

PENGENALAN KARAKTER PADA PLAT NOMOR KENDARAAN BERBASIS *SUPPORT VECTOR MACHINE*

Edi Sugiarto

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Jl. Nakula I No 5-11 Semarang 50131
Telp : (024) 3517361, Fax : (024) 3520165
E-mail : edi.sugiarto@yahoo.com

Abstrak

Pengenalan plat nomor kendaraan merupakan salah satu teknik penting sebagai bagian dari sistem transportasi cerdas yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan hanya dengan memahami plat nomor. Dalam banyak penelitian pengenalan plat nomor kendaraan dibagi mejadi tiga area penelitian diantaranya license plate detection, license plate segmentation dan license plate character recognition. Metode neural network telah digunakan untuk mengenali plat nomor kendaraan namun metode ini memiliki masalah overfitting jika memiliki dataset dalam ukuran yang besar disamping itu metode neural network sering terjebak dalam local optimum. Support vector maching tidak mengalami masalah overfitting karena metode ini hanya melakukan training satu kali namun support vector machine memiliki kelemahan dalam menentukan parameter kernel yang terbaik untuk mencapai global optimum, tujuan dari penelitian ini adalah menentukan parameter sigma (σ) dan parameter pinalti (C) terbaik untuk pengenalan karakter dengan metode support vector machine. Metode penelitian dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yakni metode pada proses pelatihan (training) dan proses pengenalan (recognition), dalam proses pengenalan tahap yang dilakukan meliputi tahap preprocessing dengan metode binerisasi citra, segmentasi dengan metode connected component labeling, pada tahap ekstraksi fitur dilakukan pemetaan citra dalam matriks 5x5 dan pada tahap klasifikasi di terapkan menggunakan metode support vector machine dengan pengujian dan pengukuran akurasinya menggunakan confusion matrix. Dari hasil percobaan dengan menggunakan 100 sample citra plat nomor yang di ujikan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa parameter $\sigma=0.8$ dan $C=15$ merupakan nilai parameter terbaik untuk penelitian ini dengan overall accuracy sebesar 91%.

Kata Kunci : *Support Vector Machine, Support Vector, pengenalan karakter, plat nomor*

Abstract

Vehicle license plate number recognition is one of the important method as part of the intelligent transportation system that can be used to identify the vehicle only by understanding the number plate. In many studies, it divided into the three areas of research, including license plate detection, license plate segmentation and license plate character recognition. Neural network method has been used to identify the license plate, but this method has the overfitting problem if you have a large dataset and is often trapped in local optimum. Support vector maching does not experience overfitting problem since this is just a training method once but support vector machine has drawbacks in determining the best kernel parameters to achieve the global optimum, the purpose of this study was to determine the parameters sigma (σ) and the penalty parameter (C) best for character recognition with support vector machine. The research method in this study is divided into two parts namely the method on the training process (training) and the process of recognition (recognition), the introduction of process steps done by the method includes the preprocessing step

of binerization image, segmentation using connected component labelling method, feature extraction phase done by image mapping in a 5x5 matrix and the classification stage applied using support vector machine method to the test and measurement accuracy using the confusion matrix. From the experimental results using 100 sample images of the license plate number, the measurement results show that the parameter $\delta = 0.8$ and $C = 15$ is the best parameter values for this study with the overall accuracy of 91%.

Keywords : Support Vector Machine, Support Vector, character recognition, license plate number.

1. LATAR BELAKANG

Dalam beberapa tahun terakhir penelitian tentang Intelligent Transportation System (ITS) telah dibuat. Intelligent Transportation System merupakan suatu sistem berbasis teknologi yang dibagi menjadi Intelligence Infrastructure System dan Intelligent Vehicle System [6][9]. Sebagai bagian dari ITS teknologi pengenalan plat nomor kendaraan atau Vehicle License Plate Recognition disingkat VLPR merupakan salah satu teknik penting yang dapat digunakan untuk identifikasi kendaraan pada banyak aplikasi seperti pada keamanan pintu masuk, kontrol parkir, kontrol lalu lintas, kontrol kecepatan, dan sebagainya. Pengenalan plat nomor kendaraan memiliki tiga area penting yakni deteksi lokasi plat nomor, segmentasi karakter plat nomor dan pengenalan karakter plat nomor [16][17]. Pengenalan karakter plat nomor merupakan langkah penting dalam VLPR sistem yang mempengaruhi ketelitian dan kecepatan pemrosesan sistem secara keseluruhan [4].

Di Indonesia Tanda Plat Nomor Kendaraan (TNKB) atau yang sering disebut plat nomor atau nomor polisi merupakan plat aluminium tanda kendaraan bermotor yang telah terdaftar pada kantor bersama Samsat [10]. Warna plat nomor kendaraan bermotor di Indonesia telah ditetapkan berdasarkan

kategori kendaraan yang digunakan, untuk kendaraan pribadi warna plat nomor ditentukan dengan warna background hitam dan warna tulisan putih. berdasarkan undang-undang No 22 tahun 2009 pasal 68 ayat 4 [10] dijelaskan bahwa tanda plat nomor kendaraan harus memenuhi syarat bentuk, ukuran, bahan, warna dan cara pemasangan, namun tidak ada ketentuan yang memuat tentang standar tulisan untuk tanda nomor kendaraan sehingga style tulisan plat nomor di Indonesia beragam. Dalam pengenalan karakter keberhasilan proses klasifikasi ditentukan dari keberhasilan ekstraksi fitur dari tiap karakter [4] sehingga dengan bentuk karakter yang beragam akan menambah tingkat kesulitan dalam proses pengenalan.

