

Penerapan Algoritma Backpropagation Pada Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor Untuk Kartu Parkir Berbasis RFID

Rizki Putra Pamungkas¹; Dwina Kuswardani²; Riki Ruli A Siregar³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi PLN

¹rizki1631040@itpln.ac.id, ²dwina@itpln.ac.id, ³riki.ruli@itpln.ac.id

ABSTRACT

This research was conducted to improve a parking system's security using Radio Frequency Identification (RFID) technology to open parking barriers. To open the parking barriers, you must use an RFID card that has been registered to the system. There is no license plate checking on the parking system so that the RFID card can take other vehicles from the parking lot. Therefore, the RFID card needs to be linked with the license plate data using pattern recognition with an Artificial Neural Network. In this parking system, the backpropagation algorithm will be applied to identify the characters from the license plate's image captured with the camera. Information on parked vehicles can be seen through a web-based application that the administrator can only access. Also, this application can view the history of previously parked vehicles. Based on the calculation of accuracy using the confusion matrix, the backpropagation algorithm to identify the characters in this parking system has an accuracy value of 85.7%.

Keywords: *Automatic parking system, Backpropagation, RFID, License plate, Image processing*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan keamanan sistem parkir yang menggunakan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) untuk membuka palang parkir. Untuk dapat membuka palang parkir harus menggunakan kartu RFID yang sudah didaftarkan ke sistem. Tidak ada pengecekan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) pada sistem parkir, sehingga kartu RFID dapat digunakan untuk mengeluarkan kendaraan lain dari tempat parkir. Oleh sebab itu kartu RFID perlu dikaitkan dengan data TNKB menggunakan pengenalan pola dengan jaringan saraf tiruan. Pada sistem parkir ini akan diterapkan algoritma backpropagation untuk mengidentifikasi karakter dari citra TNKB yang diambil melalui kamera. Informasi dari kendaraan yang sedang parkir dapat dilihat melalui aplikasi berbasis web yang hanya dapat diakses oleh admin. Selain itu aplikasi ini dapat melihat riwayat dari kendaraan yang parkir sebelumnya. Berdasarkan perhitungan akurasi menggunakan confusion matrix, dengan menggunakan algoritma backpropagation untuk mengidentifikasi karakter pada sistem parkir ini, dihasilkan nilai akurasi sebesar 85,7%.

Kata kunci: *Sistem parkir otomatis, Backpropagation, RFID, TNKB, Pengolahan citra*

1. PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan pribadi yang beredar di Indonesia sudah mencapai angka 100 juta unit yang didominasi oleh kendaraan roda dua. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), angka tersebut dicapai pada tahun 2014 dengan angka 92.976.240 untuk kendaraan roda dua dan 12.599.038 untuk kendaraan roda empat. Sedangkan untuk data terbaru, yaitu pada tahun 2018 telah mencapai 120.101.047 untuk kendaraan roda dua dan 16.440.987 untuk kendaraan roda empat [1].

Selain itu, kasus pencurian kendaraan bermotor pada tahun 2018 mencapai 27.731 kasus [2]. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu meningkatnya jumlah pengangguran dan anak yang putus sekolah, terbatasnya anggota perlindungan masyarakat, kurang aktifnya organisasi sosial dan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor itu sendiri di suatu wilayah [3].

Untuk mengurangi kasus pencurian kendaraan bermotor, beberapa tempat umum seperti pusat perbelanjaan (*mall*), apartemen, dan kantor memasang mesin portal parkir otomatis dengan kartu ataupun karcis. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, dibuatlah sebuah sistem parkir dengan menerapkan teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)*. Kartu *RFID* digunakan oleh pengguna sistem parkir untuk membuka palang parkir, tetapi hanya kartu *RFID* yang telah didaftarkan pada sistem yang dapat membuka palang parkir [4]. Sistem ini dapat mengurangi kasus pencurian kendaraan bermotor oleh pihak luar instansi terkait. Kelemahan dari sistem ini ialah tidak terdapat pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB), sehingga kartu *RFID* dapat digunakan untuk mengeluarkan kendaraan lain dari tempat parkir. Selain itu pencatatan kendaraan yang masuk dan keluar kurang lengkap karena tidak menyimpan informasi dari kendaraan yang parkir melainkan hanya menyimpan informasi dari kartu *RFID*.

