

## **DETEKSI DAN PENGENALAN PLAT KARAKTER NOMOR KENDARAAN MENGUNAKAN OPENCV DAN DEEP LEARNING BERBASIS PYTHON**

### ***DETECTION AND RECOGNITION OF VEHICLE NUMBER CHARACTER PLATE USING PYTHON-BASED OPENCV AND DEEP LEARNING***

**Mochammad Zakiyamani<sup>1</sup>, Trisiwi Indra Cahyani<sup>2</sup>, Dwiza Riana<sup>3</sup>, Sri Hardianti<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Nusa Mandiri

[mochzy@gmail.com](mailto:mochzy@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

*The character recognition system on Indonesian vehicle license plates provides an alternative vehicle plate character recognition using the Convolutional Neural Network (CNN) method to recognize objects in images like humans by learning on a computer using an artificial neural network. Recognition of Indonesian vehicle number plate characters is one type of deep learning because it can recognize various characters of letters and numbers. The purpose of the research is to provide a solution to make it easier for parking attendants, which in particular is still done manually recording the number, so that it can be done automatically by the system directly detecting the character of the vehicle number and also reducing human error. The result of this research is that the existing system on the computer can recognize the characters on the Indonesian vehicle number plates that we have entered. The data used in this study were 40 car images and 36 character classes consisting of letters and numbers. The results of the accuracy of vehicle plate testing with the CNN method are with an accuracy rate of 96% with an error rate of 11.78%.*

**Keywords :** *Detection, Image Segmentation, Recognition, WpodNet, Deep Learning, CNN*

#### **ABSTRAK**

Sistem pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan Indonesia memberikan alternatif pengenalan karakter plat kendaraan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mengenali objek pada gambar selayaknya manusia dengan pembelajaran pada sebuah komputer dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Pengenalan karakter plat nomor kendaraan Indonesia merupakan salah satu jenis deep learning karena dapat mengenali berbagai karakter huruf dan angka. Tujuan dari penelitian dapat memberikan solusi agar memudahkan kepada petugas parkir yang khususnya masih dilakukan secara manual pencatatan nomornya, sehingga dapat dilakukan secara otomatis oleh sistem langsung di deteksi karakter nomor kendaraan tersebut dan juga mengurangi *human error*. Hasil dari penelitian ini adalah sistem yang sudah ada pada komputer dapat mengenali karakter pada plat nomor kendaraan Indonesia yang sudah kita masukkan. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 40 citra mobil dan 36 kelas karakter yang terdiri dari huruf dan angka. Hasil akurasi pengujian plat kendaraan dengan metode *CNN* yaitu dengan tingkat akurasi mencapai 96 % dengan tingkat kesalahan 11,78%.

**Kata Kunci :** *Deteksi, Segmentasi Citra, Pengenalan, WpodNet, Deep Learning , CNN.*

## PENDAHULUAN

Sistem pengenalan citra digital plat nomor kendaraan dapat dilakukan menggunakan teknik pengenalan pola. Penerapan yang menggunakan pengenalan nomronya, sehingga dapat dilakukan secara otomatis oleh sistem langsung di deteksi karakter nomor kendaraan tersebut sampai dengan pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan (Abidin, T. F., et al., 2018). Proses pengenalan plat kendaraan semaksimal mungkin harus dapat diimplementasikan pada kondisi citra yang kompleks dengan berbagai sudut pengambilan Citra. Berbagai penelitian lain terkait pengenalan nomor plat kendaraan bermotor telah dilakukan diantaranya oleh Chao, et al. Yang melakukan pengenalan nomor polisi kendaraan pada kendaraan roda empat. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode extremal region dan hybrid discriminative restricted Boltzmann machine. Selain itu penelitian juga sebelumnya telah dilakukan oleh Sutar dkk (2019) yang melakukan pengenalan nomor plat kendaraan dengan meningkatkan proses segmentasi. Penelitian tersebut mampu mendeteksi dan mengenali nomor plat kendaraan secara baik. Penelitian tersebut juga difokuskan pada kendaraan roda empat dengan mengambil citra belakang kendaraan tersebut. Meskipun penelitian mengenai deteksi pelat nomor kendaraan telah mengembangkan berbagai metode, Sebagian besar penelitian memiliki keterbatasan, seperti kondisi pencahayaan yang harus sempurna, kecepatan kendaraan yang dibatasi, serta menyesuaikan jarak antara kamera dan kendaraan (Gou, C., et al., 2015; Huu, P. N., et al., 2020; Naren. B., R., et al., 2019)