Penelitian berkaitan dengan pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan masih sedikit dilakukan dan sebagian besar penelitian tentang pengenalan karakter meliputi beberapa fase seperti segmentasi, fitur ekstraksi dan klasifikasi yang sulit dilakukan [7]. Metode *neural-network* telah digunakan untuk mengenali karakter plat nomor kendaraan. Metode ini dapat memperoleh hasil yang baik jika kualitas gambar yang diambil baik, namun kualitas gambar yang digunakan sebagai masukan tidak sepenuhnya baik, hal ini dapat juga dipengaruhi oleh kondisi misalnya debu

dan distorsi atau karena lingkungan fotografi yang kurang baik. Percobaan telah dilakukan namun menunjukkan kesulitan untuk mencapai pengenalan pada posisi-posisi yang berbeda karena metode ini hanya mengekstraksi fitur dari karakter dan dimasukkan ke dalam metode neural-network [4], beberapa penelitian juga menunjukkan hasil bahwa dengan semakin banyak jumlah data training dalam dataset maka neural network dapat menghasilkan ketepatan klasifikasi dengan baik, namun permasalahan lain yang timbul neural network akan mengalami masalah overfitting jika memiliki dataset dengan ukuran yang besar [11][15].

Support Vector Machine tidak memiliki masalah pada overfitting karena training hanya dilakukan satu kali [2][8], Support Vector Machine pertama kali diperkenalkan oleh Vladimir Vapnik pada tahun 1992 sebagai rangkaian harmonisasi konsep-konsep unggulan dalam bidang pengenalan pola [2][3][5]. Support Vector Machine merupakan metode pembelajaran yang digunakan untuk klasifikasi biner, ide dasarnya adalah mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua class pada input space [1]. Dibanding dengan neural-network, Support Vector Machine memiliki kelebihan dalam mencari global optimum, meskipun demikian kinerja tersebut ditentukan berdasarkan pemilihan kernel dan parameter kernel yang tepat [12], SVM memiliki kelemahan pada sulitnya memilih parameter terbaik dari suatu kernel termasuk parameter penalti untuk data yang diklasifikasikan secara salah [8][13].

Dari paparan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pemilihan parameter yang tepat pada SVM sulit ditentukan. Sehingga diusulkan penelitian tentang deteksi plat nomor kendaraan menggunakan pendekatan *support vector machine* (SVM) untuk meningkatkan efisiensi sistem deteksi plat nomor kendaraan dan tujuan dari penelitian ini adalah menentukan parameter kernel dan parameter penalti pada SVM sehingga diperoleh hasil akurasi metode SVM yang paling akurat untuk pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Related Research

Beberapa penelitian berkaitan tentang deteksi otomatis plat nomor kendaraan telah banyak dilakukan beberapa diantaranya : Lihong Zheng dan Xiangjian He dari University of Technology Sydney telah melakukan penelitian mengenai penggunaan metode Support Vector Machine untuk pengenalan karakter plat nomor kendaraan australia [13], tujuan adalah membandingkan dua metode kernel yakni Linear Kernel dan Radial Basis Function Kernel, sedangkan untuk metode multi kelas dalam penelitiannya menggunakan metode "One Against All". Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa metode kernel RBF memiliki *Matching rate* yang lebih baik yakni 83% dari Linear Kernel 75%. pada penelitian tersebut menyebutkan perlunya beberapa hal yang perlu diperbaiki dalam penenilitanya antarlain pertama: dalam proses seleksi fitur variabel karena dengan pemilihan fitur variabel yang penting akan meningkatkan proses kecepatan pengenalan, kedua: proses iterasi dalam menentukan support vector

akan menyebabkan waktu komputasi meningkat, perlunya metode khusus untuk menentukan support vector secara lebih cepat, ketiga: dalam metode kernel perlu menentukan parameter terbaiknya untuk mendapatkan hasil paling optimal.

Kumar Pasuraman dari University of Tirunelveli, India melakukan penelitian tentang pengenalan plat nomor kendaraan menggunakan metode Support Vector Machine [14]. Ruang lingkup pada penelitian tersebut adalah menguji akurasi metode SVM untuk mendeteksi letak plat nomor dan men-segmentasi karakter plat nomor kendaraan. Metode yang digunakan adalah *One Against All* untuk kasus multi kelas dan untuk metode kernel menggunakan metode *Radial Basis Function* (RBF). Metode penelitiannya dilakukan dengan mengumpulkan data citra plat nomor sebanyak 180 sample. Dari citra sample tersebut dinormalkan kedalam ukuran 140X36 sebelum di segmentasi dan dijadikan sebagai data train pada dataset. Selanjutnya pada tahap *recognition* menggunakan empat tahap yakni: pertama tahap *preprocessing* image plat nomor pada tahap ini citra plat nomor yang akan dikenali dilakukan *thresholding* dan menentukan *dilate image* untuk menentukan posisi citra plat nomor, tahap kedua yakni *segmentation* dan *normalize* plat nomor pada tahap ini citra plat yang telah diidentifikasi di segmentasi dan dinormalkan kedalam ukuran 140X36 piksel, tahap ketiga: *feature extraction* untuk tiap *normalized candidate* pada ini dilakukan ekstraksi fitur dari normal kandidat untuk digunakan pada tahap selanjutnya, tahap keempat: train SVM dari dataset pada tahap, dan kelima adalah tahap *recognition* pada tahap ini fitur hasil fitur

ekstraksi diujikan dengan semua dataset untuk menemukan *candidate class* jika ditemukan kandidat kelas tertentu maka fitur tersebut diidentifikasi sebagai sebuah nomor untuk selanjutnya di segmentasi, namun jika tidak fitur tersebut akan ditambah pada dataset untuk dijadikan sebagai data train yang baru. Sampai dengan proses segmentasi karakter plat nomor pada penelitian ini menunjukkan metode SVM memiliki akurasi yang baik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Vehicle License Plate Recognition

