

IMPLEMENTASI ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEM MENGUNAKAN RASPBERRY PI DENGAN METODE SHAPE DETECTION DALAM MENGENALI RAMBU-RAMBU LALU LINTAS DI INDONESIA

(IMPLEMENTATION ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEM USING RASPBERRY PI WITH SHAPE DETECTION METHOD FOR RECOGNIZING TRAFFIC SIGN IN INDONESIA)

Muhammad Nur Habibi¹, Agus Virgono², Fussy Mentari Dirgantara³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

muhammadnurhabibi@telkomuniversity.ac.id¹, avirgono@telkomuniversity.ac.id²,

fussymentari@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Pesatnya perkembangan teknologi membuat semua kalangan berlomba-lomba untuk membuat atau mengembangkan teknologi sesuai dengan kebutuhan mereka, salah satunya adalah penelitian mengenai Deteksi Rambu Lalu lintas. Teknologi ini diimplementasikan dalam Advanced Driver Assistance System (ADAS). deteksi merupakan tahapan untuk menelusuri kemungkinan area rambu berada. Hasil deteksi berupa gambaran yang berisi Regions of Interest (ROI) untuk menandai daerah objek. Daerah tersebut akan dijadikan sebagai data latih yang akan mempengaruhi proses deteksi. Dengan demikian dibuatlah suatu sistem yang bertujuan untuk mendeteksi rambu yang terapan pada Raspberry PI yang bekerja secara *real-time* saat mengolah citra rambu dari kamera Raspberry PI. Metode shape detection memiliki 3 langkah pengerjaan mulai dari segmentasi warna, shape detection dan klasifikasi. Metode ini dapat membentuk kotak dengan proses boundingbox yang berfungsi sebagai pemilihan informasi yang perlu di olah agar kinerja sistem tidak begitu berat tetapi memiliki akurasi yang akurat. Tingkat keberhasilan deteksi pada proyek ini menggunakan pengujian pengujian klasifikasi SVM dengan akurasi data latih 96% dan pengujian dengan nilai HSV dengan rata – rata persentase pengujian 71,5%.

Kata Kunci: Rambu Lalu Lintas, Pengenalan Bentuk, Segmentasi Warna, Klasifikasi..

Abstract

The rapid development of technology makes all groups compete to create or develop technology according to their needs, one of which is research on Traffic Sign Detection. This technology is implemented in the Advanced Driver Assistance System (ADAS). Detection is a stage to explore the possibility of a significant area being located. The detection result is an image containing Regions of Interest (ROI) to mark the object area. The area will be used as training data that will affect the detection process. Thus, a system was created that aims to detect signs applied to the Raspberry PI that works in real-time while processing the sign image from the camera Raspberry PI. The method of shape detection has 3 steps, starting from color segmentation, shape detection, and classification. This method can form a box with a boundingbox process that functions as a selection of information that needs to be processed so that system performance is not so heavy but has accurate accuracy. The detection success rate in this project uses SVM classification testing with training data accuracy of 96% and testing with HSV values with an average test percentage of 71.5%.

Keywords: Traffic Road Sign, Shape Detection, Color Segmentation, Classification.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang begitu pesat membuat semua pihak bersaing untuk membuat atau mengembangkan teknologi sesuai kebutuhan mereka, sudah banyak alat yang diciptakan manusia dengan bantuan teknologi yang dapat mempermudah masyarakat dalam menunjang kehidupan sehari – hari. Seperti halnya teknologi *Advanced Driver Assistance System* (ADAS) pada sebuah perangkat kendaraan. ADAS merupakan perangkat elektronik yang membantu

pengemudi untuk dapat meningkatkan keselamatan berkendara di jalan raya, yang memiliki tujuan dasar memberikan informasi pada pengendara untuk berhati – hati dan memperhatikan rambu didepannya karena Sistem rambu lalu lintas adalah bagian terpenting dari ADAS terutama di bagian sistem operasional [1].

