

SKRIPSI



**KLASIFIKASI CITRA ABJAD BAHASA ISYARAT INDONESIA
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

MUHAMMAD FADILLAH

NIM. 1810511064

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

APRIL 2024

SKRIPSI



**KLASIFIKASI CITRA ABJAD BAHASA ISYARAT INDONESIA
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

MUHAMMAD FADILLAH

NIM. 1810511064

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
APRIL 2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fadillah

NIM : 1810511064

Program Studi : S1 Informatika

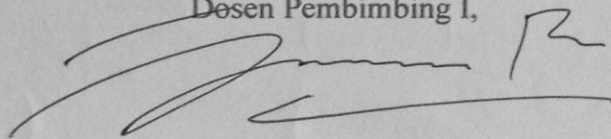
Judul Skripsi/TA : KLASIFIKASI ABJAD BAHASA ISYARAT INDONESIA
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Dinyatakan telah memenuhi syarat dan menyetujui untuk mengikuti ujian sidang skripsi/tugas akhir.

Jakarta, 30 November 2023

Menyetujui,

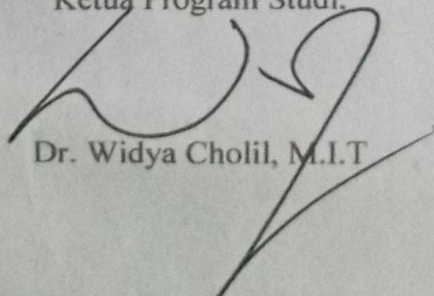
Dosen Pembimbing I,



Indra Permana Solihin, S.Kom, M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi,



Dr. Widya Cholil, M.I.T

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Fadillah

NIM : 1810511064

Tanggal : 30 November 2023

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 30 November 2023

Yang menyatakan,



(Muhammad Fadillah)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fadillah

NIM : 1810511064

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exchange Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

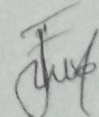
Klasifikasi Citra Abjad Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Algoritma
Convolutional Neural Network

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formalitas, mengelola dalam bentuk pengkalan data (Basis Data), merawat dan mempublikasi Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta,

Pada tanggal : 30 November 2023

Yang menyatakan,



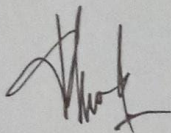
(Muhammad Fadillah)

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini dinyatakan bahwa Tugas Akhir berikut:

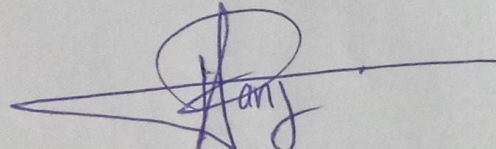
Nama : Muhammad Fadillah
NIM : 1810511064
Program Studi : S1 Informatika
Judul : Klasifikasi Citra Abjad Bahasa Isyarat Indonesia
Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



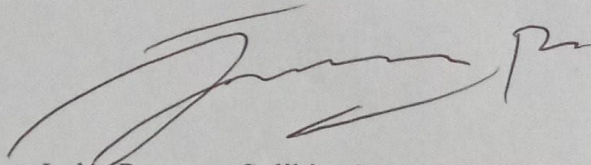
Iin Ernawati, S.Kom., M.Si.

Penguji 1



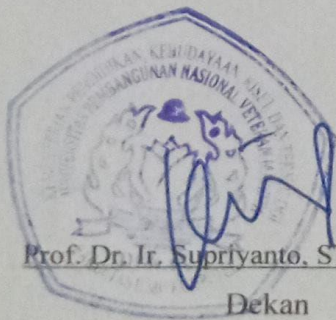
Muhamad Panji Muslim, S.Pd., M.Kom

Penguji 2



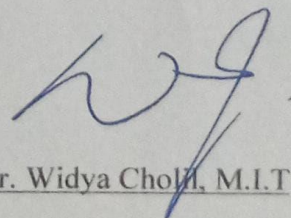
Indra Permana Solihin, S.Kom., M.Kom.

Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM

Dekan



Dr. Widya Cholli, M.I.T

Ketua Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Pengesahan : 22 Juli 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberi kesempatan dan kekuatan untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Klasifikasi Citra Abjad Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*”**

Adapun maksud dan tujuan dari pembuatan laporan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer dari Program Studi S1 Informatika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Di lain sisi, tugas akhir ini menjadi gambaran penulis untuk dapat memulai penelitian yang akan lebih luas di masa yang akan datang.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis sebagai mahasiswa Program Studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta banyak mendapatkan pengalaman dan wawasan baru yang belum pernah penulis dapatkan. Penulis juga mendapatkan arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak, Ibu, Teh Maya
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM selaku Plt. Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
3. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T selaku Ketua Program Studi S1 Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
4. Bapak Indra Permana Solihin, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing.
5. Seluruh dosen dan staff Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

6. Teman-teman *Hopeless* Fuad, Eza, Asnan, Roudry dan Zacky yang selalu memberi motivasi, semangat dan dukungan dalam berbagai kondisi
7. Nurul Safitri selaku teman yang selalu memberikan semangat serta harapan yang baik
8. Fauzan selaku teman juga mentor yang selalu memberi ilmu dan masukan dalam bidang *machine learning*.
9. Reizha dan Ero selaku teman seperjuangan skripsi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah mendukung penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini. Semoga laporan ini menambah wawasan dan berguna bagi para pembaca.

