
PENGENALAN POLA PLAT NOMOR KENDARAAN MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION

DAVID

Program Studi Teknik Informatika,
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Pontianak
Jalan Merdeka Barat No. 372 Pontianak, Kalimantan Barat
Telp (0561) 735555, Fax (0561) 737777
David_Liauw@yahoo.com, David_Liauw@stmikpontianak.ac.id

Abstract: *The application design of license plate pattern recognition using the Backpropagation neural network is the application of license plate recognition done by changing the license plate in form of a photo into a numerical text. This application was made in order to examine whether the method of Backpropagation can recognize the character pattern properly or not. The software process model of license plate recognition study uses the Backpropagation neural network through the prototype approach. The result of this design is the software of license plate pattern recognition using Backpropagation neural network that can commonly recognize the license plate. This application can only recognize license plate image approximately in a one meter distance between a camera and the license plate and does not have light refraction. The result of examination is the success rate of pattern recognition depends on the quality of image, the form of license plate and its writing, light refraction, the distance between a car and the camera, and the determination of temporary character.*

Keywords: *Character Recognition, Backpropagation, Image Processing, License Plate, Smearing Algorithm, Computer Vision.*

1. PENDAHULUAN

Pola setiap *image* memiliki karakteristik masing-masing, dengan adanya pola suatu *image* dapat mampu memanipulasi dan mengubah suatu *image* menggunakan komputer. Kecanggihan tersebut terlihat dari penggunaan komputer yang mampu mengkonversi suatu *image* text menjadi sebuah text. Adanya pola ini dapat mempermudah dalam melakukan konversi *image* tulisan ke dalam bentuk text.

Penerapan yang menggunakan pengenalan pola salah satunya sebagai input parkir, dimana awalnya pencatatan nomor plat kendaraan menggunakan cara manual sekarang bisa menggunakan *image* sebagai alat input. Teknologi ini secara tidak langsung mengurangi peran manusia dalam sistem parkir.

Pola *image* yang digunakan sebagai input adalah Image sebuah mobil yang memiliki nomor plat kendaraan. Proses yang pertama kali dilakukan adalah mencari posisi plat nomor. Proses pencarian posisi plat nomor kendaraan menggunakan metode *Run Length Smearing Algorithm* (RLSA) atau lebih dikenal dengan algoritma *Smearing*. Algoritma *Smearing* mampu mencari posisi plat nomor kendaraan dengan cara menghapus dan memotong bagian-bagian *image* (panjang dan tinggi pixel plat pada *image*) yang bukan merupakan ukuran sebuah plat nomor kendaraan. Sedangkan Proses pengenalan pola plat nomor kendaraan ini menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. jaringan ini mampu mengenal pola dengan cara mempelajari pola latih dan memberikan bobot –bobot. Bobot inilah yang nantinya akan digunakan untuk mengenali pola lain yang akan di uji.

Image tiap karakter akan diubah kedalam bentuk pola matrik 10 x 10. Pola ini akan dicocokkan dengan pola karakter yang asli, tingkat kecocokan yang paling tinggi akan diambil sebagai hasil sementara karakter (Pola Target Pada JST *Backpropagation*). Hasil ini akan diuji kembali menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dapat dimungkinkan suatu teknologi yang bisa menirukan seperti mata dan otak bekerja. Beberapa peneliti telah berhasil mengaplikasikan Jaringan Saraf Tiruan untuk menyelesaikan permasalahan identifikasi terutama dalam sistem pengenalan pola.

Liliana, Hendra, dkk (2010), didalam jurnal Segmentasi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode *Run-Length Smearing Algorithm* (RLSA). Melakukan Pengujian segmentasi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode *Run-Length Smearing Algorithm* (RLSA). Input dari sistem ini adalah sebuah foto mobil yang diambil dari belakang dengan jarak dua sampai dua setengah meter dengan menggunakan kamera digital dengan ukuran 640x480 pixel. Hasil Output berupa potongan *image* plat nomor kendaraan yang telah dipotong dan dihapus menggunakan metode *Run-Length Smearing Alrotitm* (RLSA).

