

**IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN RAMBU
LALU LINTAS LARANGAN**

Skripsi



oleh
EMMANUEL DIAN KHARISMA
71120097

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2019

IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS LARANGAN

Skripsi



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

Disusun oleh

EMMANUEL DIAN KHARISMA
71120097

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS LARANGAN

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi 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, 25 Juni 2019



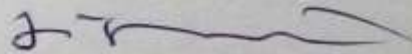
EMMANUEL DIAN KHARISMA
71120097

HALAMAN PERSETUJUAN


Judul Skripsi : IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN
RAMBU LALU LINTAS LARANGAN
Nama Mahasiswa : EMMANUEL DIAN KHARISMA
N I M : 71120097
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2018/2019

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 25 Juni 2019

Dosen Pembimbing I


Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II


R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS LARANGAN

Oleh: EMMANUEL DIAN KHARISMA / 71120097

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 18 Juni 2019

Yogyakarta, 25 Juni 2019
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
2. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
3. Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.
4. Maria Nila Anggia Rini, S.T, M.T.I



Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih, anugerah, dan berkat yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Informatika. Skripsi yang penulis kerjakan merupakan hasil penelitian tentang “Implementasi HSV Untuk Pengenalan Rambu Lalu Lintas Larangan”.

Selama proses penyusunan skripsi, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, saran, maupun motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak berikut ini :

1. Bapak Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng. selaku dosen pembimbing skripsi I dan bapak R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, dan dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, serta berbagai masukan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D. dan ibu Maria Nila Anggia Rini, S.T, M.T.I. selaku dewan penguji atas segala saran, kritikan dan koreksinya dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Budi Susanto, S.Kom., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi UKDW, ibu Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika UKDW serta seluruh dosen dan staf Prodi Teknik Informatika Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti perkuliahan serta telah membantu kelancaran selama masa kuliah dan penelitian.
4. Teristimewa kepada orang tua penulis Tjakra Krisna Takariana dan Isti Yunani, serta adik Eriene Denis Karina, juga seluruh keluarga yang selalu

mendoakan, memberikan motivasi kepada penulis agar cepat menjadi sarjana dan banyak hal yang tidak bisa diungkapkan dengan kata-kata.

5. Teman-teman UKDW yang telah bersama-sama dari awal perkuliahan baik yang sudah mendahului, maupun yang masih berjuang. Jeffie Avando Saputra, Satrio Winarendro, Gregorius Advian Widhiyanto, Wistha Adhika Dyan Bhawika, Lusius Puput Nuryanto, Nanda Adi Prasetya, Gangga Putra Dhewa, Hubert Permadi, Anggit Waskitha Yudha, selaku teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dan masukan kepada penulis selama pengerjaan skripsi.
6. Talitha Jeconia Anindya selaku keponakan yang telah meminjamkan laptopnya untuk pengerjaan skripsi ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu kelancaran studi dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik, saran dan masukan yang membangun. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berperan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 25 Juni 2019

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas cinta kasih dan berkat-Nya yang selalu menyertai sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Implementasi HSV Untuk Pengenalan Rambu Lalu Lintas Larangan”.

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, penulis telah banyak menerima bantuan berupa dukungan moril maupun materil, bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis akan menerima segala kritikan dan saran yang membangun.

Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan dan kurang sempurna dalam penyusunan tugas akhir ini. Harapan penulis, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita sekalian.

Yogyakarta, 25 Juni 2019

Penulis

INTISARI

IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS LARANGAN

Rambu lalu lintas merupakan salah satu dari perlengkapan jalan raya yang berupa huruf, angka, dan/atau perpaduan dari keduanya. Karena banyaknya rambu lalu lintas yang tersedia menyebabkan ketidaktahuan akan arti rambu lalu lintas tersebut, dimana akan diikuti permasalahan lainnya seperti pelanggaran lalu lintas, dan bahkan kecelakaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu solusi yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cara membuat sebuah sistem berbasis komputer yang dapat mengenali rambu lalu lintas.

Dalam penelitian ini akan dibuat sebuah sistem yang dapat mengenali rambu lalu lintas larangan dengan mengubah rambu tersebut ke dalam bentuk citra digital kemudian diolah oleh sistem menggunakan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*. Secara umum, sebelum masuk ke proses pengenalan, citra rambu akan mengalami proses *preprocessing*, yaitu *resize* dan *grayscale*. Dari hasil *preprocessing* tersebut lalu akan masuk pada proses selanjutnya yaitu ekstraksi ciri dengan mengambil ciri-ciri nilai warna HSV dari citra rambu tersebut, kemudian akan dilanjutkan pada proses klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*.

