



## DETEKSI RODA KENDARAAN DENGAN *CIRCLE HOUGH TRANSFORM* (CHT) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Sri Dianing Asri<sup>1)</sup>, Desi Ramayanti<sup>2)</sup>, Ade Dwi Putra<sup>3)</sup>, Yohana Tri Utami<sup>4)</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika/Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara

<sup>3</sup>Sistem Informasi/Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Teknokrat Indonesia

<sup>4</sup>Ilmu Komputer, Universitas Lampung

<sup>1,2</sup>Tj Duren Barat 2 No 1 RT1/RW5 Tj Duren Utara Grogol Petamburan Jakarta

<sup>3</sup>Jalan Zainal Abidin Pagar Alam No.9 -11, Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

<sup>4</sup>Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[sri.dianing.asri@undira.ac.id](mailto:sri.dianing.asri@undira.ac.id), <sup>2</sup>[desi.ramayanti@undira.ac.id](mailto:desi.ramayanti@undira.ac.id), <sup>3</sup>[adedwiputra@teknokrat.ac.id](mailto:adedwiputra@teknokrat.ac.id),  
<sup>4</sup>[yohanatriutami@fmipa.unila.ac.id](mailto:yohanatriutami@fmipa.unila.ac.id)

### Abstract

*In the digital image processing, many methods have been developed, the purpose of developing these methods is how computers can detect and recognize objects in an image with a precisely and process them in a relatively short time. Wheels are components that are always present in every vehicle, whether the vehicle is a bus, car or truck, it must have wheels with the same shape. If a wheel can be detected and recognized then the vehicle recognition and classification can be determined. This research focuses on capturing circle images, detecting wheel circles by applying Circle Hough Transformation (CHT). This transformation is able to recognize the object based on its boundaries and is resistant to noise. After obtaining the image of the circle, the next step is to classify it into Wheels and NonWheels using the Support Vector Machine (SVM) method. The development of the wheel circle detection model on the side view image of this vehicle can be used as one of the first steps in research on wheel-based automatic vehicle recognition and classification systems.*

**Keyword:** image processing, wheel, Circle Hough Transform (CHT), Support Vector Machine (SVM).

### Abstrak

Dalam pengolahan citra digital banyak metode yang dikembangkan, tujuan dari pengembangan metode tersebut adalah bagaimana komputer dapat mendeteksi dan mengenali objek pada suatu citra dengan tepat dan memprosesnya dalam waktu yang relatif singkat. Roda merupakan komponen yang selalu ada pada setiap kendaraan, baik kendaraan itu bus, mobil atau truk, pasti memiliki roda dengan bentuk yang sama. Jika sebuah roda dapat dideteksi dan dikenali maka pengenalan dan klasifikasi kendaraan dapat ditentukan. Penelitian ini berfokus pada pengambilan gambar lingkaran, pendeteksian lingkaran roda dengan menerapkan *Circle Hough Transformation* (CHT). Transformasi ini mampu mengenali objek berdasarkan batas-batasnya dan tahan terhadap *noise*. Setelah mendapatkan citra lingkaran, langkah selanjutnya adalah mengklasifikasikannya menjadi Roda dan tidak beroda menggunakan metode Support Vector Machine (SVM). Pengembangan model pendeteksi lingkaran roda pada citra tampak samping kendaraan ini dapat digunakan sebagai salah satu langkah awal dalam penelitian sistem pengenalan dan klasifikasi kendaraan otomatis berbasis roda.

**Kata Kunci:** Pengolahan citra, roda, *Circle Hough Transform* (CHT), *Support Vector Machine* (SVM).

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 260 juta orang pada Tahun 2017 (Data BPS) menjadi salah satu modal dasar pembangunan nasional. Keberhasilan pembangunan disuatu negara ditandai dengan semakin meningkatnya kesejahteraan penduduknya. Peningkatan ekonomi mempengaruhi mobilitas manusia, barang, dan jasa antar wilayah. Mobilitas ini memerlukan dukungan sarana dan prasarana yang meliputi jalur darat, laut dan udara.

