

KLASIFIKASI RAMBU LALU LINTAS MENGGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI WAVELET DAN JARAK EUCLIDEAN

Vincentius Abdi Gunawan¹⁾, Ignatia Imelda Fitriani²⁾, dan Leonardus Sandy Ade Putra³⁾

¹⁾Teknik Informatika, Universitas Palangka Raya

²⁾Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Palangka Raya

³⁾Teknik Informatika, STMIK Palangka Raya

e-mail: abdi.g05@gmail.com¹⁾, ignatiaimelda31@gmail.com²⁾, leonardusandy@gmail.com³⁾

ABSTRACT

Driving is one of the human activities in which daily life is often done. Driving can be done by land, air, and sea. Human mobility in driving is very high on land routes using various means of transportation. For the sake of smooth driving, roads are often equipped with traffic signs in each traffic area. Traffic signs are a means for road users to provide information and guidance for motorists about the situation in the surrounding area. The number of motorists who lack awareness of the knowledge of reading traffic signs is one of the biggest causes of accidents in Indonesia. So that a system is needed that can help in recognizing traffic signs, especially prohibited signs. The system designed using Haar Wavelet feature extraction and Euclidean distance as a classification. From the data that has been tested, the level of recognition in reading traffic signs is prohibited by 92%.

Keywords: *Traffic Sign, Image Processing, Haar Wavelet Extraction, Euclidean Distance.*

ABSTRAK

Berkendara merupakan salah satu aktivitas manusia yang dalam kehidupan kesehariannya sering dilakukan. Berkendara dapat dilakukan melalui jalur darat, udara, dan laut. Mobilitas manusia dalam berkendara sangat tinggi dilakukan pada jalur darat dengan menggunakan berbagai macam alat transportasi. Demi kelancaran dalam berkendara, ruas jalan sering kali dilengkapi dengan rambu lalu lintas di setiap wilayah lalu lintas. Rambu lalu lintas adalah sarana bagi pengguna jalan untuk memberikan informasi maupun petunjuk bagi pengendara akan situasi di wilayah sekitar. Banyaknya pengendara yang kurang kesadaran akan pengetahuan mengenai pembacaan rambu lalu lintas menjadi salah satu penyebab terbesar terjadi kecelakaan di Indonesia. Sehingga diperlukan sistem yang dapat membantu dalam mengenali rambu lalu lintas khususnya rambu larangan. Sistem yang dirancang menggunakan ekstraksi ciri Wavelet Haar dan jarak Euclidean sebagai klasifikasi. Dari data yang telah diuji, dihasilkan tingkat pengenalan dalam membaca rambu lalu lintas bersifat larangan sebesar 92%.

Kata Kunci: *Rambu Lalu Lintas, Citra Digital, Ekstraksi Wavelet Haar, Jarak Euclidean.*

I. PENDAHULUAN

BERKENDARA merupakan salah satu aktivitas manusia untuk dapat berpindah lokasi dari lokasi awal ke lokasi tujuan. Berkendara dapat dilakukan dengan berbagai cara dengan menggunakan kendaraan baik udara, laut maupun darat. Mobilitas yang dilakukan manusia sangat besar terjadi pada proses berkendara yang dilakukan di darat dengan menggunakan berbagai macam alat transportasi. Padatnya mobilitas yang dilakukan oleh manusia tidak terlepas dari bahaya yang mengancam orang yang berkendara di jalan raya. Menurut Korlantas Lalulintas Kepolisian Negara Republik Indonesia angka kecelakaan yang terjadi di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 107.603 ribu kasus dengan tingkat kematian 25.183 ribu jiwa [1]. Kecelakaan yang terjadi dipengaruhi banyak hal diantaranya, kelalaian yang disebabkan oleh diri sendiri maupun orang lain, pengemudi yang melanggar kecepatan maksimum dan minimum, pelanggaran lalu lintas.

