

# **PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS BERBASIS BENTUK DENGAN HOG DESCRIPTOR**

Skripsi



oleh  
**EVAN HANSEFRI**  
**22104911**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

**PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS BERBASIS BENTUK  
DENGAN HOG DESCRIPTOR**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

Disusun oleh

**EVAN HANSEFRI**  
**22104911**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2016**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **Pengenalan Rambu Lalu Lintas Berbasis Bentuk dengan HOG Descriptor**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 20 Desember 2016



EVAN HANSEFRI

22104911

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS  
BERBASIS BENTUK DENGAN HOG  
DESCRIPTOR

Nama Mahasiswa : EVAN HANSEFRI

N I M : 22104911

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2016/2017

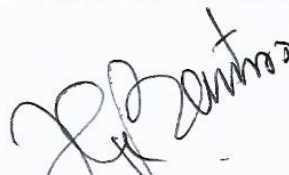
Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 20 Desember 2016

Dosen Pembimbing I



Nugroho Agus Haryono, M.Si

Dosen Pembimbing II



Prihadi Beny Waluyo, SSi., MT.

## HALAMAN PENGESAHAN

### Pengenalan Rambu Lalu Lintas Berbasis Bentuk Dengan HOG Descriptor

Oleh: EVAN HANSEFRI / 22104911

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 16 Desember 2016

Yogyakarta, 20 Desember 2016  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:


1. Nugroho Agus Haryono, M.Si
2. Prihadi Beny Waluyo, SSi., MT.
3. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,  
M.Eng.
4. Lucia Dwi Krisnawati, Dr.



Dekan

  
(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

  
(Gloria Virginia, Ph.D.)

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, oleh karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Penelitian ini diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana computer (S.Kom).

Laporan ini berisi tulisan tentang penelitian yang dilakukan penulis tentang sistem yang dibuat oleh penulis. Sistem ini terkait dengan rambu lalu lintas peringatan yang erat hubungannya kehidupan berlalu lintas dan keselamatan di jalan.

Penulis berharap penelitian yang telah dilakukan dapat bermanfaat dan dikembangkan lagi oleh peneliti lainnya sehingga menjadi sebuah sistem yang efektif dan efisien untuk membantu para pengguna jalan dalam kehidupan berlalu lintas.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf apabila terjadi kesalahan dalam penyusunan laporan ini. Terima kasih.

Yogyakarta, 20 Desember 2016

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Segala pengagungan, hormat, kemuliaan kepada Allah El Elyon na Adonai, Yeshua Hamasih dan Tuhan Roh Kudus, yang selalu membimbing, menyertai, menghibur, mengayomi, menolong dan memberikan anugerah serta mukjizat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengenalan Rambu Lalu Lintas Berbasis Bentuk dengan HOG Descriptor” dengan sangat baik.

Selama perjalanan penelitian ini, penulis mendapatkan support dan dukungan yang menguatkan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nugroho Agus Haryono, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang selalu mengoreksi, memberi saran dan masukan tentang sistem yang penulis buat.
2. Bapak Prihadi Beny Waluyo, S.Si., MT. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan nasehat dan motivasi ditengah tekanan dalam menyelesaikan penelitian.
3. Ibu Lucia Dwi Krisnawati, Dr. selaku dosen penguji yang memberikan kritik, saran dan nasehat sehingga sistem dapat direvisi dengan baik.
4. Bapak Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S. T., M.Eng. selaku dosen penguji yang memberikan masukan tentang struktur penulisan dan mengajari penulis cara menyusun tulisan dengan baik.
5. Ibu Maria Goretti Ety Sri Wahyuningsih, M.A. selaku orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan, mendukung, memberi nasehat dan semangat penulis selama ini.
6. Seluruh teman-teman yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan data, menemani, menguji sistem, memberikan saran, masukan dan penghiburan di kala penulis ingin menyerah dalam menyelesaikan penelitian. Terimakasih kawan.

Akhir kata, kiranya penelitian ini bermanfaat dalam kehidupan berlalu lintas dan dalam pengembangan teknologi. Terima kasih.

