

# Perancangan Sistem Pendeteksi Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier

1<sup>st</sup> Muhammad Phasya Alfian  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
phasya@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Jangkung Raharjo  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Nur Ibrahim  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
nuribrahim@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Volume kendaraan yang terdapat di jalan lalu lintas menjadi acuan dalam mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas. Pertumbuhan penduduk yang tinggi, serta bertambahnya jumlah kendaraan setiap tahunnya menambah parahnyanya kemacetan yang ada. Kemacetan tidak hanya terjadi di jalan raya, jalan tol sudah mulai mengalami kemacetan. Hal ini disebabkan oleh infrastruktur yang kurang memadai, lampu lalu lintas yang tidak teratur, dan pengendara kendaraannya yang lalai. Dalam mengatasi kepadatan lalu lintas, *cctv* yang diletakkan di jalan akan memantau keadaan di jalan lalu lintas. Pemantauan melalui *cctv* masih dioperasikan oleh manusia untuk memberikan hasil pemantauan di jalan lalu lintas. Hasil pemantauan ini masih kurang efisien dan akurat karena bisa terdapat kesalahan operator dalam memberikan hasil keadaan jalan. Pengujian pada tugas akhir ini akan dibuat pendeteksi kepadatan jalan secara otomatis dengan menggunakan raspberry pi yang terhubung dengan webcam untuk menjalankan deteksi secara otomatis dengan menggunakan *haar cascade classifier* yang akan memberikan hasil deteksi kepadatan setiap 30 detik. *Haar cascade classifier* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi kendaraan yang berada di dalam suatu citra. Dari Hasil penelitian, rata – rata tingkat akurasi tertinggi adalah 88,02 %, dengan menggunakan parameter – parameter metode *haar cascade classifier* yaitu *width 550, height 550, scale factor mobil 1.1, dan scale factor motor 1.3.*]

**Kata kunci** : kendaraan, *traffic light, image processing, computer vision, haar cascade classifier.*

## I. PENDAHULUAN

Seperti yang kita ketahui, di kota-kota besar di Indonesia banyak orang berlalu lintas di jalan termasuk jalan tol. Jalan tol telah menjadi jalan alternatif yang digunakan untuk menghindari kemacetan atau kepadatan lalu lintas [1]. Volume pengguna otomotif khususnya transportasi darat semakin banyak sehingga mengakibatkan kemacetan di jalan. Kemacetan disebabkan oleh beberapa aspek diantaranya tidak seimbangnyanya pengguna kendaraan dengan infrastruktur yang ada, lampu lalu lintas yang tidak teratur, dan dari pengguna kendaraan itu sendiri yang mengendarainya dengan tidak teratur dan tidak fokus. Dengan adanya permasalahan diatas maka akan terjadi kemacetan atau kepadatan di jalan lalu lintas.

Saat ini sistem pemantau statistik kepadatan kendaraan masih menggunakan sistem manual yaitu dengan monitoring pada camera CCTV yang terpasang di jalan ataupun melakukan pemantauan langsung dilapangan. Mekanisme ini masih kurang efisien karena membutuhkan waktu yang tidak sedikit, dan memiliki human error [2]. Pada penelitian sebelumnya dengan judul “Perhitungan kepadatan kendaraan di jalan tol menggunakan metode gaussian mixture model dan kalman filter” dapat menghitung jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan dan testing masih menggunakan video dummy. Pada penelitian ini dilakukan perkembangan dengan testing menggunakan video realtime yang langsung diimplementasikan pada jalan cihampelas. Proses deteksi pada penelitian ini dapat membedakan mobil dan motor serta memberikan parameter keadaan jalan lalu lintas.