Identifikasi dan klasifikasi kendaraan dapat dilakukan dengan memanfaatkan diantaranya yaitu bentuk kendaraan, roda dan plat kendaraan [1]. Penelitian ini menitik beratkan pada roda kendaraan. Penelitian dengan mengambil roda sebagai ciri pengenal telah dilakukan [2][3]. Setiap kendaraan memiliki roda dengan bentuk yang sama, posisi yang sama hanya ukuran yang berbeda sesuai dengan peruntukannya.

Umumnya kendaraan besar seperti truk besar dan bis memiliki roda besar, truk sedang memiliki roda sedang dan kendaraan pribadi seperti sedan serta *pick up* memiliki roda lebih kecil. Sistem klasifikasi kendaraan yang sudah ada,



mendasarkan pada citra plat nomor kendaraan. Teknik ini sangat baik, akan tetapi masih memiliki kekurangannya seperti standarisasi penomoran, plat kotor, rusak, palsu, atau dilapisi plastik tertentu sehingga menyulitkan pembacaan. Untuk itu penelitian mengenai pengenalan kendaraan melalui komponen kendaraan lainnya seperti roda kendaraan banyak dilakukan [3].

Pengenalan kendaraan dari atribut-atribut kendaraan seperti bentuk kendaraan, roda dan plat nomor dengan memanfaatkan dan membandingkan metode-metode pengolahan citra untuk mendapatkan tingkat akurasi dan waktu pemrosesan yang relative lebih cepat masih dapat dikembangkan lebih lanjut.

Penelitian ini berfokus pada *capture* citra lingkaran, deteksi lingkaran roda dengan menerapkan *Circle Hough Transformation (CHT)* [4]. Transformasi ini mampu mengenali objeknya berdasarkan batas-batasnya dan tahan terhadap *noise* dengan menggunakan parameter CHT seperti, *Radrange*, *Gradient Threshold*, *Radius Filter LM* dan *Multirad*. Setelah lingkaran berhasil ditangkap dimensi lingkaran bermacam-macam, oleh karena itu dilakukan normalisasi untuk menyamakan dimensi citra. Pengenalan lingkaran roda kendaraan dilakukan dengan menggunakan *Support Vector Machine (SVM)* [5]. Pembangunan Model deteksi lingkaran roda pada citra *side view* kendaraan ini dapat dijadikan sebagai salah satu langkah awal penelitian mengenai sistem pengenalan dan klasifikasi kendaraan otomatis berbasis roda.

Tujuan penelitian ini adalah deteksi lingkaran dan klasifikasi lingkaran pada citra *side view* roda kendaraan dengan CHT dan *Support Vector Machine*. Penelitian ini merupakan salah satu langkah awal dari sistem klasifikasi kendaraan berdasarkan sumbu roda (as roda) dengan menghitung jarak antara roda depan dengan roda belakang (jarak antar gandar).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) berisi nilai-nilai riil maupun kompleks yang dapat direpresentasikan dengan deretan bit tertentu, yang didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi  $f(x,y)$  berukuran matriks M kali N, dimana M adalah baris dan N adalah kolom serta x dan y adalah pasangan koordinat spasial [6].

Nilai  $f$  pada titik koordinat  $(x,y)$  disebut sebagai skala keabuan (*gray level*) atau intensitas dari citra digital pada koordinat koordinat tersebut. Apabila nilai  $x$ ,  $y$  dan  $f$  secara keseluruhan berhingga dan bernilai diskrit maka citra tersebut merupakan citra digital [7].

Citra digital direpresentasikan dalam bentuk matriks persegi yang mewakili ukuran dari citra tersebut. Misalkan terdapat sebuah citra digital dengan ukuran MxN, maka citra dapat direpresentasikan dalam sebuah matriks berukuran MxN sebagai berikut:

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) \cdots & f(1,N) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M,1) & f(M,2) \cdots & f(M,N) \end{bmatrix} \quad (1)$$

### 2.2 Circle Hough Transform (CHT)

*Hough Transform (HT)* merupakan suatu teknik ekstraksi fitur yang dipergunakan untuk menentukan lokasi suatu bentuk dalam citra. HT diperkenalkan oleh Paul Hough pada 1962. Rosenfeld (1969) menggunakannya sebagai salah satu algoritma pemrosesan citra, kemudian tahun 1972 Duda, *et al* menerapkan HT untuk mendeteksi garis dalam citra [8][9].