Salah satu solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menambahkan pengenalan TNKB, kemudian data TNKB dikaitkan dengan kartu parkir berbasis *RFID*. Citra TNKB yang ditangkap sensor kamera diidentifikasi menggunakan algoritma *backpropagation* kemudian data dari TNKB dikaitkan dengan kartu parkir berbasis *RFID*. Sehingga kendaraan tidak dapat keluar jika kartu yang digunakan tidak sesuai dengan identitas kendaraan saat masuk. *Backpropagation* merupakan salah satu algoritma jaringan saraf tiruan yang digunakan untuk kasus penentuan, prediksi, dan pengenalan pola. Jaringan saraf tiruan *backpropagation* merupakan jenis *supervised learning* sehingga dapat digunakan untuk mengenal pola karakter dalam bentuk citra digital [5].

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

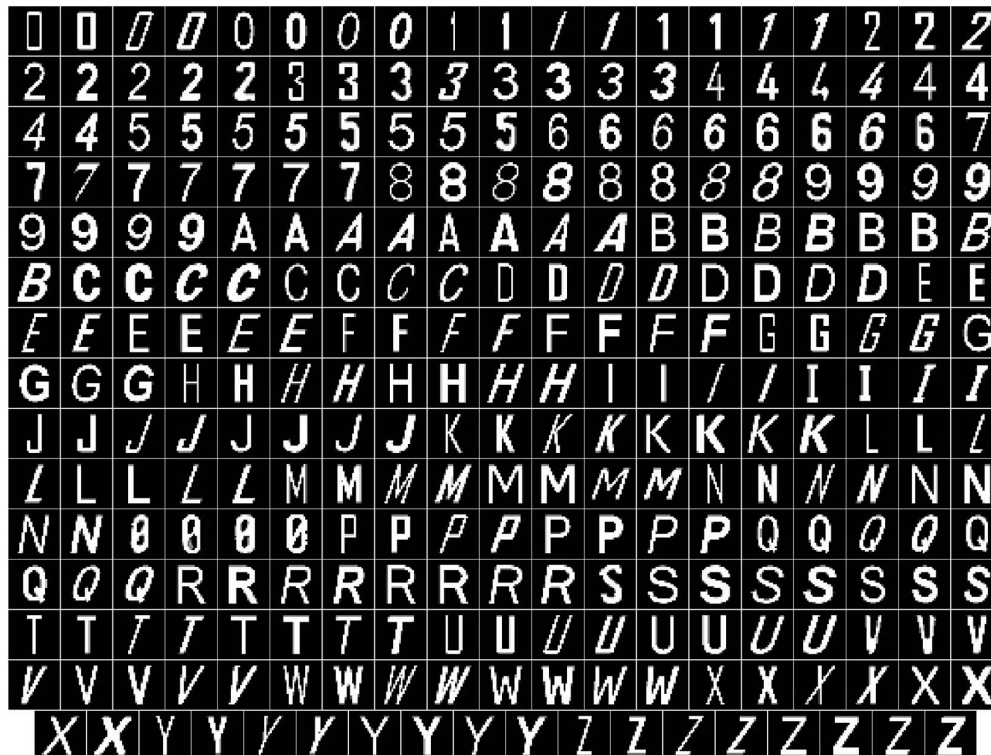
2.1. Analisis Kebutuhan Data

Pada penelitian ini, data yang dibutuhkan didapatkan melalui studi pustaka dan juga didapatkan dari *dataset*. Data yang dibutuhkan berupa citra sebuah Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) dengan kendaraan maupun tidak dan juga data berupa citra dari 36 karakter, yaitu angka (0 - 9) dan huruf (A - Z).