Vehicle License Plate Recognition atau disingkat VLPR merupakan teknologi pengolahan citra yang digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan hanya dengan mengenali plat nomor [18]. Teknologi ini merupakan teknologi penting sebagai bagian dari Intelligence Transportation System, banyak penelitian yang dilakukan berkaitan dengan VLPR dan sebagian besar area penelitian dibagi menjadi tiga area penting yakni *License Plate Detection*, *Character Segmentation* dan *Character Recognition* [16].

2.2.1.1 License Plate Detection

Deteksi plat nomor kendaraan merupakan fase penting pada VLPR, bagian ini membahas beberapa pekerjaan yang dilakukan sebelum tahap selanjutnya yakni segmentasi [18]. Hontani et. Al [19] mengusulkan metode license plate detection untuk mengenali lokasi plat nomor tanpa pengetahuan mengenai posisi dan ukuran plat sebelumnya. Teknik ini didasarkan pada *shape analysis* dan asumsi bahwa karakter memiliki jenis bentuk secara lokal dan gumpalan bentuk secara global. Kim et. al. [19] menggunakan dua *neural network* berbasis *filter* dan *post*

processor untuk menggabungkan dua gambar yang telah di filter untuk menemukan plat nomor. Lee et al [19] dan Park et al [20] menemukan metode deteksi plat nomor korea berdasarkan warna plat nomor. Sebuah plat korea terdiri dari dua warna yang berbeda, satu untuk warna karakter dan satu untuk background. Dalam metodenya *neural network* digunakan untuk mengekstraksi warna pixel dengan basis HLS (Hue, Lightness, dan Saturation), nilai pixel 8 tetangga dan memilih node dari nilai maksimum sebagai warna representatif. Setelah setiap citra pixel input diubah ke dalam satu dari empat kelompok histogram vertikal dan horisontal putih, merah, dan hijau (untuk plat nomor korea berwarna merah, putih, dan hijau) kemudian di hitung untuk mengekstrak wilayah plat nomor.

2.2.1.2 Character Segmentation

Pada area ini karakter pada plat nomor yang telah di deteksi pada tahap sebelumnya di segmentasi untuk mendapatkan nilai per karakter individu dari kumpulan karakter pada plat [16]. Banyak metode yang telah diusulkan untuk permasalahan segmentasi karakter, Nieuwoudt et. Al [21] menggunakan *region growing* untuk segmentasi karakter. Ide dasar metode *region growing* adalah untuk mengidentifikasi satu atau lebih kriteria yang merupakan ciri khas untuk wilayah yang diinginkan. Setelah menetapkan kriteria, gambar dicari untuk setiap pixel yang memenuhi persyaratan, setiap kali ditemukan pixel yang memenuhi persyaratan maka diperiksa juga pixel tetangga, dan jika pixel tetangga juga memiliki karakteristik yang sama maka keduanya dianggap memiliki area yang sama

2.2.1.3 Character Recognition

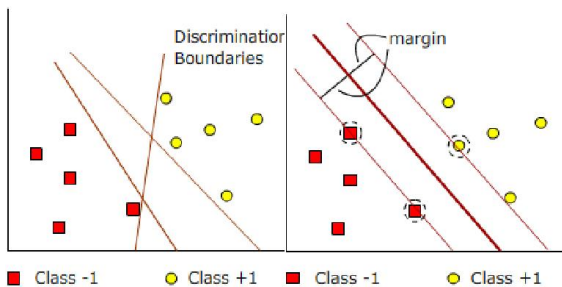
Pada area ini disajikan metode-metode yang digunakan untuk mengklasifikasi dan kemudian mengenali karakter individu. Klasifikasi didasarkan pada fitur yang telah di ekstraksi [13]. Fitur-fitur tersebut kemudian diklasifikasi menggunakan pendekatan statistik, sintaksis, atau neural. Beberapa penelitian berkaitan dengan klasifikasi dan pengenalan karakter sebagai berikut. Hasen et. Al [2][8] membahas pengenalan pola menggunakan metode *statistical*, namun teknik tersebut tidak efisien. Karena pendekatan tersebut menggunakan pola statistik namun didasarkan pada model statistik. Cowel et. al. [22] melakukan penelitian tentang pengenalan karakter untuk tulisan arab dan latin. Pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi karakter berdasarkan jumlah baris pixel warna hitam dan kolom dari suatu karakter dan membandingkan nilai-nilai tersebut dari satu set template database. Mey Yue et. al. [23] dan Naito et. al. [24] menggunakan *template matching*. *Template matching* melibatkan penggunaan database karakter, sehingga terdapat template yang terpisah untuk memungkinkan karakter input tersimpan. Pengenalan karakter dicapai dengan membandingkan karakter input dengan template untuk menemukan satu karakter dengan nilai probabilitas yang terbaik.