HT telah dikembangkan untuk mendeteksi bentuk-bentuk umum dalam citra seperti lingkaran (*circle*), elips, dan parabola. Konsep dasar HT adalah terdapat garis dan kurva potensial yang tak terhitung jumlahnya pada suatu citra yang melalui titik mana saja pada berbagai ukuran dan orientasi. Tujuan transformasi adalah untuk menemukan garis dan kurva yang melewati banyak titik-titik (*features*) dalam citra, yaitu garis dan kurva terdekat yang paling sesuai dengan data dalam citra [10]. Kelebihan HT adalah tahan terhadap gangguan (*noise robust*) dan kemampuannya untuk mengekstraksi garis maupun kurva bahkan dalam suatu area dengan ketidakhadiran piksel (*pixel gaps*) [8].

*Hough Transform* dapat didefinisikan menggunakan persamaan lingkaran. Persamaan lingkaran tersebut ditunjukkan pada persamaan 1. Persamaan ini mendefinisikan lingkaran sebagai semua titik  $x, y$  yang berada pada radius  $r$  terhadap titik pusat  $x_0, y_0$  ataupun sebaliknya semua titik  $x_0, y_0$  yang berada pada radius  $r$  terhadap titik pusat  $x, y$ . Persamaan lingkaran yang umum adalah:

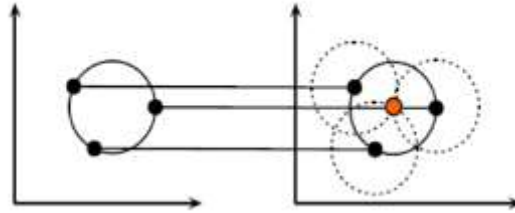
$$r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \quad (2)$$

Pada metode *hough circle*, setiap titik tepi mendefinisikan lingkaran dalam ruang akumulator (*accumulator space*). Setiap titik tepi  $x, y$  dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:



$$\begin{aligned} x &= x_0 + r \cos \theta \\ y &= y_0 + r \sin \theta \end{aligned} \tag{3}$$

Lingkaran ini diperoleh dari nilai kemungkinan radius dan lingkaran dipusatkan pada koordinat dari setiap titik tepi seperti diperlihatkan pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Lingkaran dan titik-titik tepi lingkaran

Dengan menggunakan *hough circle* titik pusat lingkaran yang sebenarnya dapat ditemukan melalui titik-titik tepi pada citra biner. Persamaan (4) digunakan untuk menyelesaikan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam mencari keberadaan lingkaran. Setiap pembentukan lingkaran diakumulasi dalam sebuah *array* tiga dimensi yang merepresentasikan ketiga parameter lingkaran yaitu,  $x_0$ ,  $y_0$ , dan  $r$ .

$$\begin{aligned} x_0 &= x - r \cos \theta \\ y_0 &= y - r \sin \theta \end{aligned} \tag{4}$$

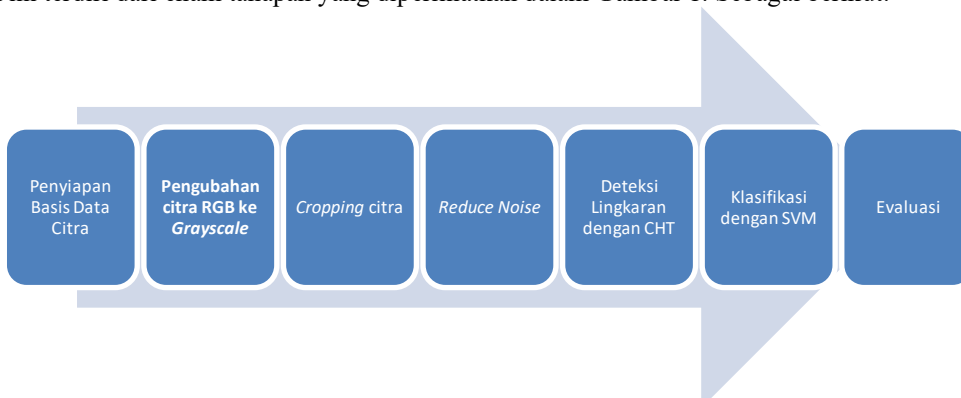
### 2.3 Support Vector Machine (SVM)

Algoritma atau metode klasifikasi sangat beragam. Salah satunya adalah *Support Vector Machine (SVM)*. SVM adalah suatu mesin linier dengan beberapa sifat yang sangat baik, Ide utama dari SVM adalah untuk membangun suatu *hyperline* sebagai pengambil keputusan sedemikian rupa sehingga margin pemisahan antara kelas positif dan negatif dimaksimalkan [5].

