

**KLASIFIKASI TULISAN AKSARA BRAHMI MENGGUNAKAN  
METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK  
ARSITEKTUR VGG16**

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 pada  
Jurusan Teknik Informatika**



Oleh:

Vincen

NIM: 09021181722007

**Jurusan Teknik Informatika  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**KLASIFIKASI TULISAN AKSARA BRAHMI MENGGUNAKAN  
METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK  
ARSITEKTUR VGG16**

Oleh:

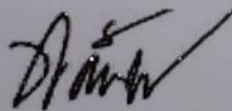
Vincen

NIM: 09021181732007

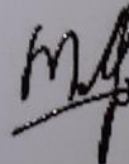
Palembang, 11 Januari 2022

Pembimbing I,

Pembimbing II,



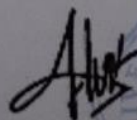
Samsuryadi, S.Si., M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003



M. Qurhanul Rizaie, S.Kom., M.T., Ph.D.  
NIDN. 0203128701

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom  
NIP. 197812222006042003



## TANDA LULUS UJIAN SIDANG SKRIPSI

Pada hari Rabu tanggal 22 Desember 2021 telah dilaksanakan ujian sidang skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Vincen  
NIM : 09021181722007  
Judul : Klasifikasi Tulisan Aksara Brahmi menggunakan Metode Convolutional Neural Network Arsitektur VGG16

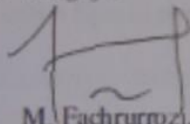
1. Ketua



Novi Yusliani, M.T.  
NIP. 198211082012122001

11 Januari 2022

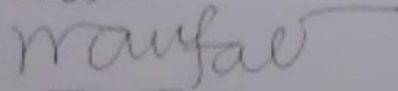
2. Penguji I



M. Fachrurrozi, M.T.  
NIP. 198005222008121002

11 Januari 2022

3. Penguji II





M. Naufal Rachmatullah, M.T.  
NIDN. 0001129204

10 Januari 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom  
NIP. 197812222006042003

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vincen  
NIM : 09021181722007  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul : Klasifikasi Tulisan Aksara Brahmi menggunakan  
Metode Convolutional Neural Network Arsitektur  
VGG16

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 10%

Menyatakan bahwa Laporan Proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 11 Januari 2022



Vincen  
09021181722007

**Motto:**

- Bertindaklah sekarang tanpa harus menunda-nunda lagi.
- Sejauh apapun tujuan, kita akan tetap mencapainya apabila kita berani memulai untuk melangkah.

Kupersembahkan karya tulis ini kepada:

- Tuhan Yang Maha Esa
- Orang Tuaku
- Teman-teman kuliah seperjuanganku
- Teman-teman diluar kuliah
- Almamaterku yang Tercinta

## ABSTRACT

*Many Indonesians have difficulty reading and learning the Brahmi script. Solving these problems can be done by developing software. Previous research has classified the Brahmi script but has not had an output that matches the letter. Therefore, letter classification is carried out as part of the process of recognizing Brahmi script. This study uses the Convolutional Neural Network (CNN) method with the VGG16 architecture for classifying Brahmi script writing. Training results from various amounts of image data are called model. The requested image data is a 224x224 binary image. This study has the highest quality, accuracy is 96%, highest recall is 98% and highest precision is 98%.*

*Keywords: Brahmi script, Deep Learning, Convolutional Neural Network, VGG16*

## ABSTRAK

Banyak masyarakat Indonesia kesulitan membaca dan mempelajari tulisan Aksara Brahmi. Penanggulangan masalah tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan perangkat lunak. Penelitian sebelumnya melakukan klasifikasi huruf Aksara Brahmi tetapi belum memiliki keluaran yang sesuai dengan hurufnya. Oleh karena itu, klasifikasi huruf dilakukan sebagai bagian dalam proses pengenalan tulisan Aksara Brahmi. Penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur VGG16 untuk mengklasifikasi tulisan Aksara Brahmi. Hasil *training* dari berbagai jumlah data gambar dinamakan model. Data gambar yang dilatih berupa gambar biner berukuran 224x224. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi tertinggi sebesar 96%, *recall* tertinggi sebesar 98% dan presisi tertinggi sebesar 98%.