2.3 Support Vector Machine

Pattern recognition merupakan bidang ilmu komputer yang memetakan suatu data ke dalam konsep tertentu yang telah didefinisikan sebelumnya, Pada awalnya teknik pattern recognition berbasis Neural network telah berhasil namun teknik ini memiliki beberapa kelemahan antara lain optimisasi yang digunakan

tidak selalu mencapai nilai minimal global dari kurva fungsi galatnya, disamping itu kadang terjadi fenomena over-learning yang sering dapat menurunkan kemampuan generalisasinya [8]. Berbagai upaya pengembangan dilakukan untuk mengatasi kelemahan tersebut, antara lain pendekatan menggunakan Support Vector Machine (SVM) seperti yang dikemukakan oleh Burges [8].

Support Vector Machine pertama kali diperkenalkan oleh Vladimir Vapnik pada tahun 1992 sebagai rangkaian harmonisasi konsep-konsep unggulan dalam bidang pengenalan pola [5]. Support Vector Machine merupakan metode pembelajaran yang digunakan untuk klasifikasi biner, ide dasarnya adalah mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua class pada input space [1].



Gambar 1. SVM berusaha menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan kedua class -1 dan +1

Berbeda dengan pendekatan neural network yang berusaha mencari hyperplane pemisah antar class, SVM mencoba mencari dan memisah hyperplane yang terbaik yang berada pada dua kelas, gambar 2.1 menunjukkan pola-pola yang merupakan anggota dari dua buah kelas +1 dan -1, pola yang berada pada anggota -1 kemudian disimbolkan dengan warna merah,

sedangkan pola pada +1 warna kuning. masalah pada klasifikasi dapat dilakukan dengan usaha menemukan garis (hyperplane) yang memisahkan kelompok tersebut. Hyperplane yang menjadi pemisah terbaik dapat ditemukan dengan mengukur margin hyperplane dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara hyperplane dengan pattern terdekat dari masing-masing class. Pattern yang paling dekat tersebut disebut *Support Vector*.

2.4 Support Vector Machines untuk Multi-Kelas

Pada awal dikembangkannya SVM pendekatan ini digunakan untuk klasifikasi dua kelas. Pengembangan ke arah persoalan klasifikasi untuk multi kelas masih menjadi perhatian para peneliti [8]. Terdapat dua pendekatan utama untuk SVM multi kelas, yang pertama kita dapat menemukan dan menggabungkan beberapa fungsi pemisah persoalan klasifikasi dua kelas untuk menyelesaikan persoalan klasifikasi multi kelas. Kedua, secara langsung menggunakan semua data dari semua kelas dalam satu formulasi persoalan optimasi. Yang termasuk pada pendekatan pertama dimana beberapa fungsi untuk problem dua kelas dikembangkan lalu digabung antaralain : satu-lawan-semua (One-Againts-All, OAA), dan satu-lawan-satu (One-Againts-One, OAO) [8].

2.4.1 Metode Satu-Lawan-Semua (SLA)

Dengan metode ini untuk masalah klasifikasi k -kelas, kita menemukan k fungsi pemisah kita dengan p , dalam metode ini p di train dengan semua data dari kelas- i dengan label +1 dan semua data dari kelas lain dengan label -1[8].

Ketika kita mentraining ρ^1 , semua data dalam kelas 1 diberi label +1 dan data dari kelas 2 dan kelas 3 diberi label -1. Begitu juga ketika kita mentraining ρ^2 semua data dalam kelas 2 diberi label +1 dan data yang lain dari kelas 1 dan 3 diberi label -1. Selanjutnya lakukan untuk semua $i=1, 2, 3$. Jika kita punya λ data untuk training $(x_1, y_1), \dots, (x_i, y_i)$ dimana $x \in \mathbb{R}^2$, $i = 1, 2, \dots, \lambda$ adalah data input dan $y_{i \in S} = \{1, \dots, k\}$ kelas dari x_i yang bersangkutan, fungsi pemisah ke- i menyelesaikan optimisasi berikut :

$$\begin{aligned} & \text{Min} \\ & \frac{1}{2} (w^i)^T w^i + C \sum_{j=1}^{\lambda} t_j^i \\ \text{Subject to} \\ & w^i x_j + b^i \geq 1 - t_j^i, \text{ jika } y_j = i \\ & w^i x_j + b^i \leq -1 + t_j^i, \text{ jika } y_j \neq i \\ & t_j \geq 0, j = 1, \dots, \lambda, i = 1, \dots, k \end{aligned} \tag{1}$$

Terdapat k fungsi pemisah,
 $w^1 x + b^1, w^2 x + b^2, \dots, w^k x + b^k$.

Kemudian kelas dari suatu data/obyek baru x ditemukan berdasarkan nilai terbesar dari fungsi pemisah.

$J = \text{class of } x = \arg \max_j w^j x + b^j$,
 dimana $j \in S$

2.4.2 Metode Satu-Lawan-Satu (SLS)

Dengan metode ini perlu menemukan $k(k - 1)/2$ fungsi pemisah dimana setiap fungsi ditrain dengan data dari dua kelas. Seandainya kita punya persoalan dengan 3-kelas. Kita harus menemukan 3 fungsi pemisah : ρ^{12}, ρ^{13} dan ρ^{23} . Ketika kita mentraining ρ^{12} , semua data dari kelas 1 diberi label +1 dan semua data dari kelas dua diberi label -1. Pendekatan yang

sama dipakai untuk mentraining ρ^{13} dan ρ^{23} .

$$\begin{aligned} & \text{min} \\ & \frac{1}{2} (w^{ij})^T w^{ij} + C \sum_r t_r^{ij} w^{ij}, b^{ij}, t^{ij} \\ \text{Subject to} \\ & w^{ij} x_r + b^{ij} \geq 1 - t_r^{ij}, \text{ jika } y_r = i \\ & w^{ij} x_r + b^{ij} \leq -1 + t_r^{ij}, \text{ jika } y_r = j \\ & t_r^{ij} \geq 0 \end{aligned} \tag{2}$$

Dimana r menunjukkan indeks dari data dari setiap kelas. Setelah semua fungsi pemisah $(k-1)/2$ ditemukan, ada beberapa metode untuk melakukan testing untuk data baru. Salah satu strateginya adalah max-voting. Berdasarkan pada strategi ini, untuk pemisah ρ^{ij} , jika tanda dari suatu data point x adalah di kelas i kemudian voting untuk kelas i ditambah satu. Sebaliknya, voting untuk kelas ke j ditambah satu. Lalu diulang langkah tersebut untuk semua fungsi pemisah. Selanjutnya diprediksi x berada pada kelas mana didasarkan pada nilai voting yang paling tinggi. Dalam kasus dimana ada dua kelas dengan nilai voting sama maka dipilih yang indeksnya lebih kecil [8].

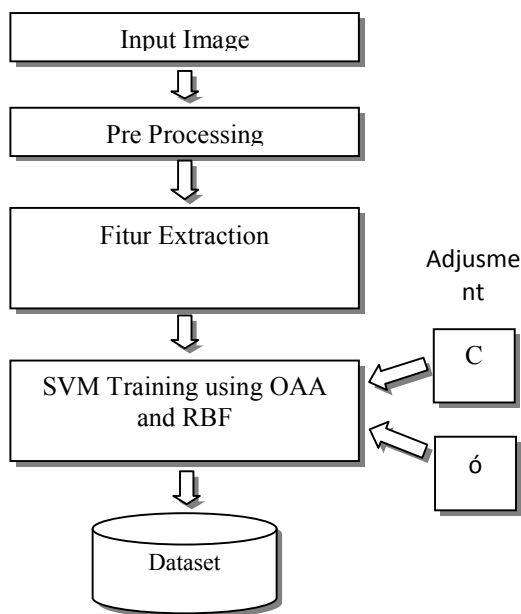
3. METODE

Proses pengenalan karakter pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yakni proses pelatihan (*training*) dan proses pengenalan (*recognition*). Proses pelatihan digunakan untuk memberikan pengetahuan awal (knowledge) dan data hasil pelatihan akan digunakan sebagai pattern yang

akan diklasifikasikan pada proses selanjutnya. Sedangkan pada proses pengenalan sistem melakukan proses klasifikasi dari fitur yang telah diekstraksi pada template dengan metode *support vector machine* untuk mendapatkan kelas terbaik sebagai hasil dari pengenalan karakter.

3.1 Proses Training

Proses pelatihan digambarkan pada diagram sebagai berikut :

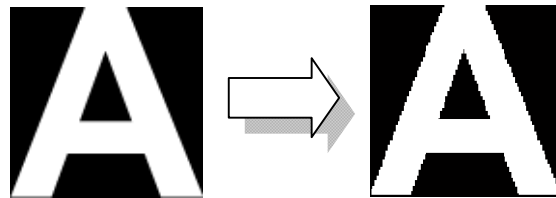


Gambar 2. Proses pelatihan (*training*)

- **Input Image Pada Proses Training**
Image yang digunakan pada proses training ini digunakan sebagai data awal yang pada proses selanjutnya akan di ekstraksi untuk mendapatkan pola-pola, image yang digunakan pada proses ini berupa citra karakter *alphanumeric* yang digunakan pada plat nomor kendaraan. Citra huruf dan angka yang akan di training yakni citra huruf yang merepresentasikan huruf kapital dan

angka yang digunakan pada plat nomor kendaraan antarlain : A-Z, 0-9.

- **Pre Processing Image pada Tahap Training**
proses pre processing image pada tahap training digunakan untuk menentukan kualitas citra yang akan di ekstraksi, proses pada tahap ini hanya mengubah citra RGB ke dalam bentuk citra biner (binerisasi).



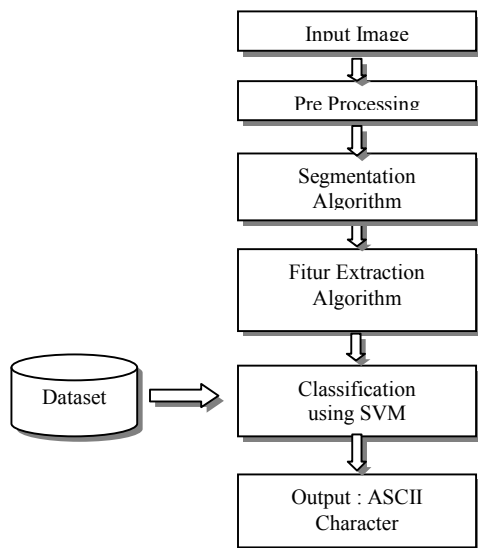
Gambar 3. Proses binerisasi citra

- **Proses Ekstraksi Fitur**
Proses ekstraksi fitur digunakan untuk memunculkan ciri serta mereduksi dimensi citra dari dimensi tinggi ke dimensi yang lebih rendah, proses ekstraksi fitur pada citra input dengan mengikuti beberapa nilai attribut sbb :
 1. Tinggi dan lebar suatu karakter
 2. Nilai centroid
 3. Jumlah pixel pada matrix hasil pemetaan citra input
- **Proses Training**
Proses training/pelatihan ini digunakan untuk menndapatkan nilai-nilai parameter SVM dari hasil ekstraksi fitur yang nantinya digunakan pada tahap klasifikasi, hasil dari proses ini adalah berupa didapatkanya nilai parameter-parameter SVM seperti *Number of Support*

Vector(NSV), *Error Rate*, *Weight (w)*, *bias (b)*. Sedangkan adjustment parameter σ dan pinalti (C) adalah parameter yang akan disesuaikan dengan data train yang digunakan.

