

KLASIFIKASI KENDARAAN RODA EMPAT DENGAN EKSTRAKSI CIRI HYBRID BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN

VEHICLE CLASSIFICATION WITH HYBRID FEATURE EXTRACTION BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Gryaningrum Widi Pangestuti¹, Koredianto Usman², Bedy Purnama³

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

³ Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

¹gryaningrumwidi@students.telkomuniversity.ac.id ²korediantousman@telkomuniversity.ac.id

³bedypurnama@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kepadatan volume kendaraan sudah menimbulkan efek yang buruk. Kemacetan dan pencemaran lingkungan adalah dampak yang sulit dihindari dari bertambahnya kendaraan bermotor di berbagai daerah. Untuk mempermudah pengolahan data statistik pertumbuhan kendaraan diperlukan sebuah program yang dapat mengelompokkan kendaraan-kendaraan tersebut secara otomatis. Dalam Tugas Akhir ini kendaraan beroda empat atau lebih akan dikelompokkan ke dalam tiga kelompok yaitu sedan, mini bus, dan mobil besar. Untuk membedakan ketiga jenis tersebut diperlukan ciri yang bisa membedakan ketiga kelompok tersebut dengan baik. Metode ekstraksi ciri *hybrid* yang digunakan adalah dengan menggabungkan ciri ukuran dan warna dari setiap kendaraan. Selanjutnya akan dilatih dan diuji dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan Radial Basis Function (JST RBF). Klasifikasi kendaraan didapat setelah melalui berbagai tahap *preprocessing* hingga menghasilkan objek kendaraan saja. Setelah itu dilakukan pencarian nilai parameter JST RBF agar memberikan hasil yang maksimal. Nilai spread 0.4 dan jumlah pusat maksimal dapat memberikan hasil yang cukup baik. Hasil pengujian pun akhirnya dapat mencapai nilai akurasi sebesar 77.52%.

Kata kunci : klasifikasi kendaraan, ekstraksi ciri *hybrid*, JST RBF

Abstract

High volume of vehicle these day give bad impact to our daily live. High traffic jam and issue of environment cannot be avoided that rise along with the rise of vehicle volume, especially in rural area. In order to help better control for this vehicle, a good statistic regarding vehicle growth is needed, especially one that can capture any rise of vehicle volume automatically. In this final assignment, 4 wheel transportation or vehicle will be divided into 3 group such as, Sedan, Mini Bus, and Mobil Besar. In order to distinguish these 3 group well, a specific pattern for these 3 group is needed. Hybrid method that will be use to extract this patten is done by combining size pattern and color for every vehicle, then the resulted process is trained and tested using ANN Radial basis function algorithm. The resulted classification of vehicle are gained after being performed through several preprocessing steps until it left with the object of vehicle itself. After that a lookup for JST RBF parameter value are performed in order to give better result with maximum value. Spread value of 0.4 along with maximum centered are able to give an acceptable result. Thus the experiment shows an acceptable accuracy for about 77.52%

Keywords: vehicle classification, hybrid feature extraction, JST RBF

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang tak terkendali telah menimbulkan berbagai masalah seperti kemacetan dan pencemaran udara pada pusat kota. Untuk mencegah adanya penumpukan jumlah kendaraan bermotor di lokasi tertentu dibutuhkan suatu data statistik tentang pertumbuhan kendaraan disuatu wilayah pada setiap tahunnya. Perkembangan pada bidang *computer vision* pun diharapkan dapat memberi solusi atas permasalahan tersebut. Pada Tugas Akhir ini akan dibuat suatu program simulasi pengklasifikasian kendaraan beroda empat atau lebih. Pengklasifikasian akan dibagi dalam tiga kelompok, yaitu jenis sedan, mini bus dan mobil besar. Data yang berupa gambar diambil pada pagi hingga sore hari di jalan tol. Untuk dapat membedakan ketiga kelompok tersebut diperlukan ciri yang bisa membedakan antara jenis satu dan lainnya. *Hybrid feature extraction* dilakukan dengan menggabungkan dua atau lebih tipe ciri untuk diolah pada proses selanjutnya. Gabungan tipe ciri tersebut adalah ukuran dan warna mobil. Kemudian ciri-ciri tersebut akan menjadi masukan bagi algoritma jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function* untuk dipelajari sehingga pada proses pengujian dapat menunjukkan hasil yang sesuai. Gabungan dari kedua tipe ciri tersebut diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih baik daripada penelitian yang ada sebelumnya. Tujuan yang ingin dicapai dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah untuk merancang dan melakukan simulasi pada perangkat lunak sistem klasifikasi kendaraan roda empat agar diperoleh kelas-kelas kendaraan yang sesuai dengan menerapkan *hybrid future extraction* dan jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Fundtion*.

