

**PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MENGLASIFIKASI
GOLONGAN KENDARAAN DENGAN METODE PARAMETER DASAR
GEOMETRIK**

*(IMAGE PROCESSING FOR CLASSIFYING TYPE OF VEHICLES WITH
BASIC GEOMETRIC PARAMETERS)*

Desy Agustin¹, Ratri Dwi Atmaja,S.T,M.T², Azizah,S.T,M.T

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi ,Fakultas Teknik Elektro Universitas
Telkom, Bandung

¹desvagustinn@gmail.com, ²ratriidwiatmaja@telkomuniversity.ac.id,
³azizah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Peningkatan jumlah kendaraan yang beroperasi di jalur lalu lintas, khususnya di kota-kota besar sangat tinggi. Dapat dilihat pada kasus jalan tol, banyaknya kendaraan yang memasuki jalur tol yang tidak terklasifikasi jenisnya membuat kerusakan pada jalan tol tiap tahunnya tidak bisa terprediksi dengan kata lain perbaikan dalam jalan raya tol tidak dalam kurun waktu yang sesuai. Untuk itu diperlukan suatu kajian untuk meninjau kesesuaian pada kondisi saat ini.

Dengan perkembangan teknologi informasi, hal tersebut dapat ditangani dengan sistem yang terhubung dengan beberapa kamera di beberapa titik yang berfungsi untuk mengambil gambar kendaraan yang melewati jalan tol tersebut.

Pada tugas akhir ini dilakukan studi penerapan teknologi pengolahan citra digital dengan mengelola informasi dalam bentuk gambar dalam hal ini adalah klasifikasi golongan kendaraan pada jalan tol. Proses yang dilakukan untuk identifikasi jenis kendaraan ini adalah akuisisi data, pengolahan awal, ekstraksi ciri dan klasifikasi kendaraan. Metode yang digunakan untuk ekstraksi ciri jenis kendaraan yaitu basic geometric parameter sedangkan untuk klasifikasi golongan kendaraan digunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). Hasil pengujian terbaik didapatkan bahwa dengan menggunakan empat parameter ekstraksi ciri basic parameter geometri dan klasifikasi K-NN didapatkan akurasi pengenalan terbaik sebesar 89 % pada data uji.

Kata Kunci : Pengolahan Citra, Basic Geometric Parameter, K-Nearest Neighbor (K-NN).

Abstract

Increasing number of vehicles in traffic especially in big cities is very high. In the highway there are many vehicles that did not classified by type resulting in unpredictable damage of highway every year. Thus the renovation can not be done on schedule. The purpose of this study is to review the condition and find the best solution.

Because of technology advancement, vehicles in highway can be detected and classified by type with a system that connected to a few of cameras that can take picture of the passing vehicles.

This study conduct a study application of digital image technology by processing information as picture. The process in this identification of vehicle are data acquisition, pre-processing, feature extraction and classification of vehicles. Method that used in this study for extraction vehicles type is basic geometric parameters. For classification type of vehicles using algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). As a result from this study, the researcher can get a recognition accuracy for 89% by using 4 parameters extraction basic geometric parameters and classification K-Nearest Neighbor. Keywords: Image Processing, Basic Geometric Parameters, K-Nearest Neighbor (K-NN).

Keywords: Image Processing, Basic Geometric Parameters, K-Nearest Neighbor (K-NN).

1. Latar Belakang

Dewasa ini meningkatnya jumlah kendaraan setiap tahun berbanding terbalik dengan pembangunan infrastruktur jalan menjadi penyebab umum kemacetan lalu lintas yang sering berkelanjutan dan semakin buruk tiap tahunnya. Salah satu usaha pemerintah dalam mengurangi kepadatan lalu lintas adalah dengan menetapkan jalur-jalur khusus yang hanya boleh dilalui kendaraan bermotor roda dua, empat atau lebih, ada pula kebijakan waktu-waktu khusus yang harus ditaati oleh pengemudi truk besar, truk gandeng, bus besar dan lainnya. Contoh kasus pada jalan tol, banyaknya kendaraan yang memasuki jalur tol yang tidak terklasifikasi jenisnya membuat kerusakan pada jalan tol tiap tahunnya tidak bisa terprediksi dengan kata lain perbaikan dalam jalan raya tol tidak dalam kurun waktu yang sesuai. Untuk itu diperlukan suatu kajian untuk meninjau kesesuaian pada kondisi saat ini.