Selain itu pengenalan jenis-jenis kendaraan dapat digunakan teknik deep learning. Salah satu teknik deep learning yang banyak digunakan adalah Convolutional

Neural Network (CNN) yang mampu mengenali jenis-jenis kendaraan (Arrofiqoh, E. N., & Harintaka, H., 2018). Deep learning merupakan algoritma jaringan saraf tiruan yang menggunakan data sebagai masukan dan memprosesnya dengan menggunakan sejumlah lapisan tersembunyi. Setelah itu melakukan transformasi nonlinier dari data masukan untuk menghitung nilai keluaran. Penelitian mengenai pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan terus mengalami perkembangan. Dimulai dengan penelitian untuk deteksi lokasi plat (David, D., 2015; Silva, S. M., & Jung, 2018).

Beberapa penelitian mengenai pengolahan citra dengan menggunakan metode CNN mendapatkan hasil akurasi yang bagus, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rismiyati untuk sortasi salak ekspor berbasis citra digital. Hasil akurasi yang didapatkan yaitu dengan satu lapisan konvolusi adalah 81,5% dan didapatkan nilai akurasi sebesar 70,7% dengan dua lapisan konvolusi. Penelitian menggunakan CNN juga dilakukan oleh Arrofiqoh dan Harintaka untuk klasifikasi tanaman pada citra resolusi tinggi. Hasil pengujian menghasilkan akurasi sebesar 100% terhadap data latih. Pengujian terhadap data validasi menghasilkan akurasi sebesar 93% dan akurasi terhadap data uji sebesar 82%. Penggunaan CNN dengan 7 lapisan untuk pengenalan wajah menghasilkan tingkat akurasi mencapai 98,57% pada penelitian yang dilakukan oleh Santoso dan Ariyanto. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rokhana, Priambodo, Karlita, Sunarya, Yuniarno, Purnama, dan Purnomo (2019) menggunakan lima

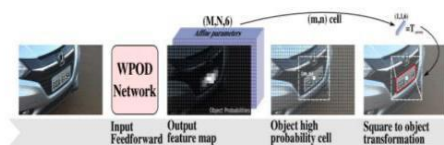
rancangan arsitektur CNN dalam pengenalan kontur tulang dan klasifikasi tulang yang patah. Hasil uji coba pada penelitian tersebut memiliki akurasi 95,3%, sensitivitas 95%, dan specificity 96%. Pada penelitian mengenai penggunaan CNN untuk mengklasifikasi citra makanan tradisional telah dilakukan oleh Rohim, Sari, dan Tibyani. Arsitektur model CNN yang dibuat pada penelitian tersebut dapat mengklasifikasi citra makanan tradisional dengan nilai 73% presisi, 69% recall dan 69% Fscore (Rohim, A., et al., 2019).

**METODE**

Pada penelitian ini peneliti menggunakan library OpenCV dimana OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah sebuah library open source yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan programing terkait citra digital. Di dalam OpenCV sudah mempunyai banyak fitur, antara lain : pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, Kalman filtering, dan berbagai jenis metode AI (Artificial Intellegence). Dan menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait Computer Vision untuk low level API. OpenCV merupakan open source computer vision library untuk bahasa pemrograman C/C++, dan telah dikembangkan ke phyton, java, matlab. Dalam penelitian ini juga menggunakan model Wpod-net, dimana model ini dapat mendeteksi plat nomor kendaraan yang pada dasarnya berbentuk persegi dan objek planar, yang dipasang pada kendaraan untuk tujuan identifikasi. Untuk memanfaatkan bentuknya, diusulkan sebuah model CNN yang disebut Warped Planar Object Detection Network. Jaringan ini belajar untuk mendeteksi plat nomor dalam berbagai distorsi yang berbeda dan koefisien regresi dari transformasi affine yang “mengurai” plat nomor yang terdistorsi menjadi bentuk persegi yang menyerupai tampilan frontal. Meskipun proyeksi perspektif planar dapat dipelajari

