

KLASIFIKASI JENIS KENDARAAN MENGGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)

Iqbal Razi¹, Tjokorda Agung Budi Wirayuda², Retno Novi Dayawati³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Pada tugas akhir ini dilakukan analisis gabungan metode Principal Component Analysis (PCA) sebagai metoda untuk mengekstraksi ciri dan Jaringan Saraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ) sebagai metoda untuk mengklasifikasi kendaraan yang masuk ke jalan tol. Jenis kendaraan yang akan diklasifikasi adalah kendaraan golongan I, II dan III. Jenis Kendaraan yang termasuk golongan I, yaitu: sedan, mini sedan, niaga/minibus, pick up, bus dan truk kecil. Kendaraan golongan II, yaitu truk dua gandar dan golongan III, yaitu truk tiga gandar. Dengan menggunakan metode ini, sistem mampu mengenali 80 data uji dengan akurasi sebesar 85% dan data latih dengan akurasi mencapai 90%.

Metoda PCA memiliki kemampuan mereduksi dimensi data namun tetap mempertahankan informasi dan karakteristik data tersebut. Sedangkan Jaringan Saraf Tiruan LVQ merupakan jaringan dengan pembelajaran yang terawasi (supervised learning). Keunggulan dari LVQ yaitu memiliki linear layer, sehingga memiliki kemampuan pembelajaran yang cepat. Proses ekstraksi ciri PCA dilakukan dengan menggunakan 120 citra latih. Proses training menggunakan 120 data latih, sedangkan untuk pengujian menggunakan 80 citra uji. Dari hasil pengujian pada tugas akhir ini, parameter terbaik PCA dan LVQ yaitu: dengan menggunakan 100 PC, 2000 epoch, learning rate 0.0075 dan 32 hidden neuron.

Kata Kunci : klasifikasi kendaraan, ekstraksi ciri, Principal Component Analysis

Abstract

In this final project, it's made a systems which is combined Principal Component Analysis (PCA) as a method for extracting features and Learning Vector Quantization (LVQ) Neural Network as a method to classify vehicles which entering the highway. Type of vehicle is that will be classified are class I, II and III. Vehicle types included class I, ie: sedan, mini sedan, minibus, pick up, bus and small truck. Vehicle class II, ie: two-axle truck and class II,ie three-axle truck. By using this method, the systems can recognize 80 testing data with accuracy of 85% and training data with accuracy of 90%.

PCA method has ability ro reduce the dimensions of the data that still maintaining the characteristics and information data. Meanwhile, LVQ Neural Network is a network with a supervised learning. The advantages of LVQ is has a linear layer, so it has a fast learning ability. Feature extraction with PCA using 120 images data. Training process using 120 training data and whereas testing process using 80 testing data. From the result of the final project, the best parameters of PCA and LVQ are 150 PCs, 2000 epoch, learning rate 0.0075 and 32 hidden neurons.

Keywords : vehicles classification, feature extraction, Principal Component

1. Pendahuluan

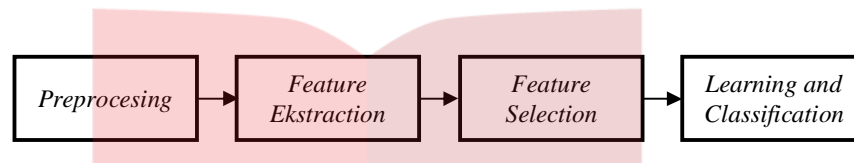
1.1 Latar belakang masalah

Jalan tol telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan ekonomi maupun kehidupan masyarakat modern sehari-hari. Setiap hari lebih dari 2,2 juta kendaraan melewati gerbang tol di 13 ruas jalan Tol Jasa Marga. Selama tahun 2009, transaksi pengguna jalan tol mencapai angka 918 juta transaksi [5]. Seiring dengan terus meningkatnya produksi kendaraan dan pengguna jalan tol, jumlah dan panjang jalan tol saat ini sangat minim dengan kebutuhan jaringan jalan yang tersedia [1,2]. Hal yang paling sering terjadi, ketika pengguna jalan tol tiba pada suatu gerbang tol guna melakukan pembayaran, sering terjadi antrian yang cukup panjang pada gerbang tol. Ini disebabkan terjadinya ketidakseimbangan antara tingkat pelayanan dengan tingkat kedatangan kendaraan pada gerbang tol tersebut. Salah satu solusi yang mulai diterapkan untuk memperlancar pergerakan lalu lintas pada gerbang tol yaitu dengan menerapkan *Electronic Toll Collection* (ETC).