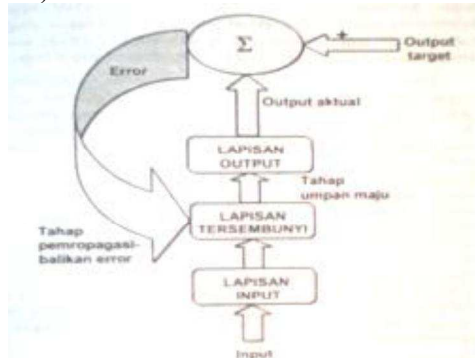
Kekurangan dari hasil jurnal Segmentasi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode *Run-Length Smearing Algorithm* (RLSA) yang dibuat oleh liliana dkk adalah tidak bisa mengidentifikasi plat kendaraan, sehingga informasi yang di dapat hanya berupa gambar plat nomor kendaraan. Kelebihan dari yang dibuat oleh penulis adalah hasil *image* plat dilanjutkan diproses untuk mengidentifikasi nomor plat kendaraan.

Perlunya Merancang aplikasi pengenalan pola plat nomor kendaraan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* adalah menguji apakah Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dapat mengenal pola plat nomor kendaraan dengan baik atau tidak. Sehingga dapat diketahui apakah metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dapat mengenali pola karakter dengan baik atau tidak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Algoritma *Backpropagation*

Algoritma *Backpropagation* dapat di bagi menjadi dua bagian yaitu (Puspaningrum, 2006:128): a) Algoritma Pelatihan, Terdiri dari 3 tahap yaitu tahap umpan maju pola pelatihan input, tahap pemropagasibalikan error, dan tahap pengaturan bobot; dan b) Algoritma aplikasi, Yang digunakan hanyalah tahap umpan maju saja. Cara kerja jaringan saraf tiruan *backpropagation* adalah sebagai berikut (puspatiningrum, 2006:129):



Gambar 1. Alur Kerja Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* (Sumber : Puspaningrum,2006)

- a. Algoritma Pelatihan (Kusumadewi, 2003)
0. Inisialisasi bobot-bobot (ambil bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil)
Tentukan angka pembelajaran (α).
Tentukan pula nilai toleransi error atau nilai ambang (bila menggunakan nilai ambang sebagai kondisi berhenti); atau set maksimal epoch (bila menggunakan banyaknya epoch sebagai kondisi berhenti).
 1. While kondisi berhenti tidak terpenuhi do langkah ke-2 samapai langkah ke-9.
 2. Untuk setiap pasangan pola pelatihan, lakukan langkah ke-3 samapai langkah ke-8.

Tahap Umpan Maju

3. Setiap x_i (dari unit ke-1 samapi unit ke-n pada lapisan input) mengirim sinyal input ke semua unit yang ada di lapisan atasnya (ke lapisan tersembunyi)
4. Pada setiap unit di lapisan tersembunyi z_j (dari unit ke-1 samapi ke-m; $i=1, \dots, n$; $k=1, \dots, m$) dihitung sinyal outputnya dengan menerapkan fungsi aktivasi terhadap penjumlahan sinyal-sinyal input berbobot z_j bagi lapisan ini

$$z_{in_j} = f(w_{ok} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}) \dots \dots \dots (1)$$

Kemudian dikirim ke semua unit dilapisan atasnya.

5. setiap unit lapisan output y_k (dari unit ke-1 samapai unit ke-m; $i=1, \dots, n$; $k=1, \dots, m$) dihitung sinyal outputnya dengan menerapkan fungsi kativasi terhadap pnjumlahan sinyal-sinyal input berbobot z_j bagi lapisan ini:

$$y_k = f (w_{ok} + \sum_{i=1}^p z_j w_{jk}) \dots \dots \dots (2)$$

Tahap Pemograsianbalikan Error

6. setiap unit output y_k (dari unit ke-1 sampai unit ke-m; $j=1, \dots, p$; $k=1, \dots, m$) menerima pola target t_k lalu informasi kesalahan lapisan output (δ_k) di hitung. δ_k dikirim ke lapisan di bawahnya dan digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dan bias (Δw_{jk} dan Δw_{ok}) antara lapisan tersembunyi dengan lapisan output:

$$\delta_k = (t_k - y_k) \quad f' (w_{ok} + \sum_{j=1}^p w_{ok} w_{jk}) \dots \dots \dots (3)$$

$$\Delta w_j = \alpha \delta_k z_j \dots \dots \dots (4)$$

$$\Delta w_{ok} = \alpha \delta_k \dots \dots \dots (5)$$

7. Pada setiap unit di lapisan tersembunyi (dari unit ke-1 samapai unit ke-p; $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, p$; $k=1, \dots, m$) dilakukan perhitungan informasi kesalahan lapisan tersembunyi (δ_j). δ_j kemudian digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dari bias (Δv_{ij} dan Δv_{oj}) antara lapisan input dan lapisan tersembunyi.

