

**PENGENALAN TULISAN TANGAN AKSARA JAWA
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

SKRIPSI



Oleh :

ALIEV WISNU PRASETYO

NPM. 17081010093

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2023**

**PENGENALAN TULISAN TANGAN AKSARA JAWA
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

ALIEV WISNU PRASETYO

NPM. 17081010093

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Judul : PENGENALAN TULISAN TANGAN AKSARA JAWA
MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK**

**Oleh : ALIEV WISNU PRASETYO
NPM : 17081010093**

**Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Kamis, Tanggal 26 Januari 2023**

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

1.

1.

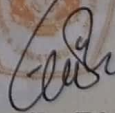


Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT
NIP. 19690723 2021211 005

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom
NIP. 19890705 2021212 002

2.

2.



Agung Mustika Rizki, S.Kom,
M.Kom
NIP. 19930725 2022031 008

Agung Mustika Rizki, S.Kom,
M.Kom
NIP. 19930725 2022031 008

Menyetujui

**Dekan
Fakultas Ilmu Komputer**

**Koordinator Program Studi
Informatika**



Dr. Novirina Hendrasarie, ST., MT.
NIP : 19681126 199403 2 001

Fetty Tri Anggrany, S.Kom., M.Kom
NIP. 19820211 201212 005

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya Mahasiswa program studi informatic UPN "Veteran" Jawa Timur,
yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aliev Wisnu Prasetyo

NPM : 17081010093

Menyatakan bahwa Judul Skripsi yang saya ajukan dan kerjakan yang
berjudul:

"PENGENALAN TULISAN TANGAN AKSARA JAWA MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*"

Bukan merupakan plagiat dari Skripsi/tugas akhir/penelitian orang lain dan juga
bukan merupakan produk dan atau *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya
juga menyatakan bahwa Skripsi ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang
dinyatakan dalam daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat
memperoleh gelar di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi Pendidikan
lain.

Jika ternyata di kemudian hari Pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya siap
menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 26 Januari 2023

Penulis,



ALIEV WISNU PRASETYO

NPM. 17081010093

PENGENALAN TULISAN TANGAN AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Nama Mahasiswa : Aliev Wisnu Prasetyo

NPM : 17081010093

Program Studi : Teknik Informatika

Dosen Pembimbing : Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT

Agung Mustika Rizki, S.Kom, M.Kom

Abstrak

Dunia sedang mengalami pandemi *corona virus disease 2019 (covid-19)*. Sesuai dengan anjuran *World Health Organization (WHO)* bahwa aktifitas di luar rumah dan bertemu dengan orang lain dengan terpaksa harus dikurangi atau jika memungkinkan dihentikan sementara waktu. Sehingga, orang-orang yang ingin mempelajari huruf aksara jawa tidak dapat hadir di tempat les atau mengundang guru ke rumah untuk mengurangi resiko tertular covid-19. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem pengenalan tulisan tangan huruf aksara jawa agar seseorang dapat berlatih secara mandiri di rumah.

Convolutional Neural Network (CNN) adalah algoritma *deep learning* yang biasa digunakan untuk mengklasifikasikan citra dan mengekstrak fitur citra baik secara *supervised learning* maupun *unsupervised learning*. CNN dipilih karena *dataset* yang digunakan nantinya berupa citra bernama Akasara Jawa / Hanacaraka dan tambahan *dataset* penulis sendiri. *dataset* yang digunakan berjumlah 3320 data yang terdiri dari 20 kelas. Namun, 3320 data bukanlah data yang banyak. Sehingga, perlu dilakukan augmentasi data untuk menambah variasi fitur agar dapat mengenali huruf dengan banyak varian dan tidak membuat model mengalami *overfitting*. Arsitektur yang digunakan adalah SIP-Net yang memiliki 6.826.846 parameter dan GoogLeNet yang memiliki 7.434.860 parameter.

Sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan pada penelitian ini berhasil mendapatkan akurasi tertinggi dari beberapa uji coba sebesar 100% dan menghasilkan sebuah pengetahuan di mana implementasi augmentasi data tidak terlalu berpengaruh pada akurasi yang didapatkan dengan hasil lebih baik. Bahkan

lebih baik tanpa augmentasi data. Selain itu, pada beberapa kasus, semakin banyak *epoch* juga mempengaruhi hasil akurasi dengan hasil lebih baik. Tidak hanya itu, model yang telah dilatih juga dilakukan *deployment* ke web untuk memudahkan pengujian dan selanjutnya dapat digunakan untuk pembelajaran.