ETC yakni sistem pengumpulan tol secara elektronik. Sistem ini meliputi proses pelayanan langsung hingga proses pengadministrasian pendapatan tol secara elektronik. ETC menggunakan *e-Toll Card* yang secara bertahap menggantikan penggunaan Kartu Tanda Masuk (KTM) manual. Namun penggunaannya masih sangat terbatas saat ini. Untuk mendukung proses transaksi di gardu tol ini, digunakan sistem Gardu Transaksi Otomatis (GTO) [1]. Tetapi pelaksanaannya saat ini, penggunaan GTO hanya digunakan untuk kendaraan golongan I non-bus saja. Untuk golongan lain tetap menggunakan gardu biasa. Penggunaan GTO dapat mengetahui kendaraan yang melewati gardu tol yang menggunakan sensor namun tidak dapat membedakan apakah kendaraan masuk ke dalam golongan I, golongan II maupun golongan kendaraan lainnya. Gerbang yang menggunakan GTO hanya dibatasi dengan portal yang diletakkan di bagian atas [14]. Kondisi seperti ini menyebabkan keterbatasan kendaraan selain golongan I untuk masuk ke gardu tol, sehingga dapat mengakibatkan antrian yang panjang. Salah satu solusi yang bisa dilakukan adalah dengan penambahan atau pemindahan gardu pintu tol. Namun, solusi ini tidak efisien karena terkendala pembebasan lahan, biaya dan memakan waktu yang sangat lama.

Pada permasalahan yang diangkat dan dijelaskan, perlu dicari solusi yang lebih efisien dan efektif dengan menerapkan teknologi, yaitu di bidang pengolahan citra digital, khususnya dengan menggunakan teknologi pengenalan pola citra (*pattern recognition*) serta penggunaan teknologi mengenai kecerdasan buatan yang akan membantu dalam hal pengambilan keputusan. Pemanfaatan teknologi ini nantinya akan menghasilkan sebuah sistem otomatis yang akan menggantikan peran manusia. Namun, hal perlu diperhatikan adalah kemampuan sistem baru yang bisa memutuskan golongan secara akurat dan dalam waktu yang relevan.

Kamera dapat digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi atau mengenali objek yang bisa mengganti peranan indra penglihatan pada manusia. Objek yang ditangkap oleh kamera dapat diolah menjadi sebuah informasi dengan menggunakan teknik pengenalan pola. Pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah sebuah disiplin ilmu yang bertujuan untuk melakukan klasifikasi suatu objek ke dalam kategori atau kelas tertentu [5]. Beberapa tahapan proses yang dilakukan untuk mengenal suatu pola citra, yaitu : pemrosesan awal (*preprocessing*), ekstraksi ciri (*feature extraction*), *feature selection*, *learning* dan *classification* [6]. Proses pengenalan citra dapat dilihat seperti Gambar (1-1).



Gambar 1-1: Proses Pengenalan Citra (Pattern Recognition)

Pada proses ekstraksi ciri dilakukan pengambilan informasi berupa karakteristik atau ciri dari citra digital. Informasi ini nantinya yang akan membedakan ciri citra yang satu dengan yang lainnya. Salah satu teknik yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) [4]. PCA dapat digunakan untuk mereduksi data tanpa mengurangi karakteristik data tersebut secara signifikan. Ini sangat cocok dengan citra kendaraan yang memiliki dimensi data yang besar. Sehingga, pada saat pelatihan JST LVQ dimensi yang digunakan sudah tereduksi [16]. Hasil keluaran dari PCA adalah sejumlah *eigenvector* yang sudah terurut berdasarkan *eigenvalues* yang disebut juga dengan *Principle Component* (PC). Jumlah PC yang digunakan tergantung pada kebutuhan sehingga dapat dikurangi. Kemudian tiap-tiap citra latih maupun citra uji dikalikan dengan PC, sehingga mendapatkan ekstraksi ciri dengan ukuran yang lebih kecil untuk dijadikan inputan klasifikasi oleh Jaringan Syaraf Tiruan.

