



## **INSTITUT TEKNOLOGI DEL**

# **BATAK TOBA CHARACTER TRANSLATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK AND SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTION**

## **DOKUMEN TUGAS AKHIR**

<b>11416002</b>	<b>DESY ISABEL NADYA</b>
<b>11416012</b>	<b>NOVA YANTI NAIPOSPOS</b>
<b>11416030</b>	<b>SARAH TRY NOVELITHA N</b>

**FAKULTAS INFORMATIKA DAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT  
LUNAK  
LAGUBOTI  
AGUSTUS 2020**



## **INSTITUT TEKNOLOGI DEL**

# **BATAK TOBA CHARACTER TRANSLATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK AND SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTION**

## **DOKUMEN TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Terapan Komputer**

<b>11416002</b>	<b>DESY ISABEL NADYA</b>
<b>11416012</b>	<b>NOVA YANTI NAIPOSPOS</b>
<b>11416030</b>	<b>SARAH TRY NOVELITHA N</b>

**FAKULTAS INFORMATIKA DAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT  
LUNAK  
LAGUBOTI  
AGUSTUS 2020**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya kami sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah kami nyatakan dengan benar.**

**Nama : Desy Isabel Nadya**

**NIM : 11416002**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 10 Agustus 2020**

**Nama : Nova Yanti Naipospos**

**NIM : 11416012**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 10 Agustus 2020**

**Nama : Sarah Try Novelitha N**

**NIM : 11416030**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 10 Agustus 2020**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

1. Nama : Desy Isabel Nadya  
NIM : 11416002

2. Nama : Nova Yanti Naipospos  
NIM : 11416012

3. Nama : Sarah Try Novelitha N  
NIM : 11416030

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa  
Perangkat Lunak

Judul Tugas Akhir : Batak Toba Character Translation Using Convolutional  
Neural Network and Single Shot Multibox Detection

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Komputer pada Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Fakultas Informatika dan Teknik Elektro Institut Teknologi Del.

## **DEWAN PENGUJI**

Pembimbing : Yohanssen Pratama, S.Si, M.T ( )

Penguji : Verawaty Situmorang S.Kom., M.T.I ( )

Penguji : Roy Deddy Hasiholan Lumban  
Tobing S.T., M.ICT ( )

Ditetapkan di : Laguboti

Tanggal : 10 Agustus 2020

## KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini ditulis sebagai syarat dari kelulusan Program Studi Diploma 4 Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak di Institut Teknologi Del. Penulisan laporan Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendokumentasikan segala proses dan hasil dari Tugas Akhir mengenai **Batak Toba Character Translation Using Convolutional Neural Network and Single Shot Multibox Detection.**

Pada kesempatan ini ijinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada Bapak Tennov Simajuntak, S.T,M.Sc., selaku Dekan Fakultas Infomatika dan Teknik Elektro Institut Teknologi Del. Bapak Yohanssen Pratama, S.Si, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penggerjaan Tugas Akhir ini. Ibu Verawaty Situmorang S.Kom., M.T.I selaku Dosen Pengaji 1 dan Bapak Roy Deddy Hasiholan Lumban Tobing S.T., M.ICT selaku Dosen Pengaji 2 yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh Dosen, Staf dan Mahasiswa Diploma IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak. Keluarga dan semua pihak yang telah banyak memberi bantuan, dukungan dan doa sehingga mengantarkan penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi kualitas maupun kuantitas dari materi yang disajikan oleh penulis. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang akan membantu penulis dalam perbaikan dokumen ini. Akhir kata, penulis berharap agar dokumen Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dalam menambah wawasan dan pengetahuan.

Sitoluama, 10 Agustus 2020

Penulis

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI DOKUMEN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi Del, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Desy Isabel Nadya  
NIM : 11416002
2. Nama : Nova Yanti Naipospos  
NIM : 11416012
3. Nama : Sarah Try Novelitha N  
NIM : 11416030

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak  
Fakultas : Informatika dan Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada  
Institut Teknologi Del **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah kami yang berjudul:

### **BATAK TOBA CHARACTER TRANSLATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK AND SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTION**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti NonEksklusif ini Institut Teknologi Del berhak menyimpan, mengalih/media-format dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sebenarnya.

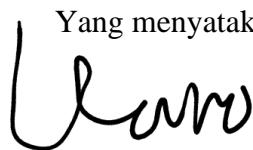
Dibuat di : Laguboti

Pada tanggal : 10 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Desy Isabel Nadya)



(Nova Yanti Naipospos)



(Sarah Try Novelitha N)

## ABSTRAK

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak  
Judul : BATAK TOBA CHARACTER TRANSLATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK AND SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTION

Aksara merupakan bentuk visual dari suatu ucapan dan alat komunikasi. Salah satu aksara yang perlu mendapat perhatian khusus adalah aksara Batak Toba yang terancam punah karena keterbatasan sumber data dan informasi.

Untuk itu, dilakukan penelitian mengenai sistem yang dapat mengenali dan menerjemahkan aksara Batak Toba. Pengenalan yang dilakukan dengan memanfaatkan konsep *machine learning* dimana mesin akan belajar dari data yang diberikan (*supervised learning*). Pengenalan dan penerjemahan aksara Batak Toba menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* digabung dengan *Single Shot Detection*. Algoritma CNN merupakan salah satu proses pengolahan citra yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi objek sedangkan *Single shot detection* digunakan untuk mendeteksi objek yang terdapat dalam gambar yang diberikan. Dengan menggunakan dataset sebanyak 5000, pengenalan dan penerjemahan aksara Batak Toba berhasil dilakukan. Persentasi hasil rata-rata akurasi dari CNN dan SSD dalam mengenali aksara Batak Toba yaitu 73.3% untuk Aksara tunggal dan 74.13% untuk aksara campuran.

**Kata kunci:** *Convolutional Neural Network*, *Single Shot Detection*, Aksara Batak Toba.

## **ABSTRACT**

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak  
Judul : BATAK TOBA CHARACTER TRANSLATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK AND SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTION

Character is a visual form of speech and communication tool. One of the characters that needs special attention is Batak Toba character which is endangered due to limited data and information sources.

For this reason, research was conducted on system that could recognize and translate the Batak Toba character. The recognition is done by utilizing the concept of machine learning where the machine will learn from the data provided (supervised learning). The recognition and translation of the Batak Toba character using Convolutional Neural Network algorithm and combined with Single Shot Detection algorithm. CNN algorithm is an image processing that is widely used to identification the objects, while Single Shot Detection is used to detect objects contained in images. By using a 5000 dataset, recognition and translation of the Batak Toba character was successfully carried out. Percentage of average accuracy of CNN and SSD in recognizing Batak Toba character is 73.3% for single character and 74.13% for mixed character.

**Keywords:** Convolutional Neural Network, Single Shot Detection, Batak Toba Character.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	2
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR .....	7
Bab I PENDAHULUAN.....	8
1.1 Latar Belakang .....	8
1.2 Tujuan.....	10
1.3 Lingkup dan Batasan Masalah.....	10
1.4 Pendekatan.....	10
1.5 Sistematika Penyajian.....	11
Bab II TINJAUAN PUSTAKA .....	13
2.1 Aksara Batak .....	13
2.1.1 Aksara Batak Toba.....	14
2.2 Artificial Intelligence .....	16
2.3 Deep Learning .....	17
2.4 Single Shot Detection.....	17
2.5 Convolutional Neural Network .....	20
2.6 Image Processing.....	24
2.7 Penelitian Sebelumnya .....	25
2.7.1 Ringkasan Penelitian Sebelumnya .....	27
Bab III ANALISIS DAN PERANCANGAN .....	30
3.1 Metode Pengumpulan Data .....	30
3.2 Analisis Data .....	31
3.3 Analisis Algoritma .....	32
3.3.1 Pemodelan Convolutional Neural Network .....	32
3.3.2 Pemodelan Single Shot Detection.....	36
3.4 Analisis Sistem .....	36
3.5 Desain Dataset.....	36
3.6 Desain Pemrosesan Data .....	38
3.6.1 Preprocessing .....	40
3.6.2 Single Shot Detection.....	41
3.6.3 Convolutional Neural Network .....	41
3.7 Desain Arsitektur Batak Translator .....	44
3.8 Gambaran Umum Sistem .....	45
3.9 Desain Pengujian .....	45
3.10 Kesimpulan Analisis dan Desain .....	47
Bab IV IMPLEMENTASI .....	48
4.1 Lingkungan Operasional .....	48
4.2 Batasan Implementasi.....	48
4.3 Dataset .....	49
4.4 Implementasi Data Preprocessing .....	50
4.4.1 Pelabelan Gambar .....	50

4.4.2	Konversi Data.....	51
4.5	Pelatihan Model Single Shot Detection.....	52
4.6	Pelatihan Model Convolutional Neural Network .....	53
4.7	Evaluasi Model.....	53
4.8	Pelaksanaan Implementasi Sistem.....	54
Bab V	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	56
5.1	Hasil.....	56
5.1.1	Evaluasi Algoritma Convolutional Neural Network.....	56
5.1.2	Pengujian sistem .....	58
5.2	Pembahasan .....	58
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....	63
6.1.	Kesimpulan.....	63
6.2.	Saran .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64	
LAMPIRAN.....	66	
Lampiran 1.	Hasil Evaluasi Algoritma CNN .....	66
Lampiran 2.	Hasil Evaluasi Waktu Pengidentifikasi Objek.....	79
Lampiran 3.	Hasil Pengujian Pendekripsi Berulang .....	87
Lampiran 4.	Hasil Pengujian dengan Aspek Resolusi dan Pencahayaan.....	90

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Anak ni surat .....	15
Tabel 2. Ringkasan Penelitian Sebelumnya .....	27
Tabel 3. Dataset Anak ni surat .....	36
Tabel 4. Rangkuman Proses CNN .....	44
Tabel 5. Perangkat Keras .....	48
Tabel 6. Perangkat Lunak .....	48
Tabel 7. Hasil Waktu untuk Pengidentifikasi Objek.....	61
Tabel 8. Hasil Evaluasi Algoritma CNN pada Aksara Tunggal .....	66
Tabel 9. Hasil Evaluasi Algoritma CNN pada Aksara Campuran .....	76
Tabel 10. Hasil Evaluasi Waktu Pengidentifikasi Objek .....	79
Tabel 11. Pengujian Pendektsian Berulang.....	87
Tabel 12. Hasil Pengujian dengan Aspek Resolusi.....	90
Tabel 13. Hasil Pengujian dengan Aspek Pencahayaan .....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Literature maps.....	13
Gambar 2. Ina ni surat .....	15
Gambar 3. Struktur Algoritma Deep Learning dengan Single Shot Detection.....	19
Gambar 4. Proses Pendekripsi Single Shot Detection .....	19
Gambar 5. Pemberian Label pada Objek .....	20
Gambar 6. Struktur CNN .....	20
Gambar 7. Cara kerja Convolution .....	21
Gambar 8. Cara kerja subsampling .....	22
Gambar 9. Proses Pooling .....	22
Gambar 10. Struktur Fully Connected Layer.....	23
Gambar 11. Proses CNN .....	32
Gambar 12. Proses Convolutional Layer (Convolution dan ReLU) .....	34
Gambar 13. Max Pooling .....	35
Gambar 14. Fully Connected Layer .....	35
Gambar 15. Alur Training Algoritma Convolutional Neural Network.....	38
Gambar 16. Alur Testing Algoritma Convolutional Neural Network .....	39
Gambar 17. Tahap Preprocessing .....	40
Gambar 18. Alur Train Single Shot Detection.....	41
Gambar 19. Desain algoritma CNN .....	42
Gambar 20. Pooling Layer .....	43
Gambar 21. Desain Arsitektur.....	44
Gambar 22. Rancangan Tampilan Sistem.....	45
Gambar 23. Activity Diagram Desain Pengujian.....	46
Gambar 24. Contoh data training untuk Ina ni Surat dan Anak ni Surat. ....	49
Gambar 25. Contoh data training untuk Ina ni Surat .....	49
Gambar 26. Proses Pelabelan Gambar .....	50
Gambar 27. Contoh File JSON Hasil Pelabelan .....	51
Gambar 28. Hasil Konversi Data .....	51
Gambar 29. Kode untuk Proses Cropping .....	52
Gambar 30. Kode untuk Convolutional Neural Network .....	53
Gambar 31. Potongan Kode untuk Evaluasi Model.....	54
Gambar 32. Kode untuk Load Gambar .....	55
Gambar 33. Kode untuk pemrosesan gambar .....	55
Gambar 34. Persentase Evaluasi Aksara Batak Toba Data Tunggal .....	56
Gambar 35. Hasil Pengujian Sistem.....	58
Gambar 36. Pendekripsi berulang.....	60
Gambar 37. Pendekripsi tidak berulang.....	60

## **Bab I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Negara Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan ragam suku dan agama didalamnya. Banyaknya suku yang ada di Indonesia, menjadikan negara Indonesia memiliki ragam budaya dan kearifan lokal. Budaya lokal adalah kekayaan dan juga identitas suatu bangsa. Bahkan di Indonesia sendiri budaya sudah sampai diklaim agar tidak diambil oleh negara lain. Ode (2015) menyatakan bahwa “Nilai-nilai kebudayaan lokal di Indonesia merupakan aset bangsa yang tak ternilai harganya”. Salah satu hasil dari kebudayaan adalah suku bangsa. Keanekaragaman ini menjadi sebuah tantangan bagi setiap suku bangsa agar tidak punah (Ansar, 2017).

Budaya lokal diwariskan secara turun-temurun dari generasi ke generasi agar tidak punah keberadaannya. Dalam pewarisan budaya ada dua hal yang harus diingat. Pertama budaya lisan dan kedua budaya tulisan. Suku Batak merupakan salah satu suku yang memiliki warisan budaya tulisan dan lisan. Salah satu buah dari kebudaayaan suku Batak adalah Aksara Batak.

Aksara adalah salah satu warisan budaya tradisional. Salah satu Aksara yang perlu mendapat perhatian khusus adalah Aksara Batak yang terancam punah terkait dengan keterbatasan sumber data dan informasi (Kertasari, Haswanto, & Sunarto, 2009).

Pada awalnya Aksara Batak hanya dimengerti oleh kalangan tertentu saja seperti kelompok pimpinan, ahli pengobatan dan para ahli adat pada masanya (Simatupang, 2006). Bukti dari peninggalan sejarah Batak dapat kita lihat pada buku Lak-Lak yang berisi mengenai tulisan/surat yang ditulis dalam Aksara Batak. Minimnya pengetahuan dalam membaca Aksara Batak membuat adanya peninggalan suku Batak yang tidak dapat diartikan oleh pembaca. Aksara Batak seharusnya dilestarikan agar tidak berkurang nilai budaya suku Batak.

Pada saat ini pembelajaran Aksara Batak dilakukan secara otodidak atau di sekolah dasar. Tulisan Aksara Batak juga dapat ditemukan dalam bentuk gambar yang dapat ditemukan di internet atau buku-buku yang menyediakan tulisan Aksara Batak. Walaupun internet memiliki gambar Aksara Batak, akan tetapi internet tidak dapat menerjemahkan kumpulan kalimat yang ditulis dengan Aksara Batak ke bahasa Batak dalam bentuk kalimat. Akibatnya gambar tersebut tidak dapat dikenali komputer untuk mengartikan maksud dari Aksara tersebut.

Seiring dengan berkembangnya zaman terlebih pada bidang teknologi, membuat manusia untuk selalu berusaha menciptakan berbagai terobosan yang berinovasi dengan tujuan membantu menyelesaikan pekerjaan manusia. Berbagai terobosan inovasi dalam bidang teknologi juga sudah diterapkan dalam bidang kebudayaan. Teknologi yang dibuat berdasarkan *computer vision*. *Computer vision* merupakan teknologi yang digunakan untuk pemrosesan suatu gambar atau citra yang diperoleh dari hasil kamera yang mirip dengan sistem penglihatan manusia. Sistem ini sudah banyak digunakan di berbagai hal seperti pengecekan unsur gambar, deteksi kualitas makanan, deteksi wajah, dll.

Teknologi yang akan dikembangkan oleh tim peneliti untuk membantu masyarakat dalam membaca Aksara Batak adalah teknologi yang menerapkan *computer vision machine learning*, yaitu klasifikasi karakter dengan menggunakan *Deep Learning Convolutional Neural Network*.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengidentifikasi Aksara Batak dan menampilkan arti dari Aksara Batak Toba dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Dengan adanya aplikasi ini diharapkan masyarakat dapat memahami Aksara Batak sehingga Aksara Batak tetap dapat dilestarikan.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk membangun sebuah sistem yang mampu mengenali Aksara Batak Toba dengan mengimplementasikan algoritma Convolutional Neural Network.

## **1.3 Lingkup dan Batasan Masalah**

Lingkup penggerjaan TA ini berfokus pada pengidentifikasi Aksara Batak dan menghasilkan deskripsi Aksara dalam Bahasa Batak. Peneliti menggunakan *tools Spyder*. Kemudian, alat yang digunakan untuk mengambil data *input* adalah kamera. Gambar yang diambil harus sejajar dengan kamera dan jelas. Waktu penggerjaan diperkirakan 4 bulan, dengan periode April sampai Juli 2020. Pada sistem ini nantinya akan diutamakan kepada data ina ni surat.

## **1.4 Pendekatan**

Tahapan yang digunakan untuk melaksanakan penelitian agar tercapai sesuai dengan tujuan yang dikehendaki adalah sebagai berikut:

### **1. Identifikasi Masalah**

Pada tahap identifikasi masalah dijelaskan mengenai masalah utama apa yang akan diteliti dan diselesaikan.

### **2. Melakukan Studi Literatur**

Pada tahap studi literatur, peneliti melakukan pengkajian mengenai teori yang relevan dengan topik atau judul penelitian, yaitu mengenai:

- Aksara Batak
- *Convolutional Neural Network*
- *Single Shot Detection*

Referensi ini dicari dan diperoleh dari buku, jurnal dan situs resmi di internet. Hasil dari pelaksanaan studi literatur ini adalah terkumpulnya referensi yang saling berhubungan dengan rumusan masalah.

Tujuan utama dari studi literatur ini adalah untuk memperkuat dasar teori dan sebagai landasan untuk rumusan masalah.

### 3. Analisis dan Perancangan

Pada tahap ini peneliti melakukan proses analisis dan perancangan yang digunakan untuk memahami dan menentukan secara spesifik bagaimana sistem akan dibangun. Selain menentukan spesifikasi sistem pada tahap ini juga menganalisis karakteristik dari sistem yang didesain seperti prosedur dan gambaran sistem yang sesuai dengan kebutuhan. Pada Tugas Akhir ini, *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan metode yang digunakan sebagai pengenalan karakter.

### 4. Implementasi

Pada tahap implementasi, peneliti melakukan pengumpulan data yang akan digunakan sebagai data untuk proses *training*. Data tersebut nantinya akan diolah untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Peneliti melakukan implementasi menggunakan bahasa pemrograman Python dengan menerapkan metode CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk mengenali objek yang berupa Aksara Batak.

### 5. Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pengujian pada sistem yang dikembangkan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan tujuan pembuatan sistem. Pengujian yang dilakukan dengan menguji tulisan Aksara Batak Toba.

### 6. Membuat Kesimpulan

Pada tahap ini peneliti melakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian terkait pengenalan Aksara Batak Toba.

## 1.5 Sistematika Penyajian

Sistematika penyajian pada laporan ini menjelaskan tentang kerangka penulisan laporan yang dibuat secara sistematik seperti berikut:

Pada Bab 1 Pendahuluan, dijelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik, tujuan penelitian dilakukan, lingkup pembahasan topik, pendekatