

**APLIKASI PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS MENGGUNAKAN
*PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN LEARNING VECTOR
QUANTIZATION (LVQ)***



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Jurusan Ilmu Komputer / Informatika**

Disusun Oleh :

SATRIA UTOMO DANANJAYA

24010311130045

**JURUSAN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2016

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Satria Utomo Dananjaya

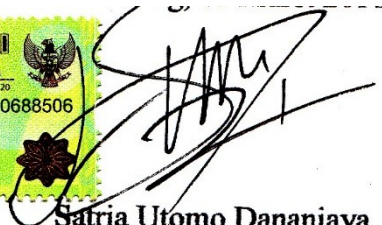
NIM : 24010311130045

Judul : Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir atau skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 21 Maret 2016




Satria Utomo Dananjaya
24010311130045

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Nama : Satria Utomo Dananjaya

NIM : 24010311130045

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 10 Maret 2016 dan dinyatakan lulus pada tanggal 18 Maret 2016.

Semarang, 21 Maret 2016



Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,



Drs. Sunartono, M.Kom.
NIP. 19550407 198303 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Nama : Satria Utomo Dananjaya

NIM : 24010311130045

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 10 Maret 2016

Semarang, 21 Maret 2016

Dosen Pembimbing,



Helmie Arif Wibawa, S.Si., M.Cs.

NIP. 19780516 200312 1 001

ABSTRAK

Rambu lalu lintas merupakan salah satu instrumen dalam lalu lintas yang berfungsi untuk memberi keterangan atau arahan bagi pengendara agar keselamatan dan ketertiban berkendara dapat tercipta. Pengetahuan pengendara mengenai rambu lalu lintas yang masih minim menimbulkan kecelakaan di jalan raya yang tidak jarang memakan korban jiwa. Penelitian ini bertujuan membuat aplikasi untuk mengidentifikasi rambu lalu lintas menggunakan ekstraksi fitur *Principal Component Analysis* dan jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization*. Aplikasi pengenalan rambu lalu lintas dikembangkan menggunakan proses prapengolahan terhadap citra awal dengan metode *thresholding* menggunakan *HSV Color Space* untuk menentukan warna citra rambu lalu lintas kemudian akan dilakukan proses segmentasi menggunakan *Blob Counter* untuk menentukan *Region of Interest*. Citra awal yang telah melalui proses prapengolahan selanjutnya akan diekstrak fiturnya menggunakan *Principal Component Analysis*. Fitur citra rambu diproses menggunakan *Learning Vector Quantization* sebagai algoritma pelatihan dan pengujian. Hasil implementasi berupa aplikasi yang dapat mengidentifikasi lima jenis rambu, yaitu Rambu Dilarang Parkir, Rambu Dilarang Berhenti, Rambu Jalan Berliku, Rambu Hati-hati, dan Rambu Arah Kiri. Pengujian menggunakan 50 citra sebagai data dengan pembagian data menggunakan *10-Fold Cross Validation*. Aplikasi pengenalan rambu lalu lintas yang dibangun menunjukkan bahwa konfigurasi optimal LVQ adalah 1×10^{-3} sebagai *learning rate* dan 1×10^{-5} sebagai epsilon, dimana konfigurasi ini menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 86% dan tingkat *error* sebesar 14%.

Kata kunci : Pengenalan rambu lalu lintas, *principal component analysis*, jaringan saraf tiruan, *Learning Vector Quantization*, *HSV thresholding*, *Blob Counter*.

ABSTRACT

Traffic signs are one of the instruments in traffic road which give instruction to the driver in order to create safety and discipline on the road. The driver knowledge about traffic signs that still low can cause accident on the road that cause casualties. The purpose of this research is to make an application to recognize traffic signs using extraction feature of Principal Component Analysis and artificial neural network Learning Vector Quantization. The traffic sign recognition application was developed using preprocessing on the initial image with thresholding method using HSV Color Space to determine color of the traffic image, then do segmentation process using Blob Counter to determine the Region of Interest. The feature of initial image that had been through the process of pre-processing would be extracted using Principal Component Analysis. Feature of sign image was processed using Learning Vector Quantization as an algorithm for training and testing. The result of implementation was an application that can identify five kinds of traffic signs, i.e. no parking, stop, winding road, caution, go left. The testing used 50 images as data with the distribution of data used 10-Fold Cross Validation. The traffic sign recognition application that has been built showed that optimum LVQ configuration is 1×10^{-3} as learning rate and 1×10^{-5} as epsilon, the result of this configuration produces an average accuracy of 86% and average error rate of 14%.