3.2 Proses Pengenalan (*Recognition*)

Pada tahap proses pengenalan kumpulan fitur hasil ekstraksi citra pada proses training yang telah disimpan akan digunakan untuk proses klasifikasi dengan data input. Metode support vector machine melakukan klasifikasi untuk mendapatkan hyperplane yang terbaik untuk suatu kelas, sehingga kelas yang sesuai dengan fitur pada data input setelah hasil klasifikasi menjadi kelas yang dijadikan sebagai output hasil klasifikasi. Proses pengenalan karakter pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 4. Diagram proses pengenalan karakter

- **Input Image Pada Proses Pengenalan Citra** yang digunakan sebagai data input pada proses pengenalan merupakan citra digital hasil *scanning* dari plat nomor kendaraan, gambar berikut adalah contoh citra sebagai data input pada proses pengenalan.



Gambar 5. Citra plat nomor sebagai data input

- **Pre Processing Pada Proses Pengenalan**

Tahap pre processing image pada proses pengenalan digunakan untuk menentukan kualitas citra yang akan di ekstraksi, proses pada tahap ini dilakukan dalam beberapa metode sbb :

1. Binerisasi Citra
2. Menentukan *Region Of Interest* (ROI)
3. Perbaikan Citra (*Image Enhancement*)

Proses pertama dari tahap pre processing adalah mengubah citra RGB atau Grayscale menjadi citra biner dengan nilai tiap pixel yakni 0 atau 1. Hasil binerisasi citra plat nomor pada gambar 6 menjadi sebagai berikut :



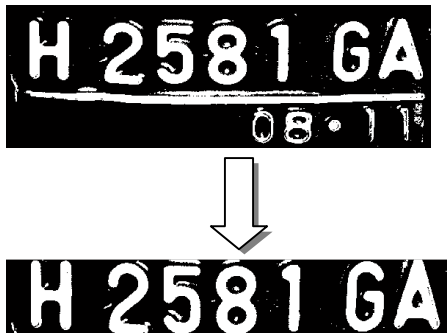
(a)



(b)

Gambar 6. (a) Citra RGB data input (b) Citra hasil binerisasi

Setelah proses binerisasi maka selanjutnya adalah menentukan *Region Of Interest*, dari hasil citra biner maka dapat kita lihat bahwa ROI terdapat pada area sebagai berikut



Gambar 7. Citra yang berada pada Region Of Interest

Langkah selanjutnya adalah proses menghilangkan noise, untuk menghilangkan pixel noise pada citra biner maka peneliti menggunakan fungsi pada matlab yang telah terintegrasi yakni *bwareaopen()*. Sehingga citra hasil *enhancement* menjadi sbb:



(a)



(b)

Gambar 8. (a) Citra input dengan *noise*
(b) Citra hasil image enhancement

- Segmentasi citra pada proses pengenalan

Citra input pada proses pengenalan merupakan citra plat nomor yang berisi kumpulan citra huruf alphanumeric, sedangkan proses pengenalan dilakukan dengan cara mengklasifikasikan hasil ekstraksi fitur huruf demi huruf oleh karena itu sebelum tahap ekstraksi fitur maka diperlukan proses segmentasi citra. Proses segmentasi citra pada penelitian

ini dilakukan menggunakan fungsi yang telah terintegrasi pada matlab yakni *bwlabel()* serta menggunakan perulangan untuk menghitung jumlah pixel yang telah ditandai sebagai pixel yang saling terhubung, algoritma dari proses segmentasi sbb:

1. Tandai pixel-pixel yang saling terhubung
2. Lakukan perulangan dimulai dari 1 hingga maksimal pixel yang ditandai
3. Temukan label pixel yang sesuai, jika ditemukan masukkan pada matrix baris dan kolom.
4. Simpan citra dari min baris hingga max baris dan min kolom hingga max kolom.
5. Jika belum akhir perulangan loncat ke perintah 3, jika akhir perulangan maka perulangan berakhir



(a)



(b)

Gambar 9. (a) Citra input
(b) Citra hasil segmentasi

- Fitur extraction pada proses pengenalan

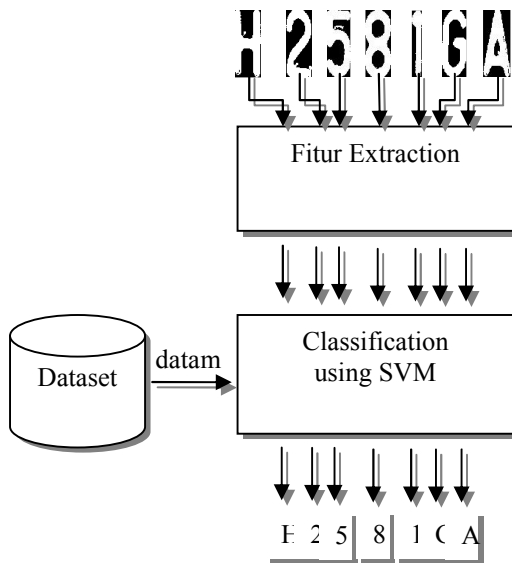
Proses ekstraksi fitur digunakan untuk memunculkan ciri serta mereduksi dimensi citra dari dimensi tinggi ke dimensi yang lebih rendah, proses ekstraksi fitur citra input pada proses pengenalan sama dengan proses ekstraksi fitur pada proses pelatihan yakni dengan mengikuti beberapa nilai atribut sbb :