Penelitian ini menghasilkan sistem klasifikasi rambu lalu lintas larangan menggunakan metode *Learning Vector Quantization* yang dapat melakukan pengenalan rambu sebanyak 42 citra dimana data set latih sebanyak 7 citra, dan data set uji sebanyak 35 citra. Akurasi sistem dalam mengklasifikasi citra rambu tertinggi sebesar 17,14% dengan menggunakan *learning rate* dan *error rate* masing-masing sebesar 0,5 dan 0,003.

Kata Kunci— Pengolahan Citra Digital, Pengenalan Pola, Rambu Lalu Lintas Larangan, *Learning Vector Quantization*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Rambu Lalu Lintas Larangan	7
2.2.2 Pengolahan Citra	7
2.2.3 Grayscale	8

2.2.4	Ekstraksi Ciri Warna HSV	9
2.2.5	Learning Vector Quantization	10
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM		16
3.1	Analisis Kebutuhan	16
3.1.1	Analisis Kebutuhan Data	16
3.1.2	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	16
3.1.3	Analisis Kebutuhan Perangkat Keras	17
3.2	Perancangan Sistem	17
3.2.1	<i>Use Case Diagram</i>	17
3.2.2	Flowchart	18
3.3	Perancangan Antarmuka	22
3.3.1	Antarmuka Halaman Utama	22
3.3.2	Antarmuka Halaman Klasifikasi	23
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM		25
4.1	Implementasi Sistem	25
4.1.1	Implementasi Halaman Antarmuka	25
4.1.1.1	Antarmuka Halaman Utama	25
4.1.1.2	Antarmuka Halaman Info	26
4.1.1.3	Antarmuka Halaman Klasifikasi	26
4.2	Analisis Sistem	31
4.2.1	Analisis Berdasarkan Learning Rate dan Error Rate	31
4.2.2	Hasil Klasifikasi	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran	34

DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	36

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh rambu lalu lintas larangan	7
Gambar 2.2 Contoh citra <i>grayscale</i>	8
Gambar 2.3 Model warna HSV	9
Gambar 2.4 Arsitektur jaringan LVQ	11
Gambar 3.1 <i>Use case</i> diagram sistem	17
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> sistem secara umum	18
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> tahap <i>preprocessing</i>	19
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> ekstraksi ciri warna HSV	20
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> LVQ	21
Gambar 3.6 Rancangan antarmuka halaman utama	22
Gambar 3.7 Rancangan antarmuka halaman klasifikasi	23
Gambar 4.1 Antarmuka halaman utama	25
Gambar 4.2 Antarmuka halaman <i>info</i>	26
Gambar 4.3 Kotak dialog hasil pelatihan	27
Gambar 4.4 Antarmuka halaman klasifikasi	27
Gambar 4.5 Antarmuka ketika tombol <i>browse</i> ditekan	28
Gambar 4.6 Antarmuka hasil pilihan citra rambu	29
Gambar 4.7 Antarmuka hasil ambil rambu	29
Gambar 4.8 Antarmuka hasil <i>grayscale</i>	30
Gambar 4.9 Antarmuka hasil HSV	30
Gambar 4.10 Antarmuka hasil klasifikasi LVQ	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh data training algoritma LVQ	12
Tabel 4.1 Hasil pengujian dengan <i>error rate</i> 0,001	32
Tabel 4.2 Hasil pengujian dengan <i>error rate</i> 0,003	32
Tabel 4.3 Hasil pengujian dengan <i>error rate</i> 0,005	33

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	: SCAN KARTU KONSULTASI
LAMPIRAN B	: SCAN FORMULIR REVISI SKRIPSI
LAMPIRAN C	: LISTING PROGRAM

©UKDWN

INTISARI

IMPLEMENTASI HSV UNTUK PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS LARANGAN

Rambu lalu lintas merupakan salah satu dari perlengkapan jalan raya yang berupa huruf, angka, dan/atau perpaduan dari keduanya. Karena banyaknya rambu lalu lintas yang tersedia menyebabkan ketidaktahuan akan arti rambu lalu lintas tersebut, dimana akan diikuti permasalahan lainnya seperti pelanggaran lalu lintas, dan bahkan kecelakaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu solusi yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cara membuat sebuah sistem berbasis komputer yang dapat mengenali rambu lalu lintas.

Dalam penelitian ini akan dibuat sebuah sistem yang dapat mengenali rambu lalu lintas larangan dengan mengubah rambu tersebut ke dalam bentuk citra digital kemudian diolah oleh sistem menggunakan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*. Secara umum, sebelum masuk ke proses pengenalan, citra rambu akan mengalami proses *preprocessing*, yaitu *resize* dan *grayscale*. Dari hasil *preprocessing* tersebut lalu akan masuk pada proses selanjutnya yaitu ekstraksi ciri dengan mengambil ciri-ciri nilai warna HSV dari citra rambu tersebut, kemudian akan dilanjutkan pada proses klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*.

Penelitian ini menghasilkan sistem klasifikasi rambu lalu lintas larangan menggunakan metode *Learning Vector Quantization* yang dapat melakukan pengenalan rambu sebanyak 42 citra dimana data set latih sebanyak 7 citra, dan data set uji sebanyak 35 citra. Akurasi sistem dalam mengklasifikasi citra rambu tertinggi sebesar 17,14% dengan menggunakan *learning rate* dan *error rate* masing-masing sebesar 0,5 dan 0,003.

Kata Kunci— Pengolahan Citra Digital, Pengenalan Pola, Rambu Lalu Lintas Larangan, *Learning Vector Quantization*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lalu lintas merupakan gerak pindah lalu lalang orang dan kendaraan pada ruang lalu lintas jalan. Ruang lalu lintas itu sendiri merupakan prasarana yang berupa jalan dan memiliki perlengkapan pendukung dan diperuntukkan bagi gerak pindah orang dan kendaraan. Seiring dengan perkembangan penduduk yang semakin pesat hal ini juga menyebabkan lalu lintas yang semakin padat, sehingga semakin besar pula tingkat kecelakaan yang ditimbulkan. Maka dari itu dibutuhkan perlengkapan pendukung pada lalu lintas yang diharapkan dapat membantu pengendara untuk memahami situasi dan kondisi dari lalu lintas itu sendiri.

Rambu lalu lintas merupakan salah satu dari perlengkapan pendukung lalu lintas yang berupa huruf, angka, dan/atau perpaduan dari keduanya. Rambu tersebut dapat berupa larangan, peringatan, perintah atau petunjuk jalan bagi pengguna jalan raya. Permasalahan yang timbul setelahnya adalah karena banyaknya rambu lalu lintas yang tersedia kemudian menyebabkan ketidaktahuan akan arti rambu lalu lintas tersebut, dimana akan diikuti permasalahan lainnya seperti pelanggaran lalu lintas, dan bahkan kecelakaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu solusi yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cara membuat sebuah sistem berbasis komputer yang dapat mengenali rambu lalu lintas.

Dalam penelitian ini akan dibuat sebuah sistem yang dapat mengenali rambu lalu lintas larangan dengan mengubah rambu tersebut ke dalam bentuk citra digital kemudian diolah oleh sistem menggunakan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*. Secara umum, sebelum masuk ke proses pengenalan, citra rambu akan mengalami proses *preprocessing* terlebih dahulu yang terdiri dari beberapa tahap. Tahap pertama adalah proses *crop* dan *resize*, kemudian dari hasil proses *crop* dan *resize* tersebut dilanjutkan dengan mengubah citra rambu tersebut menjadi citra *grayscale*. Dari hasil *preprocessing* tersebut lalu akan masuk pada proses

selanjutnya yaitu ekstraksi ciri dengan mengambil ciri-ciri nilai warna HSV dari citra rambu tersebut, kemudian akan dilanjutkan pada proses klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, dapat dirumuskan pokok masalah dari penelitian ini yaitu mengetahui berapa persentase akurasi hasil pengenalan rambu lalu lintas menggunakan metode *Learning Vector Quantization*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis memberikan beberapa batasan sistem guna mempermudah dan membatasi ruang lingkup masalah yang akan dikaji, antara lain:

1. Klasifikasi rambu lalu lintas menggunakan metode *Learning Vector Quantization*.
2. Rambu lalu lintas yang digunakan dalam sistem ini adalah rambu larangan yang berbentuk bulat.
3. Pengambilan foto rambu diambil menggunakan kamera *smartphone* pada siang hari.
4. Posisi pengambilan foto rambu diambil dari sisi depan.
5. Input citra rambu yang digunakan memiliki format .jpg.
6. Data latih terdiri dari 7 rambu master.
7. Data uji berjumlah 35 rambu terdiri dari 7 jenis rambu lalu lintas larangan dengan masing-masing rambu berjumlah 5 rambu

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem untuk pengenalan rambu lalu lintas larangan dengan mengimplementasikan HSV dan *Learning Vector Quantization*.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan membaca jurnal, buku, dan hasil penelitian (skripsi dan tesis) yang berkaitan dengan pengenalan pola rambu lalu lintas, *preprocessing*, ekstraksi ciri, jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization*, dan metode-metode pendukung lainnya yang berkaitan dengan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data berupa citra rambu lalu lintas yang diperoleh dari mengambil foto langsung, maupun mengambil dari internet. Data ini berupa data citra berekstensi .jpg.