Kata Kunci: *Deep learning, Convolutional Neural Network, Tulisan Tangan, Pengenalan Huruf Aksara Jawa*

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Rabb semesta alam yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya karena atas izin dan keridhoannya penulis mampu untuk menyelesaikan penelitian skripsi beserta dengan laporan hasil yang berjudul “Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Jawa Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah meneladankan sikap ulet, ketelitian dan sabar sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi ini dengan baik.

Banyak dukungan serta bantuan yang didapatkan selama melakukan penelitian hingga menyelesaikan laporan ini. Dengan rasa hormat serta banyak terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penyelesaian penilitan dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pemikiran. Oleh karena itu, penulis mengharapkan dan menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dalam penyempurnaan laporan ini. Semoga skripsi ini barokah, bermanfaat, dan berguna serta mampu memenuhi harapan berbagai pihak.

Surabaya, 26 Januari 2023

Penulis,

Aliev Wisnu Prasetyo

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyelesaian skripsi ini melalui tahapan yang memerlukan pengorbanan baik harta, jiwa, dan waktu. Banyak hambatan yang dihadapi, namun berkat kehendak Allah subhanahu wa ta'ala lah sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan oleh semua pihak yang terlibat di dalamnya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga bagi semua pihak yang telah memberi bantuan baik moril maupun materil, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT.,IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Novirina Hendrasarie, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Budi Nugroho S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi S1 Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT., selaku Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini Dosen dan staf Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberi ilmu, arahan, dan pengalamannya selama perkuliahan.
6. Kedua Orang Tua, Adik, dan Kerabat yang telah memberikan doa, kasih sayang, serta semangat pada saat melaksanakan penelitian dan juga dalam pengerjaan laporan.

7. Teman-teman penulis Rahadi, Dandy, Ryan, Kholil, Idham, Dani, Achirul, Amril dan teman-teman SMK yang telah memberi inspirasi dan masukan serta semangat dalam pembuatan dan penyelesaian skripsi ini.
8. Terimakasih untuk Puteri Aulia yang sudah memberikan semangat baru disaat penulis sedang kesulitan selama mengerjakan skripsi dan memotivasi untuk selalu memberikan yang terbaik dalam meraih masa depan yang cerah.
9. Teman-teman program studi Informatika angkatan 2017 yang telah memotivasi dan menjadi pemicu semangat dalam pembuatan skripsi ini.
10. Teman penulis yang pada pembuatan laporan ini masih berkuliah di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan semangat.
11. Serta semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu per satu.

Semoga Allah subhanahu wa ta'ala memberikan balasan kebaikan yang banyak dan berlipat ganda dari apa yang telah diberikan.

Surabaya, 26 Januari 2023

Penulis,

Aliev Wisnu Prasetyo

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | i |
| SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR KODE..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.4. Tujuan..... | 5 |
| 1.5. Manfaat..... | 5 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1. Penelitian Sebelumnya | 7 |
| 2.2. Huruf Aksara Jawa | 10 |
| 2.3. Artificial Intelligence (AI) | 10 |
| 2.4. Machine Learning | 12 |
| 2.5. Deep Learning | 17 |
| 2.6. Neural Network | 18 |
| 2.7. Convolutional Neural Network (CNN) | 19 |

| | | |
|---|-------------------------------|-----------|
| 2.7.1 | Convolutional Layer..... | 23 |
| 2.7.2 | Pooling Layer | 25 |
| 2.7.3 | Fully Connected Layer | 27 |
| 2.7.4 | Fungsi Aktivasi | 28 |
| 2.7.5 | Stride | 29 |
| 2.7.6 | Padding..... | 30 |
| 2.7.7 | Fungsi Dropout | 30 |
| 2.7.8 | Fungsi Loss | 31 |
| 2.7.9. | Optimizer..... | 32 |
| 2.8. | Confusion Matrix | 33 |
| 2.9 | Python..... | 34 |
| 2.10 | Keras..... | 34 |
| 2.11 | Tensor Flow..... | 35 |
| 2.12 | Flask | 36 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 38 |
| 3.1. | Tahapan Penelitian | 38 |
| 3.2. | Dataset | 39 |
| 3.3. | Praproses | 39 |
| 3.4. | Augmentasi Data | 40 |
| 3.5. | Arsitektur CNN | 42 |
| 3.6. | Pelatihan | 46 |
| 3.7. | Evaluasi | 48 |
| 3.8. | Deployment..... | 48 |
| 3.9. | Lingkungan Pengembangan | 50 |
| 3.10. | Skenario Uji Coba | 50 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 52 |