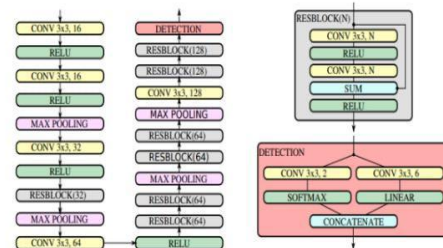
daripada transformasi affine, pembagian yang terlibat dalam transformasi perspektif mungkin menghasilkan nilai-nilai kecil dalam penyebut, dan karenanya menyebabkan ketidakstabilan numerik (Primartha, R., 2018).

WPOD-NET dikembangkan menggunakan wawasan dari YOLO, SSD, dan Spatial Transformer Networks (STN). YOLO dan SSD melakukan deteksi dan pengenalan beberapa objek dengan cepat sekaligus, tetapi mereka tidak memperhitungkan transformasi spasial, hanya menghasilkan kotak pembatas persegi untuk setiap deteksi (Santoso & Gunawan Ariyanto, 2018). Sebaliknya, STN dapat digunakan untuk mendeteksi daerah non-persegi teknik, namun, STN tidak dapat menangani beberapa transformasi pada saat yang sama, hanya melakukan satu transformasi spasial pada seluruh input. Berikut proses kerja dari model Wpod-net pada gambar 1. dan detail arsitektur WpodNet pada gambar 2.



**Gambar 1. Proses Kerja model Wpod-net**

S. M. Silva and C. R. Jung



**Gambar 2. Detail Arsitektur Wpod-net**

Untuk selanjutnya peneliti melatih model data menggunakan model neural network. Ada berbagai macam arsitektur Neural Network terkemuka yang dapat Anda pilih untuk melatih model Anda (misalnya ResNet, VGG, DenseNet, Inception, dll.), masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Pada penelitian ini peneliti menggunakan MobileNets. Model ini sendiri merupakan salah satu arsitektur convolutional neural network (CNN) yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan computing resource berlebih sehingga lebih ringan dengan akurasi yang sangat baik.

### Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan data. Pertama data yang digunakan dalam penelitian berjumlah 40 citra pelat nomor mobil Indonesia yang di ambil langsung menggunakan kamera handpone dengan spesifikasi kamera 12 megapixel pada lokasi parkir kantor dan jalan raya. Meskipun Sebagian besar penelitian memiliki keterbatasan, seperti kondisi pencahayaan yang harus sempurna, kecepatan kendaraan yang dibatasi, serta menyesuaikan jarak antara kamera dan kendaraan. Setelah data Citra terkumpul kemudian masing-masing

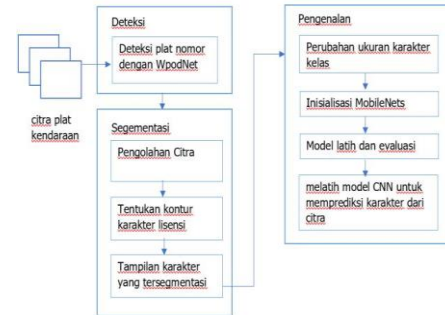
Citra yang berada di kamera handpone di download kemudian diberikan label pada setiap Citra. Kedua dataset citra karakter huruf dan angka yang terdiri dari 34.575 citra dibagi menjadi 36 kelas karakter. Sesuai yang ditunjukkan oleh tabel 1.