Masalah klasifikasi dapat dicari dengan menemukan dengan menemukan garis yang memisahkan antara kelompok data dengan label  $y=1$  dan  $y=-1$ . Garis ditemukan dengan mengukur *margin hyperplane* dan mencari titik maksimalnya. Margin yang dimaksud adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan  $n$  *pattern* terdekat dari masing-masing kelas [11].

### 2.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari enam tahapan yang diperlihatkan dalam Gambar 1. Sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian.



- a. Tahapan Penyiapan Basis data citra (*image database*)  
Penyiapan data base citra dimulai dari pengumpulan data citra pengambilan citra kendaraan dari samping (*sideview*) menggunakan kamera digital dengan dimensi 640 x 480 piksel. Citra kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kendaraan jenis sedan, SUV, *pick up*, truk sedang dan truk besar Citra diambil pada waktu pagi dan siang hari pada kondisi cerah.). Citra kendaraan asli akan di-*cropping* atau pemotongan bagian atas dan bawah untuk mengurangi waktu komputasi. Kemudian citra tersebut dirubah dalam bentuk *grayscale*, penghilangan *noise* dengan *smoothing* dan penggunaan *filter*.
- b. Tahapan Pengubahan Citra RGB ke *Grayscale*  
Pemrosesan awal merupakan proses penyiapan citra kendaraan, citra kendaraan asli dengan dimensi 640 x 480 piksel diubah ke dalam bentuk citra abu-abu (*gray scale*) untuk mempercepat waktu komputasi.
- c. Tahapan *Cropping* Citra  
Citra yang sudah dalam bentuk *Grayscale* kemudian dipotong (*cropping*) pada bagian atas dan bawah secara horisontal, sehingga citra berukuran lebih kecil dan hanya citra yang terdapat roda saja yang akan diproses selanjutnya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi waktu pemrosesan dan membuang bagian citra lain yang tidak dibutuhkan.
- d. Tahapan *Reduce Noise*  
*Noise* adalah tidak berguna dan sangat mengganggu pengolahan citra sehingga harus dikurangi atau dihilangkan. Pengurangan *noise* yang muncul pada citra, dilakukan dengan proses *smoothing* menggunakan *filter average* ukuran 5x5.
- e. Deteksi Lingkaran  
Pada tahapan ini dilakukan deteksi lingkaran dengan menggunakan parameter-parameter *Circle Hough Transform* (CHT) seperti : *Radrangle*, *Gradient Threshold*, *Radius Filter* LM dan *Multirad*. Nilai awal parameter CHT ditentukan sesuai dengan *default* dan kemudian akan diujicobakan secara *trial and error* di sekitar nilai *default* sehingga didapatkan nilai optimal. Tabel 1 menunjukan nilai optimal untuk CHT.

Tabel 1. Nilai Optimal Parameter CHT

Parameter	Nilai Ujicoba
Gradient Threshold	10;11;12;13;14;15
Min Radrangle	25; 26; 27
Max Radrangle	50; 65; 80; 100
Radius to LM	10; 20; 30; 40
Multirad	0,98; 0,99; 1

- f. Klasifikasi dengan SVM  
Lingkaran yang didapatkan dari CHT berikutnya akan diklasifikasi dengan SVM menjadi dua yaitu Roda dan Non Roda.
- g. Evaluasi.  
Pengukuran kinerja (*performance measures*) merupakan subset dari pengukuran verifikasi yang fokus pada hubungan antara prediksi dan pengamatan. Kejadian biner memiliki empat kemungkinan keluaran (*matrix confusion*) yaitu : *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN) [12] .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan 225 citra kendaraan dari samping. Citra yang digunakan sebagai data latih merupakan citra keabuan dengan dimensi lebih kecil karena telah dipotong pada sisi bagian atas dan bawah. Citra ini didapatkan pada tahapan praproses. Gambar 2. Merupakan citra keabuan yang sudah dipotong.