Penulis menyadari bahwa laporan kegiatan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk menghasilkan sesuatu yang lebih baik lagi di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua yang membaca dan membutuhkan.

Jakarta, 30 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)	6
2.2 Citra Digital	7
2.2.1 Citra Biner	8

2.2.2	Citra Grayscale.....	8
2.2.3	Citra RGB.....	9
2.3	Praproses Citra.....	9
2.3.1	Normalisasi Citra.....	10
2.3.2	Augmentasi Citra.....	10
2.4	<i>Machine Learning</i>	11
2.4.1	<i>Supervised Learning</i>	12
2.4.2	<i>Unsupervised Learning</i>	13
2.5	<i>Deep Learning</i>	13
2.6	<i>Convolutional Neural Network</i>	14
2.6.1	<i>Convolutional Layer</i>	15
2.6.2	<i>Activation Layer</i>	16
2.6.3	<i>Pooling Layer</i>	17
2.6.4	<i>Flatten</i>	18
2.6.5	<i>Dropout Layer</i>	19
2.6.6	<i>Fully-Connected Layer</i>	19
2.6.7	<i>Softmax Layer</i>	20
2.7	<i>Xception</i>	21
2.8	Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Kerangka Pikir	25
3.1.1	Identifikasi Masalah	25
3.1.2	Studi Literatur	26
3.1.3	Pengumpulan Data	26
3.1.4	Praproses Data	27
3.1.5	Pembangunan dan Pelatihan Model CNN	27

3.1.6	Interpretasi Hasil	28
3.2	Perangkat Penelitian	29
3.2.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	29
3.2.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	29
3.3	Jadwal Penelitian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Pengumpulan Data	31
4.2	Praproses Data.....	32
4.2.1	Pembagian Data Citra	32
4.2.2	Normalisasi Citra	33
4.2.3	Augmentasi Citra	34
4.2.4	Representasi Citra Dalam Bentuk Matriks	37
4.3	Pembangunan Model CNN.....	39
4.3.1	Impor pustaka yang diperlukan	39
4.3.2	Pembagian Dataset.....	40
4.3.3	Normalisasi dan Augmentasi Citra Dataset	40
4.3.4	Pelatihan Model CNN	41
4.4	Skenario Eksperimen Pelatihan dan Pengujian.....	42
4.5	Pelatihan dan Pengujian Model CNN	44
4.5.1	Tanpa Model Pra-latih <i>Xception</i>	44
4.5.2	Dengan Model Pra-latih <i>Xception</i>	49
4.6	Arsitektur Model Dengan Akurasi Tertinggi	54
4.7	Evaluasi Model CNN.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA	67
RIWAYAT HIDUP	70
HALAMAN LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Abjad Bisindo (Yayasan Peduli Kasih ABK, 2018).....	6
Gambar 2-2 Representasi Citra Biner	8
Gambar 2-3 Representasi Citra Grayscale.....	8
Gambar 2-4 Representasi Citra RGB	9
Gambar 2-5 Contoh Augmentasi Citra (Setiawan, 2021)	11
Gambar 2-6 Ilustrasi Proses Machine Learning (dsi_admin, 2021).....	12
Gambar 2-7 Block Diagram Supervised Learning (Bu & Zhang, 2020)	13
Gambar 2-8 Alur kerja Unsupervised Learning (Edushots, 2021)	13
Gambar 2-9 Arsitektur CNN Sederhana (Ray, et al., 2020)	15
Gambar 2-10 Proses Konvolusi	16
Gambar 2-11 Proses Konvolusi pada Lapisan Citra RGB	16
Gambar 2-12 Fungsi Aktivasi ReLU (Deokate & Uke, 2022)	17
Gambar 2-13 Lapisan Pooling dengan jenis Max Pooling	18
Gambar 2-14 Ilustrasi Flatten pada Feature Map.....	19
Gambar 2-15 Fully-Connected Layer	20
Gambar 2-16 Formula softmax	20
Gambar 2-17 Model arsitektur Xception (Chollet, 2017)	22
Gambar 3-1 Diagram Kerangka Pikir	25
Gambar 4-1 Dataset Citra BISINDO (Kaggle, 2021)	31
Gambar 4-2 Dataset pada penyimpanan Google Drive.....	32
Gambar 4-3 Citra sebelum dan sesudah dinormalisasi.....	33
Gambar 4-4 Citra hasil rescale	34
Gambar 4-5 Hasil augmentasi `horizontal_flip`	35
Gambar 4-6 Hasil augmentasi rentang rotasi 20 Derajat	35
Gambar 4-7 Hasil pergeseran horizontal 0.2.....	36
Gambar 4-8 Hasil pergeseran vertikal 0.2.....	36
Gambar 4-9 Hasil rentang perbesaran 20%	36
Gambar 4-10 Beberapa hasil keseluruhan augmentasi pada dataset	37
Gambar 4-11 Impor pustaka	39
Gambar 4-12 Pembagian dataset.....	40