**Tabel 1. Data Awal Plat Nomor Kendaraan**

No	Sumber Data	Jenis Data	Lokasi Data	Jumlah Data	Format Data
1	Data diambil dengan smartphone	Citra plat kendaraan	Tempat parkir kantor dan jalan	40	JPEG
2	Data dari website	Citra Karakter huruf dan angka	github.com	34.575	JPG

### Alur Kerja

Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada proses pengolahan citra ini dibagi dalam tiga proses untuk mendeteksi plat nomor kendaraan Indonesia yang terdiri dari A. Deteksi, B. Segmentasi dan C. Pengenalan

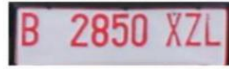


**Gambar 3. Alur proses deteksi dan segmentasi plat nomor**

#### A. Deteksi

Deteksi plat nomor kendaraan menggunakan model Wpod-net dengan menggunakan fungsi untuk membaca Citra kemudian mengubahnya menjadi RGB dan menormalkan data citra ke range 0-1 sehingga dapat kompatibel dengan matplotlib. Selanjutnya mengubah semua dimensi Citra menjadi ukuran 224 x 224. Setelah ukuran Citra sudah diubah berikutnya memproses Citra ke dalam model dan dikembalikan dengan Citra plat dan koordinatnya.

Hasil dari deteksi plat nomor kendaraan terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan deteksi plat nomor kendaraan yang tidak sempurna.



Gambar 4. Hasil deteksi plat nomor kendaraan



Gambar 5. Hasil deteksi plat nomor kendaraan yang tidak sempurna

## B. Segmentasi

Dari hasil plat nomor yang telah terdeteksi. Citra Plat tersebut diproses kembali dengan beberapa tahapan mulai dari image resize, grayscale, blur image, image thresholding dan terakhir dilasi.

- Konversi ke skala 255  
Citra yang di ekstraksi menggunakan model Wpod-net dikenali sebagai skala 0-1, sehingga Citra yang asli perlu dirubah menjadi skala 8-bit sebagai Citra standar.
- Perubahan menjadi *grayscale* Citra input pada penelitian ini merupakan citra berwarna yang terdiri atas 3 layer yaitu Red, Green dan Blue (RGB). Pada tahapan pengolahan citra digital dilakukan perubahan citra dari RGB menjadi *grayscale*

- *Blurring*

Blur salah satu teknik *Smoothing* yang menyebabkan citra menjadi kabur. Blur akan menghilangkan detail dan detail halus dari sebuah citra. buram menggunakan teknik perataan nilai piksel-piksel yang bertetangga, semakin besar nilai mask yang digunakan maka akan menghasilkan pengaburan yang semakin besar. buram bertujuan untuk menghilangkan *noise* dan informasi yang tidak relevan sebuah citra. Pada tahap ini

peneliti menggunakan *gaussian blur* dengan ukuran kernel (7,7).

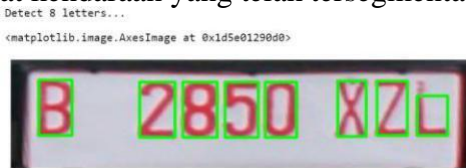
- Ambang batas citra  
Merupakan metode untuk mengelompokkan pixel dalam sebuah citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu. Peneliti menetapkan ambang batas sehingga nilai piksel yang lebih kecil dari itu akan di konversi menjadi 255 dan sebaliknya. Nilai ambang batas yang digunakan yaitu 180 agar kompatibel dengan citra.
- Dilasi  
Dilasi merupakan salah satu operasi dalam proses morfologi citra. Pada tahap dilasi dilakukan perbandingan nilai pixel objek dengan nilai pixel yang berada pada pusat struktur elemen. Apabila nilainya berbeda maka intensitas pixel akan diubah mengikuti intensitas objek. Dalam hal proses ini dilakukan pelebaran.

Berikut hasil visualisasi proses *Image processing* mulai dari perubahan skala, *grayscale*, *blurring*, *binary* hingga *dilation* seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengolahan Citra

Setelah proses pengolahan Citra plat nomor selesai, selanjutnya akan diidentifikasi karakter huruf dari plat nomor untuk kemudian karakter tersebut yang akan diberikan pembatas yang pada akhirnya karakter tersebut di potong dan di simpan ke database. Sekarang semua karakter sudah tersegmentasi dan hasil potong tersimpan dan hasilnya dapat di visualisasikan seperti terlihat pada Gambar 7 sedangkan pada Gambar 8 merupakan visualisasi karakter plat kendaraan yang telah tersegmentasi.