Penelitian ini dirancang dengan *teknologi Traffic Sign Recognition* yang berguna pendetesan rambu menggunakan poses citra [2] dengan metode *shape detection*. Sehingga penelitian yang dibuat penulis ini dapat membantu pengendara dalam hal memberikan informasi tentang rambu-rambu lalu lintas sebagaimana fungsinya.

Computer Vision juga digunakan untuk mentrasformasikan bentuk atau kata ke representasi baru pada sistem komputer biner dengan tujuan tertentu, data – data dipisahkan menjadi *output* dan *input* [3]. Contoh penggunaan computer vision pada penelitian ini berupa bagian *input* seperti warna “rambu yang dideteksi berwarna merah” dan *output* berupa “rambu yang berwarna kuning terdeteksi”

Sebuah penelitian dengan judul “Implementasi Advanced Drive Assistance System Menggunakan Raspberry PI dengan Metode *Shape detection* dalam Mengenali Rambu-Rambu Lalu Lintas di Indonesia” berhasil mendeteksi rambu dengan tingkat akurasi mencapai 71,5% dengan akurasi data latih mencapai 96%. deteksi rambu dibagi kedalam tiga tahap yaitu segmentasi warna, *shape detection*, dan juga klasifikasi rambu

1. Dasar Teori

1.1 Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas merupakan bagian dari acuan jalan yang didirikan di samping atau di atas jalan, berfungsi untuk memberikan informasi bagi pengendara maupun pejalan kaki. [4]

1.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra merupakan pengolahan citra/gambar secara spesifik, citra yang di maksud adalah baik gambar diam maupun gambar bergerak, dan secara ilmu pasti pengolahan citra merupakan fungsi kontinu dari ketajaman cahaya dua dimensi

1. Citra Grayscale

Citra Grayscale merupakan warna abu-abu pada suatu pixel yang mempunyai nilai pixel lain didalamnya, dengan kata lain warna RGB merupakan satu kanal, citra ini mempunyai ketajaman warna 8 bit (256) campuran warna abu. Citra warna terdiri dari 3 macam bit warna, memiliki perbedaan pada varian warnanya, 8 bit memiliki 256 variasi warna, 16 bit 65.536 variasi warna dan 24 bit memiliki 16.777.216 variasi warna.[6]

2. Citra Biner

Citra biner adalah citra dengan dua intensitas warna yaitu warna hitam dan putih dengan nilai 0 dan 255, dengan merubah warna citra RGB terlebih dahulu menjadi warna greyscale maka dapat menghasilkan warna citra biner[7]

Persamaan Citra Biner

$$X_{bw} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq \bar{x} \\ 0 & \text{jika } x < \bar{x} \end{cases} \quad [8]$$

3. Thresholding

Thresholding adalah metode yang digunakan untuk mempertegas citra Greyscale dan biner bertujuan untuk diketahui daerah objek dan daerah background dari suatu citra dengan sangat jelas. biasanya citra ini di gunakan untuk proses lebih lanjut dari pengenalan objek dan ekstraksi fitur[9]

4. Deteksi Tepi Canny

Deteksi tepi canny merupakan operator deteksi modern yang optimal ditemukan oleh Marr dan hildreth. [10]

1.3 Segmentasi Warna

Rambu-rambu lalu lintas pada siang hari umumnya terjadi iluminasi, iluminasi sangat mempengaruhi persepsi warna pada rambu-rambu lalu lintas, biasanya berbagai macam iluminasi dapat berupa cahaya matahari, sinar matahari yang di pantulkan, bayangan, bahkan berupa warna lain yang terletak di sekitar rambu-rambu tersebut [11], oleh sebab itu maka perlu menggunakan algoritma segmentasi warna, segmentasi warna adalah suatu fase pixel yang di seleksi sesuai dengan warna hsv yang telah di tentukan, dan keluaran dari fase ini adalah Region Of Interest (ROI) [2], serta bertujuan

mengidentifikasi tanda warna terlepas dari iluminasi.