Gambar 4-13 Normalisasi dan Augmentasi Citra.....	41
Gambar 4-14 Model CNN	41
Gambar 4-15 <i>Output</i> pelatihan model CNN	42
Gambar 4-16 Arsitek model tanpa bantuan model pra-latih	44
Gambar 4-17 Kode program dan ilustrasi citra ketika melewati lapisan konvolusi pertama.....	45
Gambar 4-18 Kode program dan ilustrasi citra ketika melewati lapisan <i>max-pooling</i> pertama dengan ukuran kernel 2x2.....	45
Gambar 4-19 Kode program dan ilustrasi citra ketika melewati lapisan konvolusi kedua.....	45
Gambar 4-20 Kode program dan ilustrasi citra ketika melewati lapisan <i>max-pooling</i> kedua dengan ukuran kernel 2x2.....	46
Gambar 4-21 Kode program dan grafik nilai-nilai dari setiap elemen pada vektor yang dihasilkan oleh lapisan <i>flatten</i>	46
Gambar 4-22 Kode program untuk lapisan <i>dense</i> dan grafik batang yang mewakili untuk setiap kelas	46
Gambar 4-23 Grafik pelatihan tanpa bantuan model pra-latih <i>Xception</i>	48
Gambar 4-24 Hasil pengujian dengan sample dataset pada model tanpa bantuan model dasar <i>Xception</i>	48
Gambar 4-25 Arsitek model dengan bantuan model pra-latih <i>Xception</i>	49
Gambar 4-26 Kode program pengunduhan model pra-latih <i>Xception</i>	50
Gambar 4-27 Ilustrasi citra selama melewati beberapa lapisan awal pada model pra-latih <i>Xception</i>	50
Gambar 4-28 Kode program dan ilustrasi citra pada lapisan konvolusi pertama	50
Gambar 4-29 Kode program dan ilustrasi citra ketika melewati lapisan <i>max-pooling</i> dengan ukuran kernel 2x2	51
Gambar 4-30 Kode program dan grafik nilai-nilai dari setiap elemen pada vektor yang dihasilkan oleh lapisan <i>flatten</i>	51
Gambar 4-31 Kode program untuk lapisan <i>dense</i> dan grafik batang yang mewakili untuk setiap kelas	51
Gambar 4-32 Grafik pelatihan dengan bantuan model pra-latih <i>Xception</i> ..	53

Gambar 4-33 Hasil pengujian dengan sample dataset pada model dengan bantuan model dasar <i>Xception</i>	53
Gambar 4-34 Arsitektur Model CNN yang dipakai pada pengujian dengan akurasi tertinggi	55
Gambar 4-35 Ilustrasi citra selama melewati beberapa lapisan awal pada model pra-latih <i>Xception</i>	56
Gambar 4-36 Ilustrasi citra pada lapisan konvolusi pertama dengan tensor 5x5x32.....	56
Gambar 4-37 Ilustrasi citra ketika melewati lapisan <i>max-pooling</i> dengan ukuran kernel 2x2	57
Gambar 4-38 Ilustrasi citra ketika melewati lapisan konvolusi kedua dengan filter 64	57
Gambar 4-39 Ilustrasi citra ketika melewati lapisan <i>max-pooling</i> kedua dengan ukuran kernel 2x2.....	57
Gambar 4-40 Grafik nilai-nilai dari setiap elemen pada vektor yang dihasilkan oleh lapisan <i>flatten</i>	57
Gambar 4-41 Grafik batang yang mewakili probabilitas untuk setiap kelas	58
Gambar 4-42 Hasil akurasi dan loss model arsitektur pada data latih dan data uji	59
Gambar 4-43 Confussion matrix dan kesalahan pengenalan kelas pada set pengujian model	60

DAFTAR TABEL

Table 3-1 Jadwal Penelitian	30
Table 4-1 Citra setelah dilakukan proporsisi	32
Table 4-2 Representasi Citra RGB dalam bentuk matriks dua dimensi	38
Table 4-3 Tabel hyperparameter statis	43
Table 4-4 Tabel hyperparameter nonstatis	43
Table 4-5 Hasil akurasi dan loss tanpa menggunakan model pra-latih Xception	47
Table 4-6 Hasil akurasi dan loss dengan menggunakan model pra-latih Xception	52
Table 4-7 Arsitektur Model CNN yang dipakai pada pengujian	55
Table 4-8 Hyperparameter non-statis pada pengujian model arsitektur	58
Table 4-9 Hasil akurasi dan loss dengan arsitektur model dengan akurasi tertinggi	59
Table 4-10 Metrik Evaluasi	61
Table 4-11 Akurasi model terhadap citra yang diinput	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 – Dataset Citra Bisindo	71
Lampiran 2 – Kode Sumber <i>Convolutional Neural Network</i>.....	73
Lampiran 3 – Representasi Citra RGB ke dalam matriks.....	79
Lampiran 4 - Laporan Plagiasi Turnitin	85