**Gambar 7. Menentukan kontur karakter plat**



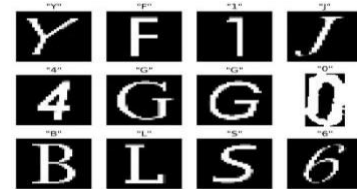
**Gambar 8. Visualisasi Karakter yang Tersegmentasi**

### C. Pengenalan Karakter huruf dan angka

Pada tahap ini, melatih sistem untuk dapat mengenali karakter pada plat nomor kendaraan. Sistem dilatih untuk dapat mengenali karakter dalam berbagai macam variasi warna, pencahayaan dan kualitas citra. Citra latih dibuat untuk untuk mendeteksi karakter menggunakan metode CNN. Citra latih yang berupa karakter yang terdiri dari angka 1-9 dan huruf A-Z sejumlah 36 karakter. Masingmasing karakter, A-Z dan 0-9 terdiri dari 15 citra. Masing-masing disimpan dalam folder yang berbeda sesuai jenis karakter huruf atau angkanya. Total dari citra latih yang digunakan adalah 34.575 buah. Setiap Citra karakter

Kelas di ubah ukurannya menjadi 80 x 80 kemudian membagi menjadi 90% data training dan 10 % data validasi untuk

melihat akurasi dari model dan menghindari overfitting. Berikut gambar 8. Merupakan visualisasi karakter huruf dan angka.



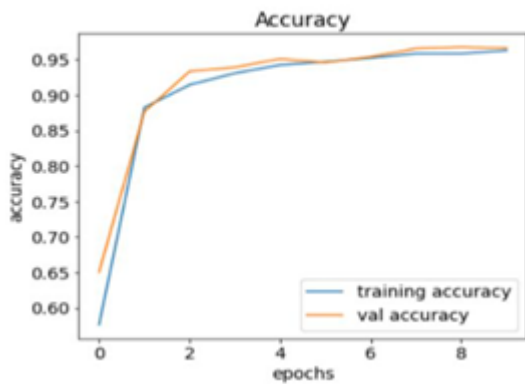
**Gambar 8. Visualisasi Karakter Huruf dan Angka**

### HASIL DAN PEMBAHASAN

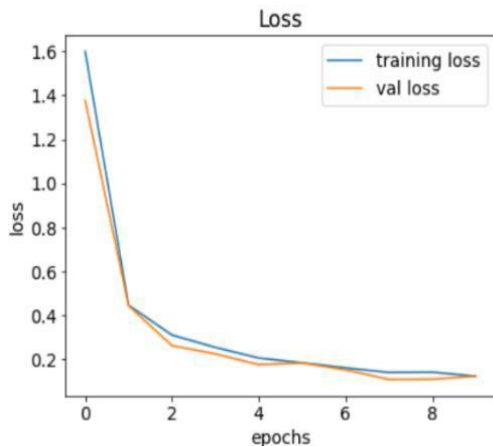
Keseluruhan proses deteksi, segmentasi karakter hingga pengenalan karakter huruf plat nomor kendaraan sudah dilakukan. Selanjutnya pada hasil dan pembahasan dijelaskan bagaimana melatih dan mengevaluasi model dataset dari 34.575 yang dibagi menjadi 36 kelas menggunakan neural network model yang dapat memprediksi bagaimana mengubah Citra input plat nomor kendaraan yang sudah tersegmentasi karakter hurufnya memprediksi menjadi huruf digital. Dari hasil pengolahan dengan membagi data training dan data latih 90% dan 10% dengan tingkat kedalaman *epoch* 10 dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Pengolahan Citra dengan Epoch 10**

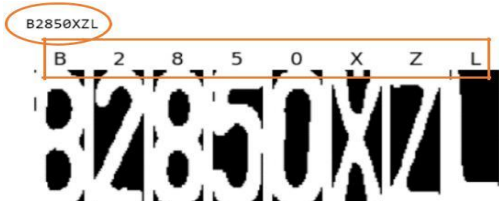
Epoch	Time	Validation		Validation	
		Loss	Accuracy	Loss	Accuracy
1	2 s	2.5783	0.3357	1.3773	0.6508
2	2 s	0.5004	0.8662	0.4441	0.8764
3	2 s	0.3318	0.9091	0.2625	0.9333
4	2 s	0.2589	0.9286	0.2246	0.9389
5	2 s	0.2123	0.9405	0.1759	0.9508
6	2 s	0.1916	0.9450	0.1836	0.9458
7	2 s	0.1699	0.9507	0.1523	0.9538
8	2 s	0.1344	0.9601	0.1085	0.9655
9	2 s	0.1344	0.9605	0.1097	0.9673
10	2 s	0.1174	0.9640	0.1235	0.9660



