

SISTEM PENGENALAN KARAKTER PADA PELAT NOMOR KENDARAAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*

Informasi Artikel

Naskah Diterima: 28 Okt 2019

Direvisi : 29 November 2019-

Disetujui : 15 Desember 2019

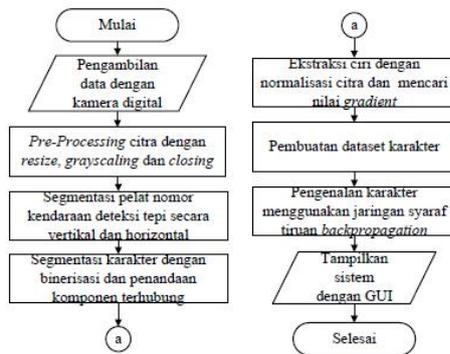
Ri Munarto¹, Dadi Rahmat¹, Rian Fahrizal¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

*Korespondensi Penulis :

drahmat11@gmail.com

Abstrak



Pengolahan citra digital telah menjadi teknologi penting yang digunakan untuk mempermudah manusia untuk melakukan analisis dan pekerjaan dalam berbagai bidang. Transportasi adalah salah satunya, contoh yang paling sering diaplikasikan adalah dalam hal mengidentifikasi kendaraan melalui pelat nomor kendaraan. Tetapi, tidak semua tempat sudah mampu mengaplikasikan teknologi ini, kemudian kinerja sistem masih membutuhkan waktu lama dan hasil pengenalan yang belum maksimal. Penelitian ini membangun sebuah sistem pengenalan pelat nomor kendaraan dengan histogram citra dan beberapa arsitektur jaringan syaraf tiruan backpropagation. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 92,49% pada arsitektur jaringan pertama, 94,38% pada jaringan kedua, dan 97,18% pada jaringan ketiga.

Kata kunci: Klasifikasi, Pelat Nomor Kendaraan, Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation.

1. PENDAHULUAN

Sistem pengenalan plat nomor kendaraan atau sering dikenal dengan sebutan *License Plate Recognition* (LPR) merupakan sebuah teknik utama pada pengolahan citra digital yang sering digunakan pada berbagai aplikasi lalu lintas seperti mencari kendaraan yang telah dicuri, pemantauan lalu lintas pada jalan raya, pengecekan kecepatan kendaraan bermotor dan akses masuk dan keluar sistem parkir otomatis [1]. Teknik ini memiliki sebuah kemampuan untuk mendeteksi letak sebuah plat nomor kendaraan pada suatu citra dan mengenali karakter yang terdapat di dalam plat nomor kendaraan tersebut.

Kemampuan sistem pengenalan plat nomor kendaraan dalam mendeteksi dan mengenali karakter pada plat nomor kendaraan menjadikan sistem ini mendapatkan popularitas yang cukup tinggi pada fasilitas keamanan dan lalu lintas. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem ini untuk menghadapi tantangan yang bervariasi. Beberapa diantaranya meneliti tentang peningkatan efisiensi dan penguatan pada pendeteksian plat nomor kendaraan [2], membandingkan berbagai metode pengenalan karakter plat nomor pada mobil [3], sistem pendeteksi plat nomor kendaraan dalam berbagai situasi dan latar belakang yang rumit [4], mengenali karakter plat nomor kendaraan dari tampilan yang berbeda [5], penggunaan sistem plat nomor kendaraan pada kendaraan berpenumpang pada kawasan perumahan di China [6], dan juga ada yang melakukan survey pada sistem pengenalan karakter plat nomor kendaraan [7]. Berbagai penelitian di atas membuktikan sistem pengenalan karakter plat nomor kendaraan ini begitu dibutuhkan pada era informasi digital saat ini.