Yogyakarta, 6 Januari 2017

Penulis

## INTISARI

Rambu lalu lintas merupakan bagian perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan mengenai peraturan dalam berlalu lintas yang mudah dilihat ketika pengguna jalan sedang berkendara. Rambu lalu lintas peringatan digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya di jalan atau tempat berbahaya pada jalan dan menginformasikan sifat bahaya. Namun seringkali pengguna jalan tidak memperhatikan bahkan belum mengetahui arti dan maksud lambang dari rambu lalu lintas peringatan tersebut. Maka dari itu diperlukan sebuah sistem yang mampu mendeteksi letak rambu dan mengenali jenis rambu lalu lintas peringatan di sebuah jalan.

Pada Penelitian ini akan dibahas mengenai sistem pengenalan rambu lalu lintas peringatan. Sistem ini menggunakan algoritma *Histogram of Oriented Gradients* atau yang dikenal dengan descriptor HOG. Deskriptor HOG telah mampu untuk melakukan pendeteksian terhadap pejalan kaki, kendaraan dan pengenalan wajah, namun belum pernah diterapkan untuk mengenali sebuah rambu berbentuk belah ketupat. Dalam penelitian ini algoritma HOG digunakan untuk melakukan pengenalan pola terhadap suatu rambu lalu lintas peringatan.

Sistem yang dibangun mampu untuk mendapatkan nilai vektor dari derajat keabuan sebuah citra rambu lalu lintas peringatan untuk mendeteksi letak rambu lalu lintas peringatan dalam sebuah citra dan mampu untuk mengenali jenis rambu apa yang terdapat dalam citra tersebut.

Kata Kunci : Rambu Lalu Lintas, Pengolahan Citra Digital, Pengenalan Pola, *Histogram of Oriented Gradients*, *Euclidian distance*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH .....	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Sistem.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Landasan Teori .....	11
2.2.1. <i>Filter</i> Gaussian Blur .....	11
2.2.2. Segmentasi Warna Menggunakan HSV .....	12
2.2.3. <i>Thresholding</i> .....	13
2.2.4. <i>Grayscale</i> .....	13
2.2.5. Deskriptor <i>Histogram of Oriented Gradients</i> .....	14
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	18
3.1. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	18
3.1.1. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras.....	18
3.1.2. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak.....	18
3.2. Basis Data Citra .....	19
3.3. Jenis Citra yang Diteliti .....	19

3.4.	Gambaran Kinerja Sistem.....	20
3.5.	Blok Diagram Sistem .....	21
3.5.1.	Blok Diagram Pelatihan .....	21
3.5.2.	Blok Diagram Masking .....	22
3.5.3.	Blok Diagram Pengujian .....	23
3.6.	<i>Use Case</i> Diagram .....	24
3.7.	<i>Activity</i> Diagram Sistem .....	25
3.8.	Rancangan Antarmuka Sistem .....	27
3.9.	Rencana Analisis .....	31
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		32
4.1.	Implementasi Sistem .....	32
4.1.1.	Implementasi Algoritma .....	32
4.1.1.1.	<i>Preprocessing</i> Citra .....	32
4.1.1.2.	Penerapan HOG Pada Tahap Pelatihan .....	35
4.1.1.3.	Penerapan Algoritma HOG Pada Tahap Pengujian.....	36
4.1.1.4.	Penerapan Algoritma <i>Euclidean Distance</i> .....	38
4.1.2.	Antarmuka Program .....	39
4.2.	Analisis Sistem .....	43
4.2.1.	Analisis Database .....	43
4.2.2.	Analisis Sistem Pengenalan Rambu .....	44
4.2.2.1.	Analisis Pengenalan Rambu dalam Tahap Pelatihan .....	44
4.2.2.2.	Analisis Pengenalan Rambu dalam Tahap Pengujian .....	48
4.3.	Kelebihan Dan Kekurangan Sistem.....	54
4.3.1.	Kelebihan Sistem.....	54
4.3.2.	Kekurangan Sistem.....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		56
5.1.	Kesimpulan.....	56
5.2.	Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN .....		59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pengenalan rambu .....	7
Tabel 2.2 Informasi Data Rambu Lalu Lintas .....	8
Tabel 2.3 Hasil Proses Pengenalan.....	8
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Data Latih.....	44
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Citra Uji sementara.....	49
Tabel 4.3 Presentase Hasil Pengujian 100 Citra Uji Berdasarkan Ukuran HOG .....	53

