengujian

Setelah mengetahui hasil akurasi dari setiap video maka dihitung tingkat akurasi sistem dengan menghitung rata-rata akurasi setiap video. Pada Tabel 8 menunjukkan perhitungan tingkat akurasi dari sistem pendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas.

Berdasarkan data perhitungan pada Tabel 8, sistem pendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas yang telah dibuat terbukti mampu mendeteksi tingkat kepadatan dengan sangat baik. Hasil akurasi tertinggi dicapai pada video VID\_20240522\_Sore\_1 sebesar 92,05%, sedangkan akurasi terendah terdapat pada video VID\_20240522\_Sore\_2 sebesar 84,62%. Tingkat akurasi keseluruhan sistem mencapai 90,32%.

TABEL 8.  
TINGKAT AKURASI SISTEM

No	Nama	Akurasi
1	VID_20240507_Pagi	91,09
2	VID_20240517_Pagi	91,96
3	VID_20240507_Siang	91,90
4	VID_20240522_Sore_1	92,05
5	VID_20240522_Sore_2	84,62
Rata Rata Akurasi		90,32

#### IV. KESIMPULAN

Melalui hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang untuk mendeteksi tingkat kepadatan lalu lintas dengan menerapkan penggabungan metode *background subtraction* dan *frame differencing* dinilai mampu mendeteksi tingkat kepadatan dengan sangat baik dengan tingkat akurasi sistem sebesar 90,32%, dimana akurasi tertinggi terdapat pada video VID\_20240522\_Sore\_1 sebesar 92,05% dan akurasi terkecil ada pada video VID\_20240522\_Sore\_2 sebesar 84,62%. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menambahkan metode

lain seperti YOLO untuk mengklasifikasikan jenis kendaraan yang terdeteksi.

#### REFERENSI

- [1] M. Y. Fadhlán, U. B. Hanafi, and M. R. Aulia, "Implementasi Algoritma Pendeteksi Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Metode Background Subtraction," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 59–68, 2021.
- [2] F. H. Melvandino, et al, "Implementasi Metode Background Subtraction untuk Menghitung Objek Kendaraan dengan Video Berbasis OpenCV," *Journal of Electrical Engineering Acta*, vol.3, no. 1, pp. 13-19, 2023.
- [3] G. J. N. Putri, "Metode Background Subtraction Untuk Monitoring Obyek Bergerak Melalui Kamera Webcam," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 3, no. 1, pp. 110–116, 2019.
- [4] D. Saptoadi, F. Fauziah, and N. Hayati, "Implementasi Metode Background Subtraction dan Morfologi untuk Mendeteksi Objek Bergerak Pada Video," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 5, no. 2, pp. 222–228, 2020.
- [5] S. Hendrizal, "Penentuan Region of Interest (ROI) Untuk Menghitung Jumlah Kendaraan Pada Jalan Raya Menggunakan Frame Substraction," *Jurnal Komputer Teknologi Informasi dan Sistem Informasi (JUKTISI)*, vol. 2, no. 2, pp. 455–460, 2023.
- [6] S. K. Artha, "Proses Deteksi Orang Berenang Menggunakan Background Subtraction dan Contour Dectection," 2021.
- [7] R. Muhamad, T. Yulianti, S. R. Sulistiyanti, S. Purwiyanti, and F. X. Setyawan, "Deteksi Objek Bergerak Pada Video Bawah Air Menggunakan Metode Frame Differencing," *Jurnal EECCIS*, vol. 13, no. 2, pp. 100–104, 2019.
- [8] Y. Apridiansyah and J. R. Gumiri, "Penerapan Metode Background Subtraction Untuk Deteksi Gerak Pada Kendaraan," *JUKOMIKA (Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika)*, vol. 4, no. 1, pp. 47-56, 2021.
- [9] F. Ramdan, "Sistem Deteksi dan Perhitungan Kendaraan Dengan Metode Background Subtraction, Python dan Pustaka OpenCV Berbasis Desktop Pada Dinas Perhubungan Dki Jakarta," <https://lib.budiluhur.ac.id/Koleksi/carisederhana/>, 2021.
- [10] D. C. Zulkarnain, R. B. Aji, and B. Burhanudin, "Smart City, Konsep Kota Pintar Deteksi Objek pada CCTV Lalu Lintas di Kota Nganjuk," *STAINS (Seminar Nasional Teknologi dan Sains)*, vol. 3, pp. 169–174, 2024.