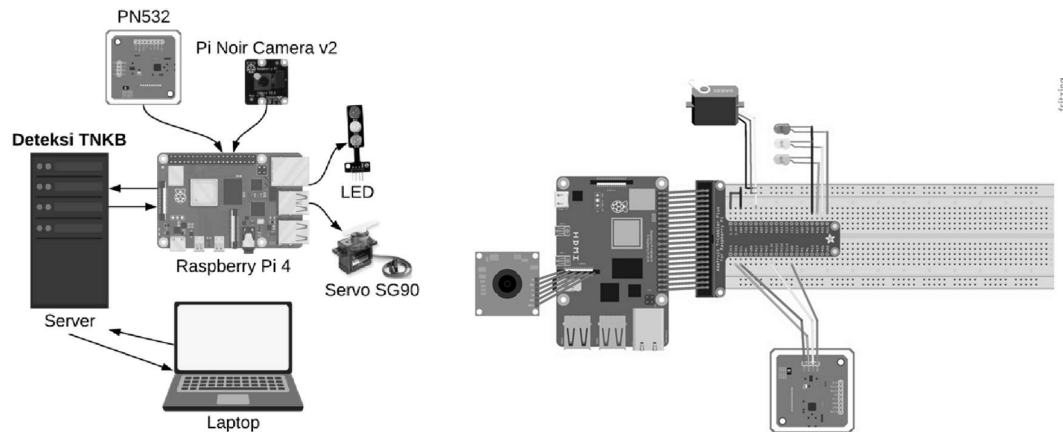
Gambar 1. Kendaraan dengan TNKB

Kemudian untuk citra karakter huruf dan angka berupa citra hitam dan putih yang sesuai dengan karakter yang digunakan pada TNKB di Indonesia. Citra karakter memiliki ukuran *pixel* 28x28.



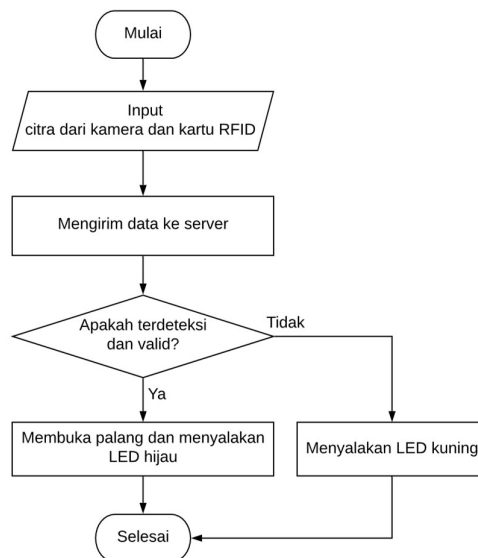
Gambar 2. Dataset karakter angka dan huruf

2.2. Perancangan Sistem



Gambar 3. Skema sistem dan rangkaian perangkat keras

Gambar di atas menggambarkan skema dari sistem parkir dimulai dari pengambilan gambar dengan modul *Pi NoIR Camera* dan pembacaan kartu *RFID* oleh modul *PN532*, kemudian data tersebut dikirimkan oleh *Raspberry Pi 4* ke server untuk dilakukan deteksi TNKB (Tanda Nomor Kendaraan Bermotor) dan juga melakukan validasi terhadap kartu serta TNKB. Kemudian hasil deteksi akan dikembalikan ke *Raspberry Pi 4* untuk membuka palang parkir menggunakan *servo SG90* dan menyalakan lampu indikator *LED* berwarna hijau. Semua data akan tersimpan di server dan dapat diakses oleh administrator melalui aplikasi berbasis web yang ada pada server.



Gambar 4. Alur kerja rangkaian perangkat keras

2.3. Implementasi Algoritma

Pada penelitian ini, data-data yang diperoleh diolah menggunakan algoritma *backpropagation*, di mana algoritma ini dapat mendukung keputusan rangkaian perangkat keras untuk mengetahui kapan penyiraman otomatis harus diaktifkan sesuai dengan kondisi lingkungan di sekitar tanaman.

Algoritma *backpropagation* merupakan algoritma jaringan saraf tiruan yang bekerja dengan mengenali pola data terdahulu berdasarkan proses latihan (*training*) dengan data latihan yang sudah ada. Pada *backpropagation*, terdiri dari tiga *layer*/lapisan yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*) di mana jumlah neuron pada setiap layer dapat ditentukan.

Tahapan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* adalah sebagai berikut:

1. *Feedforward* (Propagasi Maju)

Feedforward merupakan proses untuk mengetahui *output* dari jaringan syaraf tiruan. Berikut adalah tahapan yang dilakukan pada proses *feedforward*:

a. Menghitung nilai sinyal *input*

$$Y_j = b_j + \sum_{i=0}^n w_{ij} \times X_i \quad (1)$$

b. Menghitung nilai *output* dengan menerapkan fungsi aktivasi sigmoid biner terhadap penjumlahan sinyal *input* berbobot (X_i)

$$\begin{aligned} Y_j &= f(Y_{in_j}) \\ &= \frac{1}{1 + e^{-Y_{in_j}}} \end{aligned} \quad (2)$$

2. *Backpropagation* (Propagasi Mundur)