©UKDW

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok sel citra mobil.....	5
Gambar 2.2 Deskriptor <i>Histogram of Oriented Gradient</i> (normalisasi setiap sel) .....	6
Gambar 2.3 Grafik hubungan antara jumlah data traning dengan hasil tes.....	6
Gambar 2.4 Pendeteksian rambu berbentuk segitiga.....	7
Gambar 2.5 Proses pengenalan rambu lingkaran .....	8
Gambar 2.6 Hasil deteksi rambu berbentuk belah ketupat.....	10
Gambar 2.7 Gambaran representasi HSV.....	12
Gambar 3.1 Basis data citra rambu lalu lintas peringatan. ....	19
Gambar 3.2 Jenis citra rambu lalu lintas peringatan yang diuji .....	20
Gambar 3.3 Blok diagram learning process database.....	21
Gambar 3.4 Blok diagram mask untuk <i>auto clean background</i> .....	22
Gambar 3.5 Blok diagram pengambilan nilai data uji.....	23
Gambar 3.6 Blok diagram pengenalan rambu .....	24
Gambar 3.7 <i>Use case</i> diagram pengenalan rambu .....	24
Gambar 3.8 Diagram aktifitas pengenalan rambu.....	26
Gambar 3.9 Diagram aktifitas pengenalan rambu .....	27
Gambar 3.10 Citra original yang ditampilkan dalam Axesbox pertama .....	28
Gambar 3.11 Citra RGB menjadi HSV .....	28
Gambar 3.12 Proses <i>auto detect</i> rambu rambu lalu lintas pada yang diuji .....	29
Gambar 3.13 Proses <i>cropping</i> dan <i>auto resize</i> pada citra rambu .....	29
Gambar 3.14 Proses <i>grayscale</i> dan <i>thresholding</i> pada <i>file mask</i> .....	29
Gambar 3.15 Hasil proses <i>merge</i> citra rambu dan citra mask.....	29
Gambar 3.16 Proses <i>grayscale</i> citra rambu dan citra mask.....	30
Gambar 3.17 Proses HOG pada citra rambu .....	30
Gambar 4.1 Tampilan antarmuka program.....	39
Gambar 4.2 Tampilan <i>open file</i> program.....	40
Gambar 4.3 Pop up menu pilihan blok sel .....	40
Gambar 4.4 Proses tombol <i>Load Database</i> .....	41
Gambar 4.5 Hasil proses tombol HSV .....	41
Gambar 4.6 Hasil proses tombol <i>Crop</i> .....	41

Gambar 4.7 Hasil proses tombol <i>grayscale</i> .....	42
Gambar 4.8 Hasil proses tombol HOG.....	42
Gambar 4.9 Hasil proses tombol Kenali Rambu .....	43
Gambar 4.10 Kesalahan hasil pengenalan rambu.....	48
Gambar 4.11 Hasil pengenalan rambu tepat.....	49
Gambar 4.12 Diagram akurasi pengenalan rambu .....	53

©UKDW

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Daftar Lampiran</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Sub Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
LAMPIRAN A	<i>Source Code Program</i>	<i>Main Process Code</i>	Lampiran A-1
		<i>Hog Algorithm Code</i>	Lampiran A-9
LAMPIRAN B	Data Citra Penelitian	Citra Data Latih	Lampiran B-1
		Citra Data Uji	Lampiran B-2
LAMPIRAN C	Tabel Penelitian	HOG=9 (Blok 3x3)	Lampiran C-1
		HOG=16 (Blok 4x4)	Lampiran C-5
		HOG=36 (Blok 6x6)	Lampiran C-9
		HOG=64 (Blok 8x8)	Lampiran C-13
LAMPIRAN D	Berkas-berkas	Kartu Konsultasi Tugas Akhir	Lampiran D-1
		Formulir Catatan Ujian Skripsi	Lampiran D-2
		Formulir Perbaikan (Revisi Skripsi)	Lampiran D-3