Dengan perkembangan teknologi informasi, hal tersebut dapat ditangani dengan sistem yang terhubung dengan beberapa kamera di beberapa titik. Kamera berfungsi untuk merekam dan memantau aktifitas pengemudi, dan dapat disediakan sebuah komputer untuk menganalisa dan mengolah data video yang dihasilkan oleh kamera tersebut. Pengolahan video tersebut bermanfaat untuk mengetahui ukuran kendaraan yang melewati ruas jalan tertentu, sehingga dapat diketahui atau diklasifikasi jenis kendaraan yang lewat. Kamera yang digunakan dapat berupa kamera CCTV yang memiliki kualitas video yang cukup baik, serta sudut pengambilan gambar juga harus tepat, supaya mendapatkan gambar yang optimal. Sistem ini dikembangkan untuk melakukan klasifikasi kendaraan yang melewati ruas jalan tertentu dengan menggunakan teknik pengolahan citra.

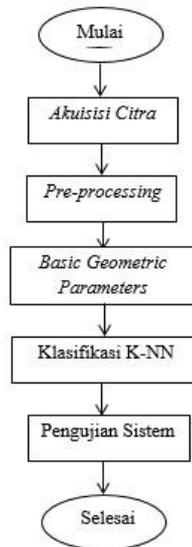
Penelitian ini mengacu terhadap referensi-referensi yang terkait dengan penelitian yang telah ada sebelumnya, dimana masing-masing penulis menggunakan metode penelitian yang berbeda tergantung atas permasalahan yang akan dikaji. Penggunaan beberapa referensi ini akan digunakan untuk membedakan pembahasan yang dibahas penulis dengan penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya. Berikut referensi dari penelitian yang telah ada :

1. Referensi yang pertama merupakan sebuah penelitian yang berjudul “Transformasi Wavelet Dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Klasifikasi Kendaraan” oleh Aditya Febrinoviana, 2008 [1]. Pada penelitian ini melalui pengolahan citra, citra kendaraan sebagai citra input diproses awal menggunakan transformasi wavelet yang digunakan sebagai metode ekstraksi feature. Transformasi wavelet menghasilkan representasi multi resolusi dari citra aslinya. Hasil dari pengolahan citra menggunakan transformasi wavelet diwujudkan dalam bentuk kode-kode biner, dan kode-kode ini akan menjadi inputan jaringan saraf tiruan yang berfungsi untuk mengambil keputusan dengan tujuan mengenali dan mengklasifikasi citra tersebut.
2. Referensi yang kedua merupakan sebuah penelitian yang berjudul “Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Learning Vector Quantization (LVQ) “ oleh Iqbal Razi, 2010 [2]. Pada penelitian ini menggunakan 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.

Pengembangan arah penelitian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah dengan melakukan klasifikasi jenis kendaraan dengan menggunakan metode basic geometric parameters untuk mendapatkan ciri penting dari sebuah citra dan hasil proses tersebut akan dapat mengklasifikasikan jenis kendaraan kedalam kendaraan golongan besar, sedang dan kecil. Penggunaan ekstraksi ciri dengan metode basic geometri parameter ini menghasilkan pola ciri yang lebih spesifik antar data-data inputan yang lain. Dengan metode ini dapat mengklasifikasi kendaraan dengan lebih cepat sehingga dapat dikembangkan untuk sistem yang realtime.

2. Rancangan Sistem

Sistem yang dirancang merupakan suatu sistem yang akan mengklasifikasi jenis kendaraan. Hasil dari monitoring yang dilakukan oleh sistem adalah klasifikasi jenis kendaraan yang diidentifikasi berdasarkan besar dari kendaraan kemudian akan diidentifikasi dalam 3 kondisi jalur lalu lintas yaitu kendaraan besar, sedang dan kecil. Secara umum sistem untuk memonitor klasifikasi jenis kendaraan dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 Rancangan Sistem

Sistematika alur kerja sistem secara garis besar sebagai berikut:

1. Pengambilan citra telur menggunakan kamera digital.
2. *Pre-processing* citra dengan pengolahan citra digital.
3. Ekstraksi ciri menggunakan konsep *Basic Geometric Parameters*.
4. Menganalisis ciri, klasifikasi dengan sistem *K-Nearest Neighbour (K-NN)*.

