

PROTOTYPE PENGHITUNG JUMLAH DAN KECEPATAN KENDARAAN OTOMATIS SECARA REAL TIME BERBASIS COMPUTER VISION MENGGUNAKAN METODE BACKGROUND SUBTRACTION

Nuzul Muh. Ramadhan¹, Deril Krisyantho², Irsal³, Muhammad Rizal⁴

^{1,2} Universitas Dipa Makassar Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 9 Makassar Telp. 0411-587194

³Jurusan Teknik Informatika, UNDIPA, Makassar

E-mail : ¹nuzulramadhan217@gmail.com, ²derilkrisyanto00@gmail.com,

³irsal@dipanegara.ac.id, ⁴Muhammad.rizal@undipa.ac.id

Kemacetan bukan lagi menjadi sebuah permasalahan yang asing bagi pengendara di tiap kota-kota besar. Kendaraan adalah mesin transportasi untuk mengangkut baik orang maupun barang. Oleh karena itu saat ini kendaraan merupakan salah satu hal wajib bagi manusia dalam urusan berpergian, tidak heran jumlah kendaraan dari tahun ke tahun terus meningkat hal tersebut menyebabkan kepadatan kendaraan di jalan raya meningkat karena tidak selarasnya pertumbuhan antara kendaraan dan jalan raya. Berdasarkan masalah tersebut, konsentrasi kami pada penelitian ini adalah dengan menitik beratkan pada perancangan prototype penghitung jumlah kendaraan otomatis yang sekaligus dapat mendeteksi kecepatan dari tiap kendaraan. Dengan maksud menyediakan data kepadatan arus lalu lintas yang lebih efisien kepada pihak pengembang jalan tanpa harus menambah petugas di lapangan. Pengujian perangkat keras yang diambil dari beberapa sampel data dengan melakukan proses deteksi secara langsung di jalan raya dengan dua hardware utama yaitu raspberry dan laptop. Dari rangkuman hasil pengujian menggunakan raspberry pi dan laptop memiliki perbedaan hasil yang berbeda karena spesifikasi dari raspberry dan kamera yang digunakan masih di bawah dari spesifikasi laptop dan kamera smartphone yang digunakan.

Kata kunci : Prototype, Real Time, Background Subtraction

Abstract

Traffic is no longer a foreign problem for driver in every major city. A vehicle is a transport engine for transporting both people and item. Therefore, currently vehicles are one of the mandatory things for humans in travel matters, no wonder the number of vehicles from year to year continues to increase, this causes the density of vehicles on the road to increase due to the misalignment of growth between vehicles and roads. Based on these problems, our concentration in this study is to focus on designing a prototype of the automatic vehicle count counter which can simultaneously detect the speed of each vehicle. With the intention of providing more efficient traffic flow density data to road developers without having to add officers in the road. Hardware testing taken from several data samples by carrying out the detection process directly on the road with two main hardware, namely raspberries and laptops. From the summary of the test results using raspberry pi and laptops, there are different results because the specifications of the raspberry and the camera used are still below the specifications of the laptop and the used of smartphone camera.

Keywords : Prototype, Real Time, Background Subtraction

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemacetan bukan lagi menjadi sebuah permasalahan yang asing bagi pengendara di tiap kota-kota besar. Berdasarkan data dari samsat kota Makassar jumlah kendaraan bermotor terhitung Juni 2017 menembus 1.463.056 unit dimana pertumbuhan kendaraan bermotor berkisar 5-7 % tiap tahunnya. Merujuk pada data Samsat kota Makassar kendaraan bermotor di kota Makassar di dominasi roda dua yang mencapai 1.156.759 unit. Disusul mobil 213.985 unit, mobil barang 74.603 unit, bus 17.306 unit, dan kendaraan khusus 403 unit. Jumlah tersebut belum termasuk kendaraan baru yang data pajaknya belum terdaftar, (WartaEkonomi, 2017).

Kemacetan yang terjadi faktor utamanya adalah tidak seimbangnya antara proses pelebaran jalan terhadap peningkatan jumlah volume kendaraan di kota tersebut. Menurut data Kementerian Perhubungan menunjukkan bahwa pertumbuhan volume jalan hanya 0.001% per tahunnya, Dalam proses pelebaran jalan, pihak pengembang jalan memerlukan adanya data perhitungan jumlah polusi rata-rata di ruas jalan yang akan diperlebar. Oleh karena itu diperlukannya data jumlah kendaraan pada ruas jalan tersebut untuk menghitung jumlah polusi rata-rata sebagai bahan pertimbangan apakah jalan tersebut sudah layak di lebarakan ataupun sebaliknya.

