
Implementasi Sistem Penghitung Kendaraan Otomatis Berbasis Computer Vision

Dolly Indra^{1*}, Herman², Firman Shantya Budi³

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo, Makassar, Indonesia 90231

³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo, Makassar, Indonesia 90231

*email: dolly.indra@umi.ac.id

(Naskah masuk: 15 Januari 2023; diterima untuk diterbitkan: 9 Mei 2023)

ABSTRAK – Pencucian kendaraan adalah salah satu jenis perawatan kendaraan bermotor. Dalam mencuci kendaraan dapat dilakukan sendiri, atau menggunakan pelayanan pencucian kendaraan secara otomatis maupun secara manual dengan petugas yang membersihkan dari jasa cuci kendaraan tersebut. Perkembangan teknologi komputer saat ini sangat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya dalam berbagai bidang dimana salah satunya adalah tempat pencucian kendaraan. Salah satu penerapan teknologi komputer yaitu pada bidang computer vision yang mempunyai peranan yang sangat penting untuk melakukan pengenalan berbagai objek. Dalam penelitian ini, kami merancang sistem penghitung kendaraan otomatis berbasis computer vision. Sistem yang kami buat ini menggunakan Single Shot Multibox Detector (SSD) MobileNetV2 yang ditempatkan di raspberry pi 4 yang berfungsi untuk melakukan proses pengklasifikasian kendaraan mobil dan motor dan raspberry pi 4 juga berfungsi sebagai pengontrol sistem. Sistem penghitung kendaraan otomatis ini sudah terintegrasi antara raspberry pi 4 dengan aplikasi mobile pada smartphone dimana smartphone berfungsi untuk menampilkan informasi seperti hari, tanggal, bulan, tahun beserta jumlah mobil dan motornya. Pengujian sistem penghitung otomatis kendaraan ini kami lakukan pada jasa steam (cuci mobil dan motor) yang terdapat di kota Makassar selama 3 hari dimana setiap harinya sebanyak 10 kendaraan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sudah mampu mendeteksi kendaraan mobil dan motor dengan rata-rata tingkat akurasi adalah 46.6% dan aplikasi mobile pada smartphone mampu menghitung jumlah mobil dan motor.

Kata Kunci – Deteksi Kendaraan, SSD-MobileNet V2, Computer Vision, Raspberry Pi, Smartphone

Implementation Of Automatic Vehicles Counting System Based On Computer Vision

ABSTRACT – Vehicle washing is one type of motor vehicle maintenance. In washing a vehicle, you can do it yourself, or use a vehicle wash service automatically or manually with an officer who cleans the vehicle wash service. The development of computer technology is currently very helpful for humans in completing their work in various fields, one of which is a vehicle wash. One application of computer technology is in the field of computer vision which has a very important role to perform the recognition of various objects. In this study, we designed a computer vision-based automatic vehicle counter system. The system that we created uses the MobileNetV2 Single Shot Multibox Detector (SSD) which is placed on the raspberry pi 4 which functions to carry out the process of classifying cars and motorbikes and the raspberry pi 4 also functions as a system controller. This automatic vehicle counter system has been integrated between Raspberry Pi 4 and a mobile application on a smartphone where the smartphone functions to display information such as day, date, month, year along with the number of cars and motorbikes. We tested this automatic vehicle counting system on steam services (car and motorcycle washing) in the city of Makassar for 3 days where there were 10 vehicles every day. The test results show that the system is capable of detecting cars and motorbikes with an

average accuracy rate of 46.6% and mobile applications on smartphones are able to count the number of cars and motorbikes.

Keywords – *Vehicle Detection, SSD-MobileNet V2, Computer Vision, Raspberry Pi, Smartphone*

1. PENDAHULUAN

Pencucian kendaraan adalah salah satu jenis perawatan kendaraan bermotor dimana merupakan proses membersihkan kendaraan, baik itu mobil, motor, truk, atau kendaraan lainnya. Dalam mencuci kendaraan dapat dilakukan sendiri, atau menggunakan pelayanan pencucian kendaraan secara otomatis maupun secara manual dengan petugas yang membersihkan dari jasa cuci kendaraan tersebut. Dalam menjalankan usaha jasa cuci mobil dan motor banyak pelaku bisnis yang masih menggunakan sistem transaksi secara manual menggunakan buku. Selain itu juga selalu mengumpulkan dan mencatat setiap transaksi ke dalam buku besar, yang nantinya akan digunakan untuk membuat laporan harian atau bulanan sebagai informasi yang diberikan kepada atasannya [1].

Teknologi komputer adalah teknologi yang berkaitan dengan pengembangan, penggunaan, dan pemeliharaan komputer dan sistem komputasi dan teknologi komputer ini terus berkembang dari tahun ke tahun. Teknologi komputer mencakup perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, dan infrastruktur yang dibutuhkan untuk menjalankan dan mengelola komputer. Perkembangan teknologi komputer saat ini telah membawa perubahan yang signifikan dalam cara kita bekerja, belajar, berkomunikasi, dan bersosialisasi. Dengan perkembangannya yang sangat pesat ini maka sangat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan manusia dalam berbagai bidang [2] misalnya untuk melakukan pengenalan wajah [3], sistem pendeteksi kematangan buah strawberry [4], sistem pengendali pemadam kebakaran pada rumah [5], sistem pengenalan nomor plat kendaraan [6]. Salah satu penerapan teknologi komputer yaitu pada bidang computer vision yang mempunyai peranan yang sangat penting untuk melakukan pengenalan objek [7].