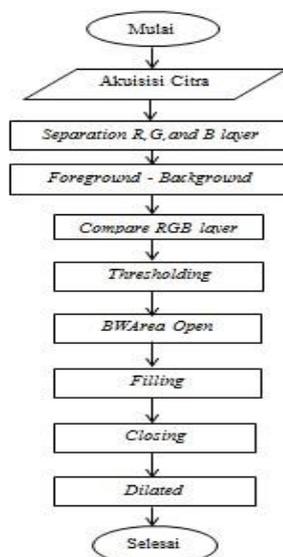
3. Perancangan perangkat lunak

3.1 Proses Pengambilan Data Latih dan Data Uji

Proses pengambilan data latih dan data uji untuk citra kendaraan menggunakan Mikroskop digital, yang dilakukan pada siang hari agar intensitas cahaya cukup.

3.1.1 *Preprocessing*

Preprocessing merupakan salah satu tahapan penting yang harus dilakukan. Tujuan utama dari *preprocessing* ini adalah membuang informasi-informasi yang tidak diperlukan agar citra berada dalam kondisi yang sama dengan citra yang lain sehingga citra-citra tersebut bisa di ekstraksi dan dapat diklasifikasikan dengan baik. Berikut proses *preprocessing* dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Tahap *Preprocessing*

3.1.1.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal dengan tujuan mendapatkan citra digital sebagai data latih maupun data uji dimana hasil dari akuisisi citra ini merupakan citra kendaraan dengan ukuran pixel yang bervariasi. Berikut ini merupakan gambar hasil dari akuisisi citra.

3.1.1.2 Separation R,G, and B layer

Pada tahap ini dilakukan pemisahan layer red, green dan blue, proses ini berfungsi untuk mentransformasi warna citra dari RGB (3 layer) menjadi grayscale (1 layer) dengan tujuan untuk mereduksi citra tiga dimensi menjadi satu dimensi saja dengan nilai intensitas yang sama, sehingga dapat mempercepat proses komputasi.

3.1.1.3 Foreground – Background

Setelah mendapatkan citra dengan satu dimensi selanjutnya citra tersebut dilakukan perbandingan dengan background kosong. Hasil pengurangan foreground terhadap background ini akan menghasilkan objek putih yaitu sebuah objek mobil.

3.1.1.4 Compare RGB layer

Untuk mendapatkan hasil yang akurat maka digabung kembali citra satu dimensi menjadi tiga dimensi kembali.

3.1.1.5 Thresholding

Tahapan thresholding yaitu jika nilai piksel (x,y) melebihi nilai threshold yang diberikan maka nilai piksel akan diubah menjadi 1, namun jika kurang dari/sama dengan threshold maka nilai piksel tersebut akan diset 0.

3.1.1.6 BW area open

Untuk menghilangkan object kecil pada matriks citra yang dihasilkan pada tahap sebelumnya kita dapat melakukan proses noise removal dengan cara menghilangkan area yang memiliki luasan kurang dari jumlah suatu pixel

3.1.1.7 Filling

Filling adalah proses mengisi lubang-lubang dari outline yang dihasilkan pada tahap sebelumnya.

3.1.1.8 Closing

Closing merupakan kombinasi dilatasi-erosi dengan structuring element yang sama. Operasi ini akan menghapus “lubang” hitam pada objek yang terang (putih).

3.1.1.9 Dilated

Dilatasi adalah suatu proses menambahkan piksel pada batasan objek dalam suatu citra sehingga apabila dilakukan operasi maka citra hasilnya akan lebih besar ukurannya dibandingkan dengan citra aslinya.