3. Perancangan sistem

Pada tahap perancangan sistem dilakukan dengan membuat rancangan desain antarmuka sistem yang akan dibuat.

4. Implementasi

Implementasi merupakan proses pengolahan data berdasarkan rancangan yang sudah dibuat. Diawali melakukan *preprocessing* data dengan melakukan *cropping* dan *resize* citra, kemudian mengubah citra menjadi citra *grayscale*, kemudian dilakukan ekstraksi ciri untuk mengambil nilai ciri dari setiap data, dilanjutkan melakukan klasifikasi menggunakan metode *Learning Vector Quantization*.

5. Pengujian dan kesimpulan

Setelah proses pengolahan data selesai, dapat ditarik kesimpulan terhadap sistem yang telah dibuat. kesimpulan meliputi tingkat keberhasilan dan akurasi sistem dalam mengenali pola rambu lalu lintas larangan dengan metode *Learning Vector Quantization*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika diperlukan untuk memberi dasar-dasar penulisan supaya hasil yang diperoleh dari penulisan akan lebih terarah. Adapun sistematika penulisan yang digunakan kali ini adalah:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan berisi tentang bagian awal dari penulisan laporan. Dimana pada bagian ini memuat Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat mengenai berbagai teori yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka yang diperlukan untuk memecahkan masalah. Bab ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori. Tinjauan Pustaka berisi tentang penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sedangkan untuk Landasan Teori berisi tentang penjelasan rambu lalu lintas larangan, pengolahan citra, *grayscale*, ekstraksi ciri HSV, dan *Learning Vector Quantization*.

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi analisis teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan sistem yang akan dibuat.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini memuat hasil implementasi serta pembahasan atau analisis dari riset yang telah dilakukan. Untuk hasil riset atau implementasi akan disajikan dalam bentuk daftar, tabel, gambar, maupun bentuk lainnya. Sedangkan untuk pembahasan tentang hasil yang diperoleh akan disajikan berupa penjelasan yang teoritis.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan berisi saran untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik oleh penulis mengenai sistem klasifikasi rambu lalu lintas menggunakan metode LVQ adalah sebagai berikut:

1. Sistem klasifikasi rambu lalu lintas larangan menggunakan metode LVQ yang telah dibangun dapat melakukan proses klasifikasi rambu sebanyak 42 citra dimana data set latih sebanyak 7 citra, dan data set uji sebanyak 35 citra.
2. Akurasi sistem dalam mengklasifikasi citra rambu tertinggi sebesar 17,14% dengan menggunakan *learning rate* dan *error rate* masing-masing sebesar 0,5 dan 0,003.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih ada beberapa kekurangan yang terjadi pada saat pengujian dilakukan beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menambah metode untuk ekstraksi ciri dimana tidak hanya berdasarkan warna saja melainkan mungkin dalam segi bentuk, kebundaran, dan lain sebagainya.
2. Menambahkan jenis rambu larangan sehingga sistem dapat melakukan banyak klasifikasi terhadap citra rambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A. C. (2011). Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ).
- Andri. (2012). Implementasi Segmentasi Dan Algoritma Learning Vector Quantization (LVQ) Dalam Pengenalan Bentuk Botol. *JSM STMIK Mikroskil*.
- Eliyen, K., Tolle, H., & Muslim, M. A. (2017). Learning Vector Quantization Untuk Klasifikasi Penilaian Pada Virtual Patient Case. *Journal of Computer Engineering System and Science*.
- Hamidi, R., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2017). Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) Untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1758-1763.
- Hariri, F. R., Utami, E., & Amborowati, A. (2015). Learning Vector Quantization untuk Klasifikasi Abstrak Tesis. *Citec Journal*.
- Heranurweni, S. (2010). Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ).
- Imelda, & Harjoko, A. (2012). Klasifikasi Kendaraan Menggunakan Learning Vector Quantization. *IJEIS*.
- Purnamasari, F. (2010). System Online CBIR Menggunakan Identifikasi Dominan Warna Pada Foreground Objek.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Qur'ani, D. Y., & Rosmalinda, S. (2010). Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization Untuk Aplikasi Pengenalan Tanda Tangan. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*.
- Winarno, E. (2011). Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video menggunakan Algoritma Canny Detection. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*.
- Zamzany, A. G., & Sulistyningrum, D. R. (2014). Identifikasi Cacat Peluru Dengan Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Learning Vector Quantization (LVQ). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 1-6.