2. DASAR TEORI

A. Kendaraan Roda Empat

Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel (PP No. 44 Tahun 1993). Menurut aturan pemerintah kendaraan

bermotor dibagi kedalam beberapa jenis yaitu sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus,

mobil barang, kendaraan khusus dan kendaraan umum.

Dalam Tugas Akhir ini kendaraan bermotor yang diamati dibatasi hanya untuk kendaraan roda empat atau lebih. Kemudian

kendaraan tersebut akan dikelompokkan ke dalam tiga kelas yaitu:

1. Kelas sedan, diwakili oleh kendaraan kecil berkapasitas 2-4 penumpang.
2. Kelas minibus, diwakili oleh kendaraan berkapasitas 5-8 penumpang
3. Kendaraan besar, diwakili oleh kendaraan berkapasitas lebih dari 8 penumpang atau beroda lebih dari 4.

Ketiga kelas kendaraan tersebut dapat ditemukan di jalan tol, karena jalan tol merupakan jalur penghubung antara satu kota dengan kota lainnya. Jadi sangat mudah didapatkan jenis kendaraan yang beragam.

B. Citra Digital

Citra merupakan representasi dari suatu objek dalam bidang dua dimensi. Menurut [5] sebuah citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi dari $f(x,y)$ dimana x dan y merupakan sebuah titik pasangan koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah besar amplituda dari setiap titik (x,y) yang merepresentasikan tingkat keabuan pada titik tersebut.

C. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan suatu proses untuk mengolah atau menganalisis suatu citra digital dengan maksud dan tujuan yang spesifik. Secara umum pengolahan citra digital bertujuan untuk mengekstrak atau mendapatkan informasi spesifik yang terkandung pada citra digital atau untuk mengolah dan memproses citra dengan tujuan memanipulasi citra. Langkah-langkah pengolahan citra digital secara umum terdiri dari akuisisi citra, *preprocessing*, ekstraksi ciri dan klasifikasi.

a. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah sebuah proses dalam menentukan data yang akan diolah dalam sistem pengolahan citra digital. Suatu citra yang ditangkap oleh sistem visual manusia merupakan citra kontinyu. Untuk itu diperlukan cara untuk mengubahnya menjadi digital misalnya dengan kamera digital dan *scanner*.

b. Preprocessing

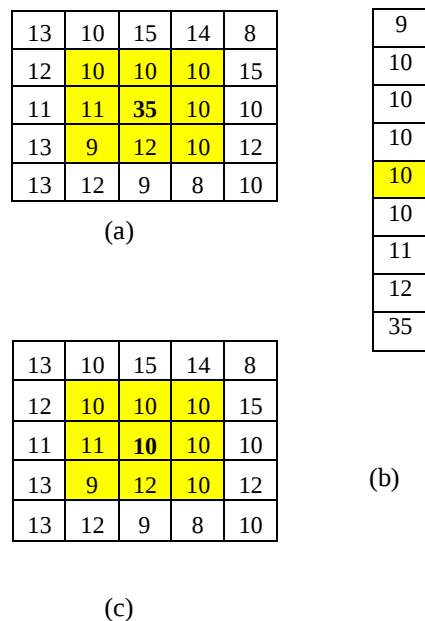
Pada Tugas Akhir ini tahap

preprocessing yang dilakukan meliputi *noise removal* dan eliminasi objek kecil. Setelah itu dilakukan operasi *mathematical morphology* seperti dilasi dan erosi untuk memperjelas objek yang diduga sebagai kendaraan. Karena akan ada kemungkinan banyak objek

kendaraan pada setiap citra maka diperlukan pelabelan untuk menandai setiap kendaraan.

- **Median Filter**

Filter yang paling sering digunakan dalam proses menghilangkan *noise* adalah median filter. Median filter dikembangkan oleh Tukey[2]. Pada median filter suatu *window* memuat sejumlah piksel (ganjil). *Window* digeser titik demi titik pada seluruh daerah citra. Pada setiap pergeseran dibuat *window* yang baru. Titik tengah dari *window* tersebut diubah dengan nilai median dari *window* tersebut. Proses median filter dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 (a) Matriks citra dengan window 3x3 , (b) Nilai intensitas citra setelah diurutkan, (c) Matriks citra hasil median filter.