3.1.2 Ekstraksi Ciri *Basic geometric parameters*

Untuk melakukan klasifikasi kendaraan, yang perlu dilakukan adalah mengetahui setiap objek atau mendeteksi setiap objek, yang mana objek A, objek B, objek C dan seterusnya, karena setiap frame akan terlacak objek tersebut, tetapi dianggap berbeda, sehingga jumlah kendaraan akan bertambah terus padahal masih objek yang sama. sehingga diperlukan pendeteksian setiap objek tersebut,

a. Ekstraksi Ciri

Parameter geometris diekstraksi dari gambar kendaraan video dan dibagi menjadi tiga kategori, keseluruhan parameter, parameter panjang dan parameter gabungan. Definisi dan deskripsi parameter ini diberikan pada Tabel 3.1 [6]

Tabel 3.1 Definisi dan deskripsi dari *Basic Geometric Parameters*

| Tipe | Parameter | Simbol | Definisi |
|-----------------------|-----------------------------|---------------|--|
| Parameter Keseluruhan | Jumlah pixel | S | Jumlah pixel suatu gambar |
| | Minimum batas luas terkecil | MS | Minimum batas luas terkecil dari semua data latih |
| Parameter Panjang | Panjang | L | Jarak antara yang terbelakang dari yang paling jauh dan terdepan dari yang terdekat |
| | Lebar | W | Jarak antara terbelakang dari yang terjauh dan terkecil dari yang kanan |
| Gabungan Parameter | Rasio Panjang-Lebar | LW | Rasio panjang-lebar suatu kendaraan dibedakan menjadi variabel besar, sedang dan kecil sebuah kendaraan $LW = L/W$ |
| | Jarak | CR | Luas kendaraan dibagi minimum batas luas terkecil S/MS |

Biasanya berbagai jenis mobil dapat memberikan panjang kendaraan dan lebar kendaraan. Karena posisi dan sudut kamera tidak tetap maka jarak antara kamera dan kendaraan akan terus berubah. Parameter yang disebutkan di atas mempunyai nilai besaran kendaraan yang diukur di urutan gambar dan memungkinkan tidak bisa benar-benar sama, sehingga tidak bisa menggunakan parameter mutlak (panjang, tinggi, dll) sebagai identifikasi parameter fitur.

Maka dari itu digunakan parameter yang dikombinasikan dengan mencerminkan fitur model kendaraan dari parameter sampel, dengan begitu dapat membedakan kendaraan kecil, sedang atau besar dengan parameter rasio yang tidak perlu tahu parameter intrinsik kamera atau lokasi syuting. Parameter yang dihitung dari model yang sama atau serupa relatif stabil, dan perubahan dalam kisaran tertentu. Jadi, final parameter klasifikasi yang dipilih dalam makalah ini merupakan parameter rasio.

Kendaraan dengan tingkat akurasi bergantung pada keandalan parameter karakteristik yang diambil dari kurva dan derajat yang dipisahkan pada kategori khusus. Jadi sangat tepat memilih fitur klasifikasi dan parameter gabungan, pada klasifikasi kendaraan masa lalu, banyak sistem klasifikasi kendaraan menggunakan parameter efisiensi seperti rasio top-atas, rasio pusat-panjang, dll. Tapi sistem ini memerlukan gambar kendaraan dalam pandangan satu sisi. Sekarang, apakah di pengambilan gambar di jalan tol, jalan raya dan lainnya, hampir semuanya diambil dari tampilan atas, yang dibutuhkan untuk mencari beberapa parameter fitur klasifikasi baru. Meskipun parameter ini memiliki tingkat yang sangat baik, namun karena keacakan jarak dan sudut antara kamera dan kendaraan membuat ruang lingkup parameter gabungan sulit untuk ditentukan.

Berdasarkan analisis di atas, parameter dasar dari artikel ini harus diperoleh dari gambar, seperti panjang kendaraan, lebar kendaraan, minimal persegi panjang, klasifikasi yang terpilih yaitu parameter panjang-lebar rasio dan lebar ruang. Parameter ini memiliki karakter yang baik, mengidentifikasi ekstraksi dengan mudah dan terlepas dari rasio gambar. Dalam rangka mewujudkan klasifikasi kendaraan otomatis, kita perlu menentukan berbagai parameter klasifikasi dari semua jenis kendaraan.

3.1.3 *Klasifikasi Euclidean Distance*

Algoritma *K-Nearest Neighbor (K-NN)* adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data uji yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut.