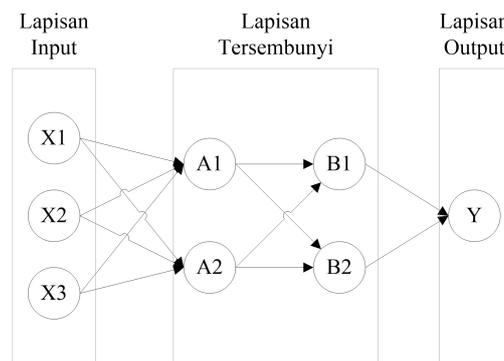
Sistem pengenalan plat nomor kendaraan memiliki tantangan terhadap akurasi pembacaan secara otomatis informasi plat nomor kendaraan yang didapat dari sebuah citra gambar ataupun berasal dari video. Diantaranya waktu akuisisi, lingkungan dan perubahan iklim, latar belakang pada kendaraan dan kondisi pencahayaan yang beragam. Sebagai tambahan, variasi jenis huruf yang

digunakan, warna yang digunakan pada plat nomor kendaraan, penggunaan gambar pada latar belakang dan plat nomor kendaraan yang memiliki standar resmi sendiri membuat pengenalan plat nomor kendaraan cukup mengalami tantangan yang sulit [8]. Pada penelitian ini menggunakan metode jaringan syaraf tiruan, karena metode ini mampu menunjukkan efisitasnya sebesar 98,17% [9] dan mampu lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya [10].

2. JARINGAN SYARAF TIRUAN

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari struktur jaringan otak manusia dengan menggunakan program komputer untuk dapat mensimulasikan proses pembelajaran seperti otak manusia. Otak manusia berisi berjuta – juta sel syaraf yang bertugas untuk memproses informasi. Tiap – tiap sel bekerja seperti suatu prosesor sederhana. susunan syaraf otak pada manusia. Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa komponen seperti jaringan syaraf pada otak manusia, yaitu sel – sel syaraf (neuron) dalam lapisan neuron (neuron layer), neuron – neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluaranya dengan fungsi aktivasi yang telah dibandingkan dengan nilai ambang batas menuju ke neuron – neuron lain [11]. Pada jaringan syaraf, hubungan antar-neuron ini disebut dengan nama bobot. Susunan jaringan dapat terdiri dari banyak lapisan (multilayer net) diantaranya yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan output.

pada (Gambar 2.4). menampilkan jaringan untuk menyelesaikan permasalahan yang cukup rumit yaitu dengan jaringan lapisan banyak, dengan metode pembelajaran yang rumit pula. Namun demikian, struktur jaringan ini memiliki keberhasilan lebih tinggi dalam menyelesaikan masalah.



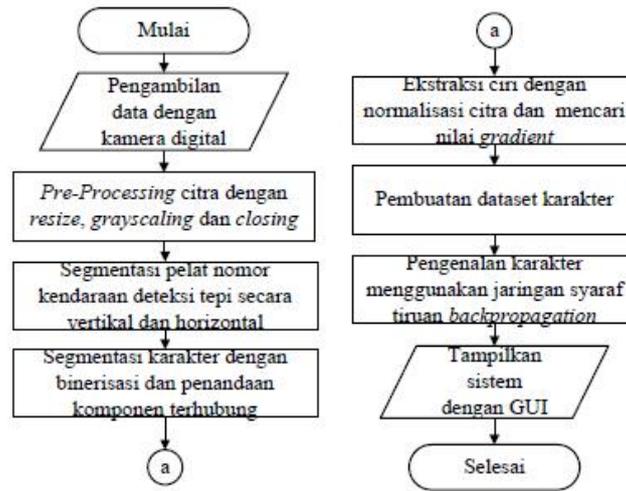
Gambar 2.4 Jaringan Syaraf Tiruan dengan Banyak Lapisan.

Jaringan syaraf tiruan dapat mensimulasikan kemampuan otak manusia dalam belajar dengan menggunakan metode pembelajaran, jaringan syaraf tiruan ini memiliki beragam metode yang dapat digunakan pada jaringan, salah satunya adalah metode pembelajaran dengan algoritma *Backpropagation* (propagasi terbalik).