Proses *learning* dan *classification* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ merupakan JST yang *supervised*, artinya proses belajar yang dilakukan melalui pengawasan dengan pemberian target yang harus dicapai sebagai dasar untuk mengubah hubungan bobot pada jaringan [16]. Metode dengan menggunakan jaringan LVQ sangat cocok sebagai metode pengenalan citra karena LVQ melakukan perhitungan hanya menghitung jarak *Euclidean* pada *hidden layer* saja [16].

Dengan kemampuan reduksi matriks oleh PCA tanpa mengurangi karakteristik dan kecepatan LVQ dalam melakukan klasifikasi, diharapkan penggabungan metode tersebut mampu menangani kasus pengenalan jenis kendaraan dengan baik dengan waktu yang cepat.

1.2 Perumusan masalah

Permasalahan yang dijadikan objek penelitian dan pengembangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem yang mampu mengklasifikasikan setiap citra kendaraan yang masuk melalui pintu tol ke dalam golongan kendaraan tertentu.
2. Seberapa banyak jumlah *Principal Component (PC)* yang digunakan untuk mereduksi dimensi data input JST namun tetap mempertahankan akurasi.
3. Bagaimana rancangan arsitektur jaringan LVQ sehingga menghasilkan akurasi terbaik dengan menggunakan jumlah *hidden neuron* dan *learning rate* yang tepat.
4. Bagaimana tingkat akurasi dan performansi sistem dengan menggunakan metode PCA dan LVQ dalam menangani klasifikasi citra kendaraan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Melakukan implementasi sistem yang mampu mengklasifikasikan citra kendaraan ke dalam golongan tertentu dengan menerapkan PCA dan LVQ.
2. Melakukan analisis PCA dan jaringan LVQ pada sistem.
3. Menganalisa performansi sistem dengan parameter tingkat keakuratan identifikasi dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengklasifikasi citra kendaraan

1.4 Batasan masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dibutuhkan batasan-batasan masalah agar tidak menyimpang dan mencegah luasnya ruang lingkup permasalahan yang harus ditangani. Batasan-batasannya adalah:

1. Sistem ini hanya menangani klasifikasi golongan kendaraan yang masuk ke jalan tol, yaitu roda empat atau lebih.
2. Golongan kendaraan dibagi menjadi tiga golongan.
 - a. Golongan I, yaitu: sedan, mini sedan, niaga/minibus, pickup, bus dan truk kecil
 - b. Golongan II, yaitu: truk gandar dua
 - c. Golongan III, yaitu: truk gandar tiga
3. Citra yang menjadi masukan adalah kendaraan yang di-*capture* dalam keadaan cuaca cerah menggunakan kamera digital. Format gambar yang digunakan adalah JPEG berukuran 307 x 230 pixel.
4. Pengambilan gambar tidak bersifat *realtime*. Data citra masukan untuk pengolahan citra telah ada di dalam *database*.
5. Posisi pengambilan gambar dari sisi diagonal depan kendaraan disesuaikan dengan kondisi pintu gerbang tol.
6. Teloransi jarak kamera dengan bagian depan kendaraan saat pengambilan gambar sebesar 2 - 4 meter.