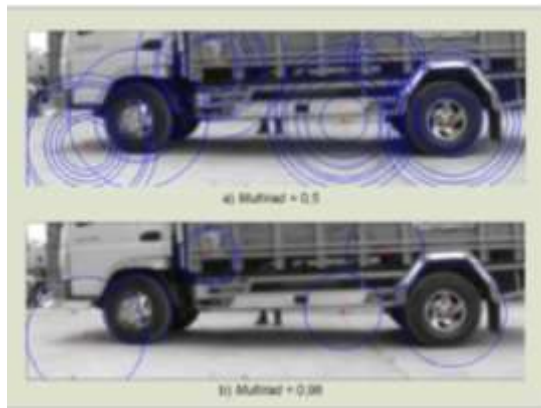
Gambar 2. Citra praproses

Citra yang telah mengalami praproses akan melalui CHT untuk mendeteksi lingkaran roda. Kemampuan deteksi



lingkaran CHT sangat menentukan keberhasilan pengenalan dengan JST. Penetapan nilai parameter dilakukan secara *trial and error* meliputi: *gradient threshold*, interval radius (*radrange*), radius filter untuk lokal maksima (*radius to LM*) dan radius jamak (*multirad*).

Penggunaan nilai min *radrange* yang semakin besar (25, 26, 27), maka waktu yang diperlukan semakin lama, namun jika nilai *gradient threshold* dinaikkan (10, 11, 12, 13, 14, 15), maka konsumsi waktu menurun. Nilai radius *filter* untuk *local maxima* sebaiknya besar. Penggunaan nilai parameter *multirad* dengan toleransi terkecil, yaitu 1 (satu), meminimalkan lingkaran-lingkaran kosentrik terdeteksi, artinya hanya lingkaran yang prinsipal dengan titik pusat saja yang akan dideteksi. Gambar 3 memperlihatkan deteksi lingkaran dengan nilai parameter *multirad* yang berbeda.



Gambar 3. Deteksi lingkaran CHT dengan nilai multirad berbeda

Nilai parameter *Circle Hough Transform* yang digunakan untuk mendapatkan lingkaran *sideview* roda kendaraan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Nilai Optimal Parameter CHT

Parameter	Nilai Optimal
Gradient Threshold	14
Min Radrange	27
Max Radrange	100
Radius to LM	30
Multirad	0,98

Nilai optimal parameter diatas digunakan untuk mendapatkan lingkaran roda pada *sideview* kendaraan. Gambar 4 memperlihatkan deteksi lingkaran roda dengan nilai optimal parameter CHT.

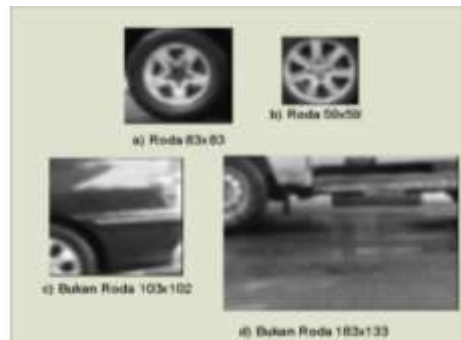


Gambar 4. Deteksi Lingkaran Roda pada sideview kendaraan dengan CHT

Selanjutnya tahapan normalisasi, ini dilakukan setelah lingkaran citra didapatkan, dalam hal ini ukuran citra lingkaran yang beragam, akan dirubah menjadi berukuran 80×80 piksel, sebelumnya citra lingkaran dikelompokkan



menjadi roda dan bukan roda secara manual untuk proses klasifikasi dengan SVM. Gambar 5 menunjukkan citra roda dan bukan roda.