Algoritma backpropagation termasuk ke dalam algoritma pembelajaran terawasi, yaitu nilai output yang diharapkan telah diketahui sebelumnya, dan biasanya menggunakan jaringan dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot – bobot yang terhubung dengan neuron – neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai – nilai bobotnya dengan berjalan mundur (*backward*). Algoritma perambatan maju (*forward*) dilakukan terlebih dahulu untuk menghasilkan nilai error.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian Pengenalan Pelat Nomor Kendaraan ini menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan sebagai metode untuk mengenali karakter yang terdapat dalam pelat nomor kendaraan, data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari [12], selanjutnya langkah – langkah yang perlu dilalui untuk menyelesaikan penelitian ini di gambarkan ke dalam bentuk diagram blok dan ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.1. Pre-processing Citra

Pre-processing citra atau pemrosesan awal pengolahan citra melakukan perbaikan kualitas citra dengan memanipulasi nilai piksel [12]. Proses ini dilakukan dengan dua tahap pre-processing citra, diantaranya yaitu mengubah citra berwarna menjadi citra derajat keabuan (*grayscale*) dan memperbaiki objek dengan *closing* citra.

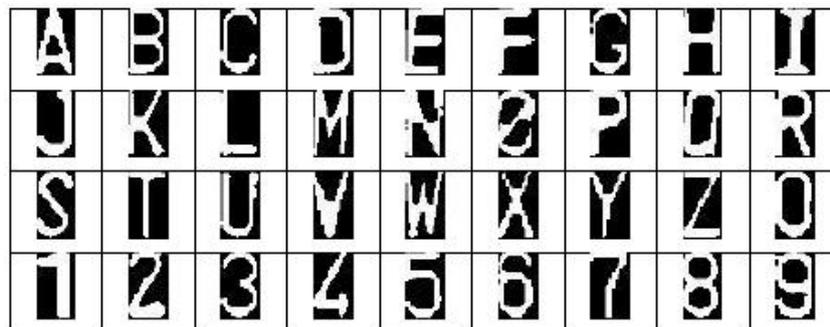
Tahap ini *grayscale* mengubah citra berwarna atau RGB yang memiliki tiga buah kanal warna seperti *Red* (merah), *Green* (hijau), dan *Blue* (biru) menjadi citra *grayscale* atau derajat keabuan yang memiliki 1 buah kanal warna sehingga yang ditampilkan hanya nilai intensitas warna keabuan, kemudian *closing* citra akan menutup piksel gelap yang dikelilingi oleh piksel terang melakukan operasi dilasi dan kemudian proses erosi. Proses ini dapat memperbaiki objek serta mengurangi *noise* atau derau yang mengganggu pada tahap segmentasi [13]. Operasi *closing* pada dasarnya memiliki kesamaan dengan operasi dilasi, tetapi hasilnya tidak sebesar hasil dilasi. Hal ini akibat penerapan operasi erosi yang mengurangi hasil pembesaran dari proses dilasi.

3.2. Segmentasi Pelat Nomor Kendaraan

Proses ini akan menampilkan objek pelat nomor kendaraan dan menghilangkan objek lainnya seperti badan kendaraan dan latar belakang tempat. Objek pelat nomor kendaraan berada pada titik perpotongan koordinat nilai maksimum selisih antarpiksel yang saling berdekatan [14]. Nilai maksimum tersebut dapat diketahui dengan melakukan proses deteksi tepi secara vertikal dan horizontal. Histogram citra akan menampilkan hasil dari deteksi tepi secara vertikal maupun horizontal.

3.3. Segmentasi Karakter

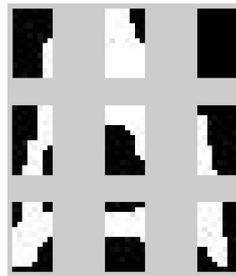
Proses ini mencari objek karakter pada pelat nomor kendaraan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan objek karakter yang akan dikenali pada proses selanjutnya. Proses diawali dengan mengkonversi citra *grayscale* hasil deteksi tepi horizontal menjadi citra biner. Kemudian tandai komponen terhubung untuk mendapatkan informasi citra. selanjutnya hilangkan objek seperti garis tepi pelat nomor kendaraan, angka tahun dan bulan, dsb berdasarkan besaran dan panjang objek sehingga hanya tersisa objek karakter pelat nomor kendaraan. Gambar 3.2 akan menampilkan hasil dari segmentasi karakter.