1.5 Metodologi penyelesaian masalah

Metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur
Mempelajari dasar teori dari literatur-literatur mengenai pengklasifikasian kendaraan diantaranya :
 - a. Mempelajari tentang pengolahan citra digital dan pengenalan pola
 - b. Mempelajari tentang PCA dan JST LVQ
2. Survei lapangan
Survei dilakukan langsung ke gerbang pintu tol. Tujuannya untuk melihat kondisi langsung lingkungan sehingga dapat menentukan posisi pengambilan citra kendaraan yang tepat dan penempatan kamera.
3. Pengumpulan data
Proses mendapatkan dan pengumpulan data citra latih kendaraan yang akan digunakan sebagai masukan sistem yang langsung dilakukan di gerbang tol. Citra kendaraan berupa gambar kendaraan yang diambil dari berbagai posisi dari setiap jenis kendaraan.
4. Analisis sistem
Dalam tahap ini dilakukan identifikasi serta analisis kebutuhan sistem. Misalnya, proses atau tahapan apa saja yang harus dikerjakan, bagaimana citra masukkan diambil untuk selanjutnya diproses, metode/teknik apa saja yang bisa digunakan.
5. Perancangan sistem
Menentukan metodologi pengembangan sistem yang digunakan dengan pendekatan terstruktur yaitu menggunakan metode pengembangan *prototyping*.
6. Implementasi program sistem
Melakukan implementasi metode pada program aplikasi sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Implementasi pada aplikasi sesuai dengan perancangan sistem yang telah ditentukan sebelumnya yaitu, proses pengolahan citra mulai dari *preprocessing*, ekstraksi ciri(PCA), hingga proses *learning* dan klasifikasi(LVQ). Implementasi aplikasi menggunakan program Matlab.
7. Pengujian aplikasi
Setelah aplikasi selesai dibangun, selanjutnya dilakukan pengujian aplikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data citra yang telah dikumpulkan sebelumnya. Pengujian dilakukan untuk mencari posisi pengambilan gambar kendaraan mana yang paling baik sebelum diproses ke tahap selanjutnya. Selain itu, pengujian dilakukan dengan melihat tahapan proses yang terjadi di dalam sistem, waktu pemrosesan serta keakuratan. Seluruh hasil akan dicatat.
8. Evaluasi aplikasi
Setelah data pengujian terkumpul, selanjutnya dilakukan evaluasi dan analisa performansi apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. Jika tidak harus dilakukan perbaikan sehingga nantinya dihasilkan aplikasi yang handal.
9. Penyusunan laporan
Pada tahap ini dilakukan pembuatan laporan dan dokumentasi dari sistem yang dibangun.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Tahapan dan parameter pada *preprocessing* sangat menentukan keberhasilan sistem dalam mengenali citra kendaraan. Nilai threshold untuk background subtraction yaitu 45, mempertahankan area pixel jika jumlah area pixel lebih besar dari 350 dan menggunakan 20% pengurangan area dari seluruh area yang terbentuk.
2. Banyaknya jumlah Principal Component (PC) yang dipilih akan mempengaruhi banyaknya ciri atau karakteristik yang dibawa. Semakin banyak ciri yang dibawa relatif akan meningkatkan akurasi, namun jika ciri kendaraan yang dibawa terlalu banyak sehingga menjadi sangat detail menyebabkan penurunan akurasi. Akurasi terbaik didapatkan dengan menggunakan 85 PC.
3. Dengan menggunakan metode PCA, input data JST akan tereduksi namun tetap mempertahankan akurasi. Ini akan menyebabkan proses training maupun pengujian jauh lebih cepat dengan waktu sekitar 60 detik jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan PC yang mencapai lebih dari 8 jam untuk *training*.
4. Jumlah hidden neuron yang menghasilkan akurasi terbaik dengan menggunakan 32 hidden neuron. Jika hidden neuron yang digunakan terlalu besar, penentuan kelas kendaraan menjadi sangat sulit yang mengakibatkan akurasi menurun.
5. Penggunaan *learning rate* yang terlalu besar (0.1) dan terlalu kecil (0.0001) menyebabkan sulit mendapatkan bobot yang optimal. Dari hasil pengujian kegagalan sistem paling besar terhadap kendaraan golongan II karena pada proses *training* kelas kendaraan golongan II akan kalah saat penentuan nilai *hidden* minimum sehingga bobot pada kelas ini sangat sulit diperbaharui.
6. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan metode PCA dan LVQ dalam menangani klasifikasi jenis kendaraan akurasi untuk data latih mencapai 90% dan 85% untuk data uji.