1. Tinggi dan lebar suatu karakter
2. Nilai centroid

3. Jumlah pixel pada matrix hasil pemetaan citra input

- Klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine*

Proses klasifikasi dalam penelitian ini menggunakan STPRTOOL yakni toolbox yang berisi fungsi-fungsi terintegrasi untuk pattern recognition pada matlab salah satunya adalah support vector machine



Gambar 10. Klasifikasi menggunakan SVM

Metode-metode yang dilakukan sebelum tahap klasifikasi antarlain :

1. Menyusun atau me load data hasil ekstraksi fitur pada proses training kedalam matriks berdimensi $n \times m$, dengan options x dan y .
2. Menentukan model data dengan fungsi *oaasvm*, model data ini berisi boundary antar kelas yang berisi

informasi mengenai hyperplane terbaik.

3. Menggunakan fungsi *svmclass* untuk melakukan klasifikasi dan menghasilkan prediksi kelas yang terbaik

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penerapan

Dari hasil ujicoba yang dilakukan terhadap 100 sample plat nomor kendaraan dalam berbagai kondisi yang telah diambil dari objek penelitian, selanjutnya data dari tiap-tiap plat nomor kendaraan diukur ketepatannya dengan menggunakan software simulasi yang menerapkan metode svm, eksperimen dilakukan dengan menguji akurasi metode svm dengan sebelumnya peneliti menentukan proses training dengan parameter kernel RBF dengan sigma (σ) adalah 0 hingga 1.2 dan pinalti (C) antara 0 hingga 20, nilai parameter kernel ditambah hingga nilai sigma (σ) adalah 1.2 dan pinalti (C) antara 0 hingga 20 untuk menguji akurasi metode svm pada pengenalan karakter ini pada tiap-tiap parameter yang digunakan. Dari hasil pengukuran proses pengenalan karakter menggunakan metode *Support Vector Machine* pada 100 sample plat nomor kendaraan yang diambil dapat disimpulkan sementara bahwa parameter terbaik metode SVM untuk pengenalan karakter pada penelitian ini adalah $\sigma=0.8$ dan $C=15$. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1: Tabel pengukuran tingkat akurasi dengan confusion matrix

<i>SVM Parameter</i>		<i>True Positive (TP)</i>	<i>False Positive (FP)</i>	<i>True Negative (TN)</i>	<i>False Negative (FN)</i>	<i>Over All Accuracy (AC)</i>
$\delta = 0.2$	C = 0	0	93	7	0	0,07
	C = 5	0	93	7	0	0,07
	C = 10	1	92	7	0	0,08
	C = 15	2	91	7	0	0,09
	C = 20	1	92	7	0	0,08
$\delta = 0.4$	C = 0	0	93	7	0	0,07
	C = 5	32	61	7	0	0,39
	C = 10	32	61	7	0	0,39
	C = 15	35	58	7	0	0,42
	C = 20	34	59	7	0	0,41
$\delta = 0.6$	C = 0	0	93	7	0	0,07
	C = 5	69	24	7	0	0,76
	C = 10	70	23	7	0	0,77
	C = 15	72	21	7	0	0,79
	C = 20	71	22	7	0	0,78
$\delta = 0.8$	C = 0	0	93	7	0	0,07
	C = 5	81	12	7	0	0,88
	C = 10	82	11	7	0	0,89
	C = 15	84	8	7	0	0,91
	C = 20	81	12	7	0	0,88
$\delta = 1.0$	C = 0	0	93	7	0	0,07
	C = 5	76	17	7	0	0,83
	C = 10	77	16	7	0	0,84
	C = 15	78	15	7	0	0,85
	C = 20	76	17	7	0	0,83
$\delta = 1.2$	C = 0	0	93	7	0	0,07
	C = 5	72	21	7	0	0,79
	C = 10	74	19	7	0	0,81
	C = 15	74	19	7	0	0,81
	C = 20	73	20	7	0	0,8

Dari hasil pengukuran menggunakan confusion matrix dapat dihasilkan akurasi yang terbaik untuk SVM pada penelitian ini yakni pada parameter $\sigma = 0.8$ dan $C=15$ dengan tingkat akurasi 91%.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menerapkan metode Support Vector Machine pada proses pengenalan karakter dalam sistem yang dibuat dimulai dari tahap *preprocessing*, *segmentasi*, *ekstraksi fitur*, hingga *klasifikasi* untuk melakukan pengenalan karakter plat nomor kendaraan secara tepat memiliki akurasi klasifikasi yang baik. Parameter kernel RBF yakni sigma (σ) dan penalti (C) telah diujikan dan didapatkan bahwa parameter σ dan C terbaik pada penelitian ini adalah $\sigma = 0.8$ dan $C=15$ dengan tingkat akurasi sebesar 91% dari 100 sample citra plat nomor yang diujikan menggunakan *confusion matrix*. Beberapa hal yang mempengaruhi dalam proses gagalnya pengenalan karakter dalam penelitian ini dikarenakan beberapa faktor yakni : pencahayaan yang tidak merata pada citra, kualitas tulisan pada citra plat nomor, serta kualitas gambar yang di dapatkan.

