

PREDIKSI KARAKTERISTIK PERSONAL MENGUNAKAN ANALISIS TANDA TANGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Udkhiati Mawaddah¹⁾, Hendrawan Armanto²⁾, dan Endang Setyati³⁾

^{1,3)}Teknologi Informasi Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya

²⁾Informatika Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya

e-mail: udkhiati.mawaddah@gmail.com¹⁾, hendrawan@stts.edu²⁾, endang@stts.edu³⁾

Abstrak : Grafologi ilmu yang mempelajari tentang tulisan tangan yang dapat mengetahui gambaran karakteristik seorang penulis dan disposisi emosional. Dengan mengetahui karakteristik calon pelamar dapat membantu pekerjaan Human Resource Development (HRD) yang bertanggung jawab dengan pemilihan calon karyawan yang sesuai dengan bidangnya. Kesalahan yang sering dialami oleh HRD ketika dalam proses perekrutan karyawan yang mengidentifikasi tanda tangan calon karyawan yang dapat mengalami kerugian baik waktu dan biaya di perusahaan tersebut. Penelitian ini menggunakan 7 fitur tanda tangan yang terbagi menjadi dua algoritma diantaranya 5 fitur tanda tangan yang terdiri dari awal kurva, coretan akhir, cangkang, coretan di tengah dan garis bawah tanda tangan yang diproses menggunakan metode Convolutional neural network (CNN) dan klasifikasi 2 fitur tanda tangan yang terdiri dari struktur titik dan tanda tangan terpisah menggunakan metode Algoritma Identifikasi Struktur. Hasil evaluasi didapatkan nilai akurasi data training sebesar 0.7333, loss data training sebesar 0.7693, akurasi data test sebesar 0.7778 dan loss data test sebesar 0.8377 yang dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini masih tergolong underfitting. Hal ini dikarenakan masih butuh banyak dataset yang lebih banyak jumlah dan variannya yang mempunyai ciri-ciri yang ada kemiripan masing-masing kelasnya.

Kata Kunci— Grafology, tanda tangan, klasifikasi, CNN.

Abstract : Graphology is the study of handwriting that can describe the characteristics of a writer and his emotional disposition. Knowing the characteristics of prospective applicants is very important for the Human Resource Development (HRD) that responsible for selecting employees in their fields. HRD often experienced the Mistaken when in the process of hiring employees who identify the candidate employee signature to lose both time and costs in that company. This research using 7 signature features which are divided into two algorithms respectively, 5 signature features consisting are Curved Start, End Streak, Shell, Middle Streaks, Underline and Identification Structure Algorithm consist 2 signature features are Dot Structure and Streaks disconnected. The evaluation results obtained a training data accuracy value of 0.7333, training data loss of 0.7693, test data accuracy of 0.7778, and test data loss of 0.8377 which can be concluded that the results of the two data is underfitting. Thus, we must concern to collecting other dataset which has features similarity in every classes.

Keywords— Graphology, signature, classification, CNN.

I. PENDAHULUAN

Grafologi adalah metode ilmiah untuk mengenali, mengevaluasi dan mengetahui kepribadian seseorang melalui tarikan dan pola yang ditampilkan oleh tulisan tangan. Orang Perancis bernama Michon pada tahun 1875 adalah orang yang pertama kali menggunakan istilah grafologi.

Pada saat seseorang menulis, secara tidak sadar mengindikasikan banyak hal mengenai kepribadiannya. tanda tangan merupakan produk yang unik dan dalam satu sisi tanda tangan merupakan identitas tertulis dari keberadaan seseorang. tanda tangan merupakan perpaduan hasil pembelajaran (dapat disebut potensi kecerdasan), pola afeksi (emosi) dan kecenderungan respon [1][2][3].