Namun pada saat ini untuk memperoleh data masih dilakukan secara manual dengan ditugaskan nya beberapa petugas untuk melakukan survey pada jalan raya. Hal tersebut masih memiliki banyak kekurangan di antara nya adalah tingkat keakuratan data yang masih rendah, serta proses pengolahan data yang kurang efisien. Oleh karena itu dibutuhkan nya sistem yang dapat menghitung jumlah kendaraan otomatis. Umum nya, cara kerja deteksi ini adalah dengan mengadaptasi pengamatan apa yang ada pada dunia nyata melalui indra penglihatan manusia, dimulai dari tindakan-tindakan untuk menganalisa gambar dan video. Dengan kata lain, pendeteksian objek kendaraan ini adaptasinya dengan meniru cara penglihatan manusia (human vision) yang saat ini dikenal dengan dengan teknologi Computer Vision. Dimana proses dari adaptasi tersebut akan di olah kembali untuk mendapatkan citra biner objek yang lebih baik dengan operasi Morphology.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun Prototype penghitung jumlah kendaraan otomatis secara real time berbasis Computer Vision menggunakan metode Background Subtraction.
2. Bagaimana mengaplikasikan metode Background Subtraction dalam proses perhitungan jumlah kendaraan.
3. Bagaimana menerapkan operasi Morphology untuk mendapatkan hasil segmentasi citra yang lebih baik dengan tahapan yang dilakukan yaitu Opening & Closing.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai penulis dalam penelitian ini:

1. Untuk membangun Prototype penghitung jumlah kendaraan otomatis secara real time berbasis Computer Vision menggunakan metode Background Subtraction.
2. Teraplikasikannya metode Background Subtraction dalam proses penghitungan jumlah kendaraan.
3. Dapat diterapkannya operasi Morphology untuk mendapatkan hasil segmentasi citra yang lebih baik dengan tahapan yang dilakukan yaitu Opening & Closing.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan adalah suatu sistem yang berlaku untuk segala macam jenis perancangan di mana titik beratnya adalah melihat suatu persoalan tidak secara terpisah atau tersendiri, melainkan sebagai suatu kesatuan di mana satu masalah dengan lainnya saling kait mengkait.

2.1.1 Computer Vision

Computer Vision [1] adalah transformasi data dari gambar atau video menjadi sebuah keputusan atau representasi baru. Semua transformasi semacam itu dilakukan untuk mencapai beberapa tujuan tertentu. Computer Vision sekarang ini memiliki teknik yang dapat diandalkan untuk secara akurat menghitung sebagian model lingkungan 3D dari ribuan foto. Perkembangan saat ini, Computer Vision biasanya dikembangkan dalam fisika (radiometri, optik, dan desain sensor) dan grafis komputer.

2.1.2 Background Subtraction

Background Subtraction [2] adalah proses untuk mendeteksi pergerakan atau perbedaan signifikan yang terjadi didalam frame video ketika dibandingkan dengan citra referensi. Tujuan dari Background Subtraction adalah untuk memisahkan obyek dan background sehingga gerakan dari sebuah obyek terdeteksi. Output dari Background Subtraction biasanya berupa inputan yang akan diproses pada tingkat yang lebih lanjut lagi seperti tracking obyek yang teridentifikasi. Kualitas Background Subtraction umumnya tergantung pada teknik pemodelan background yang digunakan untuk mengambil background yang digunakan untuk mengambil background dari suatu gambar atau video. Background subtraction digunakan pada teknik segmentasi obyek yang dikehendaki dari suatu layar, dan pada umumnya digunakan untuk sistem pengawasan.



Gambar 1 Gambaran Background Subtraction

2.1.3 Raspberry pi

Raspberry pi [3] adalah komputer seukuran kartu kredit yang mudah diprogram dan digunakan bahkan untuk orang yang tidak memiliki latar belakang TI. Meskipun ukurannya kecil, raspberry cukup memiliki daya yang cukup untuk menjalankan beberapa aplikasi sekaligus sama seperti di komputer, mulai dari aplikasi pengolah office sampai games. Python adalah bahasa pemrograman yang digunakan di raspberry pi dan linu adalah sistem operasi yang direkomendasikan. Raspberry pi memiliki tiga model yang dijual di pasaran. Model A, model B, dan model B+. Model B+ menggantikan model B, dengan spesifikasi yang lebih tinggi dari model – model raspberry pi sebelumnya.

2.1.4 Raspi Camera Module

Modul kamera [4] bawaan dari raspberry pi biasanya digunakan untuk merekam video High Definition. Untuk mengkoneksikannya modul kamera terdapat CSI Port, berada dibelakang Ethernet Port dan membuat settingan kamera menjadi enable.

2.1.5 Morphology

Operasi Morfologi [1] adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region dalam citra. Karena difokuskan pada bentuk objek, maka operasi ini biasanya diterapkan pada citra biner. Biasanya segmen tadi didasarkan pada objek yang menjadi perhatian. Segmentasi dilakukan dengan membedakan antara objek dan latar, antara lain dengan memanfaatkan operasi pengambangan yang mengubah citra warna dan skala keabuan menjadi citra biner. Nilai biner dari citra hasil merepresentasikan 2 keadaan: objek dan bukan objek (latar). Meskipun lebih banyak dipakai pada citra biner, operasi morfologi sering pula digunakan pada citra skala keabuan dan warna.

2.1.6 Prototipe

Prototipe adalah model kerja dasar dari pengembangan sebuah program (software) atau perangkat lunak. Prototipe dalam Bahasa Inggris "prototype" disebut juga dengan purwarupa. Prototipe biasanya dibuat sebagai model untuk tujuan demonstrasi atau sebagai bagian dari proses pengembangan atau pembuatan sebuah software.

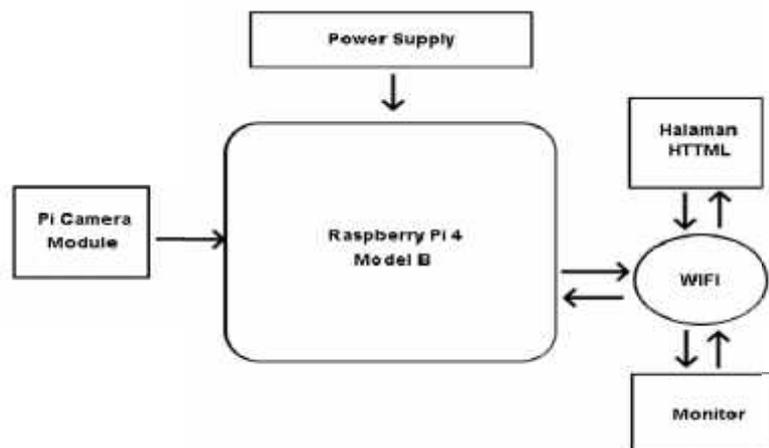
Metode prototyping sebagai suatu paradigma baru dalam pengembangan sistem informasi, tidak hanya sekedar suatu evolusi dari metode pengembangan sistem informasi yang sudah ada, tetapi sekaligus merupakan revolusi dalam pengembangan sistem informasi manajemen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Solusi

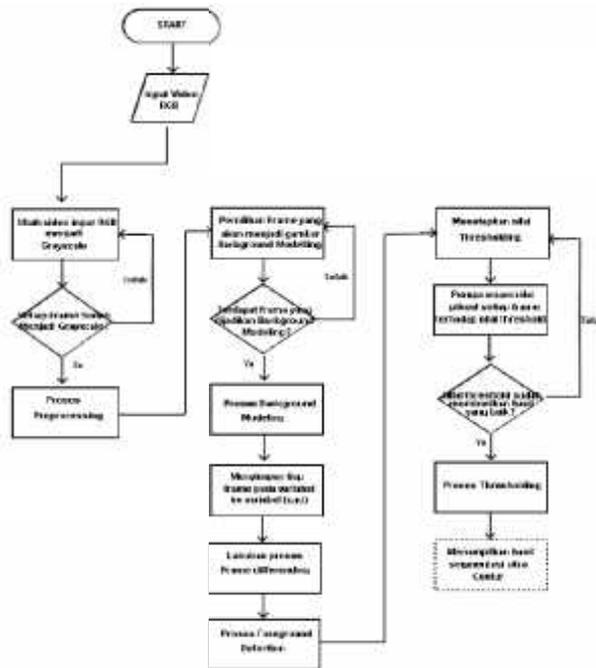
1. Blok Diagram

Untuk memudahkan perancangan dalam hal secara keseluruhan, oleh karena itu dibuat blok diagram hubungan antara hardware dan software pada sistem ini yang menjabarkan prinsip kerja sistem secara menyeluruh, dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



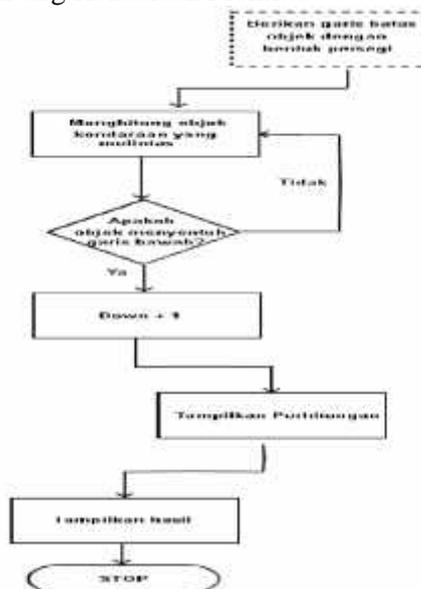
Gambar 2 : Blok Diagram

2. Activity Diagram (Penghitung Jumlah Kendaraan) Background Subtraction



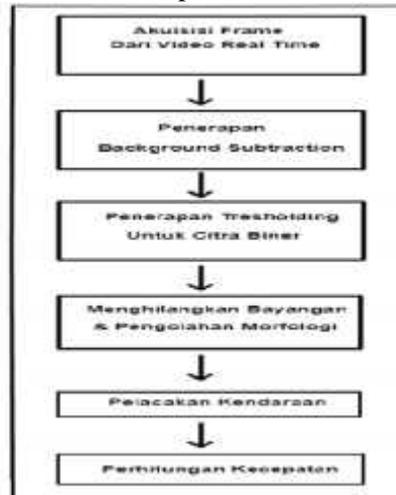
Gambar 3 : Activity Diagram Background Subtraction

3. Activity Diagram Menghitung Kendaraan Melintas



Gambar 4 : Activity Diagram Menghitung Kendaraan Melintas

4. Activity Diagram (Pendeteksiian Kecepatan Kendaraan)



Gambar 5 : Activity Diagram Deteksi Kecepatan

3.2 Pengujian Sistem

3.2.1 Pengujian Perangkat Lunak

a. Pengujian Listing Program HTML

```

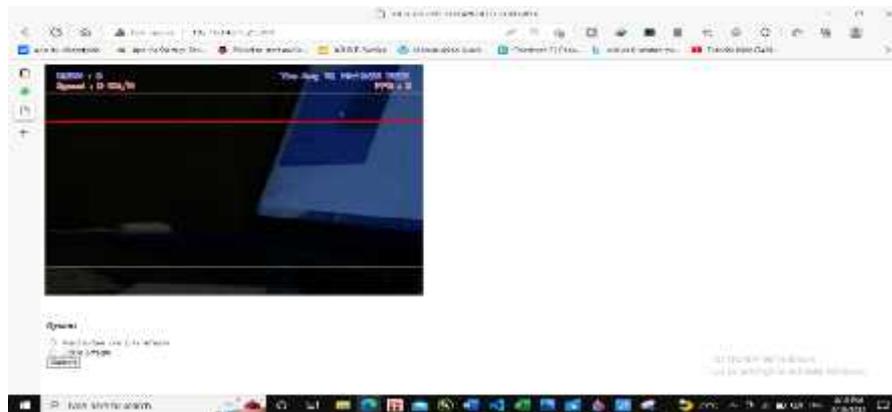
<script>
function getIP() {
    var ip = window.location.protocol + // http://
    + window.location.hostname + // www.example.com
    + window.location.port; // :80
    return ip;
}
</script>

<script>
function speed() {
    // ... (code for speed detection) ...
}
</script>
  
```

Gambar 6 : Pengujian Program HTML

Pada tahap ini program dari html yang telah dirancang akan di run terlebih dahulu. Jika masih terdapat error maka sistem akan menampilkan pesan error berwarna merah beserta keterangan error nya. Namun jika program sudah aman dari kesalahan maka program tersebut akan running dan menampilkan ip address dari halaman html yang akan dituju.

b) Pengujian Pemanggilan HTML



Gambar 7: Laman HTML/WEBSERVER

Pada langkah ini ip address yang telah di tampilkan ketika menjalankan program sebelumnya akan dipanggil untuk membuka laman dari html yang dituju. Jika sudah sesuai makan laman html akan muncul seperti pada

3.2.2 Pengujian Perangkat Keras

a. Pendeteksi Kecepatan

Untuk pengujian pendeteksi kecepatan, kami menggunakan mobil remot kontrol sebagai objek kendaraan yang akan melintas. Sebelum pengujian, terlebih dahulu mobil remot kontrol harus dihitung kecepatan aslinya dengan menggunakan rumus menghitung kecepatan rata-rata yaitu:

$$\bar{v} = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Keterangan :

\bar{v} = kecepatan rata-rata (m/s)

s = jarak tempuh (m)

t = waktu tempuh (s)

Dimana diketahui jarak tempuh dalam pengujian ini adalah 120cm atau sama dengan 1,2 meter dengan waktu tempuh mobil remot kontrol dari garis mulai pendeteksian hingga melewati garis akhir pendeteksian dihitung manual menggunakan stopwatch. Waktu tempuh mobil remot kontrol yang dihitung manual adalah 2,1 detik.

Dengan menggunakan rumus kecepatan rata-rata diatas maka dapat diperoleh kecepatan rata-rata dari mobil remot kontrol sebagai berikut:

$$v \text{ (m/s)} = s / t$$

$$= 1,2 \text{ meter} / 2,1 \text{ detik}$$

$$v = 0,57 \text{ m/s}$$

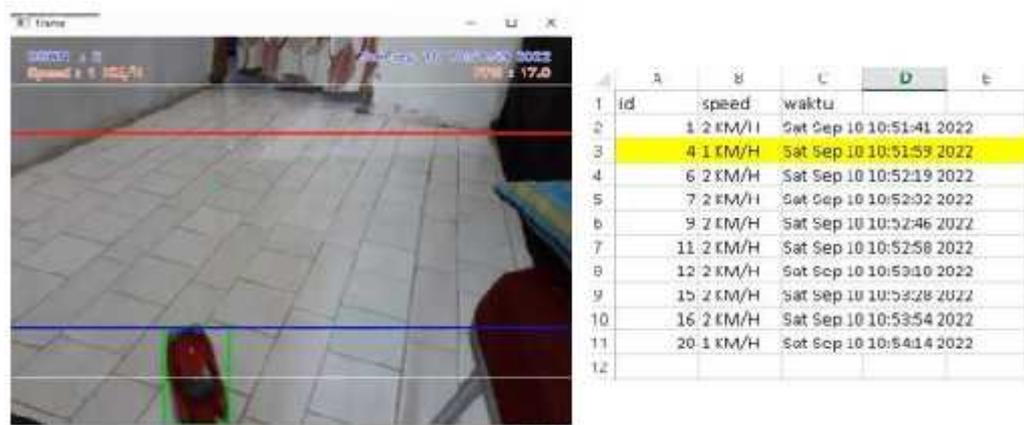
Konversi satuan m/s menjadi km/jam dengan cara kalikan nilai kecepatan m/s dengan 3,6 :

$$v = 0,57 \text{ m/s}$$

$$v = 0,57 \times 3,6$$

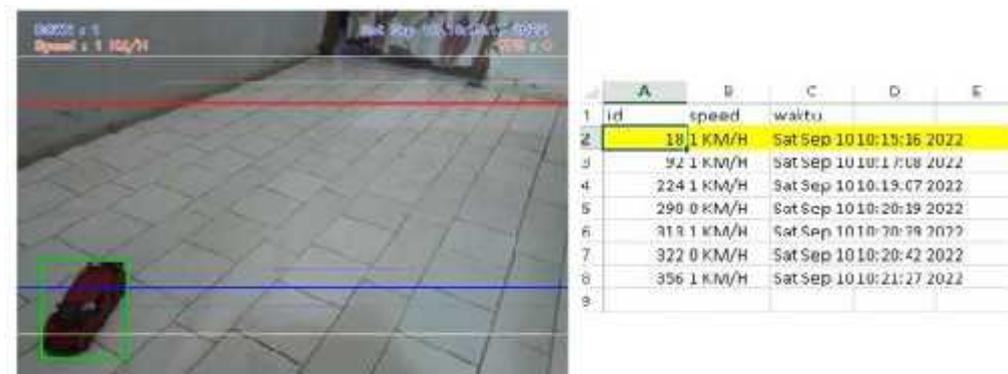
$$v = \mathbf{2,0 \text{ km/jam}}$$

Pengujian yang dilakukan menggunakan perbandingan yaitu menggunakan leptop dan raspberry pi.



Gambar 8 : Deteksi Kecepatan 1 KM/H Laptop

Pengujian yang dilakukan menggunakan laptop, dari 10 kali percobaan mobil remot melintas yang dihitung secara manual, terdapat 10 objek yang melintas terbaca pada sistem yang berarti pengujian menggunakan laptop dengan 10 kali percobaan dapat terdeteksi seluruhnya. Untuk kecepatan mobil remot yang terbaca pada sistem dan masuk pada data csv, dari 10 data percobaan terdapat 2 kali pendeteksian yang mendapat nilai kecepatan 1 km/h dan 8 kali pendeteksian yang mendapat nilai 2 km/h atau sesuai dengan kecepatan asli mobil remot yang telah dihitung secara manual.