Kata Kunci: Aksara Brahmi, *Deep Learning*, *Convolutional Neural Network*, VGG16

## KATA PENGANTAR

Namo Buddhaya, Terpujilah Sanghyang Adi Buddha Tuhan Yang Maha Esa, Sang Tri Ratna, serta Boddhisatva-Mahasatva karena berkat pancaran cinta kasih yang tanpa batas serta dukungan karma baik penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Klasifikasi Tulisan Aksara Brahmi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir yang diberikan dalam rangka memperoleh gelar Strata-1 Teknik Informatika pada Universitas Sriwijaya.

Penyusun menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, baik dalam penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan dari kemampuan penyusun sehingga penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun agar kemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya. Besar harapan penyusun, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi pihak lain sebagai informasi dan referensi untuk penelitian selanjutnya.

Untuk selanjutnya penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
2. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
3. Bapak Samsuryadi, S.Si., M.Kom., Ph.D. selaku Pembimbing I yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang telah bersedia memberikan bantuan, ide, saran, kritik dan telah meluangkan waktunya untuk membimbing penyusun dalam menyelesaikan skripsinya.
4. Bapak Muhammad Qurhanul Rizqie, S.Kom., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing II yang juga telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang telah bersedia memberikan bantuan, ide, saran, kritik dan telah meluangkan waktunya untuk membimbing penyusun dalam menyelesaikan skripsinya.
5. Bapak Osvari Arsalan, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, saran dan masukan selama proses



perkuliahan.

6. Seluruh Bapak & Ibu dosen pengajar, staff dan karyawan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan wawasan dan bantuan selama proses perkuliahan.
7. Kedua orang tua yang terkasih yang selalu memberikan semangat, fasilitas dan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Semua teman-teman Angkatan 2017 Teknik Informatika yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan skripsi.
9. Teman seperjuangan skripsi yaitu Rizq Khair Yazid, Aisyah Filza Aliyah, Muhammad Hatta Aldino, Yasmin Azzahrah Lubis dan Dhea Andini yang selalu ada diwaktu senang maupun susah dan telah memberikan bantuan, dukungan serta membantu penyusun dalam menyusun skripsi.
10. Teman-temanku yang telah memberikan saran dan masukan kepada penyusun sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini secara langsung maupun tidak langsung.

Palembang, 11 Januari 2022



Vincen

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN TANDA LULUS UJIAN SIDANG SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1    Pendahuluan .....	I-1
1.2    Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3    Rumusan Masalah .....	I-4
1.4    Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5    Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6    Batasan Masalah.....	I-5
1.7    Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8    Kesimpulan.....	I-7
BAB II KAJIAN LITERATUR .....	II-1
2.1    Pendahuluan .....	II-1
2.2    Landasan Teori .....	II-1
2.2.1 <i>Deep Learning</i> .....	II-1
2.2.2 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	II-3
2.2.3    VGG16.....	II-5
2.2.4 <i>Rational Unified Process (RUP)</i> .....	II-7

2.2.5	Augmentasi Data.....	II-9
2.2.6	<i>Confusion Matrix</i> .....	II-9
2.3	Penelitian Lain yang Relevan.....	II-10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		III-1
3.1	Pendahuluan .....	III-1
3.2	Pengumpulan Data .....	III-1
3.3	Tahapan Penelitian .....	III-2
3.3.1	Kerangka Kerja .....	III-3
3.3.2	Kriteria Pengujian .....	III-5
3.3.3	Format Data Pengujian .....	III-5
3.3.4	Perangkat Pengembangan ( <i>Development Tools</i> ).....	III-6
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-7
3.4.1	Rational Unified Process (RUP) .....	III-7
3.5	Manajemen Proyek Penelitian.....	III-8
3.6	Kesimpulan.....	III-10
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK .....		IV-1
4.1	Pendahuluan .....	IV-1
4.2	<i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	IV-1
4.2.1	Fase Insepsi/ <i>Inception</i> .....	IV-1
4.2.1.1	Mengumpulkan Data .....	IV-1
4.2.1.2	Analisis Data .....	IV-1
4.2.1.3	Pemodelan Bisnis .....	IV-2
4.2.1.4	Analisis Model .....	IV-2
4.2.2	Fase Elaborasi / <i>Elaboration</i> .....	IV-4
4.2.2.1	Diagram <i>Use Case</i> .....	IV-4
4.2.2.2	Diagram <i>Sequence</i> .....	IV-5
4.2.2.3	Diagram <i>Activity</i> .....	IV-6
4.2.3	Fase Konstruksi / <i>Construction</i> .....	IV-7
4.2.3.1	Pemrosesan Data .....	IV-7
4.2.3.2	Membangun Model .....	IV-9
4.2.3.3	Melatih Model.....	IV-10
4.2.3.4	Membuat Interface .....	IV-11