$$\delta_j = (\sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}) \quad f' (v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}) \dots \dots \dots (6)$$

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \dots \dots \dots (7)$$

$$\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j \dots \dots \dots (8)$$

Tahap Peng-update-an Bobot dan Bias

8. Pada setiap unit output y_k (dari unit ke-1 sampai unit ke-m) dilakukan peng-update-an bias dan berbobot ($j=0, \dots, p$; $k=1, \dots, m$) sehingga bias dan bobot yang baru menjadi:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \dots\dots\dots (9)$$

Dari unit ke-1 samapi unit ke-p dilapisan tersembunyi juga dilakukan peng-update-an pada bias dan bobotnya ($i=0,\dots,n; j=1,\dots,p$):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \dots\dots\dots (10)$$

9. Tes konisi berhenti

b. Algoritma Aplikasi (Kusumadewi, 2003)

0. Inisialisasi bobot. Bobot ini diambil dari bobot-bobot terakhir yang diperoleh dari algoritma pelatihan.

1. Untuk setiap vektor input, lakukan langkah ke-2 sampai ke-4.

2. Setiap unit input x_i (dari unit ke-1 samapi unit ke-n pada lapisan input; $i=,\dots,n$) menerima sinyal input pengujian x_i dan menyiarkan sinyal x_i kesemua unit pada lapisan diatasnya (unit-unit tersembunyi)

3. Setiap unit dilapisan tersembunyi z_j (dari unit ke-1 sampai unit ke-p; $i=1,\dots,n; j=1,\dots,p$) menghitung sinyal outputnya dengan menerapkan fungsi aktivasi terhadap penjumlahan sinyal-sinyal input x_i . Sinyal output dari lapisan tersembunyi kemudian dikirim ke semua unit pada lapisan atasnya:

$$z_j = f(v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}) \dots\dots\dots (11)$$

4. Setiap unit output y_k (dari unit ke-1 sampai unit ke-m; $j=1,\dots,p; k=1,\dots,m$) meenghitung sinyal outputnya dengan menerapkan fungsi aktivasi terhadap penjumlahan sinyal-sinyal input bagi lapisan ini, yaitu sinyal-sinyal input z_j dari lapisan tersembunyi:

$$y_k = f(w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}) \dots\dots\dots (12)$$

2.2 Metode Run-Length Smearing Algorithm (RLSA)

Algoritma *Smearing* merupakan suatu metode untuk mengekstraksi lokasi teks dalam suatu gambar. Dengan *smearing*, gambar akan diproses secara vertikal dan horisontal (*scan-lines*) (Liliana,2010). Karena plat nomor kendaraan di Indonesia menggunakan warna dasar hitam, maka perlu dilakukan pengecekan lokasi plat nomor dengan cara mencari bagian mana dari gambar yang mempunyai piksel hitam yang seukuran dengan plat nomor. Pertama-tama, user perlu menentukan perkiraan ukuran dari plat nomor kendaraan, dalam piksel. Kemudian akan dicek setiap baris dan setiap kolom. Jika jumlah dari piksel hitam berurutan kurang dari atau lebih dari batasan *threshold* yang ditentukan maka piksel tersebut akan diubah menjadi putih.

Pada pencarian lokasi plat nomor, metode yang digunakan adalah metode *Run-Length Smearing Algorithm* (RLSA) atau biasa disebut dengan *smearing*. Metode ini merupakan salah satu metode yang berfungsi mencari lokasi teks dalam suatu gambar citra biner. Cara kerja metode ini adalah dengan cara melakukan proses *scan-lines* pada gambar secara vertikal dan horisontal. Setelah itu proses dilanjutkan dengan menentukan nilai batas bawah dan batas atas yang diperoleh dari jarak minimum dari huruf yang satu ke huruf yang lain yang bersebelahan yang dijadikan sebagai nilai batas bawah, sedangkan jarak maksimum dijadikan sebagai nilai batas atas. Nilai batas bawah dan atas dicari baik untuk horisontal (jarak antar huruf) dan vertikal (tinggi huruf). Setelah itu, dilakukan proses perhitungan piksel hitam yang berurutan dalam suatu garis. Jika jumlah dari piksel hitam yang berurutan lebih kecil dari nilai batas bawah atau lebih besar dari nilai batas atas maka seluruh piksel yang berurutan tersebut diubah

menjadi putih, sedangkan jika nilai piksel hitam yang berurutan berada diantara nilai batas bawah dan atas maka seluruh piksel yang berurutan tersebut tidak diubah.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Analisis dan perancangan yang digunakan penulis untuk mengembangkan system adalah metode *prototype requirement*. Metode *prototype requirement* ini melakukan pendekatan secara sistematis dan urut mulai dari level identifikasi kebutuhan system, kemudian tahap *prototype*, menguji kelayakan *prototype*, memprogram system berdasarkan kebutuhan, pengujian sistem, menentukan kelayakan system, dan penggunaan system.

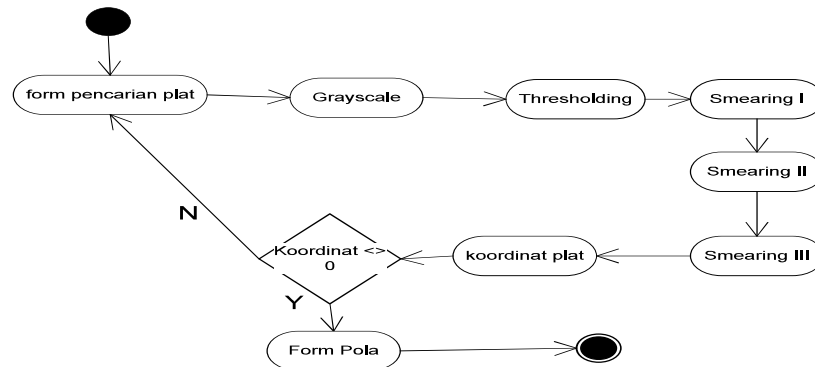
Secara Fungsional dalam perancangan aplikasi ini dapat mengubah citra asli ke dalam bentuk *grayscale* kemudian mengubah citra *grayscale* menjadi citra hitam putih (*thresholding*). Dari citra biner inilah algoritma smearing (RLSA) dapat mencari posisi plat nomor kendaraan. Cara kerja aplikasi ini adalah memotong (*segmentasi*) tiap karakter di plat kendaraan. *Segmentasi* bertujuan memisahkan karakter plat nomor. Setelah melakukan *segmentasi*, aplikasi akan membentuk pola karakter dan menyimpan data pola dalam bentuk angka biner. Aplikasi ini juga dapat mencari hasil sementara pola berdasarkan perbandingan pola karakter plat dengan pola di database. Hasil sementara ini akan dijadikan pola target dalam pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Aplikasi ini juga dapat mengidentifikasi karakter berdasarkan pola target dan pola nomor kendaraan, sehingga bisa menampilkan informasi nomor plat kendaraan.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Sistem

Aplikasi pengenalan pola plat nomor kendaraan menggunakan jaringan saraf tiruan *backpropagation*, dimana alat input berupa gambar keseluruhan sebuah mobil yang berukuran 480 x 320 pixel dan diambil tegak lurus dengan jarak kamera dan objek satu sampai satu setengah meter. Hasil input akan diproses terlebih dahulu menggunakan RLSA (*Run Length Smearing Algoritma*). Proses ini bertujuan mencari posisi plat nomor kendaraan. Foto yang di inputkan akan di potong (*crop*) sesuai dengan posisi plat nomor kendaraan. Nomor kendaraan akan di proses kembali dan membagi plat nomor menjadi tiap karakter. Tiap karakter ini akan dibentuk pola dan nilai biner berdasarkan pixel masing- masing.

Hasil ekstraksi biner (kumpulan angka 1 dan 0 disusun berdasarkan pola image, 1 untuk pixel hitam, dan 0 untuk pixel putih) akan dicocokkan dengan ekstraksi biner yang ada di database. Tingkat kesamaan biner yang paling tinggi akan dijadikan hasil sementara nomor plat. Hasil sementara ini akan diuji kembali menggunakan jaringan syaraf tiruan. Biner dan karakter sementara dari database digunakan sebagai data latih dan target. Setelah melakukan pelatihan, biner karakter dari kendaraan akan di uji. Sehingga hasil dapat disimpulkan pola yang di uji sama dengan pola yang dilatih.



Gambar 2. Diagram aktivitas form pencarian posisi plat

Pada gambar 2 terlihat urutan proses pencarian posisi plat. Sistem menampilkan form pencarian plat, dimana foto yang di pilih dari form sebelumnya ditampilkan dan di proses. Proses pertama mengubah citra asli menjadi citra abu-abu dilanjutkan ke threshold. Dari citra threshold inilah metode *smearing* dapat dijalankan, smearing pertama dilakukan dengan cara *scanline image* secara horizontal, menghapus bagian-bagian pixel hitam yang melebihi ukuran plat kendaraan dan mengisi pixel hitam yang memiliki jarak warna putih berdekatan. Smearing ketiga dilakukan dengan cara *scanline image* secara vertical, yaitu menghapus bagian-bagian pixel yang kurang atau melebihi tinggi ukuran plat. Smearing ketiga dilakukan dengan cara *scanline image* secara horizontal lagi, yaitu menghapus bagian image yang melebihi atau kurang dari panjang ukuran plat.

Setelah proses semua selesai system akan menscanline hasil smearing. Apabila terdapat pixel hitam yang memenuhi ukuran plat, maka system akan menyimpan titik koordinat tiap sudut plat kemudian menampilkan form pembentukan pola. Namun apabila tidak terdapat pixel hitam maka system tidak mendeteksi adanya plat, maka sistem akan mengembalikan ke form input untuk menginput kembali foto.

4.2 Proses Smearing

Proses smearing terjadi sebanyak tiga tahap. Tahap pertama dilakukan scan secara horizontal, dimana pixel hitam yang melebihi ukuran plat akan di jadikan pixel berwarna putih dan pengisian pixel hitam apabila jarak antara pixel hitam sekitar 400 pixel. Selanjutnya smearing kedua, dimana smearing kedua dilakukan secara vertical, dimana pixel hitam yang kurang atau lebih dari ukuran tinggi plat akan diubah menjadi pixel putih. Untuk smearing ketiga, scan dilakukan secara horizontal dimana pixel hitam yang kurang atau lebih dari panjang ukuran plat akan di jadikan warna putih.

4.3 Proses Pengenalan Pola

Aplikasi pengenalan pola plat nomor kendaraan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dapat berjalan dengan baik. Kendala yang sering muncul adalah pencarian posisi plat dan penentuan hasil sementara karakter. Pencarian posisi plat nomor kendaraan tidak bisa dilakukan apabila sebuah plat memiliki warna yang tidak jelas, seperti warna plat yang sudah kusam. Ini mengakibatkan system tidak bisa membedakan warna putih tulisan dan warna plat nomor kendaraan. Sehingga pengujian di aplikasi ini tidak bisa berjalan dengan baik.

Kendala yang lain adalah penentuan hasil karakter sementara. Fungsi penentuan hasil sementara karakter bertujuan sebagai pola target dari jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Penentuan hasil karakter sementara didapat dari perbandingan pola nomor kendaraan dengan pola nomor yang ada di database. Sehingga pola yang memiliki kesamaan paling banyak akan dijadikan hasil sementara karakter.

Untuk algoritma jaringan syaraf tiruan backpropagation, sistem menggunakan nilai epoch untuk nilai batas pembelajaran. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, nilai epoch seharusnya mencapai seribu atau lebih. Apabila nilai epoch mencapai seribu atau lebih, berarti ada perulangan sebanyak seribu atau lebih iterasi. Ini sangat memakan waktu yang lama. Namun di pengujian aplikasi ini, nilai epoch sepuluh sudah dapat mendapatkan input yang benar. Untuk mengatasi hal ini, peneliti memberikan input kepada system untuk nilai epoch. Sehingga user bisa memberikan nilai epoch yang diinginkan.

4.4 Pengujian

Pengujian dilakukan mulai dari pengujian Form pencarian posisi plat sampai dengan pembentukan pola. Form pencarian posisi plat memiliki tujuh tahap, yaitu tahap grayscale, threshold, smearing1, smearing2, smearing3, menampilkan posisi Plat, form pembentukan pola. Adapun implementasi form pencarian posisi plat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Implementasi Form Pencarian Posisi Plat

Pembentukan Pola dimulai dari menscan kembali foto berdasarkan koordinat plat, kemudian merubah kedalam citra grayscale, threshold, segmentasi dan pembentukan pola. Berikut adalah implementasi form pembentukan pola pada gambar 4.