Kecelakaan yang terjadi diakibatkan karena pelanggaran lalu lintas terjadi karena banyak dari pengendara yang masih tidak mengetahui fungsi-fungsi dari rambu lalu lintas yang telah tersedia di lalu lintas. Rambu lalu lintas selain sebagai penunjuk atau sarana yang mengatur keselamatan, kelancaran, dan ketertiban lalu lintas yang digambarkan dengan berbagai bentuk diantaranya lambang,

huruf, angka, dan kalimat. Fungsi dari rambu lalu lintas sebagai petunjuk, perintah, dan larangan sangatlah penting untuk dimengerti oleh setiap pengguna kendaraan di jalan raya.

Salah satu rambu lalu lintas yang sangat penting diketahui adalah rambu lalu lintas yang bersifat larangan. Rambu lalu lintas bersifat larangan salah satunya adalah rambu batas akhir larangan. Rambu batas akhir larangan adalah rambu yang memiliki perintah untuk menyatakan batas berlakunya suatu larangan. Sebagai contoh adalah rambu larangan kecepatan maksimum, rambu larangan belok kiri atau kanan, rambu larangan berhenti, dan rambu larangan menyalip.

Dengan kurangnya pengetahuan pengendara mengenai rambu lalu lintas khususnya rambu larangan dapat menyebabkan terjadi kecelakaan di jalan raya. Sehingga diperlukannya teknologi untuk dapat mengetahui atau mendapatkan informasi mengenai rambu tersebut dengan menggunakan teknologi *computer vision*. Teknologi yang dirancang diharapkan dapat memiliki kemampuan seperti mata manusia yang dapat mendeteksi rambu yang terdapat di jalan raya.

Penelitian serupa telah dilakukan oleh Tri Harsono [2], yang meneliti mengenai pengenalan gambar rambu-rambu lalu lintas dengan metode kuantisasi merata. Penelitian tersebut telah memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 90,18%. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Junianto Ismail [3] mengenai aplikasi pengenalan rambu lalu lintas menggunakan metode fuzzy Mamdani telah berhasil dilakukan namun masih memiliki berbagai.

Penelitian serupa yang telah dilakukan kurang menyinggung mengenai rambu lalu lintas yang bersifat larangan sehingga diperlukan sistem yang dapat membaca dan memberi informasi mengenai rambu yang telah dibaca atau diidentifikasi oleh sistem. Sistem yang dirancang memanfaatkan webcam sebagai alat bantu dalam pengambilan citra digital pada rambu lalu lintas, kemudian ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Wavelet Haar*, dan fungsi jarak *Euclidean* sebagai klasifikasi hasil identifikasi pada sistem. Sistem yang dirancang dapat memberi informasi kepada menggunakan mengenai rambu yang telah dibaca oleh sistem.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan variasi desimasi yang terdapat pada ekstraksi ciri *Wavelet Haar*. Variasi desimasi digunakan untuk mengetahui pengaruh pengenalan rambu lalu lintas terhadap hasil dari klasifikasi. Tahapan dalam proses pengenalan rambu lalu lintas dapat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan tahapan proses pengenalan rambu lalu lintas larangan

A. Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas adalah salah satu perlengkapan jalan yang terdiri dari lambing, angka, huruf, maupun kalimat yang digabungkan membentuk sebuah perintah, peringatan, larangan, maupun petunjuk bagi pengguna jalan. Fungsi dari rambu lalu lintas sangatlah penting, dimana fungsinya sebagai pemberian informasi mengenai kondisi jalan di wilayah sekitar.

Pengetahuan mengenai rambu lalu lintas hingga saat ini masih kurang dipahami oleh banyak pengendara. Salah satunya adalah rambu mengenai larangan. Rambu lalu lintas larangan adalah salah satu dari sekian banyak rambu yang harus diketahui oleh seluruh pengguna jalan. Fungsinya sebagai

pemberi larangan cenderung kepada suatu daerah yang memiliki tingkat kecelakaan maupun kondisi jalan yang kurang baik, sehingga diperlukan perhatian bagi pengguna jalan untuk melalui wilayah tersebut.