Gambar 3.2 Hasil Segmentasi Karakter

3.4. Ekstraksi Ciri

Setiap objek memiliki karakteristik yang unik dan berbeda, sehingga hal itu dapat digunakan sebagai parameter untuk membandingkan karakter satu dengan yang lainnya. Proses ini diawali dengan normalisasi citra, yaitu menyesuaikan ukuran karakter yang akan di ekstraksi agar memiliki ukuran yang sama dengan ukuran sebesar 42 x 24 piksel sehingga pola dari masing - masing karakter memiliki hasil ekstraksi fitur dapat lebih beraturan. Kemudian citra dibagi menjadi beberapa zona atau *zoning* citra. citra karakter dibagi ke dalam 9 zona dengan ukuran sebesar 14 x 8 piksel untuk setiap zona. Besaran zona didapatkan dari jumlah baris dan kolom dibagi dengan angka 3 agar setiap zona memiliki besaran yang sama rata. Hasil dari *zoning* citra ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hasil Zoning Citra

3.5 Pembuatan Dataset

Hasil ekstraksi fitur kemudian dikumpulkan ke dalam satu matriks berjumlah 323 sampel Dataset ini memiliki 323 sampel dari huruf A hingga Z dan angka 0 hingga 9 untuk digunakan dalam metode pelatihan jaringan syaraf tiruan,

3.6 Pengenalan Pelat Nomor Kendaraan

Proses ini mengenali karakter pada citra pelat nomor kendaraan dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan. Langkah – langkah yang ditempuh dengan Jaringan Syaraf Tiruan ini adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan data input dan target
2. Membuat arsitektur jaringan, jaringan syaraf tiruan yang pertama menggunakan 1 hidden layer dengan 40 neuron hidden layer, jaringan syaraf tiruan kedua menggunakan 1 hidden layer dengan 55 hidden layer, dan jaringan syaraf tiruan ketiga menggunakan 1 hidden layer dengan 400 hidden layer. Ketiga jaringan akan diuji untuk mengetahui mana yang lebih optimal.
3. Selanjutnya parameter – parameter yang digunakan dalam metode jaringan syaraf tiruan ini ditampilkan Pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter Jaringan Syaraf Tiruan

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8
- target error	0	0,001	0	0,001	0	0,001	0	0,001
- learning rate	0,3	0,3	0,9	0,9	0,3	0,3	0,9	0,9
- max epoh	50	50	50	50	100	100	100	100

4. Latih dataset, sebelum jaringan syaraf tiruan digunakan diperlukan sebuah metode pelatihan untuk menghasilkan performa pengujian yang baik.

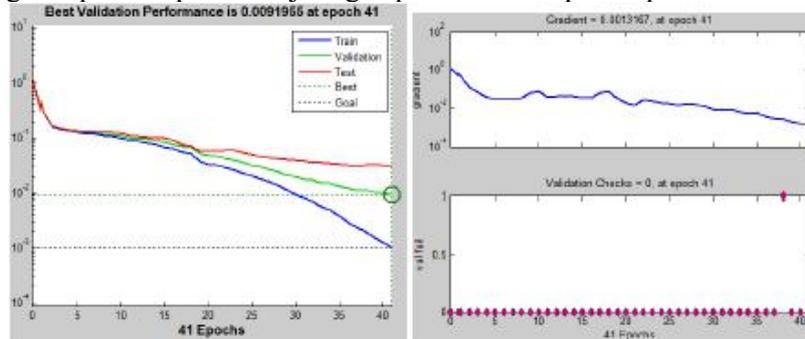


5. Uji dataset, uji dataset dilakukan untuk mengetahui presentase keberhasilan dari arsitektur yang dibuat dalam pengenalan karakter pelat nomor kendaraan ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Performance Pelatihan Jaringan Pertama

Hasil yang didapat saat pelatihan jaringan pertama ditampilkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. (a) Grafik performance, (b) Grafik gradient dan validation checks.

Pada (Gambar 4.1 (a)) grafik performance menunjukkan perubahan performa jaringan terhadap banyaknya iterasi yang dilakukan sampai berhenti dengan nilai performa validasi paling baik bernilai 0,0091955 pada epoch ke-41. Jaringan ini membutuhkan waktu pelatihan selama 1,443 detik. Pada (Gambar 4.1 (b)) menampilkan grafik dari perubahan gradient selama proses berjalan. Saat proses berhenti pada epoch ke-41 gradient bernilai sebesar 0,0013167. Nilai gradient mempengaruhi perubahan nilai bobot – bobot neuron selama proses pelatihan berlangsung, gradient yang mendekati 0 akan mengakibatkan rendahnya perubahan bobot tiap iterasi, apabila bobot – bobot tidak mengalami cukup perubahan maka algoritma membutuhkan waktu lama dalam mendekati nilai optimumnya.

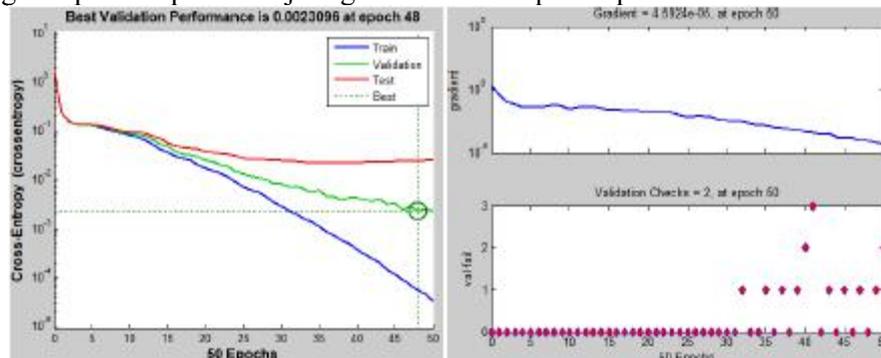
Hasil pelatihan diperiksa keakuratannya dengan membandingkan data target dengan output data pelatihan menggunakan confusion matriks. Confusion matriks proses pelatihan pertama menghasilkan tingkat akurasi sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{318}{323} \times 100\% = 98,45\%$$

Telah diketahui bahwa susunan jaringan ini berhasil mengenali 318 sampel dari total 323 sampel. Sehingga persentase keakuratan pada pelatihan jaringan dengan 1 hidden layer ini bernilai 98,45%.

4.2. Hasil Performance Pelatihan Jaringan Kedua

Hasil yang didapat saat pelatihan jaringan kedua ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. (a) Grafik performance, (b) Grafik gradient dan validation checks.

Pada (Gambar 4.2 (a)) grafik performance menunjukkan perubahan performa jaringan terhadap banyaknya iterasi yang dilakukan sampai berhenti dengan nilai performa validasi paling baik bernilai 0,0023096 pada epoch ke-48. Jaringan ini membutuhkan waktu pelatihan selama 1,731 detik. Pada (Gambar 4.2 (b)) menampilkan grafik dari perubahan gradient selama proses berjalan. Saat proses

berhenti pada epoch ke-50 gradient bernilai sebesar $4,5924e-5$. Nilai gradient mempengaruhi perubahan nilai bobot – bobot neuron selama proses pelatihan berlangsung, gradient yang mendekati 0 akan mengakibatkan rendahnya perubahan bobot tiap iterasi, apabila bobot – bobot tidak mengalami cukup perubahan maka algoritma akan lama dalam mendekati nilai optimumnya.

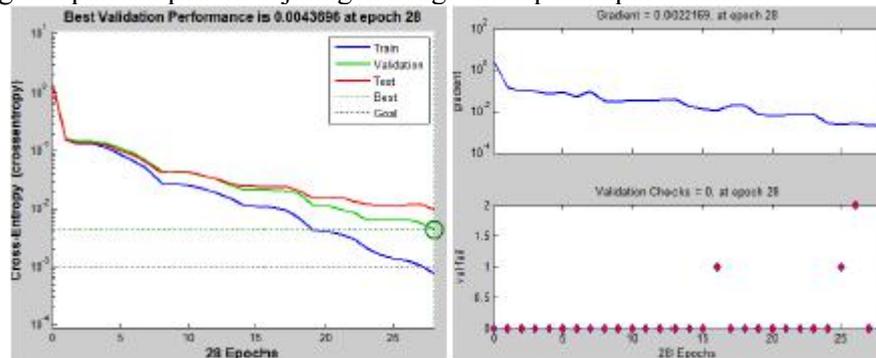
Hasil pelatihan diperiksa keakuratannya dengan membandingkan data target dengan output data pelatihan menggunakan confusion matriks. Confusion matriks proses pelatihan jaringan kedua menghasilkan tingkat akurasi sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{321}{323} \times 100\% = 99,38\%$$