Backpropagation merupakan proses untuk memperbarui nilai bobot dan nilai bias jika nilai *output* dari perhitungan *feedforward* belum sesuai dengan *output* dari target sebenarnya atau nilai eror dari *output* yang dihasilkan tidak lebih kecil atau sama dengan toleransi eror. Berikut adalah tahapan yang dilakukan pada proses *backpropagation*:

a. Menghitung nilai eror

$$\begin{aligned} E_j &= t_j - Y_j \\ E_j &= w_{ij} \times \delta_i \end{aligned} \quad (3)$$

b. Menghitung nilai faktor koreksi (δ) berdasarkan kesalahan *output*

$$\begin{aligned} \delta_j &= (E_j) f'(Y_{in_j}) \\ &= (E_j) Y_j (1 - Y_j) \end{aligned} \quad (4)$$

c. Menghitung nilai koreksi bobot

$$\Delta w_{ij} = \alpha \delta_j X_i \quad (5)$$

d. Menghitung nilai koreksi bias

$$\Delta b_j = \alpha \delta_j \quad (6)$$

e. Menghitung bobot baru

$$w_{ij} (\text{baru}) = w_{ij} (\text{lama}) + \Delta w_{ij} \quad (7)$$

f. Menghitung bias baru

$$b_j (\text{baru}) = b_j (\text{lama}) + \Delta b_j \quad (8)$$

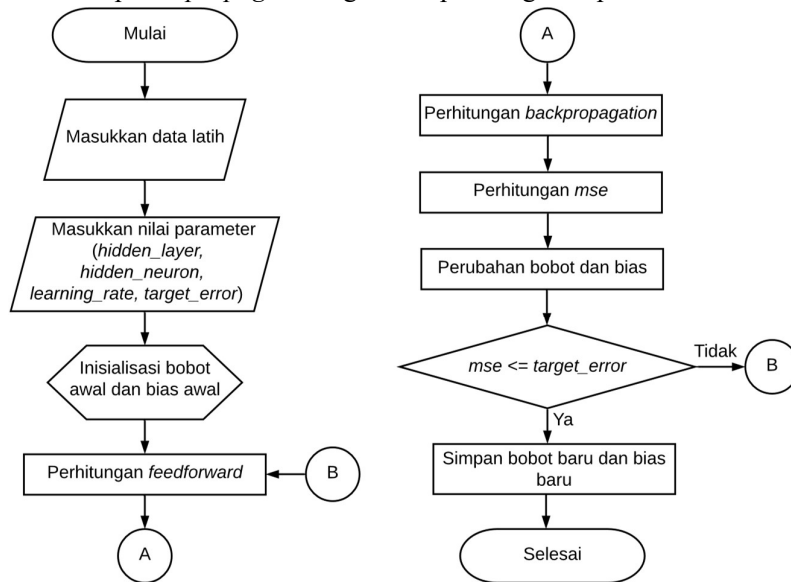
g. Menghitung rata-rata kuadrat eror/*mean square error* (MSE)

$$MSE_j = \frac{\sum_{j=0}^n (t_j - Y_j)^2}{n} \quad (9)$$

Terdapat 2 proses dalam melakukan klasifikasi data menggunakan *backpropagation*, yaitu [6]:

1. Proses pelatihan data

Proses pembelajaran yang bertujuan melatih nilai bobot dan bias melalui 2 tahapan, yaitu tahap *feedforward* dan tahap *backpropagation* agar mampu mengenali pola data.



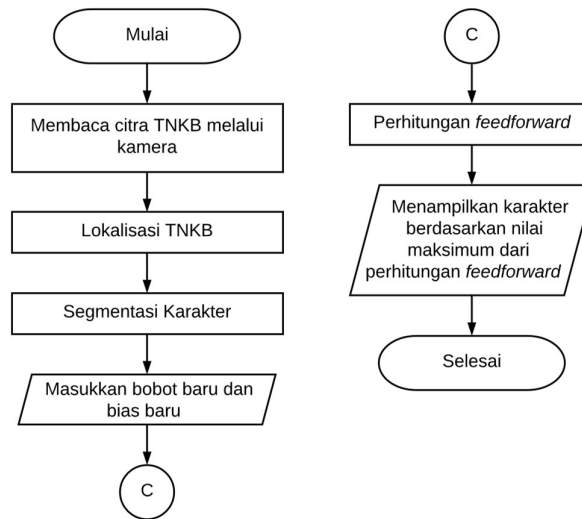
Gambar 5. Proses pelatihan data

Pada penelitian ini menggunakan parameter sebagai berikut:

- *Input neuron* : 784
- *Output neuron* : 36
- *Hidden layer* dan *hidden neuron* : 2 dan 50
- Laju Pembelajaran : 0.5
- Toleransi Error : 0.0004

2. Proses pengujian data

Proses pengujian dilakukan dengan melakukan perhitungan *feedforward* saja menggunakan nilai bobot dan bias terlatih.