Dengan teknologi *artificial intelligence* dapat digunakan untuk mengklasifikasi fitur tanda tangan yang merujuk pada karakteristik personal pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Darmawati dkk, analisis grafologi dibagi menjadi dua yaitu fitur grafis dan digit segmentasi pada setiap karakter. Fitur tanda tangan pada penelitian ini terdiri dari 9 fitur yaitu, awal kurva, coretan akhir, cangkang, coretan di tengah, garis bawah, struktur titik, margin, garis terpisah dan garis bawah. Metode yang digunakan adalah *Neural*

Network (NN) yang menghasilkan nilai akurasi sebesar 52-100% dan Algoritma Identifikasi Struktur mendapatkan nilai akurasi 87-100%[1]. Lokhande dkk, juga menggunakan metode *Neural Network* (NN) dan Algoritma Identifikasi Struktur yang terdapat 5 fitur yaitu garis bawah di bawah tanda tangan, tampilan titik pada surat, lengkung awal, stroke akhir, dan goresan yang terputus. Hasil penelitian ini mendapatkan nilai akurasi masing-masing adalah 100%, 95%, 94%, 96% dan 92% [4]. Sedangkan Akshay Sapre dkk, menganalisis 6 fitur yaitu ukuran huruf, kemiringan huruf dan kata, garis dasar, tekanan pena, jarak antara huruf dan jarak antara kata-kata dalam dokumen yang untuk mengidentifikasi kepribadian penulis. Klasifikasi ini dengan menggunakan metode SVM yang mendapatkan hasil tingkat akurasinya sekitar 94% [2].

Proses klasifikasi fitur tanda tangan juga bisa dilakukan dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* yang termasuk kategori *Deep Learning* yang merupakan area baru dalam penelitian *Machine Learning*. CNN mempunyai keunggulan dalam mengklasifikasikan citra dan suara yang mempunyai banyak karakter dan parameter data latih untuk memudahkan klasifikasi [5][6][7]. Sehingga, CNN ini dapat mengenali fitur tanda tangan yang diharapkan dapat digunakan untuk mengklasifikasi fitur tanda tangan bagi para pelamar pekerjaan dan dapat membantu *Human Resources Departement* (HRD) mengetahui karakteristik kepribadian calon karyawan baru di sebuah perusahaan [8].

II. TINJAUAN PUSTAKA

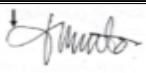
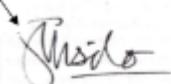
A. Grafologi

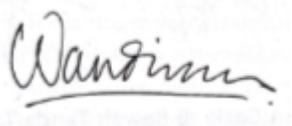
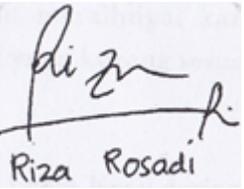
Grafologi merupakan suatu ilmu yang mendeskripsikan kepribadian dengan didasarkan pada hubungan antara pikiran bawah sadar dan tulisan tangan. Grafologi yaitu ilmu *pseudoscientific* yang mempelajari tulisan tangan dalam kaitannya dengan pikiran manusia atau disebut dengan kepribadian. Kepribadian merupakan integrasi dari psikologis, sosial, moral, dan karakter yang ditunjukkan seseorang melalui interaksi dengan orang lain tulisan tangan dan tanda tangan adalah gambar yang memiliki pola tertentu yang mencerminkan kepribadian tersebut[1][2][3][9]

B. Identifikasi Tanda Tangan

Analisis tanda tangan yang ditampilkan pada gambar di bawah ini terdapat 7 fitur tanda tangan. Dari 7 fitur tersebut terdiri dari 10 ciri tanda tangan yang menunjukkan tipe kepribadian seseorang yang berbeda [1]. Setiap tanda tangan yang dituliskan pada sebuah kertas bisa menunjukkan bagaimana interaksi orang tersebut dengan dunia luar dan tingkat kejujuran emosi. Dari 7 data fitur tersebut secara grafis memungkinkan muncul adanya lebih dari satu ciri tanda tangan. Seperti fitur awal kurva memiliki tiga ciri yaitu lengkung mundur, lengkung tajam, lengkung lembut, fitur coretan akhir terdapat dua ciri yaitu akhir tanda tangan yang naik dan akhir tanda tangan menurun.

Tabel 1. Tabel Fitur Tanda Tangan dan Kepribadian Seseorang.