Telah diketahui bahwa susunan jaringan ini berhasil mengenali 321 sampel dari 323 sampel. Sehingga persentase keakuratan pada pelatihan jaringan dengan kedua ini bernilai 99,38%.

4.3. Hasil Performance Pelatihan Jaringan Ketiga

Hasil yang didapat saat pelatihan jaringan ketiga ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. (a) Grafik performance, (b) Grafik gradient dan validation checks.

Pada (Gambar 4.3 (a)) grafik performance menunjukkan perubahan performa jaringan terhadap banyaknya iterasi yang dilakukan sampai berhenti dengan nilai performa validasi paling baik bernilai 0,0043696 pada epoch ke-28. Jaringan ini membutuhkan waktu pelatihan selama 2,447 detik. Pada (Gambar 4.3 (b)) menampilkan grafik dari perubahan gradient selama proses berjalan. Saat proses berhenti pada epoch ke-28 gradient bernilai sebesar 0,0022169. Nilai gradient mempengaruhi perubahan nilai bobot – bobot neuron selama proses pelatihan berlangsung, gradient yang mendekati 0 akan mengakibatkan rendahnya perubahan bobot tiap iterasi, apabila bobot – bobot tidak mengalami cukup perubahan maka algoritma akan lama dalam mendekati nilai optimumnya.

Hasil pelatihan diperiksa keakuratannya dengan membandingkan data target dengan output data pelatihan menggunakan confusion matriks. Confusion matriks proses pelatihan jaringan kedua menghasilkan tingkat akurasi sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{323}{323} \times 100\% = 100\%$$

Telah diketahui bahwa susunan jaringan ini berhasil mengenali seluruh sampel. Sehingga persentase keakuratan pada pelatihan jaringan dengan ketiga ini bernilai 100%.

4.4. Hasil Pengujian Jaringan Pertama

Sistem pengenalan pelat nomor kendaraan ini mensimulasikan hasil pengujian yang telah dilakukan pada citra pelat nomor kendaraan yang telah disegmentasi. Pengujian dilakukan menggunakan jaringan pertama. Hasil pengujian jaringan pertama memiliki nilai keberhasilan sebesar 92,49%. Nilai tersebut berasal dari keberhasilan jaringan mengenali 197 karakter dari total 213 karakter. Proses pengujian dengan arsitektur jaringan pertama membutuhkan waktu sekitar 8,4 detik hingga 12,69 detik.

4.5. Hasil Pengujian Jaringan Kedua

Sistem pengenalan pelat nomor kendaraan ini mensimulasikan hasil pengujian yang telah dilakukan pada citra pelat nomor kendaraan yang telah disegmentasi. Pengujian dilakukan menggunakan jaringan kedua. Hasil pengujian jaringan kedua memiliki nilai keberhasilan sebesar 94,83%. Nilai tersebut berasal dari keberhasilan jaringan mengenali 202 karakter dari total 213

karakter. Proses pengujian dengan arsitektur jaringan kedua membutuhkan waktu sekitar 8,56 detik hingga 12,79 detik.

4.6 Hasil Pengujian Jaringan Ketiga

Sistem pengenalan pelat nomor kendaraan ini mensimulasikan hasil pengujian yang telah dilakukan pada citra pelat nomor kendaraan yang telah disegmentasi. Pengujian dilakukan menggunakan jaringan ketiga. Hasil pengujian jaringan ketiga memiliki nilai keberhasilan sebesar 97,18%. Nilai tersebut berasal dari keberhasilan jaringan mengenali 207 karakter dari total 213 karakter. Proses pengujian dengan arsitektur jaringan kedua membutuhkan waktu sekitar 8,34 detik hingga 12,33 detik.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian tentang pengenalan karakter

1. Klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan telah berhasil dilakukan dengan persentase akurasi proses pelatihan terbaik dari arsitektur jaringan pertama sebesar 98,45%, kemudian arsitektur jaringan kedua sebesar 9,38%, sedangkan untuk data hasil arsitektur jaringan kedua sebesar 100%. Hasil pengujian sistem pengenalan pelat nomor kendaraan menggunakan jaringan pertama sebesar 92,49%, jaringan kedua sebesar 94,83%, dan jaringan ketiga sebesar 97,18%.
2. Waktu yang dibutuhkan pada saat pelatihan dengan hasil terbaik jaringan pertama membutuhkan waktu 1,443 detik, jaringan kedua dengan waktu 1,731 detik, dan pengujian ketiga dengan waktu 2,447. Proses pengujian dengan jaringan pertama membutuhkan waktu sekitar 8,4 detik hingga 12,69 detik, pengujian kedua membutuhkan waktu sekitar 8,56 detik hingga 12,79 detik, dan pengujian ketiga membutuhkan waktu sekitar 8,34 detik hingga 12,33 detik.
3. Beberapa karakter keliru saat dikenali dalam proses pengujian, yaitu pada jaringan pertama dan jaringan kedua yang memiliki kekeliruan pada pengenalan huruf D, H, I, O, Q, U, X, Z, dan angka 7. Pada jaringan ketiga kekeliruan terjadi pada pengenalan huruf H, O, Q, dan U.

5.2 Saran

Hasil dari skripsi ini masih memiliki kekurangan. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan agar ke depannya menjadi lebih baik lagi. Beberapa saran untuk pengembangan, diantaranya:

4. Pengambilan data dari berbagai arah
5. Pengaturan arsitektur jaringan untuk memperbaiki hasil pengujian
6. Pengujian sistem pengenalan pelat nomor kendaraan yang lebih cepat

REFERENSI

1. Bhadra M., V., Shine P., X. A Survey on Automatic License Plate Extraction Methods. 2017. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. Volume 7, Issue 1
2. Yuan Y., Zou W., dkk. A Robust and Efficient Approach to License Plate Detection. 2016. IEEE Transactions On Image Processing.
3. Zheng L., He X., dkk. A Comparison of Methods for Character Recognition of Car Number Plates. 2005. Conference on Computer Vision.
4. Sharma J., Saxena K., dkk. Comparative Study of Different Techniques for License Plate Recognition. Journal of Advanced Computing and Communication Technologies. Volume No. 1 Issue No. 2, December 2013. ISSN: 2347 – 2804.
5. Wang S., Lee H. Detection and Recognition of License Plate Characters with Different Appearances. 2013. IEEE.
6. Jin L., Xian H., dkk. License Plate Recognition Algorithm for Passenger Cars in Chinese Residential Areas. 2012. Sensors. ISSN: 1424-8220

7. Bhadoriya T., Sharma L. A survey on Number plate recognition systems. *International Journal Of Engineering And Computer Science*. Vol. 6 Issue 9 September 2017. ISSN:2319-7242.
8. Bagabir M., M., Shamsudin S., M., dkk. Multi Objective Segmentation for Vehicle License Plate Detection with Immune-based Classifier: A General Framework. 2015. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*. Vol. 4, Issue 4, 322-326, ISSN: 2319–8656.
9. Rhead M., Gurney R., dkk. Accuracy of Automatic Number Plate Recognition (ANPR) and Real World UK Number Plate Problems. School of Engineering and Technology University of Hertfordshire College Lane Campus.
10. Ozturk F., Ozen F. A New License Plate Recognition System Based on Probabilistic Neural Networks. 2012. Elsevier Ltd.
11. Kusumadewi S. *Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*. 2003. Yogyakarta: Graha Ilmu.
12. Hidayatullah P., Feirizal F., dkk. License Pelate Detection and Recognition for Indonesian Cars. 2016. *International Journal Electrical Engineering and Informatics*.
13. Hidayatullah P. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*. 2017. Bandung: Penerbit Informatika.
14. Putra D. *Pengolahan Citra Digital*. 2010. Yogyakarta : Penerbit Andi.