Mencari nilai HSV jika nilai delta sama dengan 0 maka nilai H sama dengan 0

$$H = \begin{cases} H = 60^\circ \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} + 0 \right), cmax = R' \\ H = 60^\circ \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} + 0 \right), cmax = G' [1] \\ H = 60^\circ \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} + 0 \right), cmax = B' \end{cases}$$

Jika nilai cmax sama dengan 0, maka nilai diri saturasi adalah 0 [1]

$$S = \begin{cases} 0, cmax = 0 \\ \frac{\Delta}{cmax}, cmax \neq 0 \end{cases}$$

Keterangan:

S = saturasi

Serta untuk nilai value sama dengan nilai cmax [1] V = cmax

Keterangan

V = Value

2.4 Shape detection

Shape detection merupakan suatu sistem pengenalan bentuk dengan gabungan faktor-faktor fungsi berupa vertice, aspek rasio dan luar objek. Vertice merupakan jumlah titik pada bangun datar, untuk mencari sebuah titik puncak menggunakan fungsi approximation dari pustaka Open CV, kedua aspek rasio faktor ini merupakan perbandingan lebar dan panjang dari sebuah bangun datar dengan bantuan bounding rectangle di sekeliling luas minimum bangun datar. Untuk rambu yang berbentuk bulat memerlukan dua cara pengenalan bentuk, yaitu dengan aspek rasio dan perbandingan luar kontur pada objek [2].

Cara kerja *shape detection* adalah dengan mendeteksi properti yang ada di sekitar objek dalam suatu citra, contohnya luas dan pusat massa untuk mengenali bentuk rambu-rambu lalu lintas. Metode *shape detection* dilakukan setelah segmentasi warna dengan pengembangan penyortiran untuk mengurangi kompleksitas klasifikasi akhir serta menentukan bentuk yang benar dengan tingkat ketelitian yang tinggi [11].

Metode menggabungkan dan memisahkan hasil dari segmentasi warna diterapkan beberapa filter berdasarkan aspek rasio [11].

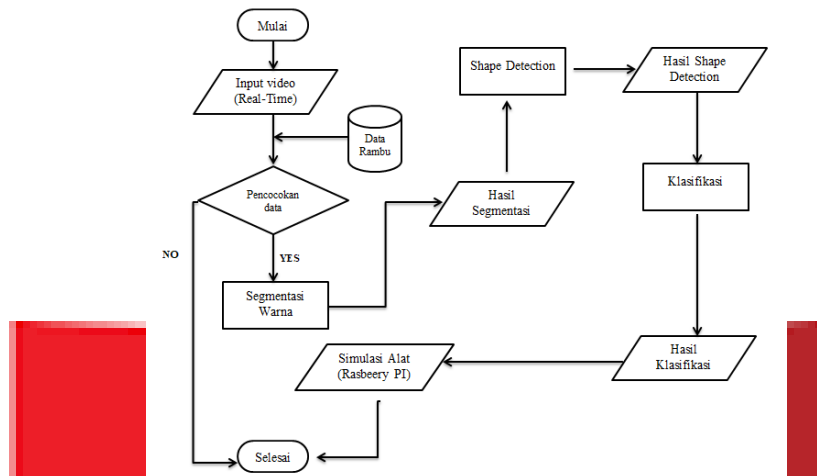
1.4 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan kegiatan mengelompokkan suatu bagian-bagian tertentu. Contohnya, proses penelitian Tugas akhir ini mengelompokkan bentuk dan warna pada rambu-rambu lalu lintas, klasifikasi yang digunakan adalah Support Vector Machines. Support Vector Machines merupakan metode yang bekerja untuk mencari hyperline terbaik dengan misahkan dua kelas dalam ruang *input*, biasanya berupa data latih dan data uji [12]. Berfungsi untuk pengenalan pola dan memisahkan data berdasarkan keperluan serta membangun fungsi yang interpolasi yang akurat [13].