Gambar 9 : Deteksi Kecepatan 1 KM/H Raspberry Pi

Untuk pengujian yang dilakukan menggunakan raspberry pi, dari 10 kali percobaan mobil remot melintas yang dihitung secara manual seperti pada pengujian menggunakan laptop, terdapat 7 objek yang melintas terbaca pada sistem yang berarti pada pengujian menggunakan raspberry pi dengan 10 kali percobaan ini terdapat 3 kali percobaan yang tidak terbaca pada sistem. Untuk kecepatan mobil remot yang terbaca pada sistem dan masuk pada data csv menggunakan raspberry pi ini terdapat 5 kali pendeteksian yang mendapat nilai 1 km/h, 2 kali pendeteksian yang mendapat nilai 0 km/h dan 3 kali percobaan yang tidak terbaca pada sistem.

$$\text{Akurasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah Perhitungan Tepat}}{\text{Jumlah Sebenarnya}} \times 100$$

Adapun hasil perhitungan akurasi dari pengujian yang telah dilakukan untuk 10 kali percobaan menggunakan laptop dan raspberry pi yang dihitung menggunakan rumus [1] seperti yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 1 Pengujian Kecepatan Kendaraan Menggunakan Laptop

<i>Laptop (id)</i>	Keberhasilan Pengujian		Total Ketepatan (%)	Rata-rata Persentase
	Sistem	Manual		
1	2 KM/H	2 KM/H	100 %	90 %
4	1 KM/H	2 KM/H	50 %	
6	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
7	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
9	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
11	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
12	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
15	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
16	2 KM/H	2 KM/H	100 %	
20	1 KM/H	2 KM/H	50 %	

Tabel 2 Pengujian Penghitung Jumlah Kendaraan Menggunakan Raspberry

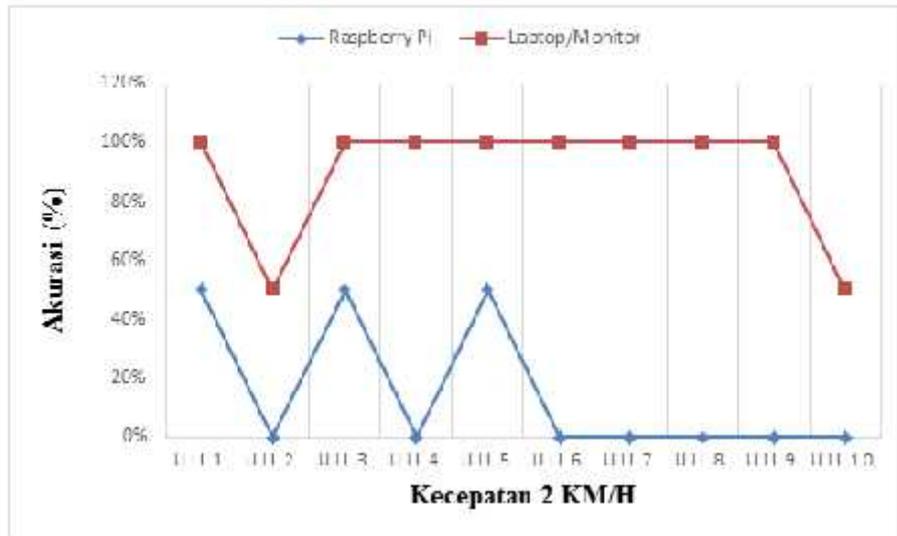
<i>Raspberry pi (id)</i>	Keberhasilan Pengujian		Total Ketepatan	Rata-rata Persentase
	Sistem	Manual		
18	1 KM/H	2 KM/H	50 %	15 %
Tidak Terdeteksi	-	2 KM/H	0 %	
224	1 KM/H	2 KM/H	50 %	
290	0 KM/H	2 KM/H	0%	
313	1 KM/H	2 KM/H	50 %	
Tidak Terdeteksi	-	2 KM/H	0 %	
356	0 KM/H	2 KM/H	0 %	
Tidak Terdeteksi	-	2 KM/H	0 %	
Tidak Terdeteksi	-	2 KM/H	0 %	
322	0 KM/H	2 KM/H	0 %	

Pada tabel 1 pendeteksian kecepatan dengan menggunakan laptop sebagai hardware utama mendapat hasil rata-rata persentasi akurasi sebesar 90% dari 10 kali percobaan yang dilakukan.

Sedangkan pada tabel 2 hasil uji coba menggunakan raspberry pi terdapat 2 percobaan yang tidak dapat mendeteksi kecepatan (0 km/h) dan ada pula 3 percobaan dari hasil pengujian

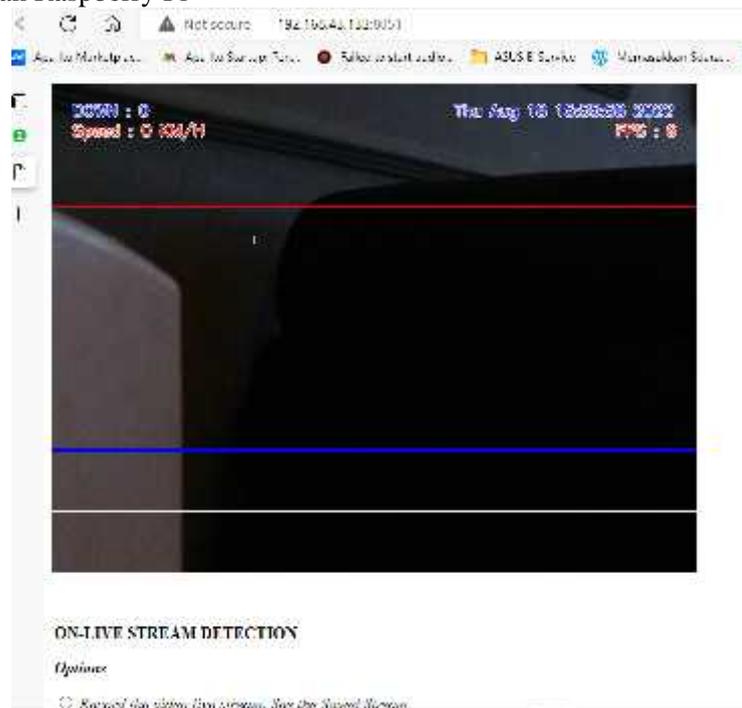
yang objeknya masuk dalam perhitungan namun tidak mendeteksi kecepatan. Sehingga pada pengujian menggunakan raspberry pi ini mendapat nilai rata-rata persentasi akurasi sebesar 15% dari 10 kali percobaan yang dilakukan.

Perbandingan hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

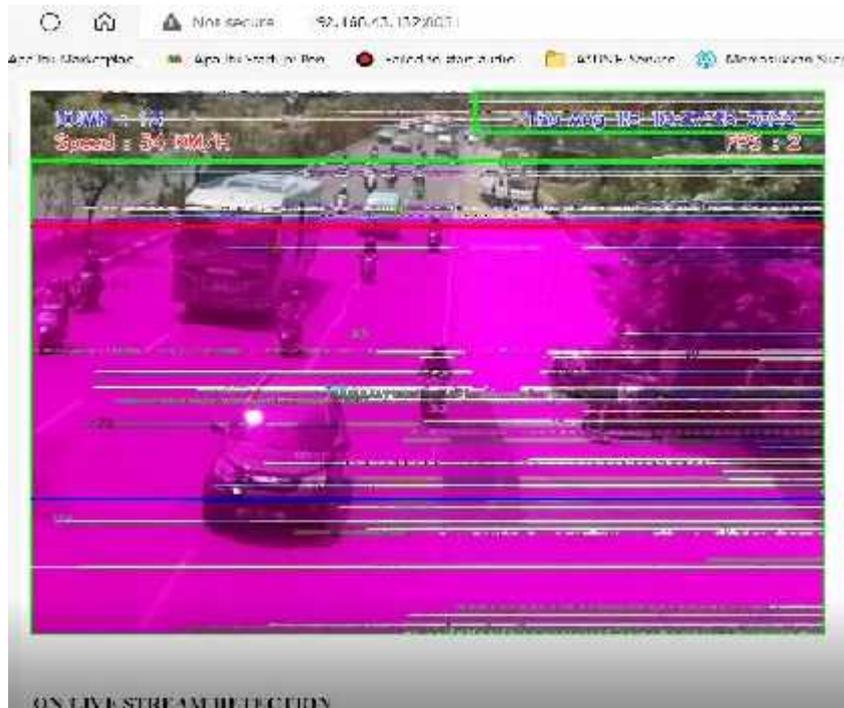


Gambar 10 Grafik Perbandingan Persentase Error

- b. Perhitungan Jumlah Kendaraan
a) Menggunakan Raspberry Pi



Gambar 11 Kondisi FPS Raspberry ketika tidak mendeteksi pergerakan



Gambar 12 Kondisi FPS Raspberry ketika mendeteksi banyak objek yang bergerak

b) Menggunakan Laptop/Monitor

The image shows a live stream of a road with a car in the foreground. A green bounding box is drawn around the car. To the right of the video is a table with the following data:

	A	B	C
1	id	speed	
2		2 44 KM/H	
3		11 38 KM/H	
4		12 27 KM/H	
5		14 55 KM/H	
6		17 65 KM/H	
7		16 69 KM/H	
8		18 50 KM/H	
9		26 60 KM/H	
10		28 85 KM/H	
11		29 39 KM/H	