- **Dilasi**

Dilasi adalah proses penebalan pada citra. Proses ini dilakukan dengan membandingkan setiap piksel citra input dengan nilai pusat SE. SE dilapiskan dengan citra sehingga pusat SE tepat dengan posisi citra yang diproses. Efek dilasi terhadap citra input adalah memperbesar batas dari objek yang ada sehingga objek terlihat semakin besar dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak mengecil.

- **Erosi**

Jika dalam proses dilasi menghasilkan objek yang terlihat semakin besar, maka dalam proses erosi akan menghasilkan objek yang lebih kecil. Lubang-lubang pada objek pun

akan terlihat semakin besar seiring menyempitnya batas objek tersebut.

Erosi dilakukan dengan membandingkan setiap piksel citra input dengan nilai pusat SE. SE dilapiskan pada citra input sehingga pusat SE tepat dengan posisi piksel yang akan diproses. Jika semua piksel pada SE tepat sama dengan semua nilai piksel objek (*foreground*) citra maka piksel input di diset nilainya dengan nilai piksel *foreground*, bila tidak maka input piksel diberi nilai piksel *background*. Proses serupa dilanjutkan dengan menggerakkan SE piksel demi piksel pada citra input.

- **Labeling**

Labeling adalah suatu proses pemberian label yang sama pada sekumpulan piksel pembentuk objek yang saling berdekatan pada suatu citra. Suatu piksel atau kumpulan piksel yang berhubungan dengan piksel yang lain disebut dengan komponen terhubung (*connected component*), untuk membedakan kelompok piksel yang terhubung dilakukan pemberian label secara unik. Proses ekstraksi komponen terhubung menghasilkan objek baru dimana kelompok piksel tersebut terhubung dengan diberikan nilai integer secara berurutan, misalnya latar belakang memiliki nilai 0, piksel objek pertama diberikan nilai 1, piksel objek berikutnya diberikan nilai 2 dan seterusnya.

c. Ekstraksi Ciri Hybrid

Ciri adalah suatu tanda yang khas, yang membedakan antara satu benda dengan benda lainnya. Citra juga memiliki ciri yang dapat membedakannya dengan citra lainnya. Setiap ciri bisa diperoleh melalui proses ekstraksi ciri. Ciri-ciri dasar citra adalah sebagai berikut:

1. Warna

Ciri warna suatu gambar dapat dinyatakan dalam bentuk histogram dari gambar tersebut yang dituliskan dengan: $H(r,g,b)$ dimana $H(r,g,b)$ adalah jumlah munculnya pasangan warna red, green dan blue.

2. Bentuk

Ciri bentuk suatu gambar dapat ditentukan oleh tepi atau besaran moment dari suatu gambar.

Ekstraksi ciri *hybrid* dapat dilakukan dengan menggabungkan dua atau lebih metode ekstraksi ciri. Dari masukan dua atau lebih ciri sistem diharapkan dapat lebih mudah mengenali suatu objek.

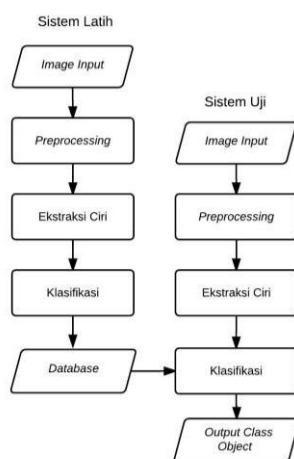
d. Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function* (JST RBF)

JST RBF merupakan salah satu jaringan saraf tiruan tipe *feedforward*, yaitu jaringan yang mana sinyal bergerak dari lapisan input, melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan akhirnya menuju lapisan output [8].

3. PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

A. Gambaran Umum Sistem

Secara lebih detail blok sistem *object classification* dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem pengenalan objek terdiri atas dua subsistem yaitu bagian pelatihan dan bagian pengujian. Untuk dapat mengklasifikasikan setiap objek yang ada dalam sebuah citra maka diperlukan pembentukan *database*. Pembentukan *database* akan dilakukan melalui sistem latih. Hasil dari sistem latih akan menentukan suatu objek kedalam suatu kelas berdasarkan ciri yang dimiliki dan dikumpulkan dalam *database*. Kemudian untuk menguji apakah sistem berfungsi dengan baik atau tidak dilakukan sistem pengujian dengan proses-proses yang sama ketika melakukan pelatihan. Namun hasil keluaran pengujian akan dikelompokkan ke dalam *database* yang didapatkan dari sistem pelatihan.



Gambar 2 Blok sistem *Object Classification*

B. Akuisisi Citra

Proses pengambilan data sebagai masukan sistem dilakukan dengan mengambil citra di jalan tol. Citra diambil dengan menggunakan kamera handphone SAMSUNG SM-G7102 pada waktu pagi hingga sore hari. Resolusi citra yang didapatkan berukuran 3264 x 2448 piksel dengan format penyimpanan *.jpg*

Untuk melakukan proses selanjutnya diperlukan dua masukan citra

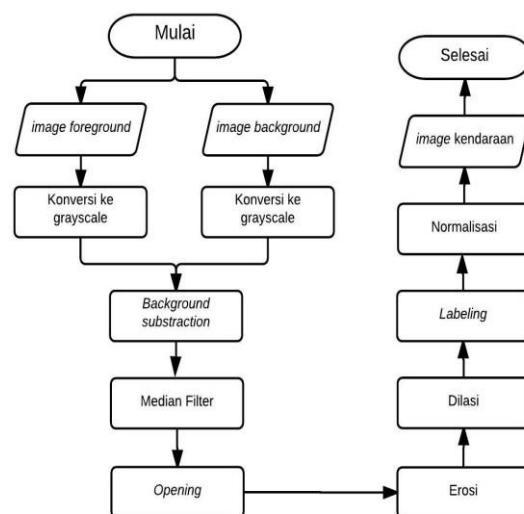
seperti yang ada pada Gambar 3. Citra pertama adalah citra *foreground* yang di dalam citra tersebut terdapat satu atau lebih kendaraan yang akan diklasifikasikan kelasnya. Pada citra kedua diperlukan citra dengan kondisi jalan tol sepi. Citra ini dibutuhkan untuk melakukan proses *background subtraction* pada proses *preprocessing*.



(a) (b)
Gambar 3 (a) *image foreground* (b) *image background*

C. Preprocessing

Preprocessing merupakan proses awal yang dilakukan pada sistem klasifikasi objek. Pada Tugas Akhir ini dilakukan beberapa tahap agar memberikan hasil yang optimal. Seperti yang dilihat pada Gambar 4. Proses ini akan diawali dengan mengubah *image* input RGB menjadi *greyscale* dan diakhiri dengan proses normalisasi.

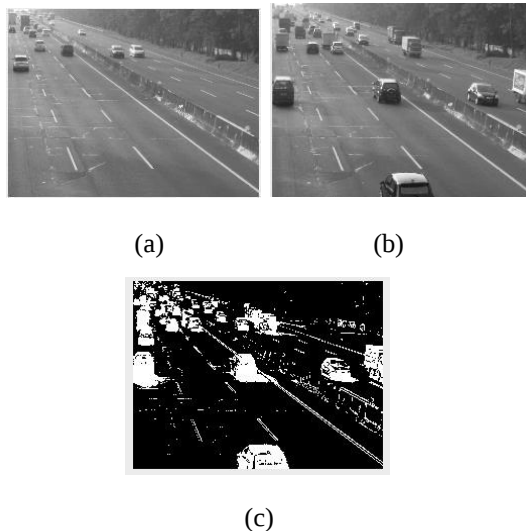


Gambar 4 Flowchart *Preprocessing*

a. Background Substraction

Tahap pertama yang dilakukan adalah *background subtraction*. Proses ini berguna untuk menemukan objek kendaraan dengan cara mengurangi gambar yang ada dengan sebuah model latar belakang. Model latar belakang adalah citra jalan tol dalam keadaan sepi. Pada proses *background subtraction* kita memerlukan dua nilai *threshold*, yaitu *threshold* positif (T1) dan

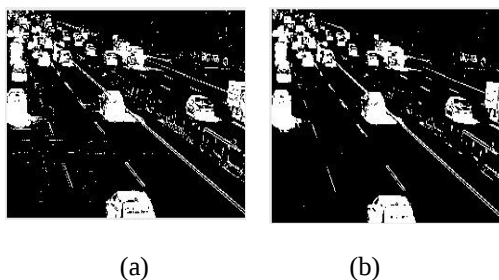
threshold negatif (T2). Nilai ini berguna untuk membatasi bagian-bagian mana yang akan muncul sebagai objek dan sebagai *background*. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 (a) *image background grayscale* (b) *image foreground grayscale* (c) *image hasil background subtraction*

b. Median Filter

Median filter digunakan untuk mengurangi *noise-noise* yang ada pada hasil *background subtraction*. Kernel yang digunakan berukuran 15 x 15. Ukuran ini diperoleh melalui proses uji coba. Dengan ukuran tersebut titik-titik putih kecil yang terlihat pada hasil sebelumnya sudah dapat dihilangkan meskipun masih banyak benda-benda lain yang tidak diperlukan dalam proses klasifikasi. Hasil proses median filter dapat ditunjukkan pada Gambar 6.