4.2.3.5	Mengintegrasikan Model dengan <i>Interface</i> .....	IV-11
4.2.4	Fase Transisi / <i>Transition</i> .....	IV-12
4.2.4.1	Melakukan <i>testing</i> .....	IV-12
4.2.5	Kesimpulan .....	IV-12
<b>BAB V</b>	<b>HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN .....</b>	<b>V-1</b>
5.1	Pendahuluan .....	V-1
5.2	Data Hasil Percobaan /Penelitian .....	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2	Data Hasil <i>Training</i> .....	V-1
5.2.3	Data Hasil Percobaan .....	V-6
5.3	Analisis Hasil Penelitian .....	V-7
5.4	Kesimpulan.....	V-8
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>VII-1</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>VIII-1</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1. Pengujian 1 .....	III-5
Tabel III-2. Pengujian 2 .....	III-6
Tabel IV-1. Arsitektur CNN VGG16 yang digunakan pada penelitian ini.....	IV-3
Tabel IV-2. Tabel Definisi Aktor.....	IV-5
Tabel IV-3. Tabel Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-5
Tabel V-1. Hasil <i>testing</i> pada tiap perbandingan jumlah <i>datasets</i> .....	V-6
Tabel V-2. Hasil testing pada tiap jumlah data latih.....	V-6

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I-1. Tulisan Aksara Brahmi.....	I-2
Gambar II-1. Struktur model pada Deep Learning (Latupono, 2018) .....	II-2
Gambar II-2. Arsitektur CNN (Guo et al., 2016).....	II-3
Gambar II-3. Arsitektur VGG16 (Gultom et al., 2018). .....	II-6
Gambar II-4. Konfigurasi ConvNet dengan <i>dataset</i> ImageNet (Simonyan & Zisserman, 2015).....	II-7
Gambar II-5. Fase pada <i>Rational Unified Process</i> (RUP) (Sudarma et al., 2021). .....	II-8
Gambar II-6. Tahapan Augmentasi Data. (Rosebrock A, 2019). .....	II-9
Gambar II-7. <i>Confusion matrix</i> (Deng et al., 2016).....	II-10
Gambar III-1. Data yang didapat .....	III-1
Gambar III-2. Tahapan Penelitian.....	III-2
Gambar III-3. Kerangka Kerja Penelitian .....	III-3
Gambar IV-1. Diagram <i>Use Case</i> .....	IV-4
Gambar IV-2. Diagram <i>Sequence</i> .....	IV-6
Gambar IV-3. Diagram <i>Activity</i> .....	IV-7
Gambar IV-4. <i>Preprocessing</i> memberi <i>zero padding</i> .....	IV-8
Gambar IV-5. <i>Preprocessing</i> <i>resize</i> gambar ke 224 x 224 .....	IV-8
Gambar IV-6. <i>Preprocessing</i> Grayscale .....	IV-8
Gambar IV-7. <i>Preprocessing</i> Binerisasi .....	IV-8
Gambar IV-8. Augmentasi Data .....	IV-9
Gambar IV-9. Ringkasan Model.....	IV-10
Gambar IV-10. Interface streamlit .....	IV-11
Gambar IV-11. Hasil <i>testing</i> dengan <i>interface</i> .....	IV-12
Gambar V-1. Hasil <i>training</i> menggunakan perbandingan jumlah <i>datasets</i> 70% <i>train</i> dan 30% <i>test</i> . .....	V-2
Gambar V-2. Hasil <i>training</i> menggunakan perbandingan jumlah <i>datasets</i> 60% <i>train</i> dan 40% <i>test</i> .....	V-2
Gambar V-3. Hasil <i>training</i> menggunakan perbandingan jumlah <i>datasets</i> 50% <i>train</i> dan 50% <i>test</i> .....	V-3
Gambar V-4. Hasil <i>training</i> menggunakan 12 data <i>training</i> per <i>class</i> . .....	V-3
Gambar V-5. Hasil <i>training</i> menggunakan 18 data <i>training</i> .....	V-4