2. Perancangan Sistem

2.1 Desain Sistem

Perancangan sistem implementasi ADAS untuk mendeteksi dan mengenali rambu-rambu lalu lintas pada kendaraan ini bertujuan membantu pengemudi dalam hal memberikan informasi rambu sebagaimana fungsinya agar terhindar dari bahaya atau berpotensi bahaya dari objek di sekitarnya



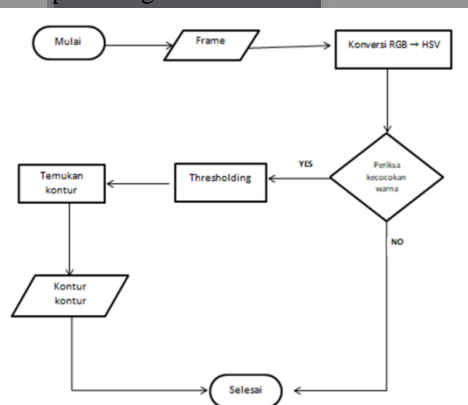
Gambar 1. Desain Sistem

Gambar 1 adalah perancangan sistem untuk mendeteksi rambu-rambu lalu lintas dengan algoritma deteksi yang terdiri dari 3 bagian yaitu segmentasi warna, *shape detection*, hingga klasifikasi yang akan di implementasikan pada Raspberry PI dengan library Open CV dan bahasa pemrograman python sebagai fondasi perancangan sistem.

Kendaraan yang telah di pasang alat pada penelitian ini akan mendeteksi rambu-rambu yang ada di depannya dengan jarak lebih kurang 2-7 meter, dengan langkah awal, sistem dengan data-data yang telah di *input* oleh peneliti berupa rincian dari rambu-rambu peringatan, akan dihubungkan dengan alat berupa Raspberry PI yang di lengkapi dengan kamera dan speaker, kamera akan menangkap video secara *real-time* dan akan diolah oleh sistem mulai dari pencocokan warna dari rambu yang akan di deteksi dengan metode segmentasi warna, seleksi warna menggunakan nilai hue, saturasi dan value setelah deteksi warna yang di anggap cocok dengan data yang telah di *input* sebelumnya, jika gagal, maka akan dilanjutkan dengan metode *shape detection* untuk mendeteksi bentuk dari rambu, dengan teknik pemisahan dan penggabungan bentuk rambu, pencocokan pola dan memberikan keterangan atau label yang akan di sesuaikan dengan data yang sudah ada, setelah data warna dan bentuk dari rambu tersebut diketahui dan di beri label, selanjutnya data akan di klasifikasi atau di kelompokkan sesuai dengan data-data yang telah di *input* oleh peneliti sebelumnya sehingga menemukan hasil yang sesuai dan akurat

2.2 Segmentasi Warna

Tahap segmentasi warna, rambu akan di deteksi warna terlebih dahulu dengan beberapa tahap yang akan di jelaskan pada diagram balok berikut:

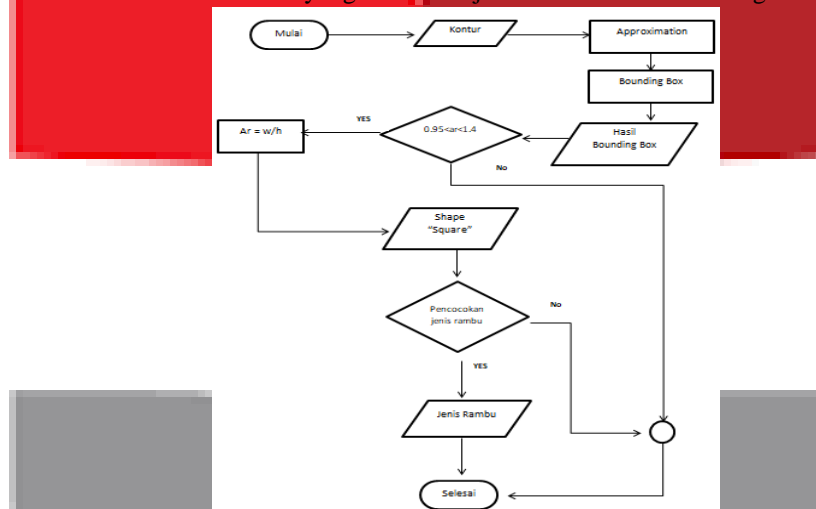


Gambar 2 Flowchart Segmentasi Warna

Gambar 3.2 merupakan flowchart segmentasi warna mulai dari *input frame* dari video. *Frame* video akan di proses dengan mengonversi gambar RGB ke bentuk ruang warna HSV untuk memisahkan warna-warna pada objek rambu. Setelah mengonversi dilanjutkan menyeleksi warna berdasarkan hue, saturasi dan value dari warna kuning yang melambangkan warna rambu peringatan, jika tidak sesuai sistem akan langsung selesai atau error, jika warna sesuai sistem akan di lakukan pengolahan citra digital berupa thresholding, berfungsi memisahkan warna objek dengan warna background, setelah proses thresholding, selanjutnya pencarian warna kontur pada sistem sampai memperoleh warna kontur dari objek rambu yang di teliti.

2.3 Shape detection

Proses selanjutnya menggunakan metode *shape detection* yang bertujuan mendeteksi bentuk dan warna dari rambu yang di akan di jelaskan dalam bentuk diagram berikut



Gambar 3 Flowchar Shape detection

Gambar 3.3 merupakan proses *shape detection* mulai dari penentuan kontur dari objek rambu yang akan di teliti dengan fungsi *approximation* dari pustaka Open CV dengan tujuan mencari titik puncak dari objek dan program mendeteksi ditandai dengan *boundingbox* yang berbentuk kotak dengan tujuan program tidak memproses terlalu banyak objek, hanya memproses hasil dari *boundingbox*, dengan begitu kinerja sistem tidak begitu berat tetapi bisa menghasilkan akurasi yang lebih akurat selanjutnya membandingkan panjang dan lebar bangun datar dari objek (aspek rasio). Persamaan satu rumus mencari aspek rasio pada bangun datar kotak

$$\text{Aspect ratio square} = \frac{\text{width}}{\text{height}}$$

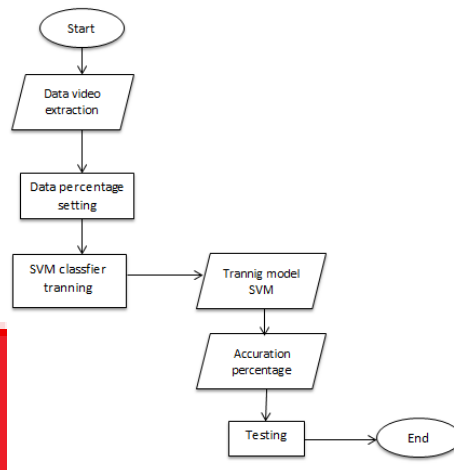
Keterangan:

Width = lebar bangun datar

Height = Panjang bangun datar

3.4 Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)

Warna dan bentuk sudah diketahui dari sistem sebelumnya yaitu algoritma segmentasi warna atau *Shape detection*, akan di lanjutkan dengan klasifikasi menggunakan metode Support Vector Machines (SVM) pada penelitian ini, SVM merupakan klasifikasi terbaik pada machine learning yang berguna sangat berguna untuk pengujian data latih dan data uji.



Gambar 4 Proses Klasifikasi SVM

Gambar 4 merupakan proses klasifikasi SVM yang dibuat melalui video yang telah di ekstraksi, kemudian menentukan persentase pengaturan dari data latih dan data uji, data latih mulai dari 50 % - 90 % dan data uji mulai dari 10 % - 50 %, lalu melakukan pengujian klasifikasi SVM terhadap data latih dan memperoleh model terbaik yang dapat digunakan sebagai pencocokan pola antara data latih dan data *real – time* yang di tangkap melalui kamera, dari proses klasifikasi diperoleh akurasi sebagai acuan untuk pengujian dari penelitian ini

3. **Pengujian dan Analisis**

Pengolahan data yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat kelas atribut pada dataset yang bertujuan untuk mengelompokan data pada dataset. Karena kesamaan rambu lalu lintas peringatan pada Tol Buah Batu – Pasteur dan Tol Pasteur – Buah Batu sebagai data latih dan uji untuk memastikan stabilitas pendeteksian. Dalam percobaan ini, peneliti memilih data rambu lalu lintas yang

Tabel 1 Data Latih

Gambar Rambu	Arti	Contoh Data Latih	Jumlah Data latih
	Pertigaan serong kiri		103
	Belok kanan		125
	Belok kiri		104
	Tinggi maksimal 5 Meter		133
	Peringatan tegas		119
	Jalur dua arah		30
	Objek sekitar		530
Total Data Latih			1144

Tabel 1 adalah gambaran dari data latih yang di gunakan, objek yang dideteksi berupa rambu peringatan yang terdiri dari warna kuning dan hitam. Bentuk citra pada data set, antara lain memiliki bentuk yang kabur, warna yang tidak merata, tertutup objek lain dan pengambilan data pada video yang memiliki kontras berbeda

3.1 **Pengujian Data Latih**

pengujian sistem Deteksi menggunakan metode Support Vector Machines (SVM) adalah hal yang paling penting dari penelitian kali ini karena bertujuan untuk memastikan

keakuratan dari hasil yang telah dideteksi serta mengukur performansi dari sistem deteksi ini. Skenario yang dilakukan adalah dengan mengubah pembagian data latih dan data uji dengan inputan sesuai skenario rambu lalu lintas peringatan yang ada di jalan tol Buah Batu ke Pasteur dan begitu pun sebaliknya. Berikut tabel skenario pengujian sistem deteksi menggunakan SVM

Tabel 2 Pengujian Data Latih

Training	Testing	C	Gamma	Akurasi
50%	50%	100	0,001	87%
50%	50%	1		88%
60%	40%	1000	0,0001	89%
70%	30%	1000	0,0001	90%
80%	20%	100	0,001	91%
80%	20%	1000	0,001	90%
90%	10%	100	0,001	94%
90%	10%	1000	0,001	96%







Tabel 2 merupakan proses pengujian data latih dengan klasifikasi Support Vector Machines (SVM), pada pengujian data latih di uji mulai dari 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan digunakan nilai C (kostanta) = 1,10,100,1000 dan nilai gamma = 1e-3, 1e-4 (default). Hasil dari pengujian ini diambil data set dengan akurasi tertinggi untuk melakukan pengujian akurasi dalam mendeteksi rambu

3.2 Pengujian Menggunakan Nilai HSV

Dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui akurasi dari program yaitu dengan menggunakan 4 video *real-time* yang di bagi menjadi dua video rute Video 1 dan 2 serta video 3 dan 4 dimana video 1 : Tol Pastur –Buah Batu (rute 1), Video 2 : Tol Buah Batu – Pasteur (rute 1), Video 3 Tol Pastur –Buah Batu (rute 2), dan video 4: Tol Buah Batu – Pasteur (rute 2) yang di olah dengan dua nilai HSV, dengan proses pengujian pertama satu nilai HSV yaitu HSV 1 : lowerYel [5,70,60] upperYel [60,255,255], pengujian dua menggunakan nilai HSV 2 : lowerYel2 [5,50,50] upperYel2 [15,255,255], dan pengujian akhir dua nilai HSV yang di gabungkan, serta menggunakan data latih 90% dan data testing 10% . Berikut hasil pengujian akurasi :

1. Pengujian Rute 1







Tabel 3 Pengujian Rute 1

Rambu Lalu Lintas	Rute 1				Jumlah		Total	akurasi
	Video 1		Video 2		Terdeteksi	Tidak terdeteksi		
	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi				
	4	0	3	1	7	1	8	87,5%
	1	1	5	1	6	2	8	75%
	3	1	4	1	7	2	9	77,7%
	8	2	4	4	12	6	18	66,6%
	1	2	2	3	3	5	8	37,5%
	0	0	2	0	2	0	2	100%
Total keseluruhan	17	6	19	10	36	16	52	70%

Tabel 3 merupakan hasil pengujian ketiga dengan dua nilai HSV yang digabungkan pada video 1 dan 2 untuk rute 1 dengan akurasi masing masing rambu serta total akurasi keseluruhan mencapai 70%.

2. Pengujian Rute 2

Tabel 4 Pengujian Rute 2

Rambu Lalu Lintas	Rute 2				Jumlah		Total	akurasi
	Video 2		Video 3		Terdeteksi	Tidak terdeteksi		
	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi				
	3	1	3	1	6	2	8	75%
	1	0	3	2	4	2	6	66.6%
	6	1	4	1	10	2	12	83,3%
	11	0	2	4	13	4	17	76,47%
	1	2	3	2	4	4	8	50%
	0	0	2	0	2	0	2	100%
Total Keseluruhan	22	4	17	10	39	14	53	74%

Tabel 4 merupakan hasil pengujian ketiga dengan dua nilai HSV yang digabungkan pada video 3 dan 4 untuk rute 1 dengan akurasi masing masing rambu serta total akurasi keseluruhan mencapai 74%. Dari pengujian ketiga menggunakan 2 nilai HSV yang digabungkan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 5 Total Hasil Pengujian

Pengujian	Rute 1	Rute 2	Total	Akurasi
	Video 1 dan 2	Video 2 dan 3		
Terdeteksi	36	39	75	71.5%
Tidak Terdeteksi	16	14	30	
Total keseluruhan	52	53	105	

Tabel 5 merupakan total pengujian dua nilai HSV yang digabungkan dengan total rambu yang terdeteksi sebanyak 75 rambu dari total 105 rambu diperoleh akurasi 71,5% .Rumus untuk mencari persentase sukses untuk skenario pengujian akurasi

$$\text{Persentase Sukses} = \frac{\text{Jumlah Hasil pengujian Benar (B)}}{\text{Jumlah Total Pengujian}} \times 100$$

Tabel 6 Bentuk Rambu Terdeteksi dan Tidak Terdeteksi

Rambu Lalu Lintas	Rambu Terdeteksi	Rambu Tidak Terdeteksi
		
		
		
		
		
		

Tabel 6 merupakan contoh rambu peringatan terdeteksi dan tidak terdeteksi, rambu yang tidak dapat di deteksi atau susah dideteksi memiliki beberapa faktor sebagai berikut:

1. Warna HSV tidak sesuai dengan warna rambu saat video *real - time*.
2. Kontras video yang tidak tetap, yang mengakibatkan warna dari rambu berubah ubah
3. Jarak objek rambu dan alat penguji terlalu jauh
4. Rambu tidak jelas dan banyaknya objek lain di sekitar rambu
5. Terhalang oleh kendaraan sekitar rambu

5 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dijabarkan pada tugas akhir ini, dapat disimpulkan Rambu lalu lintas peringatan berhasil diprediksi dan dideteksi menggunakan metode *Shape detection*. Pengujian klasifikasi menggunakan metode SVM dengan membandingkan data latih 90% dan data uji 10% memperoleh akurasi 96%. Performa yang di hasilkan menggunakan algoritma *Shape detection* menggunakan dua nilai HSV dan klasifikasi SVM diuji pada empat video *real - time* yang di kelompokkan menjadi 2 rute (bagian) Tol Pasteur – Buah Batu dan Buah Batu pasteur (video 1 dan 2) serta (Video 3 dan 4) dengan total akurasi 71,5%.

