

**PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF RUSIA DENGAN
ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI



Oleh :

KHOLILUL RACHMAN N.M

NPM. 17081010055

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2021**

**PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF RUSIA DENGAN
ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana

Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

KHOLILUL RACHMAN N.M

NPM. 17081010055

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Judul : **Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Rusia
dengan Algoritma *Convolutional Neural Network***

Oleh : **Kholilul Rachman N.M**

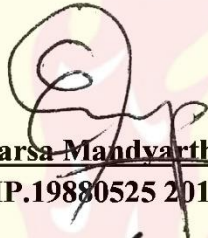
NPM : **17081010055**

**Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada:
Hari Senin, Tanggal 7 Juni 2021**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing

1.



Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom.
NIP.19880525 2018031 001

2.



Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom.
NRP.201199 30 725197

Dosen Penguji

1.



Dr. Basuki Rahmat, S.Si., MT.
NPT.3 6907 06 0209 1


2.



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

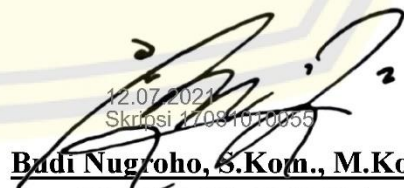
Mengetahui:

**Dekan
Fakultas Ilmu Komputer,**



Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT.
NIP.19650731 199203 2 001

**Koordinator Program Studi
Informatika,**



12.07.2021
Skripsi 17081010055

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



Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Rusia dengan Algoritma *Convolutional Neural Network*

Nama Mahasiswa : Kholilul Rachman N.M
NPM : 17081010055
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom
Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom

ABSTRAK

Pengenalan tulisan tangan merupakan komponen penting untuk banyak aplikasi di berbagai bidang. Sistem pengenalan tulisan tangan huruf rusia diperlukan pada bidang pendidikan bahasa asing untuk melakukan koreksi otomatis terhadap seseorang yang ingin belajar menulisnya. Maka dari itu diperlukan sistem yang dapat menganalisis penulisan tangan huruf rusia dengan baik dan mudah. Namun dalam pengimplementasiannya terdapat tantangan masalah seperti analisis kumpulan data tulisan tangan huruf rusia yang banyak variasinya, pemilihan dalam penerapan model arsitektur CNN yang efektif, dan banyaknya *epoch* serta data yang dilatih agar sistem dapat memprediksi secara akurat.

Salah satu metode *deep learning* pengembangan dari *multilayer perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) yang efektif mengolah data citra objek spasial. Model CNN dilatih menggunakan *dataset* huruf rusia yang ditulis dalam alfabet cyrillic sebanyak 17721 data gambar yang terbagi pengelompokan kelas menjadi 33 huruf. *Dataset* dibagi menjadi dua bagian yaitu data pelatihan dan data uji yang masing-masing sebanyak 80% dan 20% data.

Sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan pada penelitian ini mendapatkan akurasi tertinggi dari beberapa uji coba dengan nilai akurasi pelatihan dan akurasi validasi sebesar 100% untuk model tanpa augmentasi data, dan nilai akurasi pelatihan sebesar 86% dan nilai akurasi validasi sebesar 90% untuk model dengan augmentasi data. Model yang telah dilatih juga dilakukan *deployment* ke *web* untuk memudahkan pengujian dan dapat digunakan untuk pembelajaran secara interaktif.

Kata Kunci: Tulisan Tangan, Pengenalan Huruf Rusia, *Convolutional Neural Network*, *Deep Learning*.

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

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

Nama : Kholilul Rachman N.M

NPM : 17081010055

Menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan yang berjudul:

“PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF RUSIA DENGAN ALGORITMA *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, 15 Juli 2021

Penulis,



KHOLILUL RACHMAN N.M

NPM. 17081010055

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin atas nama Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang maha pengasih lagi maha penyayang, penulis memanjatkan puji dan syukur yang tiada akan hentinya atas segala pemberian rahmat dan hidayah-Nya, karena seizin dan keridhoan-Nya atas segala kemudahan yang diberikan-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian skripsi ini yang berjudul “**PENGENALAN TULISAN TANGAN HURUF RUSIA DENGAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**”. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad *shallallaahu 'alaihi wa sallam* yang telah meneladankan sikap ulet dan sabar sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi ini dengan baik.

Selama melaksanakan dan menyelesaikan laporan skripsi ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, pengarahan serta saran yang membantu dari penulisan laporan ini. Sehingga akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan skripsi ini masih belum dapat dikatakan sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati dan juga penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Surabaya, 15 Juli 2021

Penulis,



Kholilul Rachman N.M

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah atas kehendak Allah subhanahu wa ta'ala, sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Pertama-tama penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada kedua orang tua dan kedua kakak saya karena berkat pengorbanan dan jasa-jasanya serta doa-doanya beliau semua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Seiring dengan itu, penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan banyak terima kasih yang sedalam-dalamnya 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 S1 Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan serta memberikan ilmunya kepada penulis hingga menyelesaikan laporan 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.

6. Dosen dan staf Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberi ilmu, arahan, dan pengalamannya selama perkuliahan.
7. Sahabat-sahabat penulis di Pencari Makna Hidup (PMH) yang telah memberikan inspirasi dan masukan serta semangat dalam pembuatan dan penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman jurusan Informatika angkatan 2017, serta semua pihak yang telah membantu proses pengerjaan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. *Jazakumullah khairan katsiran.*

Surabaya, 15 Juli 2021

Penulis,



Kholilul Rachman N.M

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR KODE	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Sebelumnya	9
2.1.1 Penelitian Ke 1	9
2.1.2 Penelitian Ke 2	10

2.1.3	Penelitian Ke 3	12
2.2	Huruf Rusia	13
2.3	K-Fold Cross Validation	15
2.4	<i>Deep Learning</i>	16
2.5	<i>Neural Network</i>	17
2.6	Convolutional Neural Network	18
2.6.1	<i>Convolution Layer</i>	20
2.6.2	<i>Pooling Layer</i>	22
2.6.3	<i>Fully Connected Layer</i>	24
2.6.4	<i>Dropout</i>	24
2.6.5	<i>Optimizer</i>	25
2.6.6	Fungsi Aktivasi	26
2.6.7	Fungsi <i>Loss</i>	28
2.7	Confusion Matrix	29
2.8	Python	31
2.9	Tensorflow	32
2.10	Keras	34
2.11	Matplotlib	34
2.12	Numpy.....	35
2.13	<i>Scikit – Learn</i>	35
2.14	Pandas	36
2.15	Flask.....	36
2.16	Dataset	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39

3.1	Analisis Data	39
3.1.1	Studi Literatur	39
3.1.2	Objek Penelitian	40
3.1.3	Data Penelitian	41
3.2	Analisis Sistem	42
3.2.1	Perancangan Sistem	42
3.2.2	Dataset.....	43
3.2.3	<i>Preprocess And Augmentation</i>	43
3.2.4	Arsitektur CNN	46
3.2.5	Proses <i>Training</i>	46
3.2.6	Evaluasi	54
3.2.7	Metrik Pengujian	55
3.3	<i>Deployment</i>	56
3.3.1	Perancangan <i>User Interface</i>	57
3.3.2	<i>Use Case</i>	58
3.4	Skenario Uji Coba	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		60
4.1	Implementasi Program	60
4.1.1	Lingkungan Pengembangan	60
4.1.2	<i>Import Library</i>	61
4.1.3	Praproses dan Augmentasi Data	63
4.1.4	Arsitektur CNN	65
4.1.5	Pelatihan	67
4.1.6	Visualisasi Metrik	69

4.1.7	Pengujian	70
4.1.8	Confusion Matrix	74
4.2	Pelatihan dan Pengujian Tanpa Augmentasi Data	77
4.2.1	Pengujian 65 <i>Epoch</i>	77
4.2.2	Pengujian 130 <i>Epoch</i>	81
4.3	Pelatihan dan Pengujian Dengan Augmentasi Data.....	84
4.3.1	Pengujian 65 <i>Epoch</i>	85
4.3.2	Pengujian 130 <i>epoch</i>	89
4.4	Pembahasan Pengujian.....	93
4.5	<i>Deployment</i> Model Berbasis Web.....	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		99
5.1	Kesimpulan	99
5.2	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA		102
BIODATA PENULIS		108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) sebelum cropping (b) sesudah cropping.....	9
Gambar 2.2 Arsitektur CNN SIP-Net.....	13
Gambar 2.3 Deep Learning (Gill, 2020).....	17
Gambar 2.4 Neural Network (Hijazi, dkk, 2015).....	18
Gambar 2.5 Model Convolutional Neural Network.....	19
Gambar 2.6 Convolution layer	21
Gambar 2.7 Pooling layer.....	23
Gambar 2.8 Fully Connected Layer	24
Gambar 2.9 Dropout.....	25
Gambar 2.10 Fungsi ReLU (Hijazi, dkk, 2015).....	27
Gambar 2.11 Logo Python	32
Gambar 2.12 Logo Tensorflow	33
Gambar 2.13 Logo Keras	34
Gambar 2.14 Logo Flask.....	37
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Perancangan Sistem.....	43
Gambar 3.3 Alur Praproses dan Augmentasi Data.....	44
Gambar 3.4 Hasil Praproses dan Augmentasi Data.....	45
Gambar 3.5 Skema <i>training</i> dan <i>testing</i>	47
Gambar 3.6 Rancangan Arsitektur CNN.....	49
Gambar 3.7 Arsitektur CNN.....	50
Gambar 3.8 Proses <i>convolution layer</i>	52

Gambar 3.9 Evaluasi	54
Gambar 3.10 Metrik pengujian	55
Gambar 3.11 Deployment	57
Gambar 3.12 Rancangan <i>user interface</i>	57
Gambar 3.13 <i>Use case</i>	58
Gambar 4.1 Pengecekan GPU dan tensorflow	62
Gambar 4.2 Hasil praproses dan augmentasi serta pembagian <i>dataset</i>	65
Gambar 4.3 Detail arsitektur CNN	67
Gambar 4.4 Jalannya pelatihan model.....	68
Gambar 4.5 Metrik selama pelatihan.....	70
Gambar 4.6 Pengujian pertama pada data tes.....	72
Gambar 4.7 Pengujian pertama pada gambar baru.....	73
Gambar 4.8 Pengujian keseluruhan dengan membuat fungsi sendiri.....	74
Gambar 4.9 Metrik akurasi pelatihan tanpa augmentasi data <i>65 epoch</i>	75
Gambar 4.10 Metrik loss pelatihan tanpa augmentasi data <i>65 epoch</i>	76
Gambar 4.11 Metrik akurasi pelatihan tanpa augmentasi data <i>130 epoch</i>	77
Gambar 4.12 Metrik <i>loss</i> pelatihan tanpa augmentasi data <i>130 epoch</i>	78
Gambar 4.13 Metrik akurasi pelatihan dengan augmentasi data <i>65 epoch</i>	82
Gambar 4.14 Metrik <i>loss</i> pelatihan dengan augmentasi data <i>65 epoch</i>	83
Gambar 4.15 Metrik akurasi pelatihan dengan augmentasi data <i>130 epoch</i>	85
Gambar 4.16 Metrik <i>loss</i> pelatihan dengan augmentasi data <i>130 epoch</i>	86
Gambar 4.17 Halaman beranda <i>web</i>	89
Gambar 4.18 Halaman prediksi <i>web</i>	89
Gambar 4.19 Halaman huruf rusia <i>web</i>	90

Gambar 4.20 Halaman tentang <i>web</i>	90
Gambar 4.21 Memprediksi huruf ah	91
Gambar 4.22 Hasil prediksi detail huruf ah dibalik layar.....	91
Gambar 4.23 Memprediksi huruf cheh.....	92
Gambar 4.24 Hasil prediksi detail huruf cheh dibalik layar.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Model arsitektur yang dibangun.....	14
Tabel 2.2 Huruf Rusia	14
Tabel 2.3 Confusion Matrix	30
Tabel 3.1 <i>Sample dataset</i> tiap kategori.....	40
Tabel 3.2 Parameter Pelatihan.....	48
Tabel 3.3 Contoh confusion matrix	56
Tabel 4.1 Hasil contoh confusion matrix	74
Tabel 4.2 Detail contoh confusion matrix	75
Tabel 4.3 Confusion matrix tanpa augmentasi data 65 epoch.....	78
Tabel 4.4 Confusion matrix tanpa augmentasi data 130 epoch.....	81
Tabel 4.5 Confusion matrix dengan augmentasi data 65 epoch.....	85
Tabel 4.6 Confusion matrix dengan augmentasi data 130 epoch.....	90
Tabel 4.7 Pembahasan hasil uji	92

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	21
Rumus 2.2	23
Rumus 2.3	27
Rumus 2.4	27
Rumus 2.5	29
Rumus 2.6	30
Rumus 2.7	30
Rumus 2.8	31
Rumus 2.9	31

DAFTAR KODE

Kode 4.1 <i>Import Library</i>	62
Kode 4.2 Praproses dan Augmentasi Data	64
Kode 4.3 Arsitektur CNN	65
Kode 4.4 Pelatihan model.....	67
Kode 4.5 Visualisasi metrik.....	69
Kode 4.6 Pengujian pertama.....	71
Kode 4.7 Pengujian kedua	73
Kode 4.8 Membuat confusion matrix	74