Rambu larangan dapat berupa larangan kecepatan, larangan belok kiri atau belok kanan, larangan berhenti, larangan menyalip, larangan berbalik arah, dan masih banyak lagi bentuk larangan yang terdapat pada rambu jalan. Gambar 2 memperlihatkan contoh dari beberapa rambu larangan.

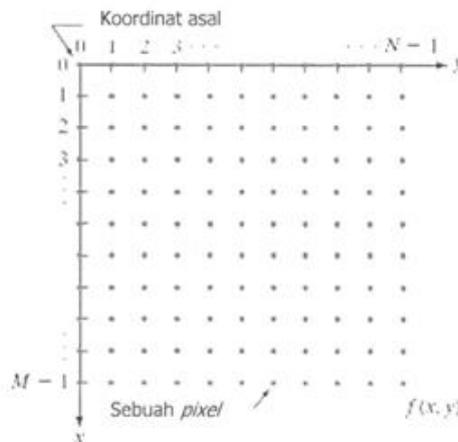


Gambar 2. Memperlihatkan contoh dari beberapa rambu larangan [4].

B. Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah proses dimana citra atau gambar 2 dimensi dengan menggunakan komputer. Sebuah citra digital dibangun melalui sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu [5]. Citra digital terdiri dari berbagai nilai matriks yang didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitude f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari suatu titik citra tertentu. Nilai x,y, dan nilai amplitude f secara keseluruhan bernilai diskrit,

sehingga dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital [6]. Gambar 3, menunjukkan posisi koordinat dari citra digital.

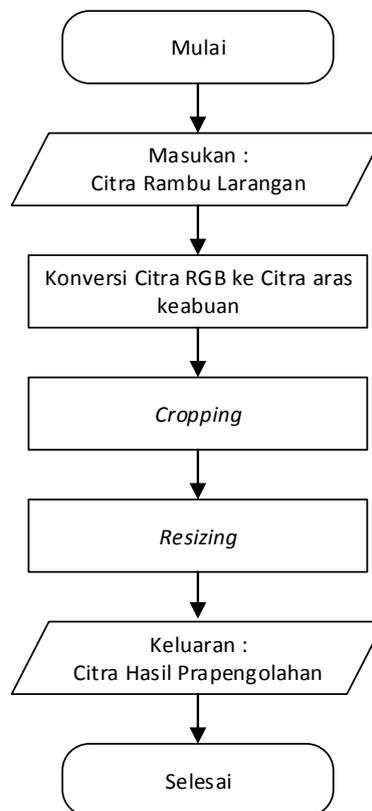


Gambar 3. Koordinat citra digital

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \dots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

C. Prapengolahan

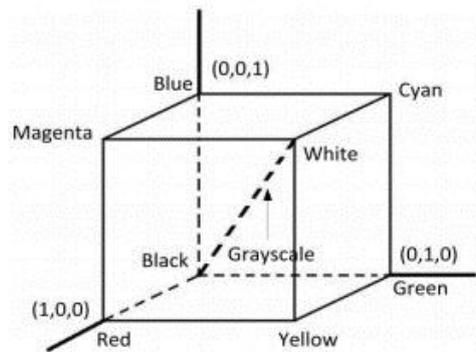
Prapengolahan adalah pemrosesan awal pada citra digital sebelum dilakukan pengolahan citra. Prapengolahan bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra yang mengalami distorsi. Proses pra pengolahan dapat dilakukan dengan berbagai tahapan mulai dari konversi warna RGB ke aras keabuan, *cropping*, dan *resize* [7], [8]. Tahapan dalam proses prapengolahan dapat diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan proses prapengolahan.

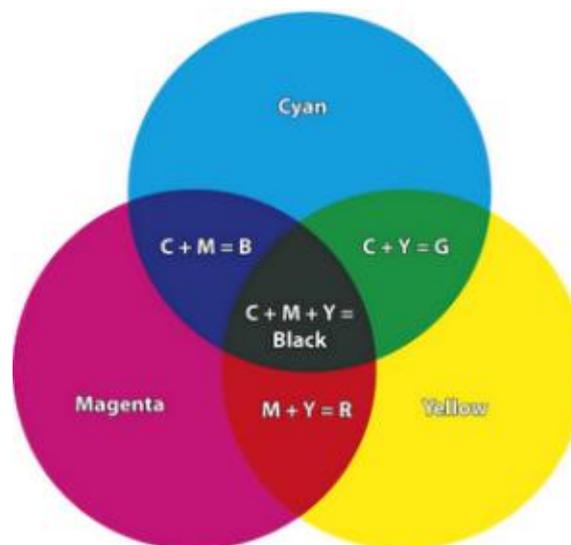
D. Ruang Warna RGB

Suatu citra digital berwarna memiliki tiga penyusun warna utama. Warna utama dari citra warna adalah RGB, dengan R (merah), G (hijau), dan B (biru). Ketiga komponen tersebut dapat menyusun suatu citra dengan penyusunan warna di setiap piksel. Ruang warna RGB biasanya digambarkan dalam bentuk kubus tiga dimensi, dengan warna merah, hijau, dan biru berada pada pojok sumbu. Gambar 5 memperlihatkan ruang warna RGB dalam bentuk kubus.



Gambar 5. Ruang warna RGB dalam bentuk kubus [9]

Warna utama RGB dapat membentuk warna lain selain warna RGB dengan hanya menggunakan kombinasi dari warna utama yang ada. Penambahan campuran warna dari warna utama dapat menyebabkan munculnya warna lain dan hal ini diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembentukan warna baru dengan campuran warna utama RGB [10]

Warna hitam dapat dibentuk dengan menggunakan campuran dari warna utama antara merah, hijau, dan biru. Warna magenta dapat dibentuk dengan menggunakan warna campuran antara merah dan biru. Warna kuning dapat dibentuk dengan campuran warna merah dan hijau. Pembentukan warna dari campuran warna utama ialah representasi dari suatu sinar tambahan yang membentuk warna sekunder. Ruang warna RGB banyak digunakan pada monitor computer maupun video kamera dan hasil citra digital.

E. Wavelet

Wavelet merupakan fungsi basis yang diisolasi dengan mengacu pada lokasi spasial atau waktu, dan frekuensi atau angka gelombang. Setiap nilai wavelet memiliki karakteristik lokasi dan skala. Wavelet merupakan gelombang mini (*small wave*) yang mempunyai kemampuan mengelompokkan energy citra dan terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya

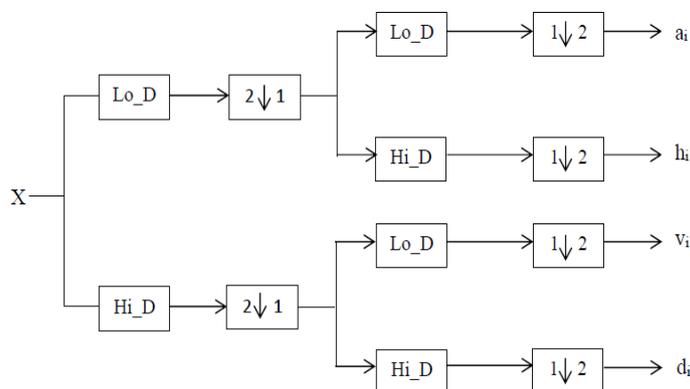
mengandung sedikit energy yang dapat dihilangkan tanpa mengurangi nilai informasi pada suatu data citra [9].

Wavelet dapat terbagi menjadi 2 berdasarkan ruang dan waktu yaitu *wavelet* 1 dimensi (waktu) dan 2 dimensi (ruang). Pengertian waktu adalah gelombang 1 dimensi yang memulai point shifting dari sumber menuju akhir, sedangkan ruang didalam wavelet 2D, point shifting dengan 2 dimensi.