**Gambar 9. Akurasi Latih dan Valuasi Nilai**



**Gambar 10. Kesalahan Latih dan Valuasi**



**Gambar 11. Visualisasi Hasil Prediksi dari Citra input menjadi huruf digital**

Dari gambar 9. terlihat bahwa training accuracy dan validation accuracy masing-masing 96,40% dan 96,60% sedangkan pada gambar 10. terjadi loss 11,74% dan 12,35%. Setelah keseluruhan proses mulai dari mengekstrak plat nomor citra kendaraan, segmentasi karakternya dan melatih model CNN untuk memprediksi karakter dari Citra. Langkah selanjutnya mencoba memprediksi hasil visualisasi pada gambar 11. menjadi huruf digital yang nantinya hasil ini dijadikan karakter yang digunakan sebagai pencatatan pada sistem parkir otomatis. Dan berikut tabel 3. merupakan hasil pengujian deteksi plat nomor kendaraan secara otomatis dari 40 citra kendaraan.

**Tabel 3. Hasil Pengujian**

No	Nama File	Plat	Terdeteksi	Hasil
1	mobil_1.jpeg	B 1422 SYN	ya	B 1422 SYN
2	mobil_2.jpeg	B 9511 PTA	ya	B 9511 PTA
3	mobil_3.jpeg	B 9534 PTA	ya	B 9534 PTA
4	mobil_4.jpeg	E 1282 DG	tidak	-
5	mobil_5.jpeg	B 7343 PPA	ya	B 7343 PPA
6	mobil_6.jpeg	B 1201 ERO	ya	B 1201 ERO
7	mobil_7.jpeg	B 8089 WU	ya	B 8089 WU
8	mobil_8.jpeg	B 2789 DD	ya	B 2789 DD
9	mobil_9.jpeg	B2611TRC	ya	B2611TRC
10	mobil_10.jpeg	B 1871 TZT	ya	B 1871 TZT
11	mobil_11.jpeg	B 2906 PKU	ya	B 2906 PKU
12	mobil_12.jpeg	B 2746 TIH	ya	B 2746 TIH
13	mobil_13.jpeg	B 1286 ZAA	ya	B 1286 ZAA
14	mobil_14.jpeg	B 9342 BRU	ya	B 9342 BRU
15	mobil_15.jpeg	B 1544 TZS	tidak	-
16	mobil_16.jpeg	B 8749 SB	ya	B 8749 SB
17	mobil_17.jpeg	B 1126 WUA	ya	B 1126 WUA
18	mobil_18.jpeg	F 1733 JW	tidak	-
19	mobil_19.jpeg	B 1683 PYW	ya	B 1683 PYW
20	mobil_20.jpeg	B 1519 TOS	ya	B 1519 TOS
21	mobil_21.jpeg	B 1105 UZE	ya	B 1105 UZE
22	mobil_22.jpeg	B 1514 BZU	ya	B 1514 BZU
23	mobil_23.jpeg	B 2373 PFE	ya	B 2373 PFE
24	mobil_24.jpeg	B 2075 TKQ	ya	B 2075 TKQ
25	mobil_25.jpeg	B 2945 TZB	ya	B 2945 TZB
26	mobil_26.jpeg	B 2954 BYT	ya	B 2954 BYT
27	mobil_27.jpeg	B 1038 UUB	ya	B 1038 UUB
28	mobil_28.jpeg	B 1533 BTH	ya	B 1533 BTH

29	mobil_29.jpeg	B 2680 DQ	ya	B 2680 DQ
30	mobil_30.jpeg	B 1052 PQ	ya	B 1052 PQ
31	mobil_31.jpeg	B 1878 KIL	ya	B 1878 KIL
32	mobil_32.jpeg	B 2652 EBA	ya	B 2652 EBA
33	mobil_33.jpeg	B 2484 TOE	ya	B 2484 TOE
34	mobil_34.jpeg	B 2833 XKX	ya	B 2833 XKX
35	mobil_35.jpeg	B 2864 AO	ya	B 2864 AO
36	mobil_36.jpeg	CD 12 161	ya	CD 12 161
37	mobil_37.jpeg	B 2832 BQ	ya	B 2832 BQ
38	mobil_38.jpeg	BA 1540 XY	ya	BA1540YHY
39	mobil_39.jpeg	B 2832 SXB	ya	B 2832 SXB
40	mobil_40.jpeg	B 2850 XZL	ya	B 2850 XZL

Dari hasil pengujian pada tabel 3 dari 40 citra terdapat 3 citra plat nomor kendaraan tidak terdeteksi dan 2 kali kesalahan pembacaan huruf dan angka.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian deteksi dan pengenalan plat nomor kendaraan melalui proses mengekstrak plat nomor dari Citra kendaraan, segmentasi karakternya dan melatih model CNN untuk memprediksi karakter dari Citra telah berhasil. Dan dari hasil data latih model CNN didapatkan hasil akurasi mencapai 96% dengan tingkat kesalahan 11,78%.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu memperhatikan : Perlunya dikembangkan penelitian lebih lanjut dengan metode deep learning lain, sehingga dapat dibandingkan hasil dari metodenya. Posisi pengambilan, tingkat pencahayaan, kualitas dari citra sangat berpengaruh dalam akurasi sistem dalam mengenali karakter. Karena proses komputasi yang tinggi dalam melatih data diperlukan spesifikasi komputer yang tinggi agar dapat mencoba dengan tingkat kedalaman yang lebih baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Abidin, T. F., AzZuhri, A. A., & Arnia, F. (2018). Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Bermotor Menggunakan Zoning dan Fitur Freeman Chain Code. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(1), 19-25.

Arrofiqoh, E. N., & Harintaka, H. (2018). Implementasi Metode Convolutional

Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi. *Geomatika*, 24(2), 61-68.

David, D. (2015). Pengenalan Pola Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Sisfotenika*, 3(1), 71-80.

Gou, C., Wang, K., Yao, Y., & Li, Z. (2015). Vehicle license plate recognition based on extremal regions and restricted Boltzmann machines. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(4), 1096-1107.

Huu, P. N., Quoc, C. V., Vu, T. N., Trong, H. N., Minh, Q. T., & Dac, T. N. (2020, November). Proposing algorithm for detecting car number plate using SVM and WPOD-NET models. In *2020 International Conference on Advanced Computing and Applications (ACOMP)* (pp. 29-33). IEEE.

Naren. B., R., Sowmya, V., & Soman. K. P. (2019). Indian Car Number Plate Recognition using Deep Learning. 2019 2<sup>nd</sup> International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies, ICICICT 2019,12691272.

<https://doi.org/10.1109/ICICICT.4.6008.2019.899>

Rohim, A., Sari, Y. A., & Tibyani, T. (2019). Convolution neural network (cnn) untuk pengklasifikasian citra makanan tradisional. *JPTIIK (Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer)*, 3(7), 7037-7042.



- Rokhana, R., Priambodo, J., Karlita, T., Sunarya, I. M. G., Yuniarno, E. M., Purnama, I. K. E., & Purnomo, M. H. (2019). Convolutional neural network untuk pendeteksian patah tulang femur pada citra ultrasonik b-mode. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 8(1), 59-67.
- Santoso, A., & Gunawan Ariyanto, S. T. (2018). *Implementasi deep learning berbasis keras untuk pengenalan wajah* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Silva, S. M., & Jung, C. R. (2018). License plate detection and recognition in unconstrained scenarios. In *Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV)* (pp. 580-596).
- Sutar, G. T., Lohar, A. M., & Jadhav, P. M. (2019). *Number Plate Recognition Using an Improved Segmentation*. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Primartha, R. (2018). *Belajar machine learning teori dan praktek*. Bandung: Informat