Computer vision merupakan sebuah sistem yang dapat melakukan pemahaman tingkat tinggi yang mengajarkan mesin dalam hal ini adalah komputer untuk mengenali bisa objek atau pendekatan yang mirip dengan sistem visual manusia di dunia nyata [8], [9], [10]. Tujuannya adalah untuk membuat mesin yang dapat "melihat" dunia seperti manusia dan mampu mengambil keputusan berdasarkan

informasi visual tersebut. Salah satu penerapan dari bidang computer vision ini dengan melakukan pengawasan misalnya untuk melakukan pendeteksian objek kendaraan [11], [12]. Salah satu solusi untuk memecahkan masalah pendeteksian objek dalam bidang computer vision adalah dengan menggunakan deep learning.

Deep learning merupakan sebuah subbidang pembelajaran mesin yang melibatkan penggunaan jaringan saraf dengan banyak lapisan yang disebut dengan *deep neural networks* yang berfungsi untuk mempelajari pola dan membuat prediksi dari kumpulan data besar. Hal ini terinspirasi oleh struktur dan fungsi otak manusia dan sangat cocok untuk aplikasi yang melibatkan pengenalan gambar dan ucapan, pemrosesan bahasa alami, dan tugas lain yang melibatkan kumpulan data besar dan kompleks [13].

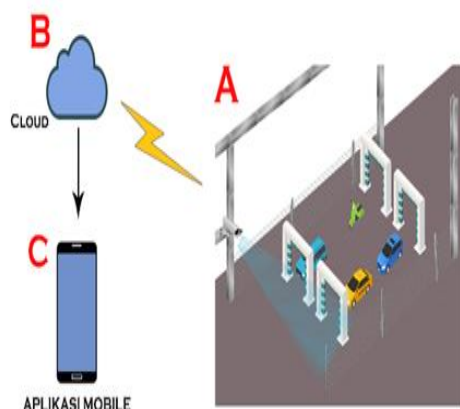
Beberapa penelitian objek kendaraan menggunakan *deep learning* seperti YOLO, MRCNN dan SSD. Peneliti yang melakukan pendeteksian kendaraan menggunakan You Only Look Once (YOLO) misalnya sistem pendeteksi untuk secara *real time* untuk melakukan pendeteksian jenis kendaraan [11], sistem pendeteksian kendaraan menggunakan android [12], sistem penghitung jumlah kendaraan [14]. Peneliti yang melakukan pendeteksian kendaraan menggunakan Mask-Regional Convolutional Neural Network (MRCNN) misalnya sistem pendeteksi objek pada mobil otonom dengan menggunakan kamera termal inframerah [15], sistem deteksi kendaraan menggunakan proses segmentasi untuk sistem kendaraan cerdas [16]. Peneliti melakukan pendeteksian kendaraan menggunakan Single Shot Multibox Detector (SSD) MobileNet misalnya sistem penghitung kendaraan [17], sistem pendeteksian kendaraan [18].

Adapun tujuan dalam penelitian ini, kami melakukan penghitungan mobil dan motor pada jasa cuci mobil dan motor yang terdapat di Kota Makassar dengan menggunakan *Single Shot Multibox Detector (SSD) MobileNetV2* untuk melakukan proses pengklasifikasian kendaraan mobil dan motor yang kami tempatkan di raspberry pi 4, dimana raspberry pi 4 ini berfungsi juga sebagai pengontrol sistem serta menghubungkannya ke smartphone yang berfungsi untuk menampilkan informasi berupa hari, tanggal, bulan dan tahun

beserta jumlah mobil dan motornya.

2. METODE DAN BAHAN

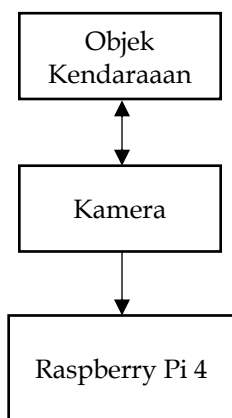
Dalam penelitian ini, kami merancang sistem penghitung mobil dan motor yang kami terapkan pada jasa steam (cuci mobil dan motor) yang terdapat di kota Makassar. Sistem usulan yang kami buat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem Usulan Penghitung Kendaraan

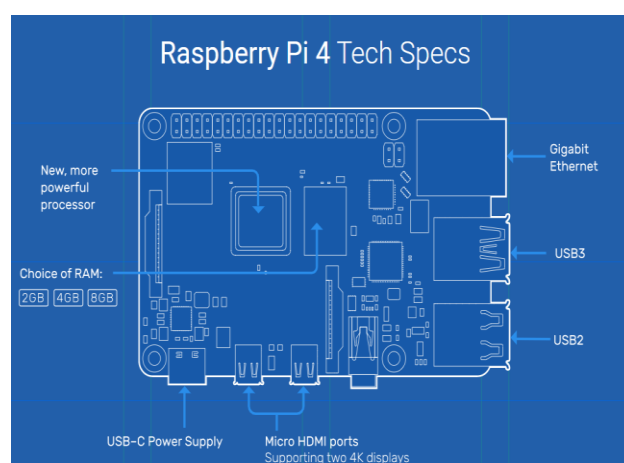
Pada sistem usulan ini terdapat 3 bagian yaitu bagian A adalah sistem pendeteksi kendaraan mobil dan motor yang diletakkan pada tempat cuci mobil dengan menggunakan kamera untuk menangkap objek dan memprosesnya dengan menggunakan algoritma SSD-MobileNetV2 yang ditempatkan pada raspberry pi 4 sebagai pengontrolannya. Pada bagian B, data-data dari raspberry pi tersebut dikirimkan ke cloud melalui firebase. Pada bagian C, data yang terdapat di cloud dikirimkan ke aplikasi yang sudah diinstal di smartphone.

Pada tahap ini, Kamera akan menangkap objek yang ada dalam gambar, dan raspberry pi akan mengklasifikasikan objeknya dengan menggunakan algoritma SSD-MobileNetV2 yang ditunjukkan pada Gambar 2.



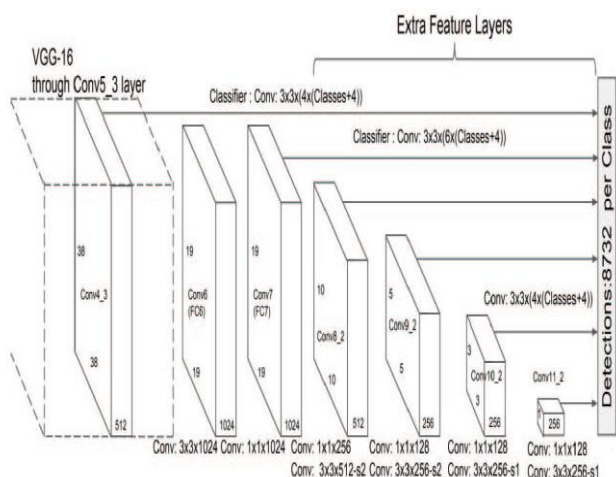
Gambar 2. Sistem Pendeteksi Kendaraan

Kamera yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis webcam 1080p yang berfungsi untuk menangkap gambar yaitu objek kendaraan. Raspberry pi merupakan serangkaian komputer papan tunggal kecil yang dikembangkan oleh raspberry pi foundation di negara Inggris [19] yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali sistem. Model raspberry pi pertama dirilis pada tahun 2012 dan sejak itu, beberapa model telah dikembangkan dengan peningkatan fitur dan kemampuan. Spesifikasi teknologi raspberry pi 4 ditunjukkan pada Gambar 3. Pada raspberry pi 4 ini ditanamkan algoritma SSD-MobileNetV2 yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi kendaraan yaitu mobil dan motor.



Gambar 3. Spesifikasi teknologi Raspberry Pi 4

Single Shot MultiBox Detector (SSD) adalah algoritma pendeteksian objek populer yang diperkenalkan oleh Wei Liu, et al. pada tahun 2016. SSD adalah detektor satu tahap yang mampu mendeteksi objek dengan skala berbeda dalam gambar dengan memprediksi kelas dan lokasinya dalam satu lintasan jaringan saraf yang dalam. SSD bekerja dengan membagi gambar input ke dalam kisi dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya, dan untuk setiap sel kisi, ia memprediksi beberapa kotak pembatas dengan rasio aspek dan skala yang berbeda. Untuk setiap kotak pembatas, jaringan memprediksi kemungkinan berisi objek dari kelas tertentu, serta koordinat kotak relatif terhadap sel kisi. SSD menggunakan ide regresi You Only Look Once (YOLO untuk mengubah deteksi objek menjadi masalah regresi sederhana untuk pengolahan. Arsitektur jaringan dari Single Shot MultiBox Detector (SSD) ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur Jaringan SSD

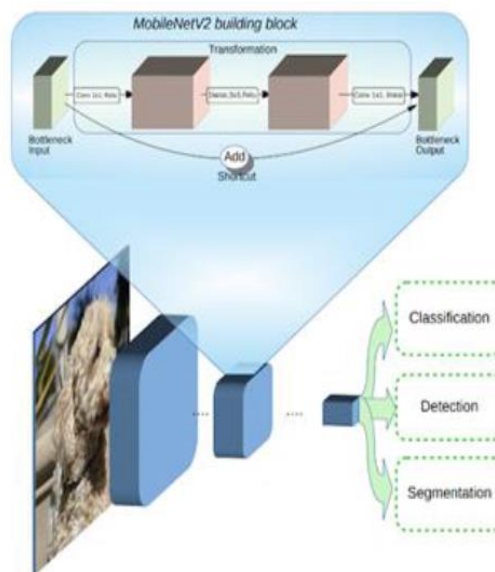
Berdasarkan Gambar 4, arsitektur jaringan SSD terdiri dari bagian jaringan dasar yang terletak dibagian ujung depan (bagian sebelah kiri) sementara bagian ekstraksi fitur terletak dibagian belakang (bagian sebelah kanan). Dalam jaringan dasar, jaringan konvolusi VGG-16 digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur. Penambahan bagian ekstraksi fitur merupakan serangkaian jaringan konvolusional yang digunakan untuk mengekstraksi fitur-fitur lanjutan dari objek. Dalam model VGG-16, lapisan konvolusi yaitu konv 6 dan konv 7 dimodifikasi melalui metode down sampling masing-masing menjadi fc 6 dan fc 7 yang bertujuan untuk mengurangi sejumlah besar perhitungan. Sisanya adalah lapisan konvolusi yang dibuat khusus.

MobileNet adalah arsitektur jaringan saraf yang dirancang untuk perangkat seluler dan tersemat dengan sumber daya komputasi yang terbatas. Ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 2017 oleh para peneliti di Google. Tujuan dari MobileNet adalah menyediakan arsitektur yang ringan dan efisien yang dapat melakukan tugas pengenalan objek pada perangkat seluler secara real-time dengan cara menerapkan model jaringan Mobilenet untuk menggantikan jaringan VGG16 sehingga meningkatkan kinerja secara real time dari detektor SSD [7]. MobileNet mencapai ini dengan menggunakan lapisan konvolusi yang dapat dipisahkan secara mendalam, yang memisahkan operasi pemfilteran spasial dan pemfilteran berdasarkan saluran dari konvolusi menjadi dua lapisan terpisah. Ini sangat mengurangi jumlah parameter yang diperlukan dan menghasilkan jaringan yang lebih efisien.

Pada versi MobileNet V2 telah ditingkatkan akurasi dan efisiensinya. MobileNet V2 merupakan ekstraktor fitur yang sangat efektif untuk deteksi dan segmentasi objek. Kemacetan dari MobileNetV2 mengkodekan input dan output perantara sementara lapisan dalam merangkum kemampuan model

untuk mengubah dari konsep tingkat yang lebih rendah seperti piksel ke deskriptor tingkat yang lebih tinggi seperti kategori gambar. Dengan koneksi residual tradisional, pintasan memungkinkan pelatihan yang lebih cepat dan akurasi yang lebih baik. MobileNet V2 masih menggunakan depthwise dan pointwise convolution. MobileNet V2 menambahkan dua fitur baru yaitu linear bottleneck, dan *shortcut connections* antar bottlenecks. Struktur dasar dari arsitektur ini ditunjukkan pada Gambar 5 dimana kotak biru menunjukkan blok pembentuk konvolusi linear *bottleneck* [20].

Model MobileNet V2 terletak diantara *bottleneck* input dan bottleneck output. Layer bagian dalam berfungsi untuk melakukan enkapsulasi kemampuan model untuk dapat mengubah input berupa piksel yang mempunyai tingkat yang lebih rendah ke descriptor yang lebih tinggi yaitu gambar atau citra. Shortcut antar bottlenecks memungkinkan proses training atau pelatihan menjadi lebih cepat dan memiliki akurasi yang lebih baik.



Gambar 5. Arsitektur Mobilenet V2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah

1. Integrasi kamera dan raspberry pi 4. Kamera yang berfungsi untuk menangkap objek kendaraan sementara raspberry pi 4 akan melakukan proses klasifikasi kendaraan yaitu mobil dan motor berdasarkan algoritma SSD-MobileNetV2.
2. Penggunaan dataset.
3. Implementasi sistem untuk mendeteksi mobil dan motor sekaligus menghitung jumlah kendaraan yang terdeteksi tersebut yang ditampilkan pada smartphone.

Dalam penelitian ini, sistem penghitung kendaraan otomatis kami uji coba pada tempat pencucian kendaraan yaitu Master Car Wash yang berada di jalan Perintis Kemerdekaan Km. 9 terdapat di kota Makassar yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tempat Pencucian Kendaraan Master Car Wash

Pada tahap pertama, kami melakukan pengujian kamera dan modul raspberry pi. Kamera yang digunakan adalah jenis webcam 1080p yang berfungsi untuk menangkap objek kendaraan serta modul raspberry pi yang digunakan adalah modul raspberry pi 4 yang berfungsi untuk mendeteksi objek dan melakukan pengklasifikasiannya. Integrasi kamera dan modul Raspberry Pi ditunjukkan pada Gambar 7.



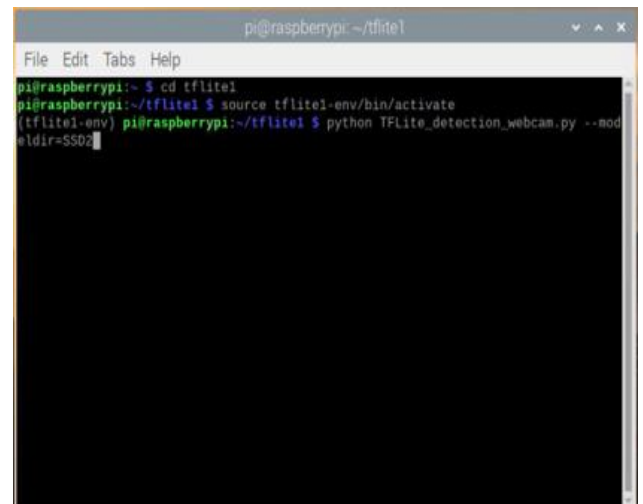
Gambar 7. Integrasi Kamera dan Modul Raspberry Pi 4

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk mengaktifkan raspberry pi:

1. Masuk ke terminal pada raspberry pi.
2. Pindah ke direktori tflite1 dengan melakukan perintah "cd tflite1".

3. Gunakan *virtual environment* dengan melakukan perintah "source Tflite-env/bin/activate" yang berfungsi untuk mengaktifkan dan menggunakan *virtual environment* atau modul modul pilihan kita sendiri yang sudah di install.
4. Jalan program aplikasinya dengan melakukan perintah "python TFLite_detection_webcam.py --modedir=SSD2" yang berfungsi untuk menjalankan program aplikasi yang sudah dibuat dimana TFLite_detection_webcam.py adalah nama file program dan modedir=SSD2 adalah dataset modelnya.

Tampilan terminal pada raspberry pi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Terminal pada Raspberry Pi

Adapun tahapan-tahapan algoritma SSD-MobileNetV2 adalah sebagai berikut:

1. Membaca gambar.
- 2 Mendeteksi objek apa saja yang ada pada gambar.
3. Gambar yang dibaca tadi akan dilakukan konvolusi secara terpisah yaitu konvolusi depthwise 3x3 dan konvolusi pointwise 1x1
4. Konvolusi tersebut di enkapsulasi kemampuan model untuk mengubah input dari konsep tingkat yang lebih rendah(piksel) ke deskriptor tingkat yang lebih tinggi (kategori gambar).
5. Melakukan *shortcut* antar *bottlenecks* memungkinkan *training* atau pelatihan yang lebih cepat dan akurasi yang lebih baik.
6. Mendapatkan filter berisi prediksi kategori objek dan lokasi objek.

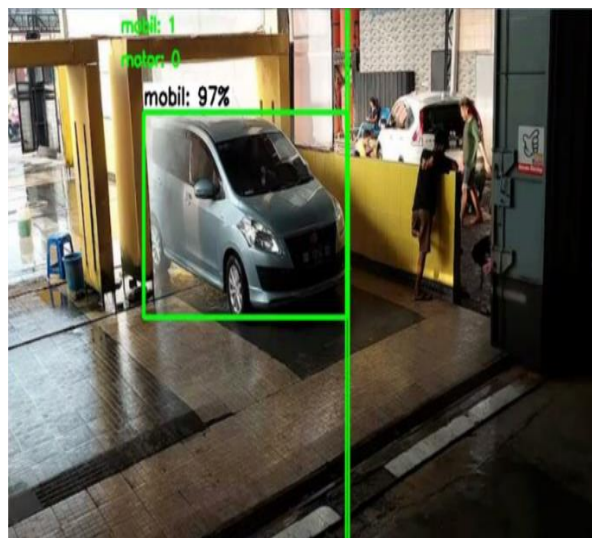
- Melakukan matching atau pencocokan dengan data training.
- Membuat label dan bounding box sesuai kategori dan lokasi objek.

Pada tahap kedua yaitu penggunaan dataset. Dalam penelitian ini kami menggunakan Dataset dari COCO Dataset Models yang dapat diunduh di link: https://tfhub.dev/tensorflow/lite-model/mobilenet_v2_1.0_224_quantized/1/default/1, dimana dataset ini mampu mengklasifikasikan lebih dari 80 kategori objek.

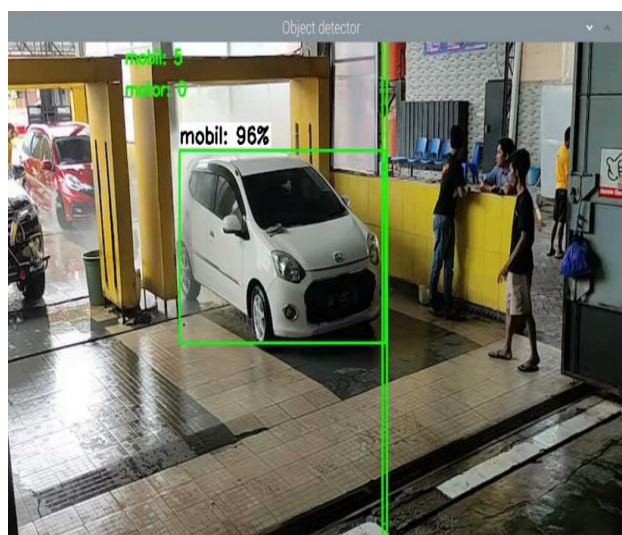
Pada tahap ketiga yaitu melakukan implementasi sistem pada tempat pencucian kendaraan yaitu Master Car Wash yang berada di jalan Perintis Kemerdekaan Km. 9 terdapat di kota Makassar. Dalam penelitian ini kami akan mendeteksi mobil dan motor sekaligus menghitung jumlah kendaraan yang terdeteksi tersebut.

Setelah raspberry pi aktif maka sistem siap bekerja. Selanjutnya kami melakukan pengujian secara real time pada mobil dan motor dengan melakukan penghitungan kendaraan yang masuk berdasarkan pendeteksian dengan menggunakan algoritma SSD-MobileNetV2.

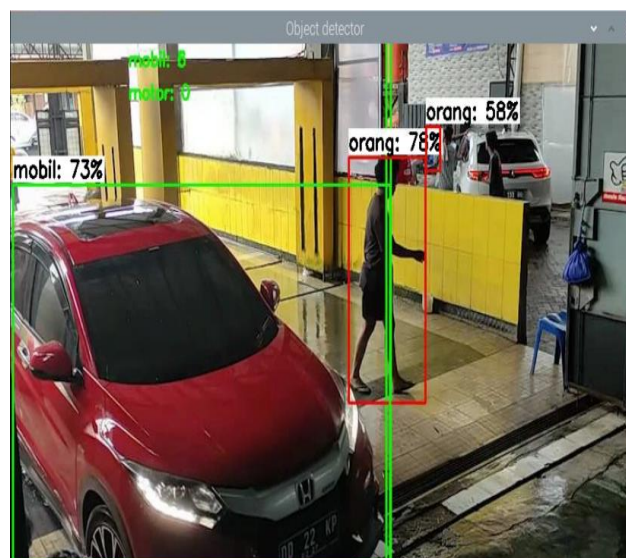
Implementasi pendeteksian kendaraan mobil secara real time ditunjukkan pada Gambar 9 (a) – Gambar 9 (d). Gambar 9 (a) dan Gambar 9 (b) merupakan proses pendeteksian dan penghitungan kendaraan mobil yang masuk pada tempat cuci mobil dan motor. Ketika bagian depan kendaraan mobil mengenai daerah ROI (Region of Interest) berupa garis hijau vertikal maka bounding box akan aktif dan kendaraan mobil yang terdeteksi akan dihitung secara otomatis oleh sistem yang ditunjukkan pada informasi bagian atas (tulisan warna hijau). Pada Gambar 9 (c) dan 9 (d) proses pendeteksian oleh sistem sama seperti yang dilakukan pada Gambar 9 (b) dan 9 (c) tapi disini sistem mendeteksi objek yang lain yaitu “orang”, hal ini dikarenakan dataset yang kami gunakan mampu melakukan klasifikasi objek bukan hanya mobil saja tapi disini sistem ini hanya akan menghitung jumlah kendaraan mobil saja yang masuk tidak menghitung objek yang lain.



Gambar 9 (a). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Mobil yang Masuk



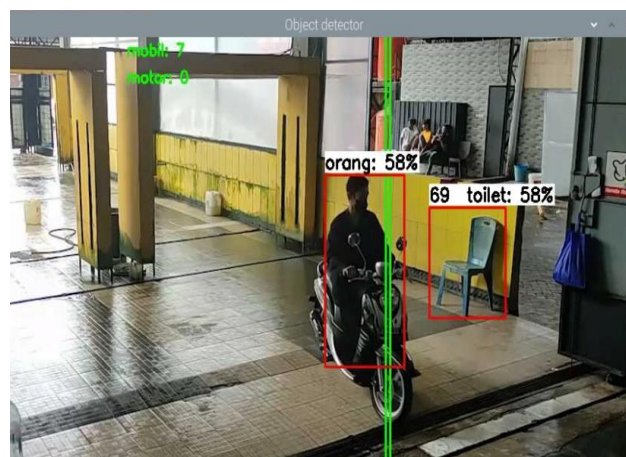
Gambar 9 (b). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Mobil yang Masuk



Gambar 9 (c). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Mobil yang Masuk



Gambar 9 (d). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Mobil yang Masuk



Gambar 10 (b). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Motor yang Masuk

Implementasi pendeteksian kendaraan motor secara real time ditunjukkan pada Gambar 10 (a) Gambar 10 (c). Pada Gambar 10 (a) - Gambar 10 (c) merupakan proses pendeteksian dan penghitungan kendaraan motor yang masuk pada tempat cuci mobil dan motor. Ketika bagian depan kendaraan motor mengenai daerah ROI (Region of Interest) berupa garis hijau vertikal maka bounding box akan aktif dan kendaraan motor terdeteksi akan dihitung oleh sistem. Disini pengendara motor juga ikut terdeteksi sebagai "orang" dan objek lainnya, hal ini dikarenakan dataset yang kami gunakan mampu melakukan klasifikasi objek bukan hanya motor saja tapi disini sistem hanya akan menghitung kendaraan motor saja yang masuk tidak menghitung objek yang lain.



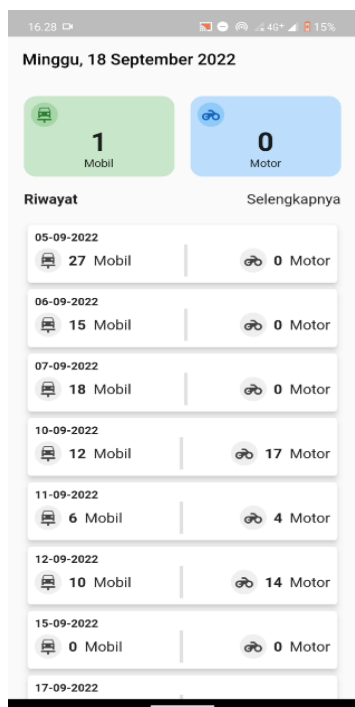
Gambar 10 (c). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Motor yang Masuk



Gambar 10 (a). Implementasi Pendeteksian dan Penghitungan Motor yang Masuk

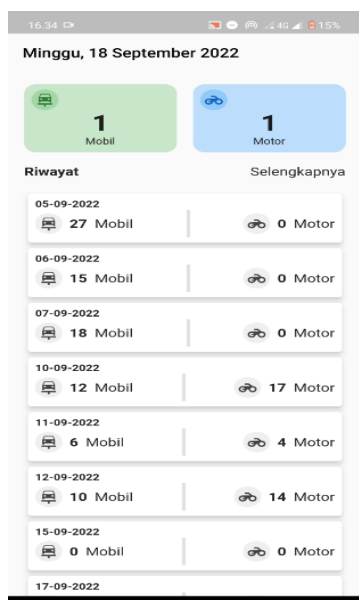
Setelah proses pendeteksian dan penghitungan dari raspberry pi maka data tersebut dikirimkan ke *cloud* melalui *firebase*. Data ini dikirimkan secara otomatis ke aplikasi yang telah diinstall di *smartphone*. Aplikasi ini kami bangun dengan menggunakan aplikasi *android studio* dengan *SDK Flutter* dari bahasa pemrograman *Dart*. Pada aplikasi ini menampilkan informasi hari, tanggal, bulan dan tahun beserta jumlah mobil dan motornya yang ditunjukkan pada Gambar 11 dan 12. Aplikasi ini dapat digunakan minimal *android 5.0 Lollipop* sampai *android 10 Quince Tart*.

Pada Gambar 11 (a), kami melakukan pengujian pada hari minggu 18 September 2022 berdasarkan informasi tersebut aplikasi mampu mendeteksi kendaraan mobil sebanyak 1.



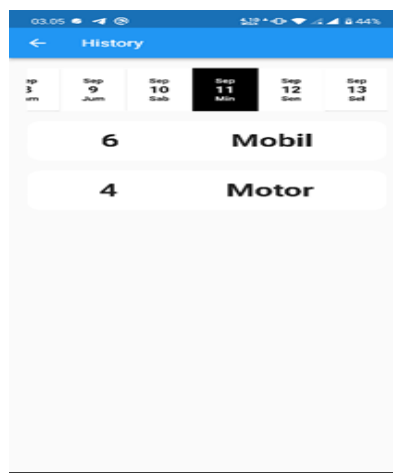
Gambar 11 (a). Tampilan Aplikasi pada Smartphone Menghitung Mobil

Pada Gambar 11 (b), kami melakukan pengujian pada hari minggu 18 September 2022 berdasarkan informasi tersebut aplikasi mampu mendeteksi kendaraan motor sebanyak 1.



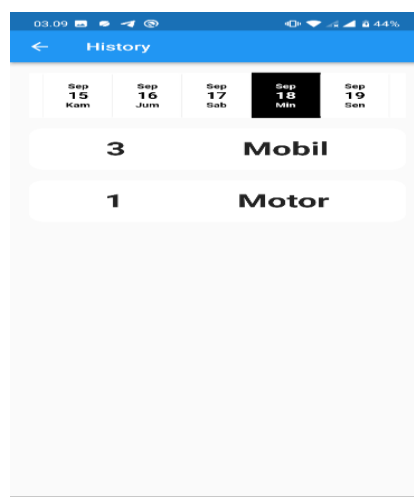
Gambar 11 (b). Tampilan Aplikasi pada Smartphone Menghitung Motor

Pada Gambar 12 (b), merupakan tampilan informasi total kendaraan mobil dan motor pada tanggal 11 September 2022 dengan jumlah mobil sebanyak 6 dan motor sebanyak 4.



Gambar 12 (a). Tampilan Aplikasi pada Halaman Riwayat 1

Pada Gambar 12 (b), merupakan tampilan informasi total kendaraan mobil dan motor pada tanggal 11 September 2022 dengan jumlah mobil sebanyak 3 dan motor sebanyak 1.



Gambar 12 (b). Tampilan Aplikasi pada Halaman Riwayat 2

Pengujian sistem otomatis ini dilakukan selama 3 hari yang dilakukan dari jam 13.00 – 17.00 dimana setiap harinya sebanyak 10 kendaraan yang ditunjukkan pada Tabel 1-3.

Tabel 1. Pengujian sistem - Hari Pertama

Hari/ Tanggal	No	Kendaraan	Pengenalan Sistem	Hasil
Kamis/ 29 Septemb er 2022	1	Mobil	Mobil	True
	2	Mobil	Mobil	True
	3	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	4	Mobil	Deteksi Melebihi 1x	False
	5	Mobil	Mobil	True

	6	Mobil	Mobil	True	10	Mobil	Deteksi	False
	7	Mobil	Mobil	True			Melebihi 1x	
	8	Motor	Motor	True				
	9	Motor	Deteksi	False				
			Melebihi 1x					
	10	Mobil	Mobil	True				

Berdasarkan Tabel 1. Sistem pendeteksi kendaraan mampu mendeteksi kendaraan dengan tingkat rata-rata akurasi sebesar 70%.

Tabel 2 Pengujian sistem - Hari Kedua

Hari/Tanggal	No	Kendaraan	Pengenalan Sistem	Hasil
	1	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	2	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	3	Mobil	Deteksi Melebihi 1x	False
Sabtu/08 Oktober 2022	4	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	5	Mobil	Mobil	True
	6	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	7	Mobil	Mobil	True
	8	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	9	Mobil	Mobil	True
	10	Mobil	Mobil	True

Berdasarkan Tabel 2. Sistem pendeteksi kendaraan mampu mendeteksi kendaraan dengan tingkat rata-rata akurasi akurasi 40%.

Tabel 3 Pengujian sistem - Hari Ketiga

Hari/Tanggal	No	Kendaraan	Pengenalan Sistem	Hasil
	1	Mobil	Tidak Terdeteksi	False
	2	Mobil	Mobil	True
	3	Mobil	Deteksi Melebihi 1x	False
Senin/17 Oktober 2022	4	Mobil	Deteksi Melebihi 1x	False
	5	Motor	Tidak Terdeteksi	False
	6	Mobil	Mobil	True
	7	Mobil	Tidak terdeteksi	False
	8	Motor	Tidak Terdeteksi	False
	9	Mobil	Mobil	True

Berdasarkan Tabel 3. Sistem pendeteksi kendaraan mampu mendeteksi kendaraan dengan tingkat rata-rata akurasi akurasi 30%.

Berdasarkan hasil pengujian hari pertama sampai hari ketiga pada sistem otomatis penghitung kendaraan maka diperoleh rata-rata tingkat akurasi sebesar 46.6%.

4. KESIMPULAN

Sistem otomatis penghitung kendaraan yang kami buat sudah terintegrasi antara raspberry pi 4 dengan aplikasi mobile pada smartphone yang kami implementasikan pada jasa steam (cuci mobil dan motor) yang terdapat di kota Makassar. Metode pendeteksian kendaraan dengan menggunakan SSD-MobileNetV2 sudah mampu mendeteksi kendaraan mobil dan motor dengan rata-rata tingkat akurasi sebesar 46,6% dan aplikasi yang terdapat pada smartphone mampu menghitung jumlah mobil dan motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Cahyanti and M. Lamsani, "Perancangan Sistem Informasi Jasa Layanan Pencucian Kendaraan Bermotor," *Sebatik*, vol. 25, no. 2, pp. 639-648, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i2.1530.
- [2] Cecep Abdul Cholik, "Perkembangan Teknologi Informasi Komunikasi /ICT Dalam Berbagai Bidang," *J. Fak. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 39-46, 2021.
- [3] I. A. Hadyningtyas, D. Rahmadani, K. Usman, and S. I. Lestaringati, "Proyeksi Acak dan Teknik Scanning pada Algoritma Sparse Representation based Classification untuk Pengenalan Wajah," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 177-184, 2022, doi: 10.34010/komputika.v11i2.7201.
- [4] D. Indra, R. Satra, H. Azis, A. R. Manga, and H. L., "Detection System of Strawberry Ripeness Using K-Means," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 14, no. 1, pp. 25-31, 2022, doi: 10.33096/ilkom.v14i1.1054.25-31.
- [5] D. Indra, E. I. Alwi, and M. Al Mubarak, "Prototipe Sistem Kontrol Pemadam Kebakaran Pada Rumah Berbasis Arduino Uno dan ESP8266," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 1-8, 2021, doi: 10.34010/komputika.v11i1.4801.
- [6] N. D. W. I. Cahyo, "Pengenalan Nomor Plat Kendaraan Dengan Metode Optical Character Recognition," *Ubiquitous Comput. its Appl. J.*, vol. 2, pp. 75-84, 2019, doi: 10.51804/ucaiaj.v2i1.75-84.

- [7] Y. C. Chiu, C. Y. Tsai, M. Da Ruan, G. Y. Shen, and T. T. Lee, "Mobilenet-SSDv2: An Improved Object Detection Model for Embedded Systems," *2020 Int. Conf. Syst. Sci. Eng. ICSSE 2020*, pp. 0-4, 2020, doi: 10.1109/ICSSE50014.2020.9219319.
- [8] Z. Munawar *et al.*, *Visi Komputer Konsep, Metode dan Aplikasi*, Pertama. Bandung: Kaizen Media Publishing, 2023.
- [9] S. Xu, J. Wang, W. Shou, T. Ngo, A. M. Sadick, and X. Wang, "Computer Vision Techniques in Construction: A Critical Review," *Arch. Comput. Methods Eng.*, vol. 28, no. 5, pp. 3383-3397, 2021, doi: 10.1007/s11831-020-09504-3.
- [10] J. G. Shanahan, "Introduction to Computer Vision and Realtime Deep Learning-based Object Detection," *Int. Conf. Inf. Knowl. Manag. Proc.*, pp. 3515-3516, 2020, doi: 10.1145/3340531.3412177.
- [11] D. Iskandar Mulyana and M. A. Rofik, "Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 3, pp. 13971-13982, 2022, doi: 10.31004/jptam.v6i3.4825.
- [12] J. S. W. Hutauruk, T. Matulatan, and N. Hayaty, "Deteksi Kendaraan secara Real Time menggunakan Metode YOLO Berbasis Android," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 8-14, 2020, doi: 10.31629/sustainable.v9i1.1401.
- [13] L. Alzubaidi *et al.*, *Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions*, vol. 8, no. 1. Springer International Publishing, 2021.
- [14] F. Rofii, G. Priyandoko, M. I. Fanani, and A. Suraji, "Peningkatan Akurasi Penghitungan Jumlah Kendaraan dengan Membangkitkan Urutan Identitas Deteksi Berbasis Yolov4 Deep Neural Networks," *Teknik*, vol. 42, no. 2, pp. 169-177, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i2.37019.
- [15] M. Hidayah, A. N. Irfansyah, and D. Purwanto, "Deteksi Objek Pada Mobil Otonom dengan Kamera Termal Inframerah," vol. 11, no. 3, 2022.
- [16] A. Ojha, S. P. Sahu, and D. K. Dewangan, "Vehicle detection through instance segmentation using mask R-CNN for intelligent vehicle system," *Proc. - 5th Int. Conf. Intell. Comput. Control Syst. ICICCS 2021*, no. Iccics, pp. 954-959, 2021, doi: 10.1109/ICICCS51141.2021.9432374.
- [17] T. Yang, R. Liang, and L. Huang, "Vehicle counting method based on attention mechanism SSD and state detection," *Vis. Comput.*, vol. 38, no. 8, pp. 2871-2881, 2022, doi: 10.1007/s00371-021-02161-y.
- [18] Y. Liu and G. Zhang, "Vehicle detection algorithm based on LW-SSD," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1748, no. 3, pp. 1-6, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1748/3/032042.
- [19] G. Mahesh Kumar and E. Kumaraswamy, "Smart Traffic Junction Using Raspberry Pi," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 981, no. 3, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/981/3/032048.
- [20] R. O. Ekoputris, 9 Mei 2018, "mobilenet: deteksi objek pada platform mobile", [Online]. Available: <https://medium.com/nodeflux/mobilenet-deteksi-objek-pada-platform-mobile-bbbf3806e4b3>.