Gambar 4. Implementasi Form Pola

Pengujian aplikasi dilakukan terhadap contoh variasi sample plat nomor kendaraan berdasarkan warna plat kendaraan. Hasil pengujian aplikasi ini dengan berbagai contoh variasi warna plat nomor kendaraan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian plat warna hitam

No	Warna Plat	Jenis Plat	Gambar	Hasil aplikasi	Perse ntase %
1	Hitam	Jenis kendaraan mobik, tulisan normal, background plat tidak normal.		KB 751 S	100 %
2	Hitam	Jenis kendaraa sepeda tulisan normal , background normal.		KB 325B YH	75 %
3	Hitam	Jenis Kendaraan mobil, kondisi plat sedikit cacat.		IIII40Z	14 %
4	Hitam	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat normal.		B 1118 NJS	75 %
5	Hitam	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat tidak normal.		AI 1111 IL	50 %
6	Hitam	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat tidak normal. Asal kendaraan di luar Negri		IIL 129 I	28 %
7	Putih	Jenis Kendaraan Mobil, Kondisi Plat normal, Asal kendaraan luar Negri		FX 02 HKJ	85 %
8	Putih	Jenis Kendaraan Mobil, Kondisi Plat normal, Asal kendaraan luar Negri		Tidak Terdeteksi. Jarak antara E dan 9 Melebihi batas maksimum sistem	0 %

9	Putih	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat memiliki bias cahaya.		3TV BQT5	4	37 %
10	Putih	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat normal, warna tulisan merah.		KB XY	1BX2	75 %
11	Merah	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat normal.		KB 23 C		100%
12	Merah	Jenis kendaraan sepeda motor, kondisi plat bias		Tidak terdeteksi plat nomor.		0%
13	Merah	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat memiliki bias.		Tidak Terdeteksi.		0 %
14	Kuning	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat tidak normal		KI IO01 B1		12%
15	Kuning	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat tidak normal		KB 1Z52 1Z		50%
16	Kuning	Jenis kendaraan mobil, kondisi plat normal. Asal kendaraan luar negeri		Tidak terdeteksi, jarak antara T dan 2 melebihi batas maksimum sistem		0 %

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan mengenai Perancangan aplikasi pengenalan pola plat nomor kendaraan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* yaitu sebagai berikut: a) Sistem aplikasi Pengenalan pola plat nomor kendaraan yang di bangun secara umum dapat mengenali plat nomor kendaraan; b) *Backpropagation* adalah metode yang tepat dalam persoalan mengidentifikasi huruf; c) Tingkat keberhasilan pengenalan Pola plat nomor kendaraan tergantung dari ekstraksi pola dan penentuan karakter sementara (Pola target); d) Apabila terjadi kesalahan dalam penentuan karakter sementara (pola target), akan menyebabkan semakin besar tingkat kesalahan pengenalan karakter tersebut; dan e) Aplikasi tidak bisa mendeteksi koordinat plat apabila kondisi plat memiliki warna yang kusam, memiliki bias cahaya, posisi kamera dan plat tidak kurang atau lebih satu meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Darma, Putra., 2008, *Sistem Biometrika: Konsep Dasar Teknik Analisis Citra*, Penerbit Andi, Jogjakarta.
- Fadlisyah, 2007, *Computer Vision dan Pengolahan Citra*, edisi pertama, andi, Yogyakarta.
- Gonzales, Rafael C., dan Woods, Richard E., 2002, *Digital Image Prosesing, Second Edition*. Prentice-Hall Internasional.
- Kusumadewi, Sri., 2003, *Artificial Intelligence teknik dan Aplikasinya*, graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri., 2004, *Membangun jaringan Syaraf tiruan Menggunakan MATLAB dan Exell Link*, graha Ilmu.
- Liliana., "Segmentasi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Run-Length Smearing Algorithm (RLSA)", http://fportfolio.petra.ac.id/user_files/02-030/%5BG-D303-08%5D%20Segmentasi%20Plat%20Nomor%20Kendaraan.pdf, diakses april 2012
- Puspitaningrum, diyah., 2006, *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*, edisi pertama , Andi, Yogyakarta.