| | | |
|---------------------------------|--|----|
| 4.1. | Implementasi Program | 52 |
| 4.1.1. | Import Library | 52 |
| 4.1.2. | Pra Pelatihan..... | 53 |
| 4.1.3. | Arsitektur CNN | 53 |
| 4.1.4. | Praproses dan Augmentasi Data..... | 57 |
| 4.1.5. | Pelatihan..... | 59 |
| 4.1.6. | Metrik..... | 61 |
| 4.1.7. | Pengujian..... | 63 |
| 4.1.8. | Confusion matrix..... | 65 |
| 4.2. | Pelatihan dan Pengujian Dengan Augmentasi Data..... | 67 |
| 4.2.1. | Pengujian dengan arsitektur SIP-Net 105 epoch..... | 67 |
| 4.2.2. | Pengujian dengan arsitektur GoogLeNet 105 epoch..... | 69 |
| 4.3. | Pelatihan dan Pengujian Tanpa Augmentasi Data | 70 |
| 4.3.1. | Pengujian dengan arsitektur SIP-Net 105 epoch..... | 70 |
| 4.3.2. | Pengujian dengan arsitektur GoogLeNet-Net 105 epoch..... | 71 |
| 4.4. | Pembahasan | 72 |
| 4.5. | Deployment Model ke Web | 73 |
| 4.6. | Pengujian Black Box | 75 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 76 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 76 |
| 5.2. | Saran..... | 77 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 78 |
| BIODATA PENULIS | | 80 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 <i>a.sebelum cropping, b.sesudah cropping</i> (Sam'ani, & Qamaruzzaman, 2017) | 7 |
| Gambar 2.1 Arsitektur CNN SIP-Net (Pradika, dkk, 2020) | 9 |
| Gambar 2.3 Aksara Jawa Nglegena (Arif, dkk, 2021)..... | 10 |
| Gambar 2.4 Turing Test | 12 |
| Gambar 2.5: Ilustrasi makanan pesta. | 13 |
| Gambar 2.6: Ilustrasi makanan pesta 2. | 14 |
| Gambar 2.7 Macam-macam algoritma supervised learning dan unsupervised learning (Mathworks, 2020)..... | 16 |
| Gambar 2.8 Machine Learning and Deep Learning (Gill, 2020)..... | 17 |
| Gambar 2.9 Neural Network..... | 18 |
| Gambar 2.10 Contoh arsitektur CNN (Deshpande, 2016). | 19 |
| Gambar 2.11 Arsitektur LeNet-5 (LeCun et al., 1998). | 20 |
| Gambar 2.12 Arsitektur AlexNet (Krizhevsky et al., 2007). | 20 |
| Gambar 2.13 Arsitektur <i>Network in Network</i> (Lin et al., 2014). | 21 |
| Gambar 2.14 Arsitektur VGG (Simonyan & Zisserman, 2015). Selanjutnya adalah arsitektur VGG, ada beberapa varian dalam arsitektur | 21 |
| Gambar 2.15 Penggunaan <i>Inception module</i> GoogLeNet (Prabhu, 2018)..... | 22 |
| Gambar 2.16 <i>Inception module</i> (Szegedy et al., 2015). | 23 |
| Gambar 2.17 Convolution layer (Brownlee, 2020)..... | 24 |
| Gambar 2.18 Contoh Pooling (Wira, 2020)..... | 25 |
| Gambar 2.19 Convolution dan Pooling (Wira, 2020)..... | 26 |
| Gambar 2.20 Fully Connected Layer (Sreevinas, 2020)..... | 27 |
| Gambar 2.21 Flatten Layer | 28 |