F. Wavelet Haar

Wavelet Haar merupakan salah satu tipe wavelet yang sederhana dan diterapkan pada transformasi sinyal 1 dimensi dan transformasi pada citra (sinyal 2 dimensi), yang diperlihatkan pada Gambar 7. Transformasi pada citra digital dapat dilakukan dengan dua acara, yaitu metode dekomposisi standar dna metode dekomposisi tidak standar.

Metode dekomposisi standar dilakukan dengan cara memisahkan anantara baris dan kolom sehingga transformasi *Wavelet Haar* dilakukan dengan 1-dimensi. Transformasi dilakukan pada baris terlebih dahulu hingga nilai piksel citra yang diinginkan kemudian dilanjutkan transformasi *Wavelet Haar* 1-dimensi untuk setiap kolomnya. Sedangkan metode dekomposisi tidak standar, dilakukan dengan cara transformasi *Wavelet Haar* 1-dimensi untuk baris dan kolom dilakukan bergantian terus hingga mencapai nilai yang diinginkan [6].



Gambar 7. Transformasi *Wavelet Haar* [10]

- Lo_D : Konvolusi baris dengan *low pass filter*
- Hi_D : Konvolusi baris dengan *high pass filter*
- 2↓1 *Downsample* kolom : ambil kolom genap
- Lo_D : Konvolusi kolom dengan *low pass filter*
- Hi_D : Konvolusi kolom dengan *high pass filter*
- 1↓2 *Downsample* baris : ambil baris genap

Berdasarkan algoritma piramid :

- **a_i** adalah koefisien rerata
- **h_i** adalah koefisien horizontal
- **v_i** adalah koefisien vertical
- **d_i** adalah diagonal

G. Jarak Euclidean

Jarak *Euclidean* adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. Jarak *Euclidean* menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor.

Rumus dari jarak *Euclidean* [9]:

$$j(v_1, v_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (v_1(k) - v_2(k))^2} \tag{2}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

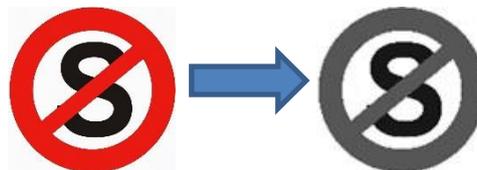
Penelitian ini menggunakan 100 data citra digital yang dibagi menjadi 75 sebagai data latih dan 25 sebagai data uji. Data terbagi menjadi 5 kelompok data yang mewakili citra rambu larangan. Kelompok terdiri dari citra larangan belok kanan, larangan putar arah, larangan berhenti, larangan parker, dan larangan mempotret. Kelima data citra tersebut dapat diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Data citra rambu lalu lintas larangan dalam pengujian

A. Konversi Citra RGB ke Citra Aras Keabuan

Masukan citra digital rambu lalu lintas memiliki format citra RGB sehingga diperlukan konversi dari format RGB ke format aras keabuan. Konversi diperlukan agar pada saat ekstraksi ciri citra tidak memerlukan banyak memori. Hasil dari konversi citra diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil dari proses konversi citra RGB ke citra aras keabuan

B. Cropping

Setelah citra dilakukan konversi maka masuk dalam proses *cropping*. Proses ini bertujuan untuk memotong bagian tertentu dari elemen citra yang diinginkan pada citra digital. Dengan dilakukan pemotongan tersebut maka bagian citra yang tidak diinginkan dapat dihilangkan. Proses ini akan menghasilkan bagian citra yang hanya diperlukan.