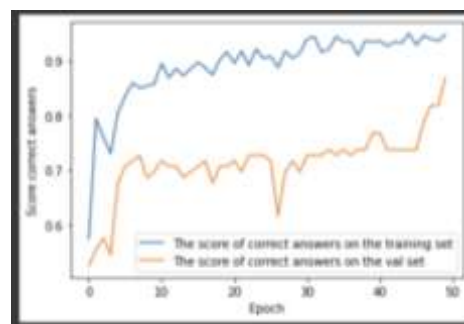


Gambar 5 Labelisasi Roda dan Bukan Roda

Tahapan selanjutnya adalah klasifikasi dengan SVM. Pada tahapan ini akan diujicobakan menggunakan kernel RBF (*Radial Basis Function*) untuk menguji penggunaan langsung yaitu fungsi kernel digunakan sebagai fungsi basis dari model *machine learning* dan penggunaan kernel tidak langsung yaitu melalui kernel trick, yang merepresentasikan suatu model kedalam representasi dual yang mengandung *inner product* dari fungsi pemetaan, dicobakan penggunaan kernel linear regression.

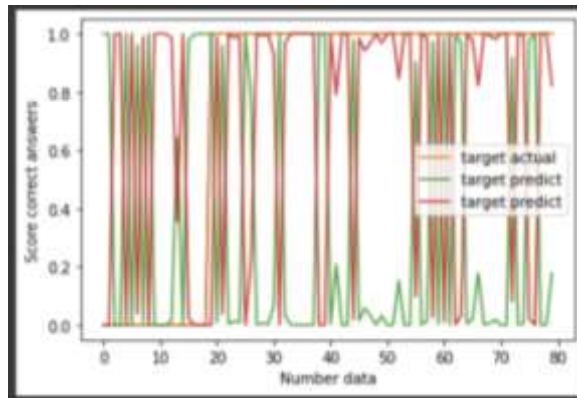
Data Ban dan NonBan yang didapatkan dari tahapan normalisasi berjumlah 713 citra akan dibagi menjadi 3 bagian yaitu Data Latih sejumlah 534 Citra (75%), Data Validasi sebanyak 99 citra (13,88%) dan Data Uji sebanyak 80 citra (11,2%).

Pada Tahapan ini dilakukan pelatihan terlebih dahulu terhadap Data Latih dan Data Validasi, hasil akurasi Data latih yang didapatkan adalah 94,76% dan akurasi validasi adalah 86,7%, Gambar 6 memperlihatkan grafik perbandingan Data Latih dengan Data Validasi.



Gambar 6. Grafik perbandingan akurasi Data Latih dan Data Validasi

Gambar diatas memperlihatkan akurasi dari prediksi Ban dan NonBan yang benar dari Data Latih dan Data Validasi dengan *epoch* sebanyak 50. Sedangkan untuk Data Testing didapatkan akurasi sebesar 67,6%.



Gambar 7. Grafik ketepatan target prediksi.

Gambar diatas memperlihatkan ketepatan atau akurasi target prediksi terhadap target aktual didapatkan tingkat akurasi sebesar 67,6%. Ini berarti lebih rendah dari akurasi Data latih. Hal ini bisa dikarenakan telah terjadi kesalahan tipe 1 yaitu FP (*False Positif*) dimana Ban yang seharusnya diprediksi dikenali sebagai Ban akan tetapi malah dikenali sebagai NonBan. FP yang didapat adalah sebesar 12,5% Selain itu ada telah terjadi juga kesalahan tipe kedua yaitu FN (*False Negatif*) dimana NonBan di kenali sebagai Ban, FN yang didapatkan adalah 20%.

#### 4. KESIMPULAN

Deteksi lingkaran side view roda kendaraan menggunakan *Circle Hough Transform* (CHT) berhasil dengan baik 100%. CHT berhasil mendapatkan semua lingkaran roda dari 225 citra kendaraan, sehingga didapatkan 450 citra roda. Walaupun demikian CHT juga masih mendapatkan lingkaran pada objek-objek Non Roda, sehingga lingkaran harus dikenali dengan menggunakan klasifikasi SVM. Citra lingkaran yang didapatkan berukuran beragam, sehingga diperlukan normalisasi atau *resize*, sehingga citra yang dijadikan masukan ke tahap klasifikasi dengan SVM memiliki ukuran yang seragam yaitu 80x80. Kemudian citra lingkaran akan diberikan label, yaitu Roda dan Non Roda.