REFERENSI

- [1] [1] A. A. S. Gunawan, P. G. A, and W. Gazali, “Pendeteksian Rambu Lalu Lintas Dengan Algoritma Speeded Up Robust Features (SURF),” vol. 13, no. 9, pp. 91–96, 2013.
- [2] [2] O. R. Sitanggang, H. Fitriyah, and F. Utamingrum, “Sistem Deteksi dan Pengenalan Jenis Rambu Lalu Lintas Menggunakan Metode Shape Detection Pada Raspberry Pi,” J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya, vol. 2, no. 12, 2018.
- [3] [3] A. I. Djihad, S. M. Nasution, and A. L. Prasasti, “Implementation of Illegal Parking Detection on Road Traffic using Neural Networks,” vol. xx, no. xx, pp. 45–50, 2020.
- [4] [4] H. A. Rohman, U. Radiyah, and A. Maulana, “Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas Berbasis Android,” JIKA (Jurnal Inform., vol. 3, no. 2, pp. 210–216, 2019, doi: 10.31000/jika.v3i2.2191.
- [5] [5] Menteri Perhubungan, “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas,” Peratur. Menteri Perhub. Republik Indones. Nomor Pm 115 Tahun 2018, pp. 1–8, 2014, [Online]. Available: <http://hubdat.dephub.go.id/km/tahun-2018/2669-peraturan-menteri-perhubungan-republik-indonesia-nomor-pm-115-tahun-2018-tentang-pengaturan-lalu-lintas-operasional-mobil-barang-selama-masa-angkutan-natal-tahun-2018-dan-tahun-baru-2019/download>.
- [6] [6] B. Hardiansyah, A. P. Armin, and A. B. Yunanda, “Rekonstruksi Citra Pada Super Resolusi Menggunakan Interpolasi Bicubic,” INTEGER J. Inf. Technol., vol. 4, no. 2, pp. 1–12, 2019, doi: 10.31284/j.integer.2019.v4i2.684.
- [7] [7] M. M. Sobel, R. Canny, P. Teguh, K. Putra, N. Kadek, and A. Wirdiani, “Pengolahan Citra Digital Deteksi Tepi Untuk Membandingkan Metode Sobel, Robert dan Canny,” J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi), vol. 2, no. 2, pp. 253–261, 2016.
- [8] [8] N. H. Tsani, I. B. D. M.T, and A. L. P. S.T, “Implementasi Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Kamera Webcam dengan Metode Frame Difference The Implementation of Vehicle Speed Detection using Webcam with Frame Difference Method,” e-Proceeding Eng., vol. 4, no. 2, pp. 2373–2381, 2017.
- [9] [9] E. Maria, Yulianto, Y. P. Arinda, Jumiatty, and P. Nobel, “Segmentasi Citra Digital Bentuk Daun Pada Tanaman Di Politani Samarinda Menggunakan Metode Thresholding,” Jurti, vol. 2, no. 1, pp. 37–46, 2018.
- [10] [10] A. N. Hermana and M. S. Juerman, “Implementasi Algoritma Canny dan Backpropagation dalam Pengenalan Pola Rumah Adat,” J. Itenas, pp. 1–10, 2014.

- [11][11] A. Broggi, P. Cerri, P. Medici, P. P. Porta, and G. Ghisio, "Real time road signs recognition," *IEEE Intell. Veh. Symp. Proc.*, no. section III, pp. 981–986, 2007, doi: 10.1109/ivs.2007.4290244.
- [12][12] M. W. P. Indi, A. Novianty, and A. L. Prasasti, "Automatic First Arrival Picking on P-Wave Seismic Signal Using Support Vector Machine Method," *2020 8th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2020*, pp. 1–6, 2020, doi: 10.1109/ICoICT49345.2020.9166267.
- [13][13] K. N. Ramadhani, Mubarak, and A. D. Palit, "Deteksi Dan Rekognisi Rambu-Rambu Lalu Lintas Dengan Menggunakan Metode Support Vector Machine," *J. Ilm. Teknol. dan Inf. Terap.*, vol. III, no. 2, pp. 147–153, 2017.
- [14][14] G. Halfacree, "The Official Raspberry Pi Beginner's Guide," *Raspberry Pi Trading Ltd*, p. 240, 2018.