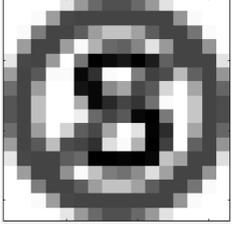
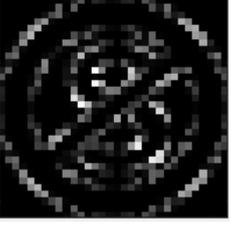
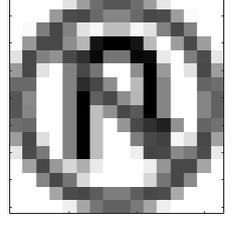
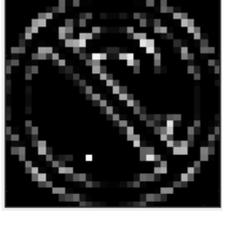
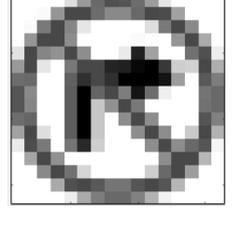
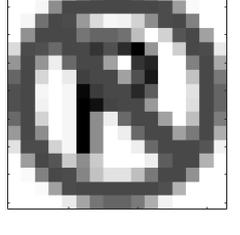
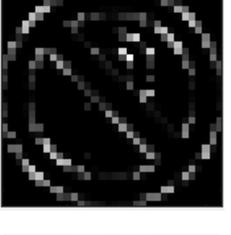
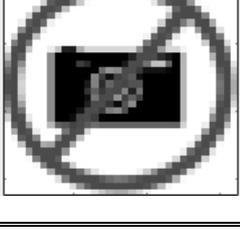
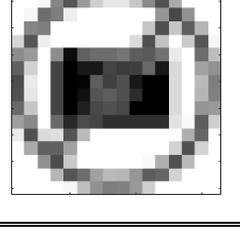
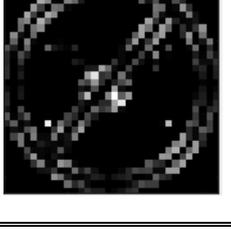
C. Resizing

Resizing adalah proses mengubah ukuran atau resolusi dari suatu citra dalam piksel. Proses ini bekerja dengan cara mengurangi atau menambah jumlah piksel yang menyusun citra tersebut. Dalam penelitian ini citra akan diubah menjadi citra berukuran 64×64 piksel.

D. Ekstraksi Ciri Wavelet Haar

Ekstraksi ciri memiliki tujuan untuk mencari daerah fitur yang signifikan pada citra yang sesuai dengan karakteristik yang diperlukan. Hasil dari proses ekstraksi ciri memiliki kapasitas memori yang lebih kecil. Proses ini dilakukan karena data hasil ekstraksi ciri yang lebih sedikit telah dapat mewakili data aslinya yang memiliki kapasitas yang lebih besar.

TABEL I
HASIL EKSTRAKSI CIRI *WAVELET HAAR* TERHADAP CITRA DATA UJI DENGAN VARIASI DESIMASI

Citra Asli	Desimasi		
	32 x 32	16 x 16	8 x 8
			
			
			
			
			

Pada penelitian ini ekstraksi ciri dengan menggunakan *Wavelet Haar* dapat dibagi menjadi 3 data desimasi. Desimasi ini sendiri dilakukan untuk mengetahui kinerja dari hasil klasifikasi. Desimasi yang digunakan ialah, desimasi 32×32 piksel, desimasi 16×16 piksel, dan desimasi 8×8 . Semakin kecil desimasi yang digunakan maka kapasitas memori yang digunakan semakin kecil. Hasil dari ekstraksi ciri *Wavelet Haar* dengan menggunakan desimasi dapat diperlihatkan pada Tabel I.

E. Hasil Klasifikasi Jarak Euclidean

Penelitian yang telah dilakukan telah memiliki hasil klasifikasi yang sesuai. Hasil klasifikasi dibedakan menjadi 2 kondisi. Hasil klasifikasi akan menentukan apakah citra masukan yang digunakan sebagai data uji dapat dibaca dan diklasifikasi dengan sesuai atau tidak sesuai. Dengan menggunakan jarak *Euclidean* dapat dilakukan klasifikasi terhadap hasil pengenalan rambu lalu lintas larangan. Tabel II memperlihatkan hasil dari jarak *Euclidean* pada setiap data uji terhadap variasi desimasi.