Gambar V-6. Hasil <i>training</i> menggunakan 24 data <i>training</i> per <i>class</i> . .....	V-4
Gambar V-7. Hasil <i>training</i> menggunakan 30 data <i>training</i> per <i>class</i> . .....	V-5
Gambar V-8. Hasil <i>training</i> menggunakan 35 data <i>training</i> per <i>class</i> . .....	V-5
Gambar V-9. Contoh hasil klasifikasi huruf Aksara Brahmi. ....	V-7

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Kode *load dataset*
2. Kode *preprocessing*
3. Kode Normalisasi
4. Kode Augmentasi Data
5. Kode *train* dan *test* metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16  
import keras
6. Kode *Interface*



## DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG

RAM	: <i>Random Access Memory</i>
CNN	: <i>Convolutional Neural Network</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

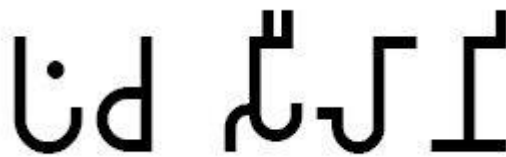
### **1.1 Pendahuluan**

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Berdasarkan artikel yang ditulis oleh (Utama, 2017) bahwa banyak masyarakat Indonesia yang tidak fasih membaca Aksara Brahmi pada usia produktif. Penanggulangan permasalahan tersebut melalui pengenalan Aksara harus dilakukan sedini mungkin. Aksara Brahmi adalah Bahasa yang berasal dari India Kuno. Tulisan Aksara ini masih dapat dijumpai pada buku keagamaan pada budaya Buddha dan Jepang (Sharma et al., 2019). Dalam penelitian ini Aksara Brahmi dipilih sebagai motif pendukung agar dapat mengenalkan salah satu Aksara tertua khususnya di Indonesia karena Aksara Jawa dan Bali merupakan turunan dari Aksara Brahmi India melalui perantara aksara Kawi dan berkerabat dekat dengan Aksara Bali (Aditya et al., 2019; Damayanti, 2020) . Bahasa pali ditulis salah satunya menggunakan Aksara Brahmi, Devanagari dan lain sebagainya. Bahasa Pali dipelajari untuk bisa mempelajari teks-teks Buddha dan sering juga dinyanyikan oleh umat Buddhis. Bahasa pali sendiri menunjukkan bahwa bahasa ini dipergunakan sebagai bahasa liturgi atau untuk pengajaran agama Buddha (Maulidan, 2016). Pada Penelitian sebelumnya juga melakukan klasifikasi Aksara Brahmi tetapi tidak memiliki *output* yang sesuai dengan

hurufnya tetapi hanya angka. Maka dari itu dengan melakukan klasifikasi dengan memberikan *output* berupa huruf akan dapat bermanfaat bagi masyarakat. Tulisan ini terdiri dari elemen seperti titik, garis, kurva, sudut dan tepi. yang dapat dikenali dengan ekstraksi fitur (Gautam & Chai, 2017) yang dapat dilakukan pada layer konvolusi (Pangestu et al., 2020).



**Gambar I-1.** Tulisan Aksara Brahmi.

*Deep Learning* adalah bagian dari *Machine Learning* yang memungkinkan komputer untuk belajar dari pengalaman serta memahami dunia berdasarkan representasi data yang digunakan untuk pembelajaran. Banyak orang yang telah memanfaatkan *deep learning* sebagai klasifikasi dan pengenalan teks. Semua metode *Deep learning* dalam melakukan pengenalan teks memanfaatkan *Convolutional Neural Network* dalam mengekstraksi fitur dalam gambar (Zhang et al., 2021). Banyak jaringan yang telah dikembangkan dengan algoritma *deep learning*. Banyak permasalahan yang telah diselesaikan seperti melakukan klasifikasi dengan menggunakan arsitektur jaringan yang dalam (Zheng et al., 2015). *Deep learning* telah dipercaya berguna dalam pengaplikasian perangkat lunak seperti *Natural Language Processing, computer vision, etc.* (Giger, 2019; Kim, 2019). *Deep Learning* telah digunakan oleh perusahaan teknologi ternama seperti *Google, Microsoft, Facebook, IBM, Baidu, Apple, Adobe, Netflix, NVIDIA*

dan *NEC*. *Deep Learning* juga telah banyak membantu para peneliti (Courville, 2016). Teknik *deep learning* meningkatkan penglihatan sistem dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasi yang didasari oleh aplikasi *computer vision* (Shrivastava et al., 2019). Telah banyak penelitian yang menggunakan pendekatan *deep learning* sebagai metode dalam klasifikasi tulisan huruf (Gautam et al., 2020; Pragathi et al., 2019).