5.2 Saran

1. Untuk meningkatkan akurasi, proses ekstraksi ciri diperlukan metode yang lebih baik dari PCA
2. Agar memperoleh data citra latih maupun data citra uji yang lebih baik, diperlukan tahapan atau algoritma yang lebih baik dalam tahap *preprocessing*.
3. Untuk saran pengembangan selanjutnya, sistem bisa dibangun secara *real time* dan dapat mengklasifikasi secara lengkap golongan kendaraan, sehingga sistem yang baru benar-benar bisa diimplementasikan langsung di lapangan.

Daftar Pustaka

- [1] _____. **Annual Report Jasa Marga 2008**. <http://www.jasamarga.com/dmdocuments/Annual%20Report%202008.pdf>. Diakses tanggal 20 Maret 2010.
- [2] _____. **Jasa Marga Investor Gathering 2009**. http://www.jasamarga.com/dok_presentations/jasa_marga_investor_gathering_2009.pdf. Diakses tanggal 20 Maret 2010.
- [3] _____. **Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Tahun 2007 tentang Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Jalan Tol yang Sudah Beroperasi**.
- [4] _____. **Linear Algebra**. http://203.130.205.68/dosen/asih/linear_algebra/Linear%20Algebra.doc. Diakses tanggal 13 April 2010.
- [5] _____. **Jasa Marga Press Release Nomor: 020/2009 Tanggal 31 Desember 2009**. <http://www.jasamarga.com/siaran-pers/164-selama-2009-jasa-marga-layani-transaksi-lebih-dari-918-juta-kendaraan-.html>. Diakses tanggal 20 Maret 2010.
- [6] Chen, C. V., **Evaluation of Bayes, ICA, PCA and SVM Methods for Classification**. US Naval Research Laboratory, Washington DC. <http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-SET-080//MP-ET-080-37.pdf> diakses tanggal 17 Oktober 2009.
- [7] Eryadi, Ridha Adjie. **Penerapan Metode Principal Component Analysis (PCA) dan Radial Basis Function (RBF) dalam Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia**. 2008. Tugas Akhir Departemen Teknik Informatika. IT Telkom, Bandung.
- [8] Jena, Jeremias. **Klasifikasi**. <http://jeremiasjena.wordpress.com/2009/11/22/klasifikasi/>. Diakses tanggal 11 Maret 2010
- [9] Munir, Rinaldi. **Pengantar Pengolahan Citra**. http://www.informatika.org/~rinaldi/Buku/Pengolahan%20Citra%20Digital/Bab-1_Pengantar%20Pengolahan%20Citra.pdf. Diakses tanggal 6 April 2010.
- [10] Ranadhi, Djalu, Wawan Indirto dan Taufiq Hidayat, 2006, **Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Pengenal Pola Sidik Jari pada Sistem Informasi Narapidana LP Wirogunan**. Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia. <http://journal.uii.ac.id/index.php/mediainformatika/article/download/121/82> diakses tanggal 18 Oktober.
- [11] Romadhoni, Nugroho. 2008. **Klasifikasi Golongan Darah Menggunakan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization**. Tugas Akhir Departemen Teknik Informatika. IT Telkom, Bandung.
- [12] Septiana, Aditya. **Peramaan Cuaca dengan Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ), Genetik Algrithm (GA), dan Selft-Organizing Map (SOM)**. 2010. IT Telkom, Bandung.
- [13] Smith, Lindsay I. 2002. **A Tutorial on Principal Components Analysis**. http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf. Diakses tanggal 10 April 2010.
- [14] Suyitno. **Gardu Tol Enterance Tanpa Pengumpul Tol**. <http://award.jasamarga.co.id/pengirim-lomba/list-tulisan-pengalaman/28->

- [perubahan-pola-jadwal-32-menjadi-42-bagi-kspt.html?start=2](#). Diakses tanggal 20 Maret 2010.
- [15] Tamersoy, Birgi. **Background Subtraction**. University of Texas. http://userweb.cs.utexas.edu/~grauman/courses/fall2009/slides/lecture9_background.pdf. Diakses tanggal 5 Mei 2010.
- [16] Taufik Syawaluddin, Mochammad. **Pengenalan Plat Nomor Otomatis Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Learning Vector Quantization (LVQ)**. 2010. IT Telkom, Bandung
- [17] Wijaya, Marvin Ch. dan Agus Prijono. **Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab**. 2007. Informatika: Bandung