TABEL II
HASIL NILAI JARAK *EUCLIDEAN* DENGAN VARIASI DESIMASI

Data Ke-	Nama Data	Hasil Jarak Euclidean Dengan Variasi Desimasi		
		32 x 32	16 x 16	8 x 8
1	Stop_1	66.219	40.566	26.482
2	Stop_2	76.535	46.040	26.766
3	Stop_3	86.894	51.550	25.465
4	Stop_4	88.610	51.641	28.182
5	Stop_5	90.447	54.454	28.314
6	Balik_1	89.246	51.556	26.487
7	Balik_2	90.460	52.273	27.006
8	Balik_3	92.054	52.533	29.859
9	Balik_4	98.551	59.014	32.480
10	Balik_5	100.661	55.807	31.146
11	Belok_1	101.294	56.530	34.390
12	Belok_2	102.142	58.477	31.444
13	Belok_3	94.062	58.707	34.839
14	Belok_4	94.416	58.891	35.263
15	Belok_5	94.798	60.176	35.788
16	Parkir_1	95.230	60.852	38.600
17	Parkir_2	103.121	65.811	42.115
18	Parkir_3	107.069	68.332	42.380
19	Parkir_4	107.561	69.321	43.169
20	Parkir_5	107.712	69.541	43.400
21	Potret_1	114.508	70.836	44.619
22	Potret_2	119.495	71.326	44.871
23	Potret_3	119.799	71.354	45.897
24	Potret_4	124.707	73.386	46.241
25	Potret_5	134.053	73.907	46.457

Pengujian yang telah dilakukan pada data uji memperlihatkan bahwa data uji diklasifikasi terhadap desimasi yang berbeda. Setiap desimasi memiliki ukuran pikselnya berbeda. Desimasi 1 memiliki ukuran piksel 32×32 , desimasi 2 memiliki ukuran piksel 16×16 , dan desimasi 3 memiliki ukuran piksel sebesar 8×8 . Hasil pengujian terhadap data uji diperlihatkan pada Tabel III.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN CITRA DATA UJI TERHADAP DESIMASI

Nama Data	Target Keluaran Larangan	Hasil Pengujian Pada Desimasi		
		32 x 32	16 x 16	8 x 8
Stop_1	Berhenti	✓	✓	✗
Stop_2	Berhenti	✓	✓	✓
Stop_3	Berhenti	✓	✗	✓
Stop_4	Berhenti	✓	✓	✓
Stop_5	Berhenti	✓	✓	✓
Balik_1	Balik Arah	✓	✓	✓
Balik_2	Balik Arah	✓	✓	✗
Balik_3	Balik Arah	✓	✓	✓
Balik_4	Balik Arah	✓	✓	✓
Balik_5	Balik Arah	✓	✓	✓
Belok_1	Belok Kanan	✓	✗	✗
Belok_2	Belok Kanan	✓	✓	✓
Belok_3	Belok Kanan	✓	✓	✓
Belok_4	Belok Kanan	✗	✗	✓
Belok_5	Belok Kanan	✓	✓	✓
Parkir_1	Parkir	✓	✓	✓
Parkir_2	Parkir	✓	✓	✓
Parkir_3	Parkir	✗	✓	✗
Parkir_4	Parkir	✓	✓	✓
Parkir_5	Parkir	✓	✓	✓
Potret_1	Mempotret	✓	✓	✓
Potret_2	Mempotret	✓	✓	✓
Potret_3	Mempotret	✓	✓	✓
Potret_4	Mempotret	✓	✓	✗
Potret_5	Mempotret	✓	✓	✓

Dari 25 data uji tersebut memperlihatkan data uji dengan menggunakan desimasi 1 memiliki tingkat pengenalan yang sangat tinggi mencapai 92% dengan 2 kesalahan pengenalan. Sedangkan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan desimasi 2 terdapat kesalahan klasifikasi atau pengenalan sebanyak 3 data uji, dengan keberhasilan pengenalan mencapai 88%. Pengujian dengan menggunakan desimasi 3 memiliki kegagalan dalam pengenalan sebanyak 5 data uji dengan tingkat keberhasilan mencapai 80%. Hasil pengujian dapat diperlihatkan pada Tabel IV.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN RAMBU LALU LINTAS DENGAN VARIASI DESIMASI.