Pada Tahapan SVM citra lingkaran dibagi 3 yaitu 713 citra akan dibagi menjadi 3 bagian yaitu Data Latih sejumlah 534 Citra (75%), Data Validasi sebanyak 99 citra (13,88%) dan Data Uji sebanyak 80 citra (11,2%)

Hasil akurasi Data latih yang didapatkan adalah 94,76% dan akurasi validasi adalah 86,7%, sedangkan untuk Data Uji didapatkan sebesar akurasi 67,6%. Ini berarti telah terjadi *overfitting* yaitu akurasi Data Uji lebih rendah dari akurasi Data latih. Hal ini bisa terjadi karena model terlalu fokus pada data training. Model yang dilatih menangkap *noise* yang muncul yang seharusnya diabaikan, sehingga prediksi yang dilakukan tidak tepat. *Overfitting* menyebabkan munculnya kesalahan Tipe 1 maupun kesalahan Tipe 2.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. F. Fung, H. Lee, and M. F. Ercan, "Image processing application in toll collection," *Lect. Notes Eng. Comput. Sci.*, no. April 2015, pp. 584–588, 2006.
- [2] M. Hutter and N. Brewer, "Matching 2-D ellipses to 3-D circles with application to vehicle pose identification," *2009 24th Int. Conf. Image Vis. Comput. New Zealand, IVCNZ 2009 - Conf. Proc.*, pp. 153–158, 2009, doi: 10.1109/IVCNZ.2009.5378421.
- [3] A. Bhujbal and D. Mane, "A survey on deep learning approaches for vehicle and number plate detection," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 12, pp. 1378–1383, 2019.
- [4] A. O. Djekoune, K. Messaoudi, and K. Amara, "Incremental circle hough transform: An improved method for circle detection," *Optik (Stuttg.)*.



- vol. 133, pp. 17–31, 2017, doi: 10.1016/j.ijleo.2016.12.064.
- [5] V. A. Gunawan and L. S. A. Putra, “Comparison of American Sign Language Use Identification using Multi-Class SVM Classification, Backpropagation Neural Network, K - Nearest Neighbor and Naive Bayes,” *Teknik*, vol. 42, no. 2, pp. 137–148, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i2.36929.
- [6] J. Jumadi and D. Sartika, “Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering,” vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021.
- [7] A. R. Putri, “Pengolahan Citra Dengan Menggunakan Web Cam Pada Kendaraan Bergerak Di Jalan Raya,” *JIPPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 1, no. 01, pp. 1–6, 2016, doi: 10.29100/jipi.v1i01.18.
- [8] B. Sit, M. Iqbal Quraishi, and P. Student, “A Review Paper on Hough Transform and it’s Applications in Image Processing,” *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol. (An ISO)*, vol. 3297, p. 13, 2007, [Online]. Available: [www.ijirset.com](http://www.ijirset.com).
- [9] V. Georgieva, P. Petrov, and A. Mihaylova, “GUI for Circular and Elliptic Objects Detection in Digital Images GUI für kreisförmigen und ellipsenförmigen Objekterkennung in den,” vol. 1, pp. 7–10, 2017.
- [10] R. M. Putra, R. D. Puriyanto, K. Uad, and J. Ring, “Sistem Deteksi dan Pelacakan Bola dengan Metode Hough circle Transform Menggunakan Kamera Omnidirectional pada Robot Sepak Bola Beroda,” vol. 3, no. 3, pp. 176–184, 2021, doi: 10.12928/biste.v3i3.4786.
- [11] R. A. Rizal, I. S. Girsang, and S. A. Prasetyo, “Klasifikasi Wajah Menggunakan Support Vector Machine (SVM),” *REMIK (Riset dan E-Jurnal Manaj. Inform. Komputer)*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2019, doi: 10.33395/remik.v3i2.10080.
- [12] H. M and S. M.N, “A Review on Evaluation Metrics for Data Classification Evaluations,” *Int. J. Data Min. Knowl. Manag. Process*, vol. 5, no. 2, pp. 01–11, 2015, doi: 10.5121/ijdkp.2015.5201.