Gambar 13 Perhitungan Kendaraan 1

4. KESIMPULAN

Dari Penelitian ini, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dengan adanya prototype ini dapat membantu instansi terkait yang membutuhkan data jumlah kendaraan pada ruas jalan raya dengan cara yang lebih efisien.
2. Proses pengaplikasian metode *Background Subtraction* dalam proses perhitungan jumlah dan deteksi kendaraan berjalan dengan baik.
3. Penerapan operasi *Morphology* dengan tahapan *opening & closing* berhasil diterapkan dalam hal untuk mendapatkan hasil segmentasi citra yang lebih baik.
4. Hasil dari pengujian perangkat keras dengan mengambil beberapa sampel menggunakan dua macam hardware yang memiliki spesifikasi berbeda yaitu raspberry pi dan laptop. Untuk raspberry pi mendapatkan rata-rata persentasi akurasi ketepatan sebesar 15% sedangkan untuk laptop mendapat rata-rata persentasi akurasi ketepatan sebesar 90%.
5. Proses perhitungan jumlah kendaraan kurang baik dilakukan menggunakan raspberry pi yang disebabkan drop FPS (*frame rate per second*) yang sangat jauh. Sedangkan jika menggunakan laptop sebagai hardware utama dalam proses perhitungan kendaraan hasil yang didapatkan sangat baik dimana menunjukkan persentase 100%.

5. SARAN

Adapun saran yang dapat kami sampaikan sebagai peneliti untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini belum mampu mengklasifikasikan objek yang melintas apakah motor, mobil ataupun kendaraan besar lainnya seperti bus atau truck pengangkut. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menerapkan algoritma untuk mengklasifikasikan objek dari kendaraan yang melintas.
2. Diharapkan bagi penelitian selanjutnya agar membuat akurasi pendeteksian kecepatan dari kendaraan lebih akurat. Karena sistem ini belum sepenuhnya dapat mendeteksi kecepatan dari kendaraan secara akurat khususnya dalam kecepatan yang tinggi.
3. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat memberikan tampilan user interface yang lebih baik. Karena pada penelitian ini peneliti membangun interface yang sederhana.
4. Bagi penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dari hardware yang akan digunakan untuk meningkatkan performa pendeteksian dari sistem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini berbagai hambatan dan keterbatasan dihadapi oleh penulis mulai dari tahap persiapan sampai dengan penyelesaian tulisan, namun berkat bantuan bimbingan dan kerja sama berbagai pihak, hambatan dan kesulitan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu perkenankanlah penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang tak bosan-bosannya memberikan nasehat dan dukungan yang tidak dapat kami nilai dalam bentuk apapun. Semoga Tuhan selalu senantiasa melimpahkan kesehatan dan kesejahteraan bagi beliau.
2. Dr. Jhony W. Soetikno, S.E, M.M. selaku Rektor Universitas Dipa Makassar.

3. Ir. H. Irsal, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Informatika program studi strata satu (S1) Universitas Dipa Makassar. Sekaligus selaku Pembimbing I, yang telah membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Muhammad Rizal S.Kom., M.T. selaku Pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Dosen Universitas Dipa Makassar yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai disiplin ilmu kepada penulis.
6. Untuk semua teman-teman tanpa terkecuali yang tidak dapat disebutkan namanya, terima kasih untuk setiap bantuan yang telah kalian berikan kepada peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mursyidin, Adnan. 2018 “*Prototype Sistem Penghitung Objek Manusia Berbasis Computer Vision Menggunakan Algoritma Background Subtraction*”. Teknik Informatika. Jakarta. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [2] Umam, Khairul & Sukma Negara, Benny. (2016). Deteksi Obyek Manusia Pada Basis Data Video Menggunakan Metode Background Subtraction Dan Operasi Morfologi. Jurnal CoreIT; UIN Sultan Syarif Kasim Riau; Vol.2, No.2; ISSN: 2460-738X.
- [3] Bpptik.kominfo.go.id, “Mengetahui lebih dekat Raspberry Pi “. 14 April 2014. <https://bpptik.kominfo.go.id/2014/04/14/410/mengetahui-lebih-dekat-raspberry-pi/>
- [4] Ardi, Basworo & Hendrawan, Aria (2019). Raspberry Pi Dengan Modul Kamera Dan Motion Sensor Sebagai Solusi CCTV Lab FTIK UNIV. Semarang. Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi; Universitas Semarang; Vol. 14; E-ISSN: 2580-8850