Klasifikasi dalam sistem pengenalan suatu benda menggunakan Euclidean Distance. Proses klasifikasi terdiri dari atas dua bagian, yaitu proses klasifikasi data latih dan proses klasifikasi data uji. Proses klasifikasi data latih digunakan untuk menentukan kelas pada K-NN yang nantinya akan digunakan untuk mengklasifikasi data uji. Jadi untuk perbedaan antara K-NN latih dan K-NN uji terletak hanya pada pembacaan *database*. K-NN latih lalu menghasilkan *database*, sementara K-NN uji memakai hasil dari pelatihan K-NN latih.

3.2 Performansi Sistem

Untuk melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang dan direalisasikan digunakan parameter akurasi.

Akurasi adalah ukuran ketepatan sistem dalam mengenali *input* yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis, persamaan yang dapat dituliskan:

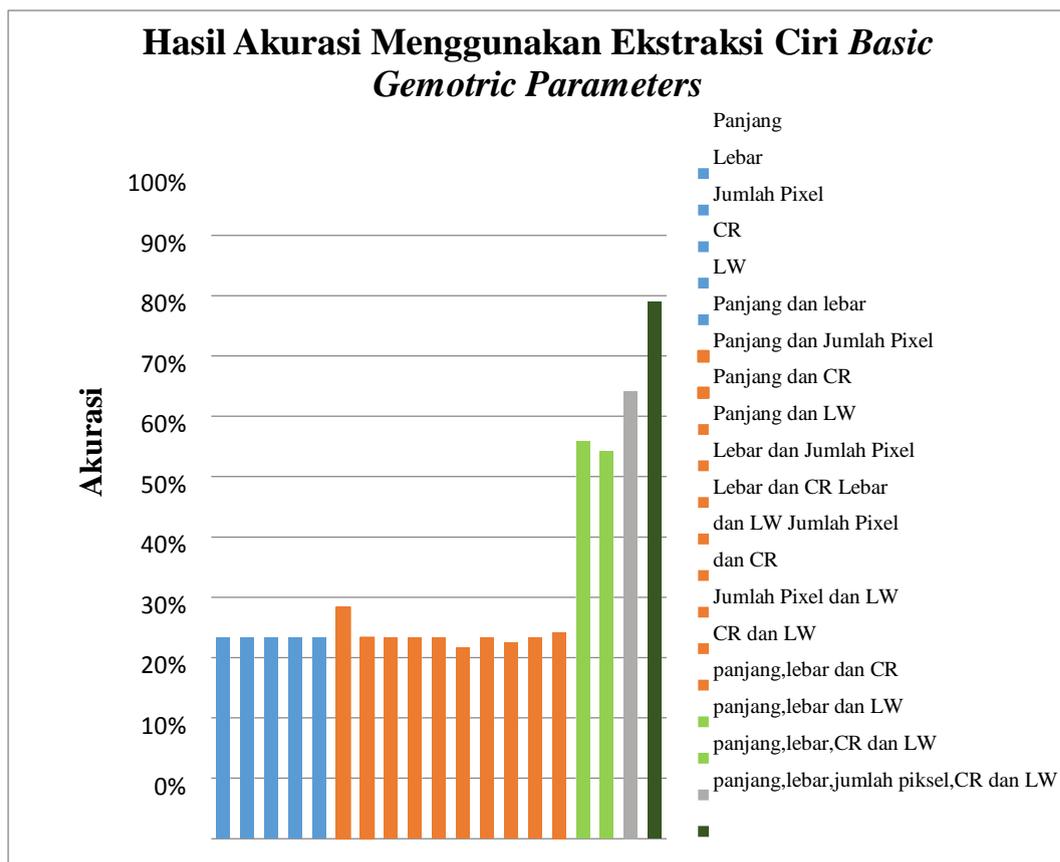
$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\% \tag{3.2}$$