Metode CNN merupakan metode yang telah banyak digunakan untuk proses klasifikasi citra sebab CNN dibangun untuk mengolah data bertipe *multiple array* seperti citra, video dan sinyal. *Convolutional Neural Network* ini mudah dibangun karena arsitekturnya yang sederhana yaitu terdiri dari *layer* konvolusi dan *fully connected layer* dan juga metode ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi, karena CNN dilatih dengan proses konvolusi dan *pooling* berdasarkan informasi yang diterima (Chellapilla et al., 2006).

Arsitektur VGG16 ini ditemukan oleh Zisserman dan Simonyan pada tahun 2014 yang merupakan jaringan yang lebih dalam berdasarkan jaringan *AlexNet* dan dapat dengan akurat memberikan karakteristik *dataset* ketika melakukan identifikasi dan klasifikasi gambar (Wang, 2020). Penggunaan arsitektur VGG16 pernah digunakan untuk pengenalan karakter tulisan Tamil dan dapat menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi daripada metode sebelumnya yaitu sebesar 94,52% dengan data yang sama. Tulisan Tamil merupakan bahasa yang berasal dari India dengan sistem penulisan Aksara Brahmi (Pragathi et al., 2019). Arsitektur ini juga dapat berjalan dengan lebih baik ketika melakukan klasifikasi dengan skala *dataset* yang banyak dan kompleks

(Wang, 2020). VGGnet mendapatkan posisi ke-2 pada perlombaan ImageNet pada tahun 2014 dengan nilai error 7,4%. VGG16 merupakan salah satu dari VGGnet yang model arsitekturnya menggunakan 16 *layer*.

Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi tulisan Aksara Brahmi agar masyarakat Indonesia dapat mempelajari salah satu aksara tertua menggunakan CNN arsitektur VGG16 dengan *dataset* berupa gambar untuk mendapatkan hasil yang akurat.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, ternyata banyak masyarakat Indonesia masih belum fasih membaca Aksara di usia produktif dan klasifikasi Aksara ini pun masih belum memiliki keluaran yang sesuai dengan hurufnya, maka itu dipilih Aksara Brahmi sebagai motif pendukung agar dapat mengenalkan salah satu Aksara tertua di dunia. Dari pernyataan di atas, dapat disimpulkan menjadi beberapa pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Bagaimana masyarakat Indonesia dapat secara mudah untuk mengenali dan mempelajari tulisan Aksara Brahmi?
2. Bagaimana tingkat akurasi, *recall* dan presisi *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16 dalam melakukan klasifikasi tulisan Aksara Brahmi?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan Rumusan Masalah di atas, tujuan penelitian ini dapat diurai menjadi:

1. Mengembangkan perangkat lunak dengan menerapkan metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16 untuk klasifikasi tulisan Aksara Brahmi.
2. Mengukur tingkat akurasi, *recall* dan presisi dalam proses klasifikasi tulisan Aksara Brahmi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat:

1. Mengenalkan dan membantu proses pembelajaran Aksara Brahmi kepada masyarakat Indonesia secara mudah.
2. Mengetahui ketepatan tingkat akurasi, *recall* dan presisi dari metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16 dalam melakukan klasifikasi tulisan Aksara Brahmi.

#### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan Masalah pada penelitian ini dapat dilihat pada uraian berikut:

1. *Dataset* yang dimiliki terdiri dari 170 huruf dengan total 50 gambar per huruf.
2. Klasifikasi yang dilakukan hanya berupa per huruf saja.
3. Metode yang digunakan yaitu *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur VGG16.

4. Bahasa pemrograman yang digunakan ialah *python* dengan memanfaatkan *framework keras* dan *streamlit*.

## 1.7 Sistematika Penulisan

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada pendahuluan menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian. Pada latar belakang menjelaskan alasan pemilihan judul “Klasifikasi Tulisan Aksara Brahmi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16” untuk diteliti. Pada rumusan masalah menjelaskan apa yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini. Pada tujuan menjelaskan tujuan dari penelitian ini. Manfaat penelitian menjelaskan manfaat yang didapat setelah melakukan penelitian ini. Batasan masalah menjelaskan batasan yang dilakukan dalam penelitian ini. Sistematika penulisan menguraikan seluruh isi dari penelitian ini.

### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab kajian literatur menjelaskan materi yang digunakan dalam penelitian. Pengenalan *deep learning*, *Convolutional Neural Networks (CNNs)*, VGG16, *Rational Unified Process (RUP)*, Augmentasi Data, *Confusion Matrix* dan penelitian yang terkait.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tahapan penelitian, pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian. kerangka kerja penelitian, piranti penelitian yang

digunakan untuk menyokong penelitian ini dan juga penjadwalan penelitian yang akan dilakukan.

#### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini membahas proses pengembangan perangkat lunak Klasifikasi Tulisan Aksara Brahmi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Rational Unified Process* (RUP).

#### **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada bab ini membahas mengenai hasil penelitian terhadap pengembangan yang telah diuji dan memberikan analisis sebagai kesimpulan yang ditarik dalam penelitian.

#### **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini memberikan kesimpulan dari penelitian dan saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya yang relevan.

##### **1.8 Kesimpulan**

Pada pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa masalah yang harus diselesaikan ialah klasifikasi Aksara Brahmi menggunakan *Convolutional Neural Network* arsitektur VGG16 agar mendapatkan hasil yang akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, K. T. Y., Kesiman, M. W. A., & Pradnyana, G. A. (2019). Pengembangan Game Edukasi Tematik Aksara dan Bahasa Bali. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 8(3), 522–533. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/KP/article/viewFile/522/14044>
- Chellapilla, K., Puri, S., Simard, P., Chellapilla, K., Puri, S., Simard, P., Performance, H., Neural, C., & Simard, P. (2006). *High Performance Convolutional Neural Networks for Document Processing To cite this version: High Performance Convolutional Neural Networks for Document Processing*.
- Courville, I. G. and Y. B. and A. (2016). Deep learning. In *Nature* (Vol. 29, Issue 7553).
- Danukusmo, K. P. (2017). Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Citra Candi Berbasis GPU. *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Deng, X., Liu, Q., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2016). An improved method to construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem. *Information Sciences*, 340–341, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.033>
- Gautam, N., & Chai, S. S. (2017). Optical character recognition for Brahmi script using geometric method. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 9(3–11), 131–136.
- Gautam, N., Chai, S. S., & Jose, J. (2020). *Recognition of Brahmi words by Using Deep Convolutional Neural Network*. May. <https://doi.org/10.20944/preprints202005.0455.v1>
- Gautam, N., Sharma, R. S., & Hazrati, G. (2016). Handwriting recognition of Brahmi script (An Artefact): Base of PALI language. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 51, 519–527. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-30927-9\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30927-9_51)
- Giger, M. L. (2019). *Chicago International Breast Course the Westin Chicago River North November 1-3, 2019 2019*. 1–10.
- Gultom, Y., Arymurthy, A. M., & Masikome, R. J. (2018). Batik Classification using Deep Convolutional Network Transfer Learning. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi*, 11(2), 59. <https://doi.org/10.21609/jiki.v11i2.507>

- Guo, Y., Liu, Y., Oerlemans, A., Lao, S., Wu, S., & Lew, M. S. (2016). Deep learning for visual understanding: A review. *Neurocomputing*, *187*, 27–48. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.09.116>
- Hu, W., Huang, Y., Wei, L., Zhang, F., & Li, H. (2015). Deep convolutional neural networks for hyperspectral image classification. *Journal of Sensors*, *2015*. <https://doi.org/10.1155/2015/258619>
- Kim, K. G. (2019). Deep learning book review. In *Nature* (Vol. 29, Issue 7553).
- Kriya, J., & Seni, F. (2020). *Transformasi cerita prabu watugunung dalam motif batik pada kebaya*.
- Lashgari, E., Liang, D., & Maoz, U. (2020). Data augmentation for deep-learning-based electroencephalography. *Journal of Neuroscience Methods*, *346*(July), 108885. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2020.108885>
- Latupono, B. (2018). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR. *Universitas Islam Indonesia*.
- Lei, Z., Zhao, S., Song, H., & Shen, J. (2018). Scene text recognition using residual convolutional recurrent neural network. *Machine Vision and Applications*, *29*(5), 861–871. <https://doi.org/10.1007/s00138-018-0942-y>
- Maulidan, S. (2016). TRADISI SEMBAHYANG UMAT BUDDHA. *FAKULTAS USHULUDDIN DAN FILSAFAT UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY*.
- Pangestu, R. A., Rahmat, B., & Anggraeny, F. T. (2020). Implementasi Algoritma CNN untuk Klasifikasi Citra Lahan dan Perhitungan Luas. *Informatika Dan Sistem Informasi*, *1*(1), 166–174.
- Paoletti, M. E., Haut, J. M., Plaza, J., & Plaza, A. (2018). A new deep convolutional neural network for fast hyperspectral image classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *145*, 120–147. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.11.021>
- Pragathi, M. A., Priyadarshini, K., Saveetha, S., Banu, A. S., & Mohammed Arif, K. O. (2019). Handwritten Tamil Character Recognition Using Deep Learning. *Proceedings - International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking, ViTECoN 2019*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ViTECoN.2019.8899614>