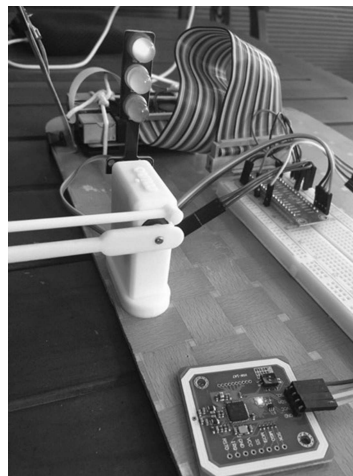
Gambar 6. Proses pengujian data

Data yang akan diuji adalah data hasil segmentasi karakter yang akan dijadikan nilai *input* kemudian data tersebut akan dinormalisasi terlebih dahulu ke dalam *range* 0-1. Selanjutnya melakukan perhitungan *feedforward* menggunakan nilai bobot dan bias terakhir yang disimpan saat pelatihan data yang menghasilkan nilai *MSE* sebesar 0.0003548424740845218.

Setelah mendapatkan nilai *output* dari setiap layer, untuk menentukan identifikasi karakter membutuhkan nilai *output* dari *output layer* (Y_3). Dari hasil Y_3 diambil nilai terbesar dan disesuaikan dengan matriks target.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Rangkaian Alat Palang Parkir

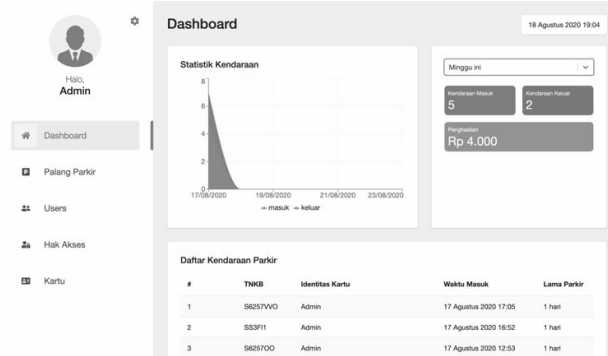


Gambar 7. Alat palang parkir

Gambar 7 merupakan hasil dari rangkaian perangkat keras palang parkir. Alat akan mengambil foto kendaraan menggunakan kamera ketika kartu *RFID* terdeteksi oleh sensor *PN532*. Kemudian informasi foto dan kartu *RFID* dikirimkan ke server untuk dilakukan deteksi dan validasi.

Setelah itu server akan mengembalikan nilai yang menentukan apakah palang parkir dibuka atau tidak. Ketika palang parkir dibuka, maka lampu *LED* berwarna hijau akan menyala, jika tidak maka lampu *LED* berwarna kuning akan menyala sebentar kemudian lampu *LED* berwarna merah kembali menyala.

3.2. Aplikasi *Dashboard* Berbasis Web



Gambar 8. Aplikasi *dashboard* berbasis web

Gambar 8 merupakan tampilan dari halaman *dashboard* dari aplikasi berbasis web yang menampilkan informasi kendaraan yang sedang parkir, jumlah kendaraan yang masuk dan keluar parkir, serta riwayat kendaraan yang memasuki tempat parkir tersebut. Aplikasi ini hanya dapat diakses oleh administrator.

3.3. Pengujian Algoritma



Gambar 9. Hasil pengambilan gambar TNKB

Berdasarkan dari 3 gambar TNKB yang berbeda, 2 di antaranya ada pada gambar di atas. Dilakukan pengujian algoritma *backpropagation* dalam pengenalan karakter pada TNKB menggunakan *confusion matrix* dengan menampilkan perbandingan antara hasil pengenalan karakter yang dilakukan oleh sistem (nilai prediksi) dan karakter sebenarnya (nilai aktual) serta mengukur jumlah ketepatan dari algoritma yang digunakan [7].