No.	Fitur	Contoh Gambar	Ciri	Kepribadian/output
1.	Awal kurva		Lengkung Mundur	Nyaman akan masa lalu
			Lengkung Tajam	Mampu memformulasi pikiran secara tajam
			Lengkung lembut	Hati-hati, ramah, diplomatis

No.	Fitur	Contoh Gambar	Ciri	Kepribadian/output
2.	Coretan akhir		Menaik	Terbuka, pandangan ke depan, keinginan maju, percaya diri.
			Menurun	Kurangn semangat, berfikir realistis, kurang percaya diri, mudah putus asa,
3.	Cangkang		Lengkung tertutup	Ketakutan berlebihan, introvert, tidak memperdulikan sekitar, tidak suka bergaul, dan tidak suka bekerjasama.
4.	Coretan di tengah		Adanya coretan	Posesif
5.	Garis bawah		adanya garis bawah	Memiliki ide dan berfikir unik, membutuhkan dukungan membuat keputusan, memiliki keandalan dalam memimpin.
6.	Struktur titik		Tanda titik	Pendirian stabil, memiliki rasa curiga, selalu menjaga jarak, tidak mudah percaya.
7.	Tanda tangan terpisah		Tanda tangan terpisah	Tanda tanga terpisah memiliki pengalaman kurang menyenangkan dimasa lalu.

C. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) termasuk dalam kategori algoritma *Deep Learning* yang merupakan pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk mengolah data dalam bentuk *grid*, salah satunya citra dua dimensi [10], CNN termasuk dalam metode *supervised learning* dapat digunakan untuk klasifikasi data yang sudah terlabel. *Supervised learning* memiliki cara kerja dengan proses data yang dilatih dan terdapat variabel yang ditargetkan. Tujuannya adalah mengelompokkan data ke data yang sudah ada label pengelompokkan. Konvolusi berupa matriks yang berfungsi untuk melakukan proses filter.

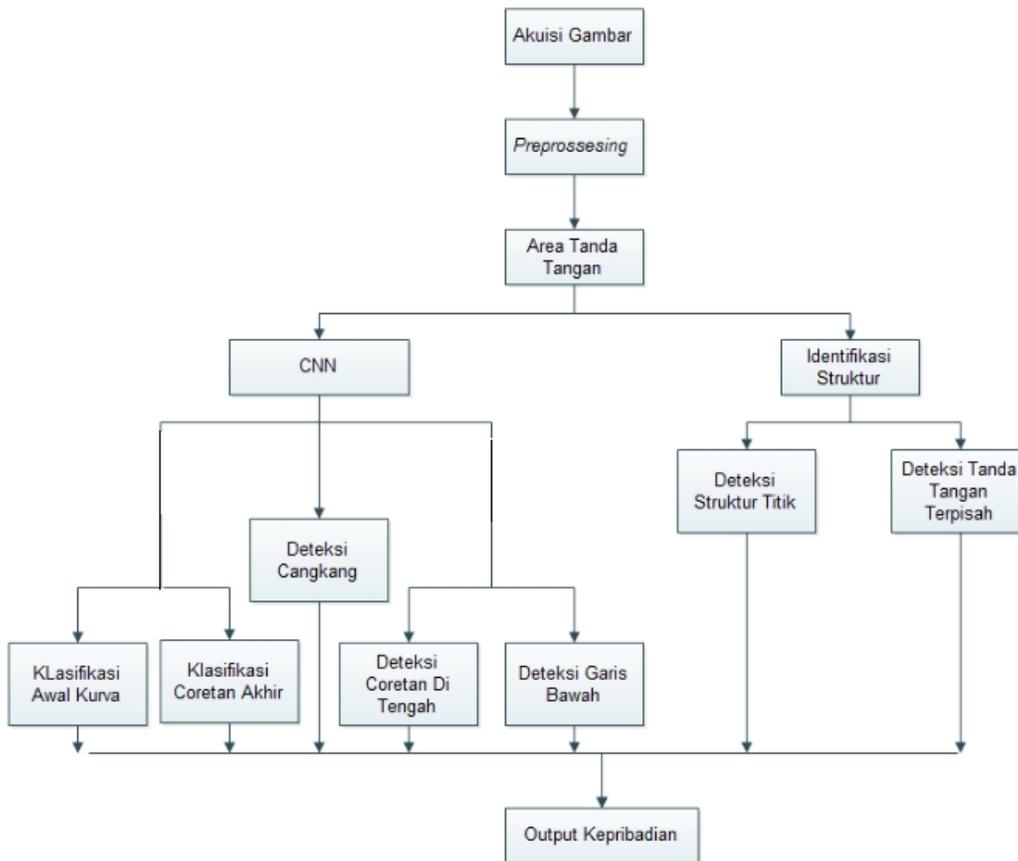
Convolution layer adalah proses utama dalam pembentukan CNN yang menerapkan sebuah fungsi pada *output* dari *layer* sebelumnya secara berulang-ulang. CNN memiliki beberapa lapisan yaitu: lapisan *input*, lapisan konvolusi, lapisan sampel dan lapisan *output*. Tujuan dari konvolusi pada suatu citra yaitu mengekstraksi fitur dari citra *input* yang menghasilkan transformasi *linear* yang sesuai dengan informasi

spasial pada data. Spesifikasi kernel CNN berupa bobot pada layer yang digunakan untuk dapat dilatih berdasarkan data *input* [6]. *Pooling layer* berfungsi untuk mengurangi jumlah dimensi dari *feature map* yang berguna untuk mempercepat komputasi, diharapkan tidak terjadi *overfitting* [11]. Metode *polling* yang umum digunakan adalah *max polling*.

III. PERANCANGAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang perancangan arsitektur sistem dan algoritma yang digunakan untuk klasifikasi tanda tangan.

A. Perancangan Arsitektur Sistem



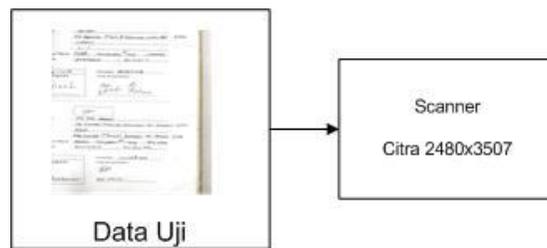
Gambar 2. Proses Akuisi Data Tanda Tangan

Tahapan pada sistem ini yaitu pertama akuisisi gambar yang dilakukan dengan cara *scanning* gambar tanda tangan. Proses selanjutnya adalah memotong gambar atau meng-*cropping* gambar sesuai dengan ukuran piksel yang diinginkan. Selanjutnya melalui tahap *preprocessing* yaitu dengan cara gambar (berupa file *.png) kemudian akan dirubah menjadi derajat keabu-abuan/*grayscale*. Selanjutnya gambar diproses *thresholding* yaitu mengubah gambar menjadi gambar *Black and White* yang selanjutnya gambar tersebut diproses menggunakan metode *convolutional neural network* (CNN). Aplikasi yang digunakan dalam membuat klasifikasi adalah Google Code Lab (Colab) dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*.

B. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data berupa gambar tanda tangan sebanyak 500 tanda tangan yang berbeda. Data diambil dengan bantuan alat *scanner* dan *cropping* gambar yang menggunakan aplikasi *Google Image Processing*

dan *Google Image Search* untuk mendapatkan varian fitur tanda tangan yang berbeda beserta resolusi yang berbeda [3][4].



Gambar 3. Proses Akuisi Data Tanda Tangan

Hasil dari pengumpulan data berupa citra tanda tangan dengan ukuran piksel 2480x3407. Selanjutnya citra akan dipisahkan ke dalam *folder* sesuai dengan fitur klasifikasi tanda tangan.



Gambar 4. Gambar Tanda Tangan Dikelompokkan Berdasarkan Fitur

Setelah itu gambar pada tiap folder diberi nama sesuai dengan fitur dan tipe tanda tangan untuk memudahkan proses identifikasi.



Gambar 5. Gambar Tanda Tangan Yang Sudah Diberi Nama

C. Preprocessing

Pada tahap ini melalui beberapa langkah, Gambar yang diambil (berupa file *.png). Selanjutnya gambar tanda tangan dikonversikan menjadi keabu-abuan/*grayscale* dan tanda tangan tersebut akan dikonversi menjadi *binary* [4]. Tujuan dari *preprocessing* adalah gambar hasil *scan* bersih, ukuran file dapat direduksi karena dikonversi dari keabu-abuan sehingga file tersebut menjadi lebih kecil yang proses berikutnya dapat mempercepat proses komputasi.

D. Identifikasi Tanda Tangan

1) Convolutional Neural Network (CNN)

Pada penelitian ini ada 5 fitur tanda tangan, yaitu fitur Awal Kurva, Coretan Akhir, Cangkang, Coretan Di Tengah, dan Garis Bawah. Fitur Awal Kurva mempunyai 3 ciri-ciri yaitu Lengkung Mundur, Lengkung

Tajam, dan Lengkung Lembut. Fitur coretan akhir memiliki 2 ciri-ciri yaitu Menaik dan Menurun. Fitur Cangkang mempunyai ciri-ciri Lengkung Tertutup. Fitur Coretan di Tengah mempunyai ciri-ciri Adanya Coretan. Sedangkan Fitur Garis Bawah mempunyai ciri-ciri Adanya Garis Bawah. Kelima fitur tersebut diklasifikasikan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Untuk detail hasil klasifikasi dapat dilihat tabel 2.

Tabel 3. Detail Fitur yang Digunakan CNN

No.	Fitur	Ciri
1.	Awal kurva	Lengkung mundur
2.	Awal kurva	Lengkung tajam
3.	Awal kurva	Lengkung lembut
4.	Coretan akhir	Menaik
5.	Coretan akhir	Menurun
6.	cangkang	Lengkung tertutup
7.	Coretan di tengah	Adanya coretan
8.	Garis bawah	Adanya garis bawah

2) Perancangan CNN

Library yang digunakan pada aplikasi ini adalah Tensorflow 2.2, Numpy, Scikit-Learn dan Pillow. Pada tahap awal data citra dibagi menjadi tiga bagian yaitu *train* (data latih), *test* (data *testing*), dan *validation* (validasi untuk data latih) dengan masing-masing dengan proporsi (80, 10,10). Sehingga hasil pembagian dataset tersebut dapat dilihat tabel 3.

Tabel 3. Pembagian Data Penelitian

No.	Fitur	Ciri	Kode	Jumlah data test	Jumlah data train	Jumlah data validasi
1.	Awal kurva	Lengkung mundur	Ak_lm(nomor).png	2	24	5
2.	Awal kurva	Lengkung tajam	Ak_lt(nomor).png	13	49	8
3.	Awal kurva	Lengkung lembut	Ak_ll(nomor).png	5	32	2
4.	Coretan akhir	Menaik	Ca_n(nomor).png	3	42	6
5.	Coretan akhir	Menurun	Ca_t(nomor).png	4	26	4
6.	cangkang	Lengkung tertutup	C_lt(nomor).png	1	14	2
7.	Coretan di tengah	Adanya coretan	Ct_ac(nomor).png	5	71	9
8.	Garis bawah	Adanya garis bawah	Gb_agb(nomor).png	8	65	5

Maka *output* dari hasil pembagian dataset tersebut pada Google Colab dapat dilihat pada gambar 6.

	path	tag	set
118	TTD/coretan_di_tengah/Ct_ac (81).png	coretan_di_tengah	train
125	TTD/garis_bawah/Gb_agb (20).png	garis_bawah	train
111	TTD/coretan_di_tengah/Ct_ac (19).png	coretan_di_tengah	train

Gambar 6. Print Header Pada Google Colab

3) Pembuatan model CNN

Proses membuat model *Neural Network*, pada aplikasi ini menggunakan *Network Mobilenet V2* [12] pertama mendefinisikan *Base-Model* yang akan digunakan dalam project *Include_Shape* adalah dimensi dari gambar yang digunakan. *Input_Shape* yang menggunakan ukuran piksel 150x150. *Include Top* adalah perintah yang meyeritakan model yang digunakan akan disertakan pada *top layer* dari arsitektur *Network*. *Include top* dibuat *false* dikarenakan jumlah kelas yang digunakan penelitian ini sebanyak 8 kelas. *Weights* adalah bobot dari masing masing layer yang sudah di-*training* berdasarkan bobot Imagenet, *Classes* adalah jumlah kelas yang dimiliki.

Model pada sistem CNN membuat beberapa *layer* yaitu *layer* konvolusi, *layer pooling*, *layer dropout*, *layer dropout*, *layer flatten* dan *layer dense* dan fungsi aktivasi menggunakan *Rule*[13]. Hasil dari proses konvolusi berupa *feature map* yang akan digunakan untuk proses konvolusi secara berulang. Output model yang dihasilkan sebagai berikut:

block_16_expand_relu (ReLU)	(None, 5, 5, 960)	0	block_16_expand_BN[0][0]
block_16_depthwise (DepthwiseCo	(None, 5, 5, 960)	8640	block_16_expand_relu[0][0]
block_16_depthwise_BN (BatchNor	(None, 5, 5, 960)	3840	block_16_depthwise[0][0]
block_16_depthwise_relu (ReLU)	(None, 5, 5, 960)	0	block_16_depthwise_BN[0][0]
block_16_project (Conv2D)	(None, 5, 5, 320)	307200	block_16_depthwise_relu[0][0]
block_16_project_BN (BatchNorma	(None, 5, 5, 320)	1280	block_16_project[0][0]
Conv_1 (Conv2D)	(None, 5, 5, 1280)	409600	block_16_project_BN[0][0]
Conv_1_bn (BatchNormalization)	(None, 5, 5, 1280)	5120	Conv_1[0][0]
out_relu (ReLU)	(None, 5, 5, 1280)	0	Conv_1_bn[0][0]
global_average_pooling2d (Globa	(None, 1280)	0	out_relu[0][0]
dropout_3 (Dropout)	(None, 1280)	0	global_average_pooling2d[0][0]
dense_2 (Dense)	(None, 1024)	1311744	dropout_3[0][0]
dense_3 (Dense)	(None, 8)	8200	dense_2[0][0]
=====			
Total params: 3,577,928			
Trainable params: 3,543,816			
Non-trainable params: 34,112			

Gambar 7. Hasil Model Summary

4) Proses training

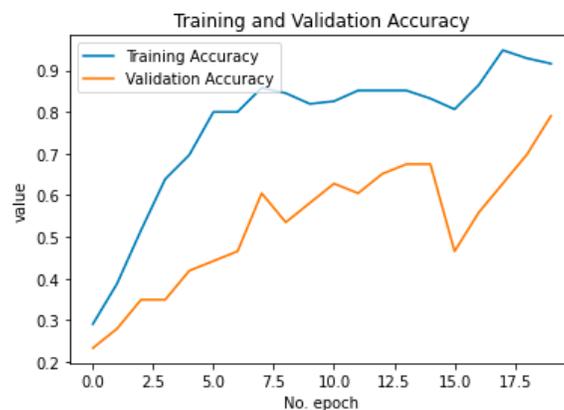
Pada sistem ini *Epoch* pada proses *training* yang digunakan adalah sebanyak 20 kali. *Validation data* dievaluasi pada setiap *epoch* berakhir. Dari uji coba ini yang dapat dilihat pada tabel 4, disimpulkan bahwa semakin banyak proses iterasi maka semakin sedikit nilai *loss* dan semakin besar nilai akurasi [11].

Tabel 4. Hasil Dari Proses Iterasi

<i>Epoch</i>	Train <i>loss</i>	Train akurasi	Validasi <i>loss</i>	Validasi akurasi
1.	1.9444	0.2903	1.8789	0.2326
2.	1.6956	0.3871	1.8955	0.2791
3.	1.3615	0.5161	2.0545	0.3488
18	0.2049	0.9484	1.4506	0.6279
19	0.2353	0.9290	0.9087	0.6977
20	0.2202	0.9161	0.6737	0.7907



Gambar 8. Grafik Training Validasi



Gambar 9. Grafik Training Akurasi

Evaluasi *data testing* didapatkan dari *data test* menghasilkan nilai akurasi *data training* sebesar 0.7333, *loss data training* sebesar 0.7693, akurasi *data test* sebesar 0.7778 dan *loss data test* sebesar 0.8377.

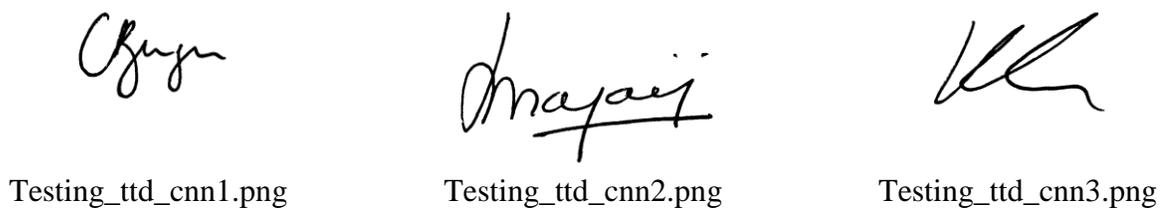
IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Dataset

Pembuatan *dataset* yang pertama membuat definisi variabel global dengan menentukan nilai parameter, definisi input, dan definisi labelnya yang nilainya sama saat proses training terdapat 8 label. Selanjutnya, mendefinisikan fungsi *preprocessing* yaitu mengubah citra menjadi sebuah *array*, di mana *image* diubah menjadi format RGB kemudian di-*resize* dengan metode interpolasi *Nearest-Neighbor*. Selanjutnya melakukan *tensor reshape array* dari tiga dimensi menjadi 4 dimensi, proses selanjutnya yaitu melakukan *load model* yang sudah di-*training*.

B. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memprediksi tiga buah gambar tanda tangan sebagai berikut :



Gambar 10. Pengujian Tanda Tangan

Hasil dari pengujian data gambar tersebut adalah prediksi lebih dari satu fitur tanda tangan yang berurutan sesuai label yang terbesar hingga yang terkecil. Berikut contoh 3 hasil pengujian dengan inputan gambar tanda tangan yang menampilkan nilai *array* pada masing-masing gambar yang ditampilkan pada tabel 5, tabel 6, dan tabel 7 di bawah ini:

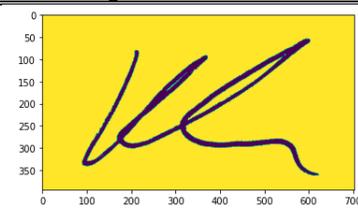
Tabel 5. Pengujian Prediksi Tanda Tangan Yang Pertama

Tanda tangan	Urutan ke-	Nilai	Label
	1.	0.9682059288024902	ak lengkung tajam
	2.	0.031736820936203	ca menaik
	3.	4.921723666484468e-05	Cangkang
	4.	8.008949407667387e-06	ca menurun
	5.	1.1066097371781325e-08	ak lengkung mundur
	6.	2.3369655099969577e-09	ak lengkung lembut

Tabel 6. Pengujian Prediksi Tanda Tangan Yang Kedua

Tanda tangan	Urutan ke-	Nilai	Label
	1.	0.8437066078186035	ak lengkung tajam
	2.	0.08424806594848633	Cangkang
	3.	0.05219964310526848	ca menaik
	4.	0.019692378118634224	ca menurun
	5.	8.297361637232825e-05	ak lengkung mundur
	6.	7.029010885162279e-05	ak lengkung lembut

Tabel 7. Pengujian Prediksi Tanda Tangan Yang Ketiga

Tanda tangan	Urutan ke-	Nilai	Label
	1.	0.9912052750587463	ca menaik
	2.	0.006962333805859089	ak lengkung tajam
	3.	0.0018067876808345318	ak lengkung tajam
	4.	0.028794854879379272	ca menurun
	5.	9.708227253213408e-07	ak lengkung mundur
	6.	4.221461153974815e-07	ak lengkung lembut

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan sistem prediksi karakteristik personal menggunakan metode CNN didapatkan nilai akurasi *data training* sebesar 0.7333, *loss data training* sebesar 0.7693, akurasi *data test* sebesar 0.7778 dan *loss data test* sebesar 0.8377. Sehingga, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil di kedua data tersebut masih *underfitting*. Hal ini dikarenakan masih butuh banyak *dataset* yang lebih banyak jumlah dan variannya yang mempunyai ciri-ciri yang ada kemiripan masing-masing kelasnya. Pengujian sistem pengambilan sampel 3 sampel gambar tanda tangan tersebut menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengklasifikasikan tanda tangan dan hasilnya masih bisa digunakan untuk membantu HRD menentukan karakteristik personal dari kandidat calon karyawan baru dan bisa dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. C. Djamal, R. Darmawati, and S. N. Ramdhan, "Application image processing to predict personality based on structure of handwriting and signature," *Proceeding - 2013 Int. Conf. Comput. Control. Informatics Its Appl. "Recent Challenges Comput. Control Informatics"*, IC3INA 2013, pp. 163–168, 2013, doi: 10.1109/IC3INA.2013.6819167.
- [2] S. Prasad, V. K. Singh, and A. Sapre, "Handwriting Analysis based on Segmentation Method for Prediction of Human Personality using Support Vector Machine," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 8, no. 12, pp. 25–29, 2010, doi: 10.5120/1256-1758.
- [3] H. N. Champa and D. K. R. AnandaKumar, "Artificial Neural Network for Human Behavior Prediction through Handwriting Analysis," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 36–41, 2010, doi: 10.5120/629-878.
- [4] V. R. Lokhande and B. W. Gawali, "Analysis of signature for the prediction of personality traits," *Proc. - 1st Int. Conf. Intell. Syst. Inf. Manag. ICISIM 2017*, vol. 2017-January, pp. 44–49, 2017, doi: 10.1109/ICISIM.2017.8122145.
- [5] M. A. Rahman, "ASPECT-BASED SENTIMEN ANALISIS OPINI PUBLIK PADA INSTAGRAM DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (STUDI KASUS : BIZNETNETWORKS) ASPECT-BASED SENTIMEN ANALISIS OPINI PUBLIK PADA INSTAGRAM DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (STUDI KASUS : BIZNETNETWORKS)," 2020.
- [6] W. S. Eka Putra, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.15696.
- [7] N. Fadlia and R. Kosasih, "Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn)," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 24, no. 3, pp. 207–215, 2019, doi: 10.35760/tr.2019.v24i3.2397.
- [8] A. T. Vo, H. S. Tran, and T. H. Le, "Advertisement image classification using convolutional neural network," in *2017 9th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE)*, 2017,

pp. 197–202, doi: 10.1109/KSE.2017.8119458.

- [9] B. Fallah and H. Khotanlou, “Identify human personality parameters based on handwriting using neural network,” *2016 Artif. Intell. Robot. IRANOPEN 2016*, pp. 120–126, 2016, doi: 10.1109/RIOS.2016.7529501.
- [10] T. Purwaningsih, I. A. Anjani, and P. B. Utami, “Convolutional Neural Networks Implementation for Chili Classification,” *Proceeding - 2018 Int. Symp. Adv. Intell. Informatics Revolutionize Intell. Informatics Spectr. Humanit. SAIN 2018*, pp. 190–194, 2019, doi: 10.1109/SAIN.2018.8673373.
- [11] K. P. Danakusumo, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Candi Berbasis Gpu,” *Tugas Akhir*, p. 68, 2017.
- [12] M. Sandler, A. Howard, M. Zhu, A. Zhmoginov, and L. C. Chen, “MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 4510–4520, 2018, doi: 10.1109/CVPR.2018.00474.
- [13] R. Rismi and S. N. Azhari, *Convolutional Neural Network implementation for image-based Salak sortation*. 2016.