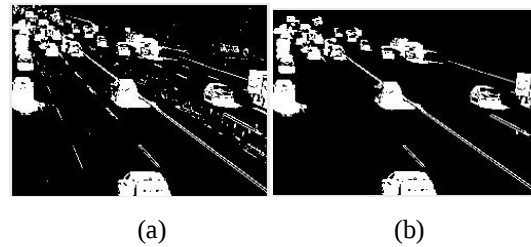


Gambar 6 (a) *image sebelum median filter* (b) *image hasil median filter*

c. Teknik Opening

Opening adalah salah satu proses operasi morfologi yang digunakan untuk menghilangkan objek-objek dengan ukuran tertentu. Pada Tugas Akhir ini objek yang akan dihapus adalah objek yang berukuran kurang

dari 6000 piksel. Ukuran ini didapatkan dengan mencoba-coba pada beberapa citra hingga diperoleh citra yang berisi objek kendaraan. Hasil teknik *opening* dapat ditunjukkan pada Gambar 7.

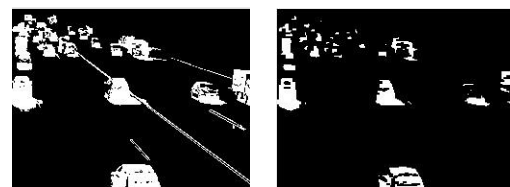


Gambar 7 (a) *image sebelum teknik opening* (b) *image hasil teknik opening*

d. Erosi

Pengambilan citra pada siang hari menyebabkan terdeteksinya bayangan-bayangan pada setiap objek kendaraan. Hal ini tentu berpengaruh pada setiap ukuran kendaraan yang terdeteksi. Supaya objek tidak bertambah besar karena terdeteksinya bayangan maka dilakukan proses erosi.

Proses erosi menyebabkan ukuran objek diperkecil dengan cara mengikis sekeliling objek. Bagian penting yang mempengaruhi proses ini adalah *structuring element* (SE). SE memiliki ukuran dan bentuk tertentu. Pada Tugas Akhir ini digunakan *strel* berbentuk *rectangle* dengan ukuran 20 x 40. Bentuk *strel* ini sama artinya dengan matriks berukuran 20 x 40 dengan nilai satu pada setiap koordinatnya. Hasil proses erosi dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



(a) *image sebelum erosi* (b) *image hasil erosi*

e. Dilasi

Proses erosi mengakibatkan semua objek menjadi lebih kecil. Hal ini bisa membuat objek yang seharusnya menjadi satu kesatuan menjadi terpisah. Operasi dilasi dapat mengatasi hal tersebut dengan membuat ukuran objek menjadi lebih besar. Namun proses ini juga bisa membuat dua objek yang berbeda menjadi satu kesatuan. Untuk itu diperlukan bentuk dan ukuran *strel* yang sesuai.

Setelah dilakukan pengujian pada sistem ternyata setiap citra memiliki kondisi

yang berbeda. Ketika banyak objek kendaraan yang berdekatan penggunaan ukuran *strel* tidak boleh terlalu besar karena akan membuat beberapa kendaraan yang terdeteksi tergabung dalam satu label. Namun apabila terlalu kecil bisa saja satu objek kendaraan terpecah menjadi beberapa bagian. Jadi pada proses ini dilakukan input secara manual ukuran *strel* pada setiap citra yang berbeda. Sedangkan bentuknya untuk dilasi diterapkan bentuk *octagon*. Untuk *octagon* ukuran *strel* diambil dari nilai R . R adalah jarak pusat *strel* dengan tepian dari *octagon*, diukur dalam sumbu x dan sumbu y . Hasil operasi dilasi dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



(a) image sebelum dilasi (b) image hasil dilasi

f. Labeling

Proses *labeling* adalah proses terakhir yang dilakukan untuk mendapatkan citra yang berisi kendaraan. Sebenarnya *labeling* adalah proses untuk memberikan label pada setiap objek yang telah didapatkan pada proses sebelumnya. Setelah hasil dilasi didapatkan semua objek yang terdeteksi akan diberi label.

g. Normalisasi

Pada Tugas Akhir ini yang dimaksud normalisasi adalah proses penskalaan. Objek kendaraan yang letaknya semakin diatas maka akan semakin kecil ukurannya. Bila hal itu terjadi maka mobil besar pada posisi atas dapat diklasifikasikan menjadi kelas mobil kecil. Untuk menghindari kesalahan tersebut maka dilakukan proses normalisasi.