Faktor pencahayaan pada penelitian ini mempengaruhi pada tahap *pre-processing* yakni pada proses *binerisasi* dan *segmentasi* karakter sehingga ketika proses *pre-processing* mengalami kegagalan akan mengakibatkan proses *segmentasi* yang salah. kualitas tulisan pada plat nomor berpengaruh terhadap proses *ekstraksi fitur* sehingga *ekstraksi fitur* pada citra plat nomor yang kurang

tepat dapat mengakibatkan hasil klasifikasi yang salah. kualitas gambar yang kurang baik juga akan berpengaruh pada tahap *pre-processing* dan *ekstraksi fitur* sehingga pada tahap klasifikasi akan menghasilkan keluaran yang tidak sesuai

6. SARAN

Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan pada penelitian ini, terdapat beberapa saran pengembangan penelitian pengenalan plat nomor kendaraan :

1. Perlunya metode yang lebih baik pada tahap *image enhancement* dikarenakan kualitas citra yang tidak baik akan berpengaruh terhadap proses selanjutnya.
2. Perlunya metode fitur ekstraksi pada tahap training dan recognition untuk mendapatkan hasil akurasi dan kecepatan yang optimal pada tahap klasifikasi
3. Penelitian ini membahas tentang pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan untuk menentukan parameter σ dan C terbaik dari metode SVM, dari penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggabungkan metode lain untuk parameter tuning σ dan C secara otomatis pada metode *Support Vector Machine* sehingga diharapkan didapat metode yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boswell, D. (2002). *Introduction to Support Vector Machines*, Departement of Computer Science and Engineering University of California San Diego.
- [2] Dewi Nasien, H. H. (2010). Support Vector Machine (SVM) for English Handwritten Character Tecognition. *International Conference on Computer Engineering and Applications* .

- [3] Lan Gan, Z. Y. (2010). Based on Support Vector Machine's Tumor Image Classifier Design. *2010 International Conference on e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning* .,
- [4] Xiaojuan Ma, Renlong Pan, Lin Wang (2010), "License Plate Character Recognition Based on Gaussian-Hermite Moments", 2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science, Guizhou Key Lab of Pattern Recognition & Intelligent Control Guizhou University for Nationalities Guiyang, China
- [5] A.S. Nugroho, A. W. (2003, December). "Application of Support Vector Machine in Bioinformatics". *Indonesian Scientific Meeting in Central Japan* .
- [6] W. Jia, H. Zhang, and X. He (2007). "Region-based license plate detection," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 30, pp. 1324-133.
- [7] Luo Qi (2003). " *Research on Intelligent Transportation System Technologies and Applications*" , Workshop on Power Electronics and Intelligent Transportation System , School of Computer Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, China.
- [8] Budi Santosa (2007), " *Data Mining : Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2007.
- [9] Weijuan Wen, Xiangli Huang, and Pengju Zhang (2009), " *The Vehicle License Plat Location Method Base-on Wavelet Transform*", 2009 International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, Communication University of China.
- [10] Undang Undang No 22 Tahun 2009 Tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan.
- [11] Steve Lawrence, C. Lee, Ah Chung Tsoi (2007) , " Lesson in Neural Network Training : Overfitting May be Harder than Expected, Proceeding of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence, California.
- [12] Sandhya Arora, Debotosh Bhattachrjee (2010), "Performance Comparison of SVM and ANN for Handwritten Devnagri Character Recognition", *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 7, Issue 3, No 6, May 2010
- [13] Lihong Zheng, Xiangjian He(2006),"Number Plate Recognition Based on Support Vector Machine", Proceeding of the IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance
- [14] Kumar Parasuraman(2010), "SVM Based License Plate Recognition System", *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*
- [15] Sheng-Wei Fei, Yu-Bin Miao, Cheng-Liang liu(2009),"Chinese Grain Production Forecasting Method Based on Particle Swarm Optimization-Based Support Vector Maching, *Recent Patents on Engineering* 2009, Vol 3 No 1,.
- [16] Shuang Qiao(2010),"Research of Improving the Accuracy of License Plate Character Segmentation",

- 2010 Fifth International Conference on Frontier of Computer Science Technology.
- [17] Choudhury A. Rahman, Wael Badawy (2003), "A Real Time Vehicle License Plate Recognition System", Proceedings of the IEEE Conference on Advance Video and Signal Based Surveillance (AVSS'03).
- [18] Serkan Ozbay(2005), "Automatic Vehicle Identification By Plate Recognition", World Academy of Science, Engineering and Technology 9 2005.
- [19] Kim, K. K., Kim, K. I., Kim, J.B., and Kim, H. J. (2000), "Learning based approach for license plate recognition", Proceedings of IEEE Processing Society Workshop on Neural Networks for Signal Processing, vol. 2, pp: 614-623, 2000.
- [20] Lee, E. R., Earn, P. K., and Kim, H. J.(2004), "Automatic recognition of a car license plate using color image processing", IEEE International Conference on Image Processing 2004, vol. 2, pp.301-305, 2004
- [21] Nieuwoudt, C, and van Heerden, R.(1999), "Automatic number plate segmentation and recognition", Seventh annual South African workshop on Pattern Recognition, pp., IAPR, 1999.
- [22] Cowell, J., and Hussain, F.(2002), "A fast recognition system for isolated Arabic characters", Proceedings Sixth International Conference on Information and Visualisation, IEEE Computer Society, London, England, pp. 650-654, 2002.
- [23] Yu, M., and Kim, Y. D.(2005), "An approach to Korean license plate recognition based on vertical edge matching", IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 4, pp. 2975-2980, 2005.
- [24] Naito, T. Tsukada, T. Yamada, K. Kozuka, K. and Yamamoto, S.(2002), "Robust recognition methods for inclined license plates under various illumination conditions outdoors", Proceedings IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transport Systems, pp. 697-702,2002.