Error adalah tingkat kesalahan sistem dalam hal mengenali input yang diberikan pada sistem terhadap jumlah data secara keseluruhan. Secara sistematis, persamaan yang dapat dituliskan:

$$\text{Error} = 100 - \text{akurasi (dalam persen)} \tag{3.3}$$

4. Hasil Pengujian dan Analisis

4.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Skenario 1

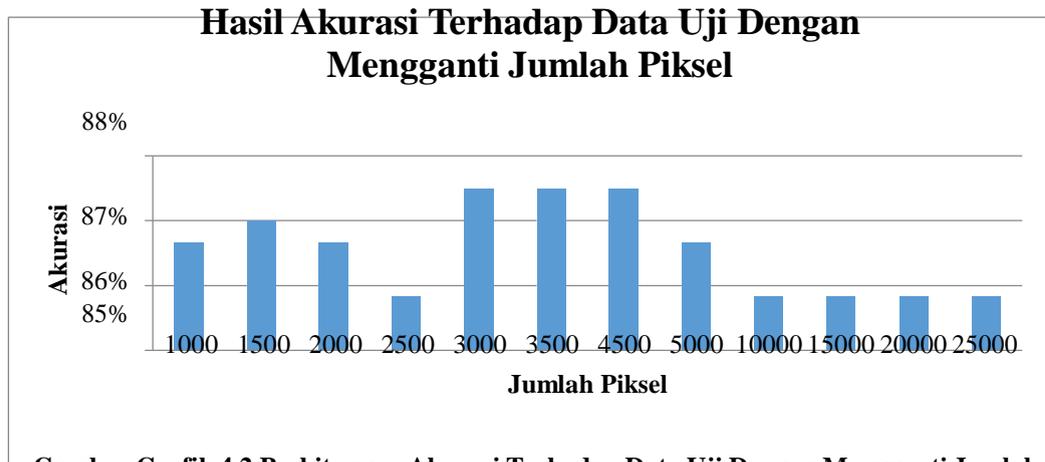


Gambar Grafik 4.1 Perhitungan Akurasi Terhadap Data Uji Dengan Menggunakan Ekstraksi Ciri Basic Geometric Parameters

Dari hasil pengujian dengan menggunakan skenario 1 kita dapat melihat pada grafik 4.1 bahwa perhitungan akurasi terhadap data uji dengan menggunakan ekstraksi ciri *basic geometric*

parameters akan terus meningkat jika ada penggabungan ekstraksi ciri panjang dengan ekstraksi ciri lainnya. Dapat dilihat di grafik saat ekstraksi ciri panjang digabung dengan lebar maka hasil akurasi meningkat dari 30% menjadi 38%, begitu juga ketika digabung dengan ekstraksi ciri lebar, cr, dan lw maka hasil akurasi lebih akurat. Ekstraksi ciri panjang, lebar dan cr akan lebih akurat dalam menentukan golongan kendaraan dikarenakan ciri tersebut memiliki perbedaan nilai yang sangat berbeda dari setiap golongannya. Maka dari itu pada tugas akhir ini dengan menggabungkan lima ekstraksi ciri yaitu panjang, lebar, jumlah piksel, CR dan LW dapat menghasilkan tingkat akurasi yang paling optimal yaitu sebesar 89%.

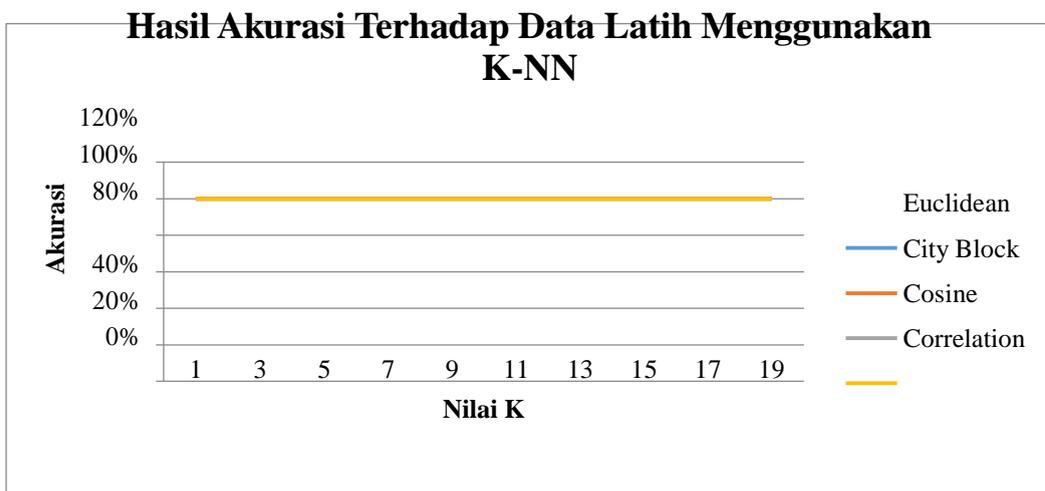
4.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Skenario 2



Gambar Grafik 4.2 Perhitungan Akurasi Terhadap Data Uji Dengan Mengganti Jumlah Piksel

Pengujian pada skenario dua ini dilakukan untuk melihat pengaruh nilai jumlah piksel terhadap ketepatan dalam menentukan klasifikasi golongan kendaraan. Ketetapan jumlah piksel minimum bernilai 2970 piksel. Pada grafik 4.2 jumlah piksel diganti dengan nilai 25000 hingga yang terkecil yaitu 1000 piksel. Hasil akurasi yang didapat adalah jumlah deteksi benar yang paling tinggi yaitu pada jumlah piksel 3000 hingga 4500 dikarenakan jumlah piksel tidak boleh terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari ketetapan nya, jika tidak memenuhi syarat tersebut maka hasil klasifikasi tidak akan akurat.

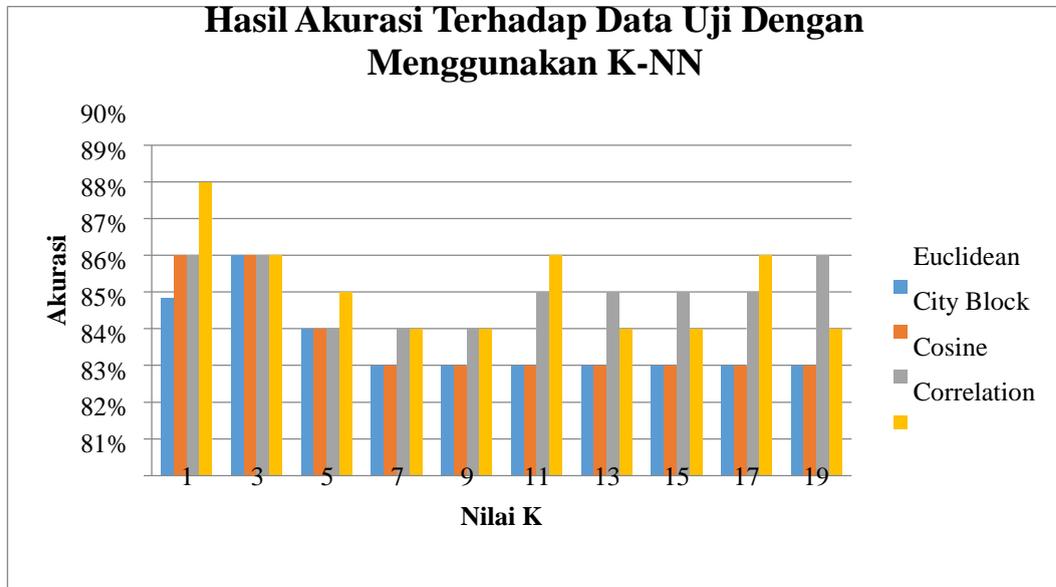
4.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Skenario 3 dan 4



Gambar Grafik 4.3 Perhitungan Akurasi Terhadap Data Latih Dengan Menggunakan K-NN

Perhitungan akurasi terhadap data latih dengan menggunakan K-NN menghasilkan akurasi 100% untuk semua nilai K dan distance dikarenakan data latih pada sistem yang dibuat pada tugas akhir ini telah ditetapkan sebelumnya yaitu untuk data latih 1 sampai dengan 20

merupakan golongan satu, data latih 21 sampai dengan 40 merupakan golongan dua dan data latih 31 sampai dengan 60 merupakan golongan tiga.