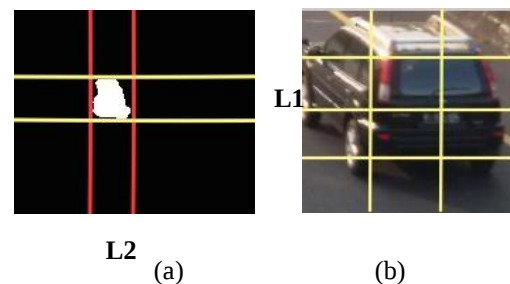
Proses normalisasi dilakukan dengan mengecek posisi *centroid* setiap objek kendaraan. Apabila letak *centroid* kurang dari 2000 maka dilakukan proses penskalaan. Untuk posisi *centroid* diatas 2000 maka objek tersebut dianggap memiliki ukuran yang normal.

D. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan informasi-informasi penting pada

sebuah citra. Pada Tugas Akhir ini setiap *image label* kendaraan akan diambil cirinya. Ciri yang digunakan adalah dengan metode *hybrid* yang akan menggabungkan ciri ukuran dan warna pada setiap kendaraan.

Objek kendaraan yang akan diekstraksi cirinya adalah objek kendaraan yang memiliki *centroid* diatas 500. Setelah didapatkan objek kendaraan dalam bentuk hitam putih maka setiap label kendaraan akan dihitung panjang ($L2$) dan tinggi ($L1$). Ciri warna akan didapatkan dengan menentukan 6 titik pada setiap label kendaraan kemudian akan diekstrak setiap nilai *red*, *green* dan *blue*. Ciri warna ini adalah ciri minor yang diharapkan dapat membantu klasifikasi kendaraan besar, karena kendaraan besar memiliki warna yang mencolok seperti kuning, hijau dan warna terang lainnya yang jarang ditemukan pada kendaraan kecil dan sedang. Ciri tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 ekstraksi ciri kendaraan (a) ciri bentuk (b) ciri warna

E. Klasifikasi Jenis Kendaraan dengan JST RBF

Pada tahap akhir ini setiap kendaraan yang berhasil diperoleh cirinya akan diklasifikasikan menurut kelasnya. Setiap label akan diklasifikasikan ke dalam tiga kelas. Ciri bentuk dan warna yang didapatkan akan menentukan kelas yang sesuai. Sebelumnya JST RBF akan mempelajari data yang telah disimpan dalam *database* agar dapat melakukan proses pengujian.



Gambar 11 Bagan alir JST RBF

Secara umum, proses yang dikerjakan oleh JST RBF dapat dilihat pada Gambar 11.

Pada Tugas Akhir ini fungsi *newrbe* pada Matlab digunakan untuk mempermudah implementasi pada sistem. Fungsi tersebut membutuhkan beberapa parameter sebagai input, yaitu:

- Nilai *spread* = 0.4
- MSE = 0
- Jumlah pusat *hidden layer* = 149

4. HASIL ANALISIS SISTEM

A. Analisis Nilai Threshold

Background Substraction

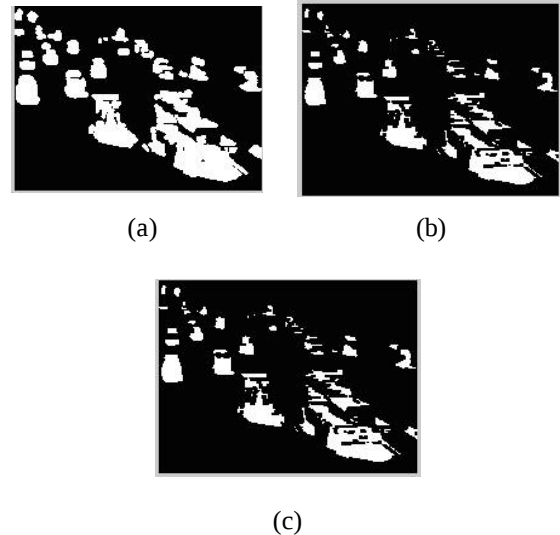
Hasil *background subtraction* dipengaruhi oleh nilai *threshold* yang dimasukkan. Ada dua nilai *threshold* yang digunakan yaitu *threshold* positif dan *threshold* negatif. Hal ini dilakukan karena pada citra masukan terdapat objek kendaraan yang berwarna cerah dan objek kendaraan yang berwarna gelap. Namun pada sistem ini tidak dapat diberikan nilai *threshold* yang tetap untuk semua citra karena masing-masing citra memiliki perbedaan seperti warna kendaraan dan keadaan cahaya lingkungan.