## INTISARI

Rambu lalu lintas merupakan bagian perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan mengenai peraturan dalam berlalu lintas yang mudah dilihat ketika pengguna jalan sedang berkendara. Rambu lalu lintas peringatan digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya di jalan atau tempat berbahaya pada jalan dan menginformasikan sifat bahaya. Namun seringkali pengguna jalan tidak memperhatikan bahkan belum mengetahui arti dan maksud lambang dari rambu lalu lintas peringatan tersebut. Maka dari itu diperlukan sebuah sistem yang mampu mendeteksi letak rambu dan mengenali jenis rambu lalu lintas peringatan di sebuah jalan.

Pada Penelitian ini akan dibahas mengenai sistem pengenalan rambu lalu lintas peringatan. Sistem ini menggunakan algoritma *Histogram of Oriented Gradients* atau yang dikenal dengan descriptor HOG. Deskriptor HOG telah mampu untuk melakukan pendeteksian terhadap pejalan kaki, kendaraan dan pengenalan wajah, namun belum pernah diterapkan untuk mengenali sebuah rambu berbentuk belah ketupat. Dalam penelitian ini algoritma HOG digunakan untuk melakukan pengenalan pola terhadap suatu rambu lalu lintas peringatan.

Sistem yang dibangun mampu untuk mendapatkan nilai vektor dari derajat keabuan sebuah citra rambu lalu lintas peringatan untuk mendeteksi letak rambu lalu lintas peringatan dalam sebuah citra dan mampu untuk mengenali jenis rambu apa yang terdapat dalam citra tersebut.

Kata Kunci : Rambu Lalu Lintas, Pengolahan Citra Digital, Pengenalan Pola, *Histogram of Oriented Gradients*, *Euclidian distance*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Sistem modifikasi dalam bidang informasi dan teknologi adalah hal yang sedang berkembang. Saat ini sistem yang sedang dikembangkan salah satunya adalah teknologi dalam menyajikan informasi mengenai metode pengenalan citra digital. Metode citra digital sendiri merupakan proses untuk memanipulasi dan menginterpretasikan hasil digital dengan bantuan software maupun perangkat komputer.

Perkembangan teknologi pengolahan citra mempermudah kinerja manusia dalam segala bidang. Metode ini memiliki keunggulan seperti melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) secara optimal dan ditujukan untuk proses analisis. Salah satu pengolahan citra digital yang sedang berkembang adalah metode pengenalan pola pada citra digital. Metode yang akan dipelajari dalam penelitian kali ini adalah metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) deskriptor berupa rambu-rambu lalu lintas sebagai subjek pembelajaran. HOG *Descriptor* merupakan salah satu dari sekian banyak *Shape Descriptor* yang biasa digunakan untuk mendeteksi bentuk dari beberapa subjek diantaranya bentuk rambu-rambu pejalan kaki, atau rambu bagi kendaraan yang akan dideteksi. Cara untuk mendeteksi adalah dengan pengambilan gambar, kemudian dilakukan analisis menggunakan software untuk kemudian dididapatkan arti dari bentuk yang terdeteksi tersebut.

Rancangan sistem pengolahan citra dengan menggunakan *Shape Descriptor Histogram of Oriented Gradien* diharapkan mampu diaplikasikan dengan cara mengambil gambar, mentransformasi citra ke dalam modifikasi bentuk bahasa pemrograman (Algoritma) kemudian dengan perantara software serta kamera digital dapat membaca arti rambu-rambu lalu lintas tersebut.



## 1.2. Rumusan Masalah

- a) Bagaimana merancang sebuah sistem pengolahan citra digital untuk deteksi rambu lalu lintas peringatan pada foto menggunakan algoritma *histogram of oriented gradients*?
- b) Apakah algoritma *histogram of oriented gradients* yang biasa digunakan untuk mendeteksi manusia / pejalan kaki dapat melakukan pendeteksian rambu lalu lintas peringatan pada foto dengan akurat?
- c) Bagaimana melakukan pendeteksian rambu lalu lintas peringatan secara otomatis pada sebuah citra?
- d) Bagaimana mengkolaborasikan algoritma *Euclidean metric* dengan algoritma *HOG descriptor*?

## 1.3. Batasan Sistem

- a) Citra berisi foto yang memiliki konten rambu lalu lintas peringatan yang cukup jelas untuk dibaca sistem.
- b) Format citra yang digunakan adalah jpg.
- c) Pengambilan gambar rambu lalu lintas peringatan dengan sudut 90 derajat atau tegak lurus dengan objek.
- d) Menggunakan algoritma *histogram of oriented gradients* untuk mengetahui jenis rambu lalu lintas peringatan pada sebuah citra.
- e) Menggunakan algoritma *Euclidean distance* untuk mengetahui *similarity* rambu lalu lintas peringatan pada foto dengan database.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji seberapa baik kinerja *histogram of oriented gradients* yang merupakan bagian dari metode pengenalan pola yang belum pernah diujikan untuk mengenal pola rambu peringatan dan seberapa akurat penghitungan *similarity* hasil penggabungan algoritma *histogram of oriented gradient* dengan *Euclidean distance*.

## 1.5. Metodologi Penelitian

- a) Melakukan pengumpulan data berupa informasi tentang jenis-jenis rambu lalu lintas peringatan dalam format jpg.
- b) Menerapkan *Histogram of Oriented Gradien descriptor* sebagai proses pengambilan nilai dari arah gradien dalam setiap blok cell untuk melakukan proses pencocokan dengan nilai gradien dalam basis data.
- c) Melakukan pengujian dengan cara memasukkan file yang memiliki rambu peringatan di dalamnya dengan berbagai pencahayaan yang nantinya akan diproses dengan algoritma *Histogram of Oriented Gradient*.

## 1.6. Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan, berisi penjelasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori, berisi tinjauan pustaka yang menguraikan teori yang diperoleh dari berbagai sumber pustaka yang digunakan untuk penelitian ini, dan landasan teori yang memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk memecahkan masalah.

BAB III Analisis dan Perancangan Penelitian, berisi tentang analisis teori-teori yang digunakan dan bagaimana menerjemahkan ke dalam suatu sistem yang akan dibuat

BAB IV Implementasi dan Analisis Sistem, berisi hasil penelitian, pembahasan dan analisis dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penyempurnaan penelitian lebih banyak.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* yang biasa digunakan untuk melakukan deteksi pejalan kaki ternyata juga mampu digunakan pada deteksi rambu lalu lintas.
2. Dari 4 ukuran blok sel yang diujikan yaitu blok 3 x 3, blok 4 x 4, blok 6 x 6 dan blok 8 x 8 didapatkan hasil dengan tingkat akurasi paling tinggi dengan tingkat kemiringan sebesar 20 derajat ( 9 bins).
3. Dari 100 data uji yang digunakan, didapatkan 3 jenis rambu antara lain rambu tikungan ke kanan, orang bersepeda dan menyeberang jalan, tanjakan curam yang memiliki tingkat akurasi mencapai 100%.