- Pujoseno, J. (2018). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI ALAT TULIS. *Universitas Islam Indonesia*.
- Rosebrock, A. (2019). Keras ImageDataGenerator and Data Augmentation - PyImageSearch. PyImageSearch. Retrieved 29 December 2021, from <https://www.pyimagesearch.com/2019/07/08/keras-imagedatagenerator-and-data-augmentation>
- Ruuska, S., Hämäläinen, W., Kajava, S., Mughal, M., Matilainen, P., & Mononen, J. (2018). Evaluation of the confusion matrix method in the validation of an automated system for measuring feeding behaviour of cattle. *Behavioural Processes*, 148, 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.004>
- Sharma, D. K., Emilia, V., Le, B., & Son, H. (2019). Lecture Notes in Networks and Systems 106 Micro-Electronics and Telecommunication Engineering. *Micro-Electronics and Telecommunication Engineering*, 693–705.
- Shrivastava, A., Amudha, J., Gupta, D., & Sharma, K. (2019). Deep Learning Model for Text Recognition in Images. *2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2019*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT45670.2019.8944593>
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–14.
- Subadivya, S., Vigneswan, J., & Yaminie, M. (2020). *Tamil-Brahmi Script Character Recognition System Using Deep*. 9(6), 114–119.
- Taylor, L., & Nitschke, G. (2019). Improving Deep Learning with Generic Data Augmentation. *Proceedings of the 2018 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2018*, 1542–1547. <https://doi.org/10.1109/SSCI.2018.8628742>
- Tia, T. K. (2019). Simulation Model for Rational Unified Process (Rup) Software Development Life Cycle. *Sistemasi*, 8(1), 176. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v8i1.420>
- Sudarma, M., Ariyani, S., & Wicaksana, P. A. (2021). Implementation of the Rational Unified Process (RUP) Model in Design Planning of Sales Order Management System. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 5(2), 249–265. <https://doi.org/10.29407/intensif.v5i2.15543>

- Utama, F. (2017). Pengenalan Aksara Melalui Media. *Iqra': Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan*, 2(2), 433–457.
- Voulodimos, A., Doulamis, N., Doulamis, A., & Protopapadakis, E. (2018). Deep Learning for Computer Vision: A Brief Review. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018(2), 7068349. <https://doi.org/10.1155/2018/7068349>
- Wang, H. (2020). Garbage recognition and classification system based on convolutional neural network VGG16. *Proceedings - 2020 3rd International Conference on Advanced Electronic Materials, Computers and Software Engineering, AEMCSE 2020*, 252–255. <https://doi.org/10.1109/AEMCSE50948.2020.00061>
- Wicaksana, P. A., Sudarma, I. M., & Khrisne, D. C. (2019). Pengenalan Pola Motif Kain Tenun Gringsing Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dengan Model Arsitektur. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(3), 159–168.
- Yousef, M., Hussain, K. F., & Mohammed, U. S. (2020). Accurate, data-efficient, unconstrained text recognition with convolutional neural networks. *Pattern Recognition*, 108, 107482. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2020.107482>
- Zhang, C., Ding, W., Peng, G., Fu, F., & Wang, W. (2021). Street View Text Recognition with Deep Learning for Urban Scene Understanding in Intelligent Transportation Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(7), 4727–4743. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3017632>
- Zheng, Y., Cai, Y., Zhong, G., Chherawala, Y., Shi, Y., & Dong, J. (2015). Stretching deep architectures for text recognition. *Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR, 2015-November*, 236–240. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2015.7333759>