B. Analisis Kernel Median Filter

Dalam proses *preprocessing* selanjutnya dilakukan median filter. Filter ini berguna untuk mengurangi *noise* berukuran kecil yang ada pada citra. Ukuran kernel disesuaikan hingga mendapatkan hasil yang maksimal. Setelah dilakukan percobaan dengan beberapa ukuran kernel maka pada sistem digunakan kernel berukuran 15. Ukuran tersebut dipilih karena meskipun *noise-noise* tidak sepenuhnya hilang namun objek-objek kendaraan tidak menyatu satu sama lain.

C. Analisis Jenis dan Ukuran Structuring Element (SE) Dilasi Citra

Jenis dan ukuran *Structuring Element* (SE) sangat berpengaruh terhadap proses klasifikasi. Pada proses dilasi ini objek-objek kendaraan harus berbentuk seperti pada citra masukan karena setelah proses ini setiap objek akan diambil ciri bentuknya. Perbedaan jenis dan ukuran SE memberikan hasil yang berbeda. Setelah dilakukan percobaan jenis *octagon* dapat memberikan hasil yang paling maksimal dibandingkan jenis-jenis lainnya. Namun untuk ukurannya tidak dapat ditentukan secara tetap karena setiap citra memiliki kepadatan kendaraan yang berbeda-beda.



Gambar 12 (a) Hasil dilasi dengan SE *octagon* (b) Hasil dilasi dengan SE *disk* (c) Hasil dilasi dengan SE *rectangle*

D. Analisis Penggunaan Tipe Ciri terhadap Akurasi

Sebelum dilakukan pengujian terhadap tipe ciri yang akan digunakan, dilakukan pemilihan algoritma klasifikasi JST RBF dengan bantuan fungsi *newrbe* pada Matlab. Fungsi tersebut memerlukan input nilai *spread*. Nilai *spread* yang digunakan adalah 0.4.

Setelah dilakukan proses pengujian terhadap beberapa jenis ciri, pada Tabel 1 terbukti dengan menggabungkan dua jenis ciri (*hybrid*) sistem berhasil memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan satu jenis ciri. Penggabungan antara ciri bentuk dan warna dapat memberikan hasil yang cukup baik dengan akurasi sebesar 77.5%.

Tabel 1 Hasil Pengujian Tipe Ciri

Tipe Ciri	Akurasi	
	Data Latih	Data Uji
Ciri Bentuk	99.3%	53.5%
Ciri Warna	100%	24.8%
Ciri Bentuk dan Warna	100%	77.5%

E. Analisis Perubahan Nilai Spread terhadap Akurasi

Pada penggunaan fungsi *newrbe* nilai *spread* diperlukan sebagai input. Untuk

mendapatkan akurasi yang terbaik maka dilakukan dengan mencoba beberapa nilai antara 0 – 1.

Nilai *spread* adalah nilai yang menentukan bagaimana data tersebar. Jika nilai *spread* semakin besar, maka sensitivitas antar data akan semakin berkurang. Pada saat pengujian sistem dengan mengganti nilai *spread* akan berpengaruh pada nilai output kelas objek. Untuk nilai *spread* 0.4 kelas objek berada pada *range* 0.9268 sampai dengan 3.025, sedangkan pada nilai *spread* 1 kelas objek berada pada *range* 0.7138 sampai dengan

5.159. *Range* akan semakin melebar ketika nilai *spread* semakin besar, akurasi pun terus berubah namun tidak pernah melebihi 77.5%.