Desimasi	Persentase Tingkat Pengenalan
1	92%
2	88%
3	80%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengenalan rambu lalu lintas larangan dapat dikenali dengan baik. Sistem yang dirancang dengan menggunakan ekstraksi ciri *Wavelet Haar* dan klasifikasi dengan jarak *Euclidean* dapat membaca citra rambu yang diuji.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi desimasi dengan tingkat keberhasilan pengenalan untuk setiap desimasi ialah, desimasi 1 tingkat pengenalan 92%, desimasi 2 tingkat pengenalan 88%, desimasi 3 tingkat pengenalan 80%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengenalan rambu lalu lintas dapat dikenali dengan sangat baik ketika menggunakan ekstraksi ciri pada desimasi 1 dengan ukuran piksel 32×32 . Sehingga sistem yang dirancang dapat mengenali rambu lalu lintas berupa larangan dengan tingkat keberhasilan mencapai 92%.

Adapun peneliti telah memiliki saran dalam pengembangan penelitian ini, diantaranya ialah perlu penambahan dalam data latih agar referensi basis data lebih banyak sehingga hasil pengujian lebih akurat. Penambahan jenis rambu lalu lintas larangan dengan model yang lainnya dapat dilakukan untuk memberi pembelajaran yang lebih baik. Sistem dapat dilakukan secara *real time* yang dapat membantu pengendara lebih berhati-hati ketika berkendara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. POLRI, "Jumlah Kejadian Kecelakaan di Indonesia selama triwulan terakhir," [Http://Korlantas-Irsms.Info/](http://korlantas-irsms.info/), pp. 2–3, 2018.
- [2] T. Harsono, A. Basuki, and N. Ramadijanti, "PENGENALAN GAMBAR RAMBU-RAMBU LALU- (Identification of Traffic Signs by Using Average Quantification Method)," pp. 13–19.
- [3] J. Ismail, F. Marisa, and I. D. Wijaya, "Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Android," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–39, 2018.
- [4] Humas Polres Bantul, "Arti Dan Lambang Rambu Lalu Lintas," pp. 1–11, 2014.
- [5] W. M. Rahmawati and F. Liantoni, "Penggunaan Arnold Cat Map Dan Beta Chaotic Map Pada Enkripsi Data Citra," *J. ELTIKOM*, vol. 2, no. 2, pp. 50–57, 2018.
- [6] Leonardus Sandy Ade Putra and Vincentius Abdi Gunawan, "The Recognition Of Semaphore Letter Code Using Haar Wavelet And Euclidean Function," in *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2018, no. 1.
- [7] Jullend Gatc, Vincentius Abdi Gunawan, and Febri Maspiyanti, "Chlorophyll-a Concentration Estimation for Seaweed Identification in Kupang Bay Using MODIS Aqua Data," pp. 289–293, 2016.
- [8] Leonardus Sandy Ade Putra, R. Rizal Isnanto, Aris Triwiyatno, and Vincentius Abdi Gunawan, "Identification of Heart Disease With Iridology Using Backpropagation Neural Network," in *Borneo International Conference on Applied Mathematics and Engineering*, 2018.
- [9] Leonardus Sandy Ade Putra, R. Rizal Isnanto, A. Triwiyatno, and Vincentius Abdi Gunawan, "Heart Disease Detection Using Iridology With Principal Component Analysis (PCA) And Backpropagation Neural Network," *Eng. Int. Conf.*, no. Cvd, 2018.
- [10] A. S. Abdul Kadir, "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra," no. May, p. 640, 2013.
- [11] Leonardus Sandy Ade Putra, "THE INTRODUCTION OF CODE-LETTER," 2017.