

**PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF HIJAIYAH
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

SKRIPSI



Oleh:

SUNU ILHAM PRADIKA

NPM. 17081010045

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2020**

**PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF HIJAIYAH
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

SKRIPSI



Oleh:

SUNU ILHAM PRADIKA

NPM. 17081010045

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Judul : PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF HIJAIYAH
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK*

Oleh : SUNU ILHAM PRADIKA

NPM : 17081010045

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada:
Hari Kamis, Tanggal 17 Desember 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

1.

1.


Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1


Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T
NPT. 3 8610 10 0296 1

2.

2.


Eva Yulia P., S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8907 13 0346 1


Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom
NPT. 201198 31 223248

Menyetujui

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer

Koordinator Program Studi
Informatika



Dr. Ir. N. Ketut Sari, M.I
NIP. 19630731 199203 2 001


Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa program studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SUNU ILHAM PRADIKA

NPM : 17081010045

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan yang berjudul **“Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Hijaiyah Menggunakan 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, 17 Desember 2020
Penulis,



SUNU ILHAM PRADIKA
NPM. 17081010045

PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF HIJAIYAH MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Nama : Sunu Ilham Pradika
NPM : 17081010045
Program Studi : Informatika
Pembimbing : Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
Eva Yulia Puspaningrum, S.kom, M.kom

Abstrak

Dunia sedang mengalami pandemi *coronavirus disease 2019 (covid-19)*. Sesuai dengan anjuran *World Health Organization (WHO)* bahwa aktivitas 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 hijaiyah 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 hijaiyah 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 Hijaiyah1SKFI dan terbukti telah sukses pada data tidak terstruktur seperti citra. Hijaiyah1SKFI merupakan *dataset* dengan banyak data sebesar 2100 data yang terdiri dari 30 kelas. Namun, 2100 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.

Sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan pada penelitian ini berhasil mendapatkan akurasi tertinggi dari beberapa uji coba sebesar 99,7% dan menghasilkan sebuah pengetahuan di mana implementasi augmentasi data cukup berpengaruh pada akurasi yang didapatkan dengan hasil lebih baik yaitu selisih hingga 9%. Selain itu, pada beberapa kasus, semakin banyak *epoch* juga mempengaruhi hasil akurasi dengan hasil lebih baik yaitu selisih hingga 2%. 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, Pengenalan Huruf Hijaiyah*

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 yang dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2020 beserta dengan laporan hasil yang berjudul "Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Hijaiyah Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*". Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad shallallahu 'alaihi wa sallam, keluarga, para sahabat, serta umat beliau yang senantiasa mengikuti petunjuk beliau.

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 penelitian 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 menjadi berkah, bermanfaat, dan berguna serta mampu memenuhi harapan berbagai pihak.

Surabaya, 17 Desember 2020
Penulis,

Sunu Ilham Pradika

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 selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari, 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 Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan 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.
4. Ibu Eva Yulia P., S.kom, M.kom, selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran – saran yang sangat berharga kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. 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 di Pencari Makna Hidup (PMH) yang telah memberi inspirasi dan masukan serta semangat dalam pembuatan dan penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman program studi Informatika angkatan 2017 yang telah memotivasi dan menjadi pemicu semangat dalam pembuatan skripsi ini.
9. Teman dekat sekaligus sahabat penulis yang pada pembuatan laporan ini masih berkuliah di Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan semangat.
10. 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, 17 Desember 2020
Penulis,

Sunu Ilham Pradika

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR RUMUS	xi
DAFTAR KODE PROGRAM.....	xii
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 Pengenalan.....	13
2.3 Huruf Hijaiyah.....	13
2.4 Artificial Intelligence	14
2.5 Machine Learning.....	16
2.6 Deep Learning	19
2.7 Convolutional Neural Network	21
2.7.1 Convolution Layer	27

2.7.2	Pooling Layer	30
2.7.3	Fully Connected Layer	31
2.7.4	Fungsi Aktivasi	32
2.7.5	Fungsi Loss	34
2.7.6	Optimizer.....	36
2.8	Confusion Matrix	37
2.9	Python.....	38
2.10	Flask	39
2.11	Keras.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		41
3.1	Tahapan Penelitian	41
3.2	Dataset	42
3.3	Praproses	43
3.4	Augmentasi Data	44
3.5	CNN.....	46
3.6	Pelatihan	48
3.7	Evaluasi	49
3.8	Deployment	50
3.9	Lingkungan Pengembangan	52
3.10	Skenario Uji Coba	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Implementasi Program	54
4.1.1	Import Library	54
4.1.2	Praproses dan Augmentasi Data.....	55
4.1.3	Arsitektur CNN	57
4.1.4	Pelatihan.....	58

4.1.5	Metrik.....	60
4.1.6	Pengujian.....	61
4.1.7	Confusion Matrix	64
4.2	Pelatihan dan Pengujian Tanpa Augmentasi Data	65
4.2.1	Pengujian 50 Epoch.....	66
4.2.2	Pengujian 105 Epoch.....	69
4.3	Pelatihan dan Pengujian Dengan Augmentasi Data	72
4.3.1	Pengujian 50 Epoch.....	73
4.3.2	Pengujian 105 Epoch.....	76
4.4	Pembahasan	80
4.5	Deployment Model ke Web.....	81
4.5.1	Pengujian Black Box.....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		84
5.1	Kesimpulan.....	84
5.2	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA		86
BIODATA PENULIS		98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Huruf hijaiyah (Angga, 2020).	14
Gambar 2.2 Pengujian Turing (Javatpoint, 2020).	15
Gambar 2.3 Cara belajar pada pembelajaran mesin.	16
Gambar 2.4 Macam-macam algoritma <i>supervised learning</i> dan <i>unsupervised learning</i> (Mathworks, 2020).	18
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>deep learning</i> (Gill, 2020).	20
Gambar 2.6 Contoh arsitektur CNN (Deshpande, 2016).....	22
Gambar 2.7 Arsitektur LeNet-5 (LeCun et al., 1998).	22
Gambar 2.8 Arsitektur AlexNet (Krizhevsky et al., 2007).....	23
Gambar 2.9 Arsitektur <i>Network in Network</i> (Lin et al., 2014).	23
Gambar 2.10 Arsitektur VGG (Simonyan & Zisserman, 2015).....	24
Gambar 2.11 Penggunaan <i>Inception module</i> GoogLeNet (Prabhu, 2018).	25
Gambar 2.12 <i>Inception module</i> (Szegedy et al., 2015).	26
Gambar 2.13 Penerapan <i>residual network</i> (Missinglink.ai, 2020)	26
Gambar 2.14 Proses pada <i>convolution layer</i>	27
Gambar 2.15 Implementasi <i>padding</i>	29
Gambar 2.16 Implementasi <i>stride</i>	29
Gambar 2.17 <i>Pooling</i>	30
Gambar 2.18 Proses <i>flattening</i>	32
Gambar 2.19 Penerapan fungsi aktivasi.	32
Gambar 2.20 Fungsi aktivasi <i>sigmoid/logistic</i> dan ReLU (Sharma, 2017).....	33
Gambar 2.21 Operasi ReLU.	34
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	41
Gambar 3.2 Sampel <i>dataset</i>	42
Gambar 3.3 Praproses data.	43
Gambar 3.4 Citra yang dihasilkan dari praproses.....	44
Gambar 3.5 Augmentasi data.	45
Gambar 3.6 Hasil augmentasi data.	46
Gambar 3.7 Arsitektur CNN SIP-Net.....	46
Gambar 3.8 Pelatihan model.	48

Gambar 3.9 Evaluasi performa model.	49
Gambar 3.10 <i>Deployment</i> model ke web.	50
Gambar 3.11 Desain UI.	51
Gambar 3.12 <i>Use case</i>	51
Gambar 4.1 Hasil praproses dan augmentasi serta pembagian <i>dataset</i>	56
Gambar 4.2 Detail arsitektur.	58
Gambar 4.3 Jalannya pelatihan model.	59
Gambar 4.4 Metrik selama pelatihan.	61
Gambar 4.5 Pengujian petama dan gambaran fungsi aktivasi <i>softmax</i>	63
Gambar 4.6 Pengujian keseluruhan dengan membuat fungsi sendiri.	64
Gambar 4.7 Hasil contoh <i>confusion matrix</i>	65
Gambar 4.8 Detail contoh <i>confusion matrix</i>	65
Gambar 4.9 Metrik akurasi pelatihan tanpa augmentasi data 50 <i>epoch</i>	66
Gambar 4.10 Metrik akurasi pelatihan tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i>	67
Gambar 4.11 Metrik akurasi pelatihan tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i>	69
Gambar 4.12 Metrik <i>loss</i> saat pelatihan tanpa augmentasi.	70
Gambar 4.13 Metrik akurasi pelatihan dengan augmentasi data 50 <i>epoch</i>	73
Gambar 4.14 Metrik <i>loss</i> pelatihan dengan augmentasi data 50 <i>epoch</i>	74
Gambar 4.15 Metrik akurasi pelatihan dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i>	76
Gambar 4.16 Metrik <i>loss</i> pelatihan dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i>	77
Gambar 4.17 Hasil web.	81
Gambar 4.18 Menebalkan dan memprediksi.	82
Gambar 4.19 Menulis dan memprediksi.	82
Gambar 4.20 Hasil prediksi detail di balik layar.	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa Penelitian Sebelumnya	12
Tabel 4.1 <i>Confusion matrix</i> tanpa augmentasi data 50 <i>epoch</i>	67
Tabel 4.2 <i>Confusion matrix</i> tanpa augmentasi data 105 <i>epoch</i>	71
Tabel 4.3 <i>Confusion matrix</i> dengan augmentasi data 50 <i>epoch</i>	74
Tabel 4.4 <i>Confusion matrix</i> dengan augmentasi data 105 <i>epoch</i>	78
Tabel 4.5 Pembahasan hasil uji	80
Tabel 4.6 Hasil pengujian <i>black box</i>	83

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1.	28
Rumus 2.2.	30
Rumus 2.3.	34
Rumus 2.4.	35
Rumus 2.5.	35
Rumus 2.6.	36
Rumus 2.7.	38
Rumus 2.8.	38
Rumus 2.9.	38
Rumus 2.10.	38

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4.1 <i>Import library</i> yang dibutuhkan.	54
Kode Program 4.2 Inisialisasi kelas, praproses, augmentasi data, dan pembagian <i>dataset</i>	56
Kode Program 4.3 Arsitektur CNN.....	57
Kode Program 4.4 Pelatihan model.	59
Kode Program 4.5 Visualisasi metrik saat pelatihan.	60
Kode Program 4.6 Pengujian pertama.	62
Kode Program 4.7 Pengujian kedua.....	63
Kode Program 4.8 Membuat <i>confusion matrix</i>	64