Sistem ini menggunakan metode haar cascade yang berfungsi untuk mendeteksi kendaraan secara realtime yang melewati garis jalan yang sudah ditentukan. Kelebihan dari metode ini adalah perhitungan yang sangat cepat karena hanya jumlah piksel dalam sebuah kotak persegi bukan pada sebuah citra. Objek yang ingin diamati dapat di deteksi langsung oleh webcam secara detail [2]. Sesuai dengan permasalahan diatas maka dibuatlah “ Pendeksi kepadatan trafik lalu lintas secara realtime menggunakan metode haar cascade “.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Pengolahan Citra Digital

Citra digital adalah representasi dari sebuah objek nyata yang berupa matriks dua dimensi. Citra digital terbentuk dari pertemuan baris (M) dan kolom (N) yang akan dijadikan fungsi koordinat  $f(x,y)$  atau bisa disebut piksel [3]. Jumlah piksel menyesuaikan dengan citra yang diuji, piksel akan semakin banyak apabila resolusi dari citra tersebut tinggi dan apabila resolusi dari citra tersebut rendah maka piksel juga akan semakin sedikit.

#### 1. Citra RGB

Citra RGB adalah citra yang mempresentasikan piksel pada citra yang terdiri atas 3 warna dasar yaitu, red (merah), green (hijau), dan blue (biru) [4]. Pada gambar 2.1 dapat disimpulkan bahwa untuk menghasilkan warna yang luas maka diperlukan kombinasi dari 3 warna dasar yang setiap

warnanya memiliki intensitas sendiri dengan nilai maksimum di 255 (8 bit) [5].

## 2. Citra Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra yang memiliki warna hitam, abu, dan putih. Warna dari citra yang dihasilkan bergantung pada nilai piksel yang ada pada piksel tersebut [1]. Pada gambar 2.2 dapat disimpulkan Semakin besar nilai pada suatu pikselnya maka dalam hal ini, warna yang dihasilkan akan lebih cerah dan ketika nilai pada suatu pikselnya tinggi maka warna yang akan dihasilkan akan semakin gelap.

## B. Algoritma Viola - Jones

Pada tahun 2001 algoritma Viola – Jones dikemukakan oleh Paul Viola dan Michael Jones. Algoritma Viola – Jones adalah metode deteksi objek dengan cara mentraining image yang telah diklasifikasikan. Kelebihan dari Algoritma ini dapat memberikan akurasi yang tinggi dan tidak membutuhkan *hardware* yang terlalu tinggi, bisa di implementasikan di komputer atau *handphone*. Terdapat 4 langkah utama yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut :

*Haar like feature*  
*Integral image*  
*Adaboost classifier*  
*Cascading classifier*

### 1. Haar like Feature

*Haar like feature* merupakan representasi fungsi dari persegi, yang dimana fungsi tersebut menandakan terdapat sebuah objek. Fitur ini menggunakan Gelombang haar yang merupakan gelombang kotak. Pada citra dua dimensi gelombang adalah pasangan persegi yang warnanya 1 terang dan 1 gelap.

### 2. Integral Image

*Integral Image* merupakan proses ekstraksi dari fitur *haar like feature* dengan lebih cepat dan efisien. *Haar like feature* menggunakan perhitungan yang sangat banyak secara matematis untuk mengimplementasikannya di dalam *source code*, dengan adanya integral image maka perhitungan fitur akan jauh lebih cepat dengan cara menjumlahkan nilai pixel dari sebuah citra.

### 3. Adaboost Classifier

*Adaboost classifier* merupakan proses pengklasifikasian pada classifier lemah yang digabungkan menjadi classifier yang kuat, yang dimana classifier lemah merupakan classifier yang mempunyai nilai error paling sedikit. Terdapat dua data yang digunakan pada proses *training adaboost classifier* yaitu kelas positif dan kelas negatif.

### 4. Cascade Classifier

*Cascade classifier* merupakan proses klasifikasi bertingkat. Klasifikasi ini menggabungkan fitur yang sudah di training dari proses *adaboost classifier*. Kemudian akan melakukan proses pengecekan apakah di dalam suatu citra objek yang penulis uji terdeteksi atau tidak ada.

## C. Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan lalu lintas merupakan suatu situasi dimana trafik lalu lintas mengalami kemacetan atau tersendatnya jalan yang disebabkan oleh banyaknya kendaraan yang melewati jalan raya.

No	Parameter	Batas lingkup
1	Lancar	Motor 0-10 unit Mobil 0-5 unit
2	Ramai	Motor 11-20 unit Mobil 6-15 unit
3	Padat	Motor 21-n unit Mobil 16-n unit

Pada tabel 2.1 terdapat tiga parameter kepadatan yaitu, lancar, ramai, dan padat. Parameter ini diimplementasikan ke *source code* untuk menampilkan teks kepadatan jalan tersebut. Ketika proses deteksi saat motor dari 0-10 unit dan mobil 0-5 unit melewati garis deteksi maka parameter yang akan ditampilkan adalah lancar. Pada saat motor 11-20 unit dan mobil 6-15 unit melewati garis deteksi maka parameter yang akan ditampilkan adalah ramai. Pada saat motor 21-n unit dan mobil 16-n unit melewati garis deteksi maka parameter yang akan ditampilkan adalah padat dengan nilai n adalah nilai tak hingga.

## D. Phyton

Phyton merupakan Bahasa pemrograman yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Phyton meliputi kapabilitas, kemampuan, dan *source code* jelas. Phyton dapat melakukan pemrograman multi paradigma misalnya, pemrograman imperatif, pemrograman berorientasi objek, dan pemrograman fungsional [4]. Phyton dapat berjalan pada berbagai platform misalnya :

Windows  
 Mac os  
 Linux  
 Palm  
 Java Virtual Machine  
 Amiga  
 Symbian

## E. OpenCV

OpenCV adalah singkatan dari open computer vision, yaitu library yang digunakan untuk pengolahan citra. *Open computer vision* adalah salah satu bidang pengolahan citra yang memungkinkan sebuah computer memiliki penglihatan seperti manusia [4]. Dengan itu *open computer vision* dapat menentukan keputusan atau mengenal sebuah wajah, objek, dan sebagai yang terdeteksi selama proses *opencv* berlangsung. *Library* ini dapat berjalan di sistem operasi *windows, linux, dan mac os* [6].

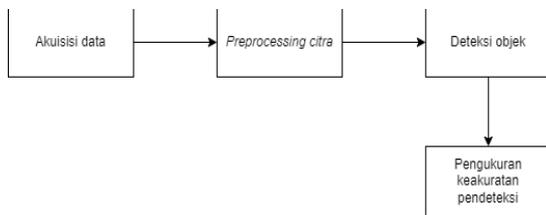
## F. Akurasi deteksi

Akurasi adalah ukuran untuk mengetahui nilai hitung sistem dibandingkan dengan nilai hitung asli.

### III. METODE

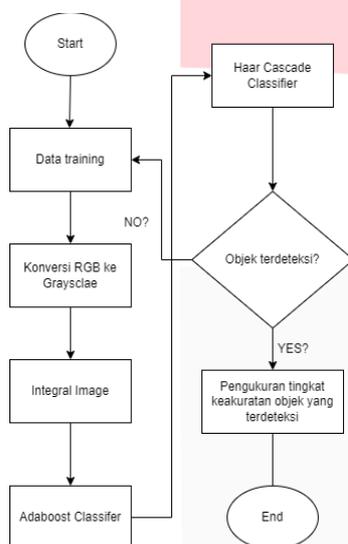
#### A. Desain Sistem

Pada tugas akhir ini sistem dirancang untuk mendeteksi dan menghitung jumlah kendaraan yang melewati jalan menggunakan metode Haar cascade classifier.



GAMBAR 3.1  
DESAIN SISTEM

#### B. Cara Kerja Sistem



GAMBAR 3.2  
CARA KERJA SISTEM

Dari flowchart diatas dapat dijelaskan input dari citranya berupa realtime video streaming yang ditangkap oleh kamera. Setelah pada saat proses training data, data yang ditraining berupa data xml dan dikonversi dari berwarna (RGB) ke grayscale sedangkan untuk mendeteksi kendaraan langsung menggunakan kamera. Disini penulis menggunakan Raspberri-p sebagai hardware dimana source code untuk pendeteksi mobil akan diterapkan di raspberri-p. Kamera yang terhubung dengan raspberri-p akan melakukan video streaming kemudian menentukan apakah ada kendaraan yang terdeteksi atau tidak. Kendaraan juga harus melewati area garis pendeteksian yang sudah ditentukan oleh penulis. Ketika kendaraan melewati garis pendeteksi maka objek akan dihitung berdasarkan jumlah yang melewati garisnya. Dari hasil tersebut bisa ditarik berupa kesimpulan apakah trafik lalu lintas tersebut apakah lalu lintas tersebut padat atau tidak.

#### C. Tahapan detail sistem

##### 1. Akuisisi data

Pengujian deteksi menggunakan metode haar cascade classifier untuk mendeteksi adanya objek yang ingin penulis

deteksi. Pengujian dan analisa sistem pendeteksi dilakukan pada kamera Logitech 270 yang sudah tersambung dengan raspberri pi untuk melakukan perekaman secara real-time. Dalam pengujian ini objek yang diuji hanyalah mobil dan motor. Dengan menggunakan metode ini setiap mobil dan motor yang lewat melalui garis deteksi yang dibuat oleh penulis maka akan dihitung jumlah mobil dan motor lewat yang akan menentukan parameter kepadatan jalan tersebut antara lancar, ramai, dan padat.

Pengumpulan dataset menggunakan pengujian ide nifikasi objek menggunakan metode haar cascade classifier dengan dataset mobil.xml dan motor.xml. Dataset ini penulis peroleh pada suatu rekaman kondisi jalan Cihampelas selama 34 menit yang akan di screenshot tampak mobil dan motor selama durasi waktu tersebut. Kemudian hasil dari screenshot akan dipisahkan antara data positif dan data negatif. Setelah itu data akan ditraining dengan aplikasi haar cascade gui untuk membuat dataset mobil dan motor. Dengan diperolehnya dataset, selanjutnya dataset akan diuji dengan dimasukkan ke dalam source code. Setiap adanya mobil dan motor yang lewat akan dikenali dan dihitung jumlahnya untuk menunjukkan kondisi jalan.

##### 2. Preprocessing citra

Preprocessing merupakan tahap awal dalam image processing. Di tahap ini data dari sebuah video akan dibaca untuk mengetahui ukuran video, frame rate video, durasi video, dan lain-lain. Kemudian input dari video yang sudah penulis ambil akan dirubah menjadi frame berupa gambar-gambar. Kumpulan gambar-gambar tersebut akan dirubah dari warna RGB ke grayscale menggunakan source code "COLOR\_BGR2GRAY". Proses ini dilakukan untuk mempermudah dalam pendeteksian ditahap selanjutnya.

##### 3. Deteksi Objek

Pendeteksian pada sebuah citra akan menggunakan metode haar cascade classifier. Metode haar cascade classifier akan melakukan pendeteksian pada sebuah citra dengan cara sliding window dan ukuran piksel yang digunakan 24x24 yang dimana ini adalah nilai ukuran awal dari metode haar cascade classifier itu sendiri. Sliding window akan bergeser dari kiri ke kanan sejauh 1 piksel untuk mendeteksi apakah didalam piksel yang sudah dideteksi ada objek yang ingin penulis deteksi atau tidak. Setelah sudah didapatkan objek yang ingin dideteksi, maka akan dihitung nilai dari piksel objeknya menggunakan haar-like feature.

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan nilai ekstraksi fitur yang bisa dipercepat dengan menggunakan integral image. Integral image melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus (2.2). Nilai piksel yang didapat dari perhitungan haar-like feature akan dimasukkan ke rumus integral image yang berfungsi untuk mempercepat perhitungan nilai ekstraksinya.

Di tahap ini hasil dari perhitungan ekstraksi fitur menggunakan integral image akan diklasifikasikan sesuai dengan data positif (kendaraan) dan negatif (bukan kendaraan). Data tersebut dipisahkan menggunakan adaboost classifier yang akan mencari yang mana classifier yang lemah, Setelah itu classifier yang lemah akan digabungkan dengan classifier yang lemah menjadi classifier kuat. Dengan

itu dapat diketahui yang mana merupakan kendaraan atau bukan kendaraan.

Haar cascade classifier akan menggabungkan proses yang sudah diekstraksi dari adaboost classifier. Kemudian akan di klasifikasi secara bertingkat untuk menentukan objek yang ingin di deteksi oleh penulis terdeteksi (kendaraan) atau tidak terdeteksi (bukan kendaraan).

4. Pengukuran keakuratan pendeteksi

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap keakuratan yang dihasilkan oleh pendeteksi dengan cara apakah objek (kendaraan) terdeteksi dengan baik atau tidak (Mendeteksi objek selain kendaraan).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang analisa dan pengujian sistem pendeteksi kepadatan lalu lintas melalui perhitungan secara otomatis yang akan menunjukkan parameter keadaan jalan tersebut. Dalam tugas akhir ini, pengujian dilakukan menggunakan raspberry pi dan kamera logitech 270 yang terhubung dan ditempatkan di penyeberangan jalan Cihampelas dan mengarah ke jalan raya. Penulis menggunakan 3 skenario waktu untuk melakukan pengujian deteksi pada jam 08.30,13.30, dan 16.00 karena pada waktu tersebut terdapat perbedaan kepadatan jalan raya lalu lintas.

A. Scale Factor Optimal

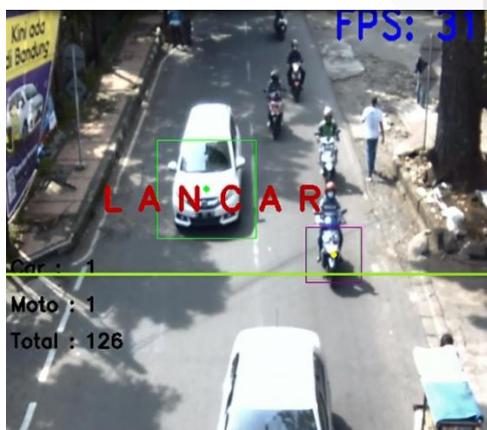
1. Skenario Pengujian scale factor 1

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kamera yang sudah terhubung dengan raspberry pi dengan penggunaan parameter sebagai berikut :

TABEL 4. 1  
PARAMETER PENGUJIAN SCALE FACTOR 1

Parameter	Nilai
Frame	550
Height	550
Scale factor mobil	1,1
Scale factor motor	1,3

Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian skenario pada parameter diatas adalah sebagai berikut:



GAMBAR 4. 1  
KONDISI PENGUJIAN SCALE FACTOR 1

TABEL 4. 2

HASIL PENGUJIAN SCALE FACTOR 1

Total kendaraan yang lewat secara <i>real</i>	57 unit
Total kendaraan yang lewat secara sistem	49 unit
Akurasi deteksi	85,96 %
Error deteksi	14,04 %

2. Skenario pengujian scale factor 2

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kamera yang sudah terhubung dengan raspberry pi dengan penggunaan parameter sebagai berikut :

TABEL 4. 3

PARAMETER PENGUJIAN SCALE FACTOR 2

Parameter	Nilai
Frame	550
Height	550
Scale factor mobil	1,3
Scale factor motor	1,4

Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian skenario pada parameter diatas adalah sebagai berikut:



GAMBAR 4. 2  
KONDISI PENGUJIAN SCALE FACTOR 2

TABEL 4. 4

HASIL PENGUJIAN SCALE FACTOR 2

Total kendaraan yang lewat secara <i>real</i>	37 unit
Total kendaraan yang lewat secara sistem	20 unit
Akurasi deteksi	54 %
Error deteksi	46 %

3. Skenario pengujian scale factor 3

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kamera yang sudah terhubung dengan raspberry pi dengan penggunaan parameter sebagai berikut :

TABEL 4. 5

PARAMETER SCALE FACTOR 3

Parameter	Nilai
Frame	550
Height	550
Scale factor mobil	1,5
Scale factor motor	1,5

Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian skenario pada parameter diatas adalah sebagai berikut:



GAMBAR 4. 3  
KONDISI PENGUJIAN SCALE FACTOR 3

TABEL 4. 6  
HASIL PENGUJIAN SCALE FACTOR 3

Total kendaraan yang lewat secara <i>real</i>	55 unit
Total kendaraan yang lewat secara sistem	22 unit
Akurasi deteksi	40 %
Error deteksi	60 %

Dari pengujian scale factor tersebut didapatkan parameter scale factor yang paling optimal untuk diimplementasikan ke tahap pengujian skenario adalah pada pengujian scale factor 1. Hal ini disebabkan karena ketika scale factor diubah maka harus disesuaikan dengan objek yang ingin di deteksi untuk mencapai deteksi yang maksimal dan mendapatkan akurasi sebesar 85,96 % sehingga penulis akan menggunakan parameter scale factor 1 untuk pengujian skenario.

#### 4. Skenario pengujian pagi

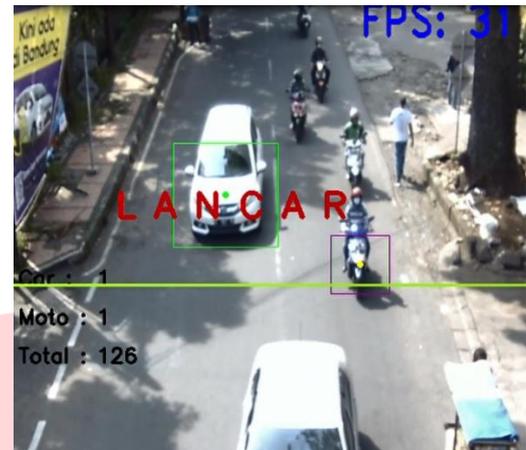
Pengujian dilakukan dengan menggunakan kamera yang sudah terhubung dengan raspberry pi yang akan diambil di jalan cihampelas pada waktu pagi hari dengan parameter sebagai berikut :

TABEL 4. 7  
PARAMETER SKENARIO PENGUJIAN PAGI

Parameter	Nilai
Frame	550
Height	550
Scale factor mobil	1,1

Scale factor motor	1,3
--------------------	-----

Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian skenario pada pagi hari adalah sebagai berikut:



GAMBAR 4. 4  
KONDISI SKENARIO PENGUJIAN PAGI

TABEL 4. 8  
HASIL SKENARIO PENGUJIAN PAGI

No	Total kendaraan secara <i>real</i>	Total kendaraan secara sistem	Akurasi deteksi	Error deteksi
1	61 unit	49 unit	80,32 %	19,68 %
2	53 unit	50 unit	94,33 %	5,67 %
3	65 unit	60 unit	92,30 %	7,7 %
4	80 unit	69 unit	86,25 %	13,75 %
5	50 unit	44 unit	89,79 %	10,21 %
<b>Total</b>	272 unit	309 unit	88,02 %	11,98 %

#### 5. Skenario pengujian siang

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kamera yang sudah terhubung dengan raspberry pi yang akan diambil di jalan cihampelas pada waktu siang hari dengan parameter sebagai berikut :

Parameter	Nilai
Frame	550
Height	550
Scale factor mobil	1,1
Scale factor motor	1,3

Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian skenario pada siang hari adalah sebagai berikut:



GAMBAR 4. 5  
KONDISI SKENARIO PENGUJIAN SIANG

TABEL 4. 10  
HASIL PENGUJIAN SKENARIO PENGUJIAN SIANG

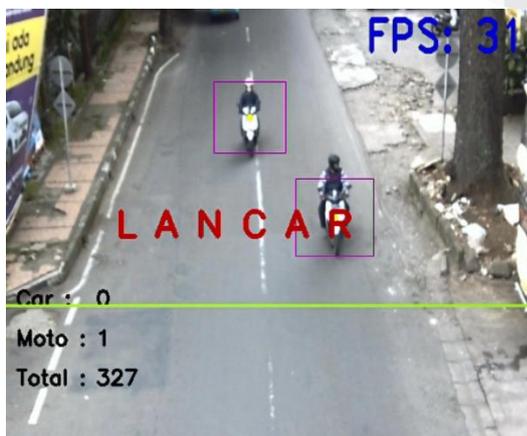
No	Total kendaraan secara real	Total kendaraan secara sistem	Akurasi deteksi	Error deteksi
1	52 unit	30 unit	57,69 %	42,31 %
2	47 unit	29 unit	61,70 %	38,30 %
3	48 unit	33 unit	68,75 %	31,25 %
4	41 unit	25 unit	60,97 %	39,03 %
5	42 unit	28 unit	66,66 %	33,34 %
Total	145 unit	230 unit	63.04 %	36,96 %

6. Skenario pengujian sore

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kamera yang sudah terhubung dengan raspberry pi yang akan diambil di jalan cihampelas pada waktu sore hari dengan parameter sebagai berikut :

Parameter	Nilai
Frame	550
Height	550
Scale factor mobil	1,1
Scale factor motor	1,3

Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian skenario pada sore hari adalah sebagai berikut:



GAMBAR 4. 6  
KONDISI SKENARIO PENGUJIAN SORE

TABEL 4. 12  
HASIL PENGUJIAN SKENARIO SORE

Dari hasil akurasi ketiga skenario diatas dapat disimpulkan bahwa akurasi yang paling akurat adalah pada pagi hari yaitu 88,02%. Hal ini disebabkan karena instensitas cahaya yang ada pada skenario tersebut tidak tinggi. Intensitas cahaya yang paling tinggi ada pada siang hari yang menyebabkan kamera menjadi silau dan objek yang ingin penulis deteksi jadi tidak jelas.

B. Analisa pengujian

Hasil analisa pengujian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Scale factor yang paling optimal adalah scale factor 1 karena objek terdeteksi secara akurat dengan nilai akurasi sebesar 85,96%
2. Nilai akurasi pada skenario pagi dengan uji data selama 5 menit menghasilkan akurasi sebesar 88,02 % karena intensitas cahaya yang tidak tinggi dan kendaraan yang lewat dapat dideteksi dengan baik.
3. Nilai akurasi pada skenario siang dengan uji data selama 5 menit menghasilkan akurasi sebesar 63,04 % karena intensitas cahaya yang tinggi dan kendaraan yang lewat dideteksi tidak baik.
4. Nilai akurasi pada skenario sore dengan uji data selama 5 menit menghasilkan akurasi sebesar 75,98 % karena intensitas cahaya yang tidak tinggi dan kendaraan yang lewat dapat dideteksi dengan baik.
5. Adanya perbedaan pakaian dan postur pengendara kendaraan roda dua pada dataset mempengaruhi deteksi pada kendaraan beroda dua karena pada saat proses deteksi, perbedaan pakaian dan postur yang tidak ada di dalam dataset akan membuat objek kendaraan tidak akan terdeteksi.

V. KESIMPULAN

Didapatkan kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem dapat mendeteksi objek dengan akurasi tertinggi 88,02% yang dilakukan pada pagi hari.
2. Akurasi tertinggi didapatkan dengan penggunaan parameter scale factor dengan nilai parameter 1.1 pada mobil dan 1.3 pada motor
3. Scale factor mempengaruhi akurasi deteksi karena scale factor harus menyesuaikan dengan ukuran objek yang ingin dideteksi

REFERENSI

[1] I. G. B. K. GHEARTHA, “Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Dengan Menggunakan Block Background Modeling and Updating,” pp. 1–3, 2016.

[2] A. Johari, A. Budi, and P. Benny, “Klasifikasi Kepadatan Lalu Lintas Berbasis Multitracking Object Dengan Menggunakan Metode Particle Filter,” *Proceeding Eng.*, pp. 6424–6431, 2015.

[3] Y. S. Rahman, R. M. Rumani, and C. S. S. T,

- “Perancangan Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Melalui Kamera IP Menggunakan Algoritma SAD (Sum of Absolute Differences),” *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 4028–4035, 2017.
- [4] M. R. A. Pangestu, S. Sumaryo, and C. Setianingsih, “Real Time Cctv Deteksi Wajah Dengan Haar Cascade Classifiers Opencv,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [5] A. H. Wirawan, “IMPLEMENTASI SISTEM PENDETEKSI KENDARAAN DAN JARAK AMAN PADA KENDARAAN BERDASARKAN PENGOLAHAN CITRA MENGGUNAKAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER PADA EMBEDDED BOARD,” pp. 6–11, 2017.
- [6] A. Firdaus, “Implementasi Algoritma Viola Jones Menggunakan OpenCV,” vol. 7, pp. 39–44, 2016.