#### 5.2. Saran

Untuk pengembangan sistem ke depannya, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Menggunakan perpaduan algoritma HOG dalam penelitian pendeteksian pejalan kaki dan pendeteksian rambu lalulintas ini.
2. Mengimplementasikan perpaduan penelitian di atas dengan aplikasi *mobile phone* dan kamera.
3. Menggunakan perpaduan dari penelitian di atas juga dapat diimplementasikan dengan kamera yang dipasang di depan dashboard mobil untuk membantu memberitahukan rambu-rambu kepada *driver*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Bagus dkk. 2014. *Sistem Pengenalan Buah Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform dan Euclidean Distance in Transient*, VOL.3 NO. 2. Universitas Diponegoro Semarang.
- Dalal, Navneet dan Bill Triggs. 2005. *Histograms of Oriented Gradients for Human Detection* in IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, France.
- Deniz, O. dkk. 2011. *Face Recognition using Histograms of Oriented Gradients*. Universidad de Castilla-La Mancha, E.T.S. Ingenieros Industriales, Spain.
- Doersch, Carl dan Alexei Efros. *Improving the HOG descriptor*. Carnegie Mellon University, 500 Forbes Ave. Pittsburgh PA.
- Hadiana, Dian dkk. 2014. *Analisis dan Implementasi Deteksi Kepala-Bahu untuk People Counting dengan Multilevel HOG Detector*. Universitas Telkom.
- Ilmi, Reza dkk. *Perancangan dan Implementasi Histograms of Oriented Gradients dan Support Vector Machines (HOG+SVM) untuk Deteksi Obyek Pejalan Kaki Pada Aplikasi Mobile Berbasis Android*. Universitas Telkom Bandung.
- Irawan, Frans dkk. *Deteksi Mobil pada Citra Digital Menggunakan C-HOG dan Support Vector Machine*. STMIK GI MDP Palembang.
- Kobayashi, Takuya dkk. 2008. *Selection of Histogram of Oriented Gradients Feature for Pedestrian Detection*. Neuroscience Research Institute, University of Tsukuba, Japan.
- Kumaseh, Max R. dkk. 2013 *Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Thresholding*, Jurnal Ilmiah Sains Vol. 13 No. 1. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Mustofa, Yasin Aril dkk. 2014. *Penentuan Threshold Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Segmentasi Region Pada Plat Nomor Kendaraan*. ISSN 1414-9999 Vol 10 No.1. Universitas Dian Nuswantoto.
- Nugraha, Rahadian dkk. 2016. *Implementasi Histogram of Oriented Gradient(HOG) pada Embedded System untuk Identifikasi Slot Parkir Sebagai Pendukung Smart Parking System*. e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.1 April 2016. Universitas Telkom.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia tentang Rambu Lalu Lintas*. Nomor PM 13 Tahun

- 2014.<http://hubdat.dephub.go.id/km/tahun-2014/1626-peraturan-menteri-perhubungan-nomor-pm-13-tahun-2014-tentang-rambu-lalu-lintas> (diakses pada tanggal 25 Agustus 2016).
- Permata, Cahyo dkk. 2012. *Deteksi Mobil Menggunakan Metode Histogram Of Oriented Gradient*. Institut Teknologi 10 November Surabaya.
- Pratama, Andhika dan Izzati Muhimmah. 2011. *Aplikasi Pengenalan Rambu Berbentuk Belah Ketupat*. Universitas Islam Indonesia.
- Putranto, Benedictus dkk. 2010. *Segmentasi Warna Citra dengan Deteksi Warna HSV untuk Mendeteksi Obyek Pejalan Kaki Pada Aplikasi Mobile Berbasis Android*. Volume 6 nomor 2. Universitas Kristen Duta Wacana.
- Romadhon, Galang dan Murinto. 2014. *Aplikasi Pengenalan Citra Rambu Lalu Lintas Berbentuk Lingkaran Menggunakan Metode Jarak City-block*. e-ISSN: 2338-5197 Vol. 2 No. 2. Universitas Ahmad Dahlan.
- Suard,F dkk. 2005. *Pedestrian Detection using Infrared images and Histograms of Oriented Gradients*. Avenue de l'universit'e.
- Sugiman, Viden Rahmat dkk. 2014. *Pengembangan Aplikasi Rambu Lalu Lintas Berbasis Android Menggunakan Metode Prototyping*, ISSN : 2302-7339 Vol. 11 No. 1. Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- Torre, F. 2011. *Face recognition using Histograms of Oriented Gradients*. Carnegie Mellon University, Robotics Institute, Pittsburgh, PA 15213, USA.
- Wedianto, Andre dkk. 2016. *Analisa Perbandingan Metode Filter Gaussian, Mean dan Median Terhadap Reduksi Noise*. Vol. 16 NO. 21. Universitas Dehasen Bengkulu.
- Zaklouta, Fatin dan Bogdan Stanciulescu. 2011. *Traffic Sign Classification using a HOG-based K-d Tree*. Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2011 IEEE 10.1109/IVS.2011.5940454