Tabel 1. Hasil confusion matrix

		Nilai Aktual													
		1	2	3	4	5	6	7	C	O	P	R	S	T	V
Nilai Prediksi	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	O	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nilai Aktual													
		1	2	3	4	5	6	7	C	O	P	R	S	T	V
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Perhitungan nilai akurasi dan eror menggunakan rumus sebagai berikut [8]:

$$akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} akurasi &= \frac{1 + 3 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1}{1 + 3 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1} \\ &= \frac{18}{21} = 0,857 \\ akurasi &= 0,857 \times 100\% = 85,7\% \end{aligned}$$

$$error = \frac{FP + FN}{TP + TN + FP + FN} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} error &= \frac{1 + 1 + 1}{1 + 3 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1} \\ &= \frac{4}{21} = 0,143 \\ error &= 0,143 \times 100\% = 14,3\% \end{aligned}$$

Perhitungan nilai akurasi dan eror menggunakan rumus sebagai berikut [8]:

Perhitungan pengenalan karakter menggunakan algoritma *backpropagation* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 85,7% dengan persentase eror 14,3%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan mulai tahap awal hingga proses pengujian kartu parkir RFID yang dikaitkan dengan data hasil pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) menggunakan algoritma *backpropagation*, dapat disimpulkan bahwa. Penerapan algoritma *backpropagation* dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan bobot dan bias optimal yang nanti akan digunakan dalam identifikasi karakter yang ada pada TNKB. Sehingga karakter yang ada pada TNKB dalam bentuk citra dapat diidentifikasi ke dalam bentuk tulisan dengan optimal yang kemudian dikaitkan dengan kartu parkir berbasis RFID untuk meningkatkan keamanan parkir. Arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang digunakan adalah 784 *input neuron*, 2 *hidden layer* dengan 50 *hidden neuron*, dan 36 *output neuron*, dengan laju pembelajaran sebesar 0.5, dan toleransi eror sebesar 0.0004 yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 85,7% dengan nilai kesalahan (*error*) sebesar 14,3%.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yang diharapkan dapat menjadi bagian dari terwujudnya kesempurnaan penelitian ini. Pada proses lokalisasi TNKB dapat menggunakan metode lain yang lebih ringan agar tidak memerlukan sumber daya komputasi yang terlalu tinggi, karena pada sistem parkir tidak melakukan deteksi objek yang bergerak. Proses segmentasi dapat ditingkatkan lagi agar dapat membaca TNKB berwarna selain hitam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018," 2018. .
- [2] Badan Pusat Statistik, "Statistik Kriminal 2019," *Stat. Krim. 2019*, 2019.
- [3] M. Haris, H. Yasin, and A. Hoyyi, "Analisis Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kejahatan Pencurian Kendaraan Bermotor (Curanmor) Menggunakan Model Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)," *Gaussian*, vol. 4, no. 2, pp. 205–214, 2015.

- [4] M. Arifin and R. Hartayu, "Sistem Parkir Menggunakan Kartu RFID," vol. 1, 2019.
- [5] Y. Asri, "Penerapan Aturan Perceptron Pada Jaringan Saraf Tiruan Dalam Pengenalan Pola Penyakit Mata," *Pengkaj. dan Penerapan Tek. Inform.*, vol. 4, no. 2, p. 140, 2011.
- [6] H. Wadi, *Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation menggunakan Python GUI*. Turida, Mataram: TURIDA, 2020.
- [7] K. S. Nugroho, "Confusion Matrix untuk Evaluasi Model pada Supervised Learning," 2019. [Online]. Available: <https://medium.com/@ksnugroho/confusion-matrix-untuk-evaluasimodel-pada-unsupervised-machine-learning-bc4b1ae9ae3f>. [Accessed: 20-Aug-2020].
- [8] M. F. Rahman, D. Alamsah, and M. I. Darmawidjadja, "Klasifikasi Untuk Diagnosa Diabetes Menggunakan Metode Bayesian Regularization Neural Network (RBNN)," *J. Inform.*, vol. 11, no. 1, p. 36, 2017.
- [9] Budiana ND, Siregar RR, Susanti MN. Penetapan Instruktur Diklat Menggunakan Metode Clustering K-Means dan Topsis Pada PT PLN (Persero) Udiklat Jakarta. *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*. 2019 Aug 6;12(2):111-21.
- [10] Indrianto I, Susanti MN, Siregar RR, Purwanto Y. Smart taxi security system design with internet of things (IoT). *Telkomnika*. 2019 Jun 1;17(3).
- [11] Siswipraptini PC, Aziza RN, Sangadji IB, Indrianto I, Siregar RR. Automated Smart Home Controller Based on Adaptive Linear Neural Network. In 2019 7th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA) 2019 Nov 6 (pp. 423-427). IEEE.
- [12] Susanti I, Nur M, Arianto R, Siregar RR. Embedded System Practicum Module for Increase Student Comprehension of Microcontroller. *Telkomnika*. 2018 Feb 1;16(1).