Keywords : Traffic Sign Recognition, principal component analysis, artificial neural network, Learning Vector Quantization, HSV thresholding, Blob Counter.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang mempunyai judul “Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)* dan *Learning Vector Quantization (LVQ)*”.

Skripsi ini dibuat dengan tujuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana komputer pada Jurusan Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam pelaksanaan tugas akhir serta penyusunan dokumen skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang membantu sehingga akhirnya dokumen ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ragil Saputra, S.Si., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer /Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Bapak Helmie Arif Wibawa, S.Si., M.Cs., selaku dosen pembimbing tugas akhir dan Koordinator Tugas Akhir Jurusan Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.

Penulis menyadari bahwa dokumen skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Lalu Lintas.....	6
2.1.1. Komponen Lalu Lintas	6
2.1.2. Rambu Lalu Lintas	6
2.2. Citra.....	8
2.3. Perkembangan Penelitian Pengenalan Rambu Lalu Lintas.....	9
2.4. Prapengolahan	10
2.4.1. HSV <i>Color Space</i>	10
2.4.2. Thresholding.....	12

2.4.3. Segmentasi Citra.....	13
2.4.4. Blob Counter	13
2.5. <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	14
2.6. Jaringan Saraf Tiruan <i>Learning Vector Quantization (LVQ)</i>	16
2.7. Evaluasi Kinerja <i>Classifier</i>	20
2.7.1. <i>K-Fold Cross Validation</i>	20
2.7.2. <i>Confusion Matrix</i>	20
2.8. EmguCV.....	22
2.9. Pengembangan Perangkat Lunak Model <i>Waterfall</i>	23
2.10. Pemodelan Alir Data	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Pengumpulan Data Citra Rambu Lalu Lintas	28
3.2. Identifikasi Data Latih dan Data Uji	29
3.3. Prapengolahan dan Ekstraksi Fitur.....	30
3.4. Arsitektur LVQ untuk Proses Pelatihan dan Pengujian	40
3.4.1. Pelatihan LVQ.....	42
3.4.2. Pengujian LVQ.....	47
BAB IV ANALISIS, PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	52
4.1. Analisis.....	52
4.1.1. Kebutuhan Sistem.....	52
4.1.2. Pemodelan Fungsional.....	52
4.1.3. Perancangan Tabel Basis Data	56
4.2. Perancangan	57
4.2.1. Perancangan Antarmuka.....	57
4.2.2. Perancangan Fungsional.....	58

4.3. Implementasi	62
4.3.1. Lingkungan Implementasi Sistem	62
4.3.2. Implementasi Antarmuka	63
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA	65
5.1. Pengujian Fungsional Sistem	65
5.1.1. Rencana Pengujian	65
5.1.2. Hasil Pengujian.....	65
5.2. Pengujian Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	67
BAB VI PENUTUP	78
6.1. Kesimpulan.....	78
6.2. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
Lampiran 1. Data Citra Rambu Lalu Lintas	84
Lampiran 2. Hasil Eksperimen Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	88
Lampiran 3. <i>Source Code</i> Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Contoh Rambu Peringatan.....	7
Gambar 2.2. Contoh Rambu Petunjuk.....	7
Gambar 2.3. Contoh Rambu Larangan.....	8
Gambar 2.4. Contoh Rambu Perintah.....	8
Gambar 2.5. Representasi Ruang Warna HSV.....	11
Gambar 2.6. 4-Connectivity dan 8-Connectivity.....	14
Gambar 2.7. Contoh Arsitektur LVQ.....	17
Gambar 2.8. Diagram Alur Proses Pelatihan LVQ.....	19
Gambar 2.9. Model Waterfall.....	23
Gambar 3.1. Langkah-langkah Penelitian.....	27
Gambar 3.2. Contoh citra rambu yang digunakan.....	28
Gambar 3.3. 10-Fold Cross Validation.....	29
Gambar 3.4. Diagram Alir Prapengolahan dan Ekstraksi Fitur.....	30
Gambar 3.5. Lingkaran Elemen Warna Hue.....	31
Gambar 3.6. Diagram Alir Proses Thresholding dengan HSV Color Space.....	32
Gambar 3.7. Citra Hasil Thresholding dengan HSV Color Space.....	33
Gambar 3.8. Diagram Alir Deteksi Blob pada Citra.....	35
Gambar 3.9. Ilustrasi proses Blob Counter dengan 8-connected component labelling.....	36
Gambar 3.10. Hasil Deteksi Rambu dengan Blob Counter.....	36
Gambar 3.11. Ilustrasi Proses Resize Citra Rambu.....	37

Gambar 3.12. Proses segmentasi dan resizing citra.....	38
Gambar 3.13. Diagram Alir Mencari Fitur Citra.....	39
Gambar 3.14. Contoh Hasil Ekstraksi Fitur	39
Gambar 3.15. Arsitektur LVQ yang Digunakan	40
Gambar 3.16. Diagram Alir Proses Pelatihan LVQ Menggunakan 10-Fold Cross.....	41
Gambar 3.17. Diagram Alir Proses Pengujian LVQ	47
Gambar 4.1. DFD Level 0 Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	53
Gambar 4.2. DFD Level 1 Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	53
Gambar 4.3. DFD Level 2 Proses 1 (Pra Pengolahan dan Ekstraksi Fitur).....	55
Gambar 4.4. DFD Level 2 Proses 2 (Pelatihan dan Pengujian)	56
Gambar 4.5. Tabel pada basis data Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	57
Gambar 4.6. Perancangan Antarmuka Aplikasi Pengenal Rambu Lalu Lintas.....	57
Gambar 4.7. Implementasi Antarmuka Aplikasi Pengenal Rambu Lalu Lintas sebelum pengguna berinteraksi dengan aplikasi.....	63
Gambar 4.8. Implementasi Antarmuka Aplikasi Pengenal Rambu Lalu Lintas setelah pengguna berinteraksi dengan aplikasi.....	64
Gambar 5.1. Perbandingan Akurasi Iterasi Pertama.....	67
Gambar 5.2. Perbandingan Akurasi Iterasi Kedua	68
Gambar 5.3. Perbandingan Akurasi Iterasi Ketiga	69
Gambar 5.4. Perbandingan Akurasi Iterasi Keempat	70
Gambar 5.5. Perbandingan Akurasi Iterasi Kelima.....	71
Gambar 5.6. Perbandingan Akurasi Iterasi Keenam	72
Gambar 5.7. Perbandingan Akurasi Iterasi Ketujuh.....	72
Gambar 5.8. Perbandingan Akurasi Iterasi Kedelapan.....	73

Gambar 5.9. Perbandingan Akurasi Iterasi Kesembilan.....	74
Gambar 5.10. Perbandingan Akurasi Iterasi Kesepuluh	75
Gambar 5.11. Perbandingan Akurasi Rata-rata dari Keseluruhan Iterasi.....	76
Gambar 5.12. Citra rambu dengan proses <i>thresholding</i> yang tidak sempurna.....	77
Gambar 5.13. Contoh kasus rambu yang diinterpretasikan sama.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Pengenalan Rambu Lalu Lintas.....	9
Tabel 2.2. Contoh Confusion Matrix dengan Dua Kelas	20
Tabel 2.3. Simbol-simbol DFD Yourdon	25
Tabel 3.1. Data Latih 10-Fold Pertama	42
Tabel 3.2. Bobot Awal (w_0).....	43
Tabel 3.3. Data Uji K-Fold Pertama.....	48
Tabel 3.4. Bobot Akhir K-Fold Pertama	48
Tabel 3.5. Confusion Matrix dengan 5 kelas.....	51
Tabel 4.1. SRS Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas	52
Tabel 5.1. Rencana Pengujian Fungsional Sistem.....	65
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Fungsional Sistem	66
Tabel 5.3. Akurasi Hasil Pengujian Iterasi Pertama.....	67
Tabel 5.4. Akurasi Pengujian Iterasi Kedua	68
Tabel 5.5. Akurasi Pengujian Iterasi Ketiga.....	69
Tabel 5.6. Akurasi Pengujian Iterasi Keempat	70
Tabel 5.7. Akurasi Pengujian Iterasi Kelima.....	71
Tabel 5.8. Akurasi Pengujian Iterasi Keenam	71
Tabel 5.9. Akurasi Pengujian Iterasi Ketujuh.....	72
Tabel 5.10. Akurasi Pengujian Iterasi Kedelapan	73
Tabel 5.11. Akurasi Pengujian Iterasi Kesembilan	74
Tabel 5.12. Akurasi Pengujian Iterasi Kesepuluh	75
Tabel 5.13. Rata-rata Evaluasi Hasil Pengujian	75

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini menjelaskan tentang latar belakang dari pemilihan tema dan judul tugas akhir ini, rumusan masalah dalam pelaksanaan tugas akhir, tujuan dan manfaat yang dapat diperoleh, ruang lingkup yang menjadi batasan-batasan dari tugas akhir, dan sistematika penulisan dokumen skripsi atau tugas akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas selain disebabkan oleh kondisi jalan yang kurang baik juga disebabkan oleh kelalaian pengguna jalan itu sendiri, seperti mengebut dan tidak mengindahkan rambu-rambu lalu lintas yang ada. Menurut Badan Kesehatan Dunia, kecelakaan lalu lintas di Indonesia dinilai menjadi pembunuh terbesar ketiga, di bawah penyakit jantung coroner dan TBC. Kecelakaan lalu lintas yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kelalaian manusia, kondisi jalan, kelalaian kendaraan, dan belum optimalnya penegakan hukum lalu lintas tetapi diantara keempat faktor tersebut kelalaian manusia menjadi faktor utama penyebab tingginya angka kecelakaan di Indonesia (Badan Intelijen Negara RI, 2016). Kelalaian yang dimaksud dapat berupa tindakan pengendara yang tidak mematuhi aturan dan rambu lalu lintas. Berdasarkan Undang-undang RI nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, yang dimaksud dengan rambu lalu lintas adalah bagian perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/ atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan (Pemerintah Republik Indonesia, 2009). Rambu lalu lintas terdiri dari beberapa jenis tergantung kebutuhan dan fungsinya, yaitu rambu perintah, rambu larangan, rambu peringatan, rambu anjuran, dan rambu petunjuk (Muzaki, 2014).

Sosialisasi mengenai rambu-rambu lalu lintas diperlukan oleh masyarakat agar jumlah kecelakaan dapat diminimalisasi. Pihak kepolisian telah melakukan sosialisasi baik secara langsung maupun tidak. Mengingat perkembangan teknologi yang semakin pesat maka kegiatan sosialisasi dapat dilakukan menggunakan suatu pendekatan berbasis teknologi yang mempermudah kegiatan tersebut. Pendekatan

yang dapat dilakukan, misalnya melalui simulasi atau melalui suatu perangkat lunak komputer yang dibangun dengan mengaplikasikan teknologi yang telah ada untuk mengenali suatu citra rambu lalu lintas dan memberikan deskripsi mengenai rambu tersebut sehingga pengendara paham akan pentingnya mematuhi rambu lalu lintas. Perangkat lunak yang dibangun dapat mengimplementasikan teori dan metode pengenalan pola

Teori dan metode pengenalan pola pernah diimplementasikan dalam beberapa penelitian antara lain pengenalan pola buku (Lukman, 2012), pengenalan wajah (Harjoseputro, et al., 2014), pengenalan nomor polisi mobil (Wahyono & Ernastuti, 2009) dan termasuk di dalamnya adalah pengenalan rambu-rambu lalu lintas yang dikembangkan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *K-Nearest Neighbour* (Yafis, et al., 2009) yang diaplikasikan menggunakan media webcam untuk menangkap citra. PCA berperan dalam proses ekstraksi ciri dalam pengenalan pola yang termasuk dalam pendekatan secara statistik yang memiliki kemampuan reduksi matriks tanpa mengurangi fitur dalam citra sedangkan *K-Nearest Neighbour* merupakan algoritma klasifikasi. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat keakuratan sebesar 96,67% dengan waktu komputasi sebesar 2,34 detik.

Pengenalan pola menggunakan pendekatan neural atau jaringan saraf tiruan dalam mengenali pola rambu lalu lintas pernah dilakukan menggunakan metode *Backpropagation* dengan tingkat keberhasilan yang dihasilkan sebesar 86,65% (Octanty M., et al., 2012). Pada penelitian yang lain metode jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* (LVQ) pernah diimplementasikan untuk mengidentifikasi nomor polisi mobil dengan tingkat keberhasilan 78% (Wahyono & Ernastuti, 2009) dan untuk mendeteksi kelainan ginjal melalui pola iris mata dengan tingkat keberhasilan mencapai 75% (Tarigan, et al., 2013). LVQ merupakan jaringan saraf tiruan yang dapat melakukan pelatihan terhadap lapisan kompetitif yang terawasi.

Penulis akan mengembangkan suatu aplikasi untuk mendeteksi citra rambu lalu lintas pada penelitian ini. Aplikasi ini akan menggabungkan kemampuan

principal component analysis untuk ekstraksi fitur dan metode jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* sebagai metode klasifikasi dan pengenalannya.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini yaitu bagaimana membangun aplikasi pengenalan rambu lalu lintas dan mencari model optimal *learning vector quantization* (LVQ) dengan melakukan pengolahan citra rambu lalu lintas menggunakan *principal component analysis* (PCA).

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan model optimal dari *learning vector quantization* dengan ekstraksi ciri menggunakan *principal component analysis*.
2. Memeriksa tingkat akurasi gabungan metode *principal component analysis* dan algoritma *learning vector quantization* dalam mengenali citra rambu lalu lintas.
3. Menyimpulkan tingkat kesuksesan sistem yang dibangun dari hasil penelitian yang dicapai.

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini diantaranya :

1. Meningkatkan pengetahuan mengenai pengolahan citra digital dan pengenalan pola dalam bidang pengenalan citra rambu-rambu lalu lintas.
2. Mempermudah sosialisasi rambu-rambu lalu lintas melalui aplikasi yang dikembangkan.
3. Dapat diketahui tingkat akurasi gabungan metode *principal component analysis* dan algoritma *learning vector quantization* dalam mengenali citra rambu lalu lintas.

1.4. Ruang Lingkup

Tugas akhir ini memiliki beberapa pembatasan ruang lingkup agar nantinya pengerjaan tugas akhir ini tidak keluar dari target yang diharapkan, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Rambu lalu lintas yang akan digunakan sebagai citra latih dan uji dalam tugas akhir ini merupakan tiga kategori rambu, yaitu rambu perintah, rambu larangan, dan rambu peringatan.
2. Citra rambu yang akan digunakan adalah rambu lalu lintas yang ada di Indonesia.
3. Citra yang digunakan dalam pelatihan adalah gambar atau citra yang didapat dari hasil potret secara langsung.
4. Pengambilan citra berjarak 2-4 meter dari arah depan objek rambu lalu lintas menggunakan kamera *handphone* dengan resolusi 8.0 MegaPixel pada waktu pagi, siang, atau sore hari kemudian akan diseragamkan ukurannya menjadi 1024 x 768 piksel.
5. Aplikasi ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman C# yang dibantu *software Integrated Development Environment (IDE)* Microsoft Visual Studio 2010 serta menggunakan *library* EmguCV untuk C#.
6. Aplikasi yang dikembangkan dapat menentukan jenis rambu lalu lintas dari citra yang disimpan dalam komputer berupa *file*, bukan citra yang diambil langsung dengan *webcam*.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, ada beberapa sistematika penulisan dokumen yang diikuti, agar dokumen menjadi rapih dan pembaca lebih mudah untuk memahami hal yang disampaikan dalam dokumen tugas akhir ini. Sistematika penulisan yang digunakan dokumen tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal yang melatar belakangi dari pembuatan tugas akhir ini, rumusan permasalahan yang dikerjakan, tujuan dan manfaat yang diharapkan, ruang lingkup yang membatasi, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang keseluruhan dari teori-teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini, seperti teori mengenai citra, teori

mengenai HSV *Color Space*, dan teori mengenai jaringan saraf tiruan LVQ.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian Tugas Akhir. Penyelesaian masalah tersebut diawali dengan pengumpulan data citra rambu, proses prapengolahan dan ekstraksi fitur, identifikasi data latih dan data uji, pelatihan LVQ, serta pengujian LVQ.

BAB IV ANALISIS, PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang definisi kebutuhan, analisis, perancangan, dan implementasi dari sistem yang dibangun pada tugas akhir ini, sehingga nantinya dapat menghasilkan satu program utuh.

BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisa pada penelitian yang dimulai dari definisi data, identifikasi data, sumber daya yang digunakan pada penelitian, penjelasan mengenai skenario eksperimen, dan analisa hasil dari setiap eksperimen yang telah dilakukan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini, beserta dengan saran yang dapat diajukan guna pengembangan sistem ini ke depannya.