Gambar Grafik 4.4 Perhitungan Akurasi Terhadap Data Uji Dengan Menggunakan K-NN

Pengujian dengan skenario 3 dan 4 dilakukan untuk melihat pengaruh jumlah k dan distance dalam ketepatan menentukan klasifikasi golongan kendaraan. Pada gambar grafik 4.4 perhitungan klasifikasi terhadap data uji dilakukan dengan mengganti nilai k yaitu dengan nilai 1,3,5,7,9,11,13,15,17,19 dan menggunakan distance berikut yaitu, *euclidean*, *city block*, *cosine*, dan *correlation*. Hasil yang didapat adalah akurasi yang bernilai tinggi terjadi saat k = 1 untuk semua distance namun ketika k semakin banyak maka nilai akurasi cenderung menurun, ini dikarenakan sistem K-NN yang menggunakan perbandingan tetangga terdekat yang ada disekitaran objek sampel. Jika nilai k=1 maka sistem K-NN akan lebih cepat dalam menentukan kelas objek tersebut karena sistem hanya mempunyai satu tetangga terdekat yang menjadi acuan, tetapi dengan k yang semakin banyak maka sistem akan menentukan kelas dengan lebih banyak acuan dan cenderung akan kurang akurat. Pada tugas akhir ini tingkat akurasi paling tinggi sebesar 89 persen didapat saat menggunakan nilai k=1 dan *correlation distance*.

4.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Skenario 5

Tabel 4.1 Perhitungan Klasifikasi Terhadap Data Uji Dengan Dua Kendaraan Saling Berdekatan

| Gambar | Golongan Asal | Hasil Uji Golongan | AKURASI |
|--------|------------------|--------------------|---------|
| 1 | Golongan 1 dan 3 | Golongan 1 dan 3 | Benar |
| 2 | Golongan 1 dan 3 | Golongan 1 dan 3 | Benar |
| 3 | Golongan 3 dan 1 | Golongan 3 dan 1 | Benar |
| 4 | Golongan 1 dan 3 | Golongan 1 dan 3 | Benar |
| 5 | Golongan 1 dan 2 | Golongan 1 dan 3 | Salah |
| 6 | Golongan 3 dan 2 | Golongan 3 dan 2 | Benar |
| 7 | Golongan 2 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Salah |
| 8 | Golongan 3 dan 2 | Golongan 3 dan 3 | Salah |
| 9 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |
| 10 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |

| | | | |
|----|------------------|------------------|-------|
| 11 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |
| 12 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |
| 13 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |
| 14 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |
| 15 | Golongan 3 dan 3 | Golongan 3 dan 3 | Benar |

Dari tabel 4.9 menggunakan skenario dimana terdapat 15 gambar dengan dua buah kendaraan yang saling berdekatan didapatkan bahwa 3 dari 15 gambar tersebut salah dalam mendeteksi yaitu pada gambar ke-lima dimana golongan 1 dan 2 namun terdeteksi menjadi golongan 1 dan 3 juga pada gambar ke-tujuh dan delapan golongan 2 terdeteksi menjadi golongan 3. Hasil ini kurang akurat dikarenakan hasil pre-processing dua buah kendaraan yang saling berdekatan masih kurang bagus.

Kesimpulan

1. Pada tugas akhir ini telah dihasilkan sebuah aplikasi yang baik untuk mengklasifikasi kendaraan golongan kendaraan I, II, III dengan menggunakan ekstraksi ciri *basic geometric parameters* dan klasifikasi menggunakan algoritma *k-nearest neighbor* (k-NN).
2. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan metode ekstraksi ciri *basic geometric parameters* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor (K-NN)* menghasilkan akurasi 89 % untuk data uji.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aditya Febrinoviana (2008) "Transformasi Wavelet Dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Klasifikasi Kendaraan". Institut Teknologi Telkom.
2. Iqbal Razi, (2010) "Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Learning Vector Quantization (LVQ) ". Institut Teknologi Telkom.
3. Iqbal Razi, (2010) "Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Learning Vector Quantization (LVQ) ". Institut Teknologi Telkom.
4. Kumolosasi, Endang, (2006). Slide Kuliah Hematologi. Bandung: Sekolah Farmasi ITB
5. Nalwan, Agustinus (2001). Pengolahan Gambar Secara Digital. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
6. Aiyun Lu, Luo Zhong, Lin Li, Qingbo Wan, *Moving Vehicle Recognition and Feature Extraction From Tunnel Monitoring Videos*. TELKOMNIKA, Vol. 11, No. 10, October 2013, pp. 6060 ~ 6067 e-ISSN: 2087-278X