Tabel 2 Hasil Pengujian Nilai *Spread*

Nilai Spread	Akurasi(%)
0.1	17.8
0.2	25.6
0.3	75.2
0.4	77.5
0.5	76.7
0.6	72.1
0.7	55
0.8	53.5
0.9	69
1	52.7

F. Analisis Jumlah Pusat *Hidden Layer*

Pusat *hidden layer* didapat dari data latih dengan jumlah maksimal 149. Setelah dilakukan pengujian terhadap beberapa nilai dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah pusat maka nilai akurasi akan semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3. Fungsi *clustering* yang ada pada *hidden layer* akan membagi data latih ke dalam beberapa kelompok. Semakin banyak kelompok maka data latih akan cenderung ter-*cluster* pada dirinya sendiri. Jika data telah ter-*cluster* dengan tepat maka jarak antara data dengan pusat akan semakin kecil, jika kecil maka fungsi radial basis akan dominan di jarak tersebut. Dominan berarti memiliki nilai yang besar, dan nilai ini akan mempengaruhi keluaran di lapisan output

Tabel 3 Hasil Pengujian Jumlah Pusat

Jumlah Pusat	Akurasi (%)
30	43.4
60	44.9
90	46.5
149	77.5

G. Performansi Pengujian Hasil

Pelatihan Terbaik

Semua parameter yang memberikan hasil terbaik akan dipilih menjadi parameter tetap dalam sistem pengujian. Beberapa parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Parameter *default* sistem pengujian

Jenis SE	Kernel Median Filter	Tipe Ciri	Nilai <i>Spread</i>	Jumlah Pusat	MSE
Octagon	15 x 15	Bentuk dan Warna	0.4	149	0

Tabel 5 Hasil klasifikasi citra uji

Jenis Kendaraan	Benar	Salah	Akurasi (%)
Sedan	10	11	47.6
Mini Bus	77	6	92.8
Mobil Besar	13	12	52

Dari 129 data yang diuji maka didapatkan akurasi sebesar 77.52%. Akurasi terbaik didapat dari jenis kendaraan mini bus yaitu sebesar 92.77%. Hal ini terjadi karena sebagian besar citra yang tertangkap merupakan jenis mobil sedang.

5. PENUTUP

Dari hasil analisis terhadap pengujian yang dilakukan pada sistem klasifikasi kendaraan roda empat dengan ekstraksi ciri *hybrid* berbasis jaringan syaraf tiruan RBF dapat disimpulkan beberapa hal, untuk nilai *threshold* positif dan negatif berbeda-beda untuk setiap gambar. Kemudian ukuran kernel 15 x 15 pada proses median filter dapat

memberikan hasil maksimal. Pada proses dilasi bentuk *strel octagon* memberi kan hasil terbaik namun ukuran strel tidak bisa ditentukan. Dua tipe ciri yang digunakan sangat penting, terbukti dengan digabungkan antara ciri bentuk dan warna dapat memberikan nilai akurasi yang lebih baik. Untuk parameter JST RBF nilai *spread* 0.4, jumlah pusat 149 dan nilai MSE 0 memberikan hasil akurasi terbaik pada proses klasifikasi. Secara umum pada proses pelatihan didapatkan akurasi sebesar 100% sedangkan untuk sistem pengujian sebesar 77.52%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budisanjaya, I putu Gede. 2013. *Identifikasi Nitrogen Dan Kalium Pada Daun Tanaman Sawi Hijau Menggunakan Matriks Co-Occurence, Moments Dan Jaringan Saraf Tiruan*. Denpasar: Universitas Udayana.
- [2] Fitri, Anisa. 2005. *Perbandingan Metode Low-Pass Filter Dan Median Filter Dalam Penghalusan Citra (Image Smoothing) Untuk Peningkatan Kualitas Citra (Image Enhancement)*. Bandung: Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.
- [3] Hadi, Setiawan., Yoeshua Rekha Samara. 2012. *Deteksi Objek Kendaraan Pada Citra Dijital Jalan Raya Menggunakan Metode Visi Komputer*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- [4] Haykin, Simon. 1999. *Neural Networks A Comprehensive Foundation*. New Jersey : Upper Saddle River.
- [5] Latifah, Dewi Asri. 2011. *Klasifikasi Jenis Mobil Menggunakan Metode Backpropagation dan Deteksi Tepi Canny*. Bandung: Tugas Akhir Institut Teknologi Telkom
- [6] Nugroho, Eko. 2008. *Pengenalan Teori Warna*. Andi Publisher. Semarang
- [7] Susilawati, Indah. 2009. *Mathematical Morphology*. Yogyakarta: Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.
- [8] Yudha AS, Ancemona. 2014. *Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan Fuzzy Feature Extraction Dengan Pendekatan Radial Basis Function Neural Network*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.