| | |
|---|----|
| Gambar 2.22 Fungsi aktivasi sigmoid/logistic dan ReLU (Sharma, 2017). | 29 |
| Gambar 2.23 Fungsi Dropout (Shafira, 2018) | 31 |
| Gambar 2.24 Confusion Matrix (Shafira, 2018) | 33 |
| Gambar 2.25 Logo Python (Python.org)..... | 34 |
| Gambar 2.26 Logo Keras (Keras.io)..... | 35 |
| Gambar 2.27 Logo Tensorflow (Rstudio)..... | 36 |
| Gambar 2.28 Logo Flask (Ravi, 2019) | 37 |
| Gambar 3.1. Tahapan penelitian | 38 |
| Gambar 3.2 Sampel dataset..... | 39 |
| Gambar 3.3 Praproses data..... | 39 |
| Gambar 3.4 Citra yang dihasilkan dari praproses. | 40 |
| Gambar 3.5 Augmentasi Data | 41 |
| Gambar 3.6 Hasil Augmentasi Data..... | 42 |
| Gambar 3.7 Arsitektur CNN SIP-Net | 42 |
| Gambar 3.8 Arsitektur CNN GoogLeNet | 43 |
| Gambar 3.9 Struktur <i>Auxiliary Classifiers</i> | 46 |
| Gambar 3.10 Pelatihan Model..... | 46 |
| Gambar 3.11 Evaluasi Performa Model..... | 48 |
| Gambar 3.12 <i>Deployment</i> model ke web | 48 |
| Gambar 3.13 Desain UI..... | 49 |
| Gambar 3.14 <i>Use Case</i> | 49 |
| Gambar 4.1 Detail Arsitektur SIP-Net..... | 56 |
| Gambar 4.2 Detail Arsitektur GoogLeNet | 57 |
| Gambar 4.3 Hasil praproses dan augmentasi serta pembagian <i>dataset</i> CNN SIP-Net dan CNN GoogLeNet..... | 59 |
| Gambar 4.4 Jalannya pelatihan model CNN SIP-Net..... | 61 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.5 Jalannya pelatihan model CNN GoogLeNet..... | 61 |
| Gambar 4.6 Metrik selama pelatihan CNN SIP-Net..... | 62 |
| Gambar 4.7 Metrik selama pelatihan CNN GoogLeNet..... | 63 |
| Gambar 4.8 Pengujian pertama dan gambaran fungsi aktivasi <i>softmax</i> | 64 |
| Gambar 4.9 Pengujian keseluruhan dengan membuat fungsi sendiri. | 65 |
| Gambar 4.10 Hasil contoh <i>confusion matrix</i> | 66 |
| Gambar 4.11 Detail contoh <i>confusion matrix</i> | 66 |
| Gambar 4.12 Metrik akurasi pelatihan dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 67 |
| Gambar 4.13 Metrik <i>loss</i> pelatihan dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 68 |
| Gambar 4.14 <i>Confusion matrix</i> dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 68 |
| Gambar 4.15 Metrik akurasi pelatihan dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 69 |
| Gambar 4.16 Metrik <i>loss</i> pelatihan dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 69 |
| Gambar 4.17 Metrik <i>akurasi</i> pelatihan tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 70 |
| Gambar 4.18 Metrik <i>loss</i> pelatihan tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 71 |
| Gambar 4.19 Metrik akurasi pelatihan tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 71 |
| Gambar 4.20 Metrik <i>loss</i> pelatihan tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i> | 72 |
| Gambar 4.21 Hasil web..... | 73 |
| Gambar 4.22 Mengatur ketebalan dan memprediksi huruf aksara jawa..... | 74 |
| Gambar 4.23 Menulis dan memprediksi | 74 |
| Gambar 4.24 Hasil prediksi detail di balik layer..... | 75 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Model arsitektur yang dibangun | 8 |
| Tabel 4.1 Pembahasan hasil uji..... | 72 |
| Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>black box</i> | 75 |

DAFTAR KODE

| | |
|--|----|
| Kode Program 4.1. Import Library CNN SIP-Net | 52 |
| Kode Program 4.2 Import Library CNN GoogLeNet | 52 |
| Kode Program 4.3 Pra pelatihan SIP-Net | 53 |
| Kode Program 4.4 Pra Pelatihan GoogLeNet | 53 |
| Kode Program 4.5 Arsitektur CNN SIP-Net..... | 54 |
| Kode Program 4.6 Arsitektur CNN GoogLeNet..... | 55 |
| Kode Program 4.7 Inisialisasi kelas, praproses, augmentasi data, dan pembagian <i>dataset</i> CNN SIP-Net..... | 58 |
| Kode Program 4.8 Inisialisasi kelas, praproses, augmentasi data, dan pembagian <i>dataset</i> CNN GoogLeNet..... | 59 |
| Kode Program 4.9 Pelatihan model CNN SIP-Net | 60 |
| Kode Program 4.10 Pelatihan model CNN GoogLeNet | 60 |
| Kode Program 4.11 Visualisasi metrik saat pelatihan CNN SIP-Net | 61 |
| Kode Program 4.12 Visualisasi metrik saat pelatihan CNN GoogLeNet | 62 |
| Kode Program 4.13 Pengujian pertama | 64 |
| Kode Program 4.14 Pengujian kedua..... | 65 |
| Kode Program 4.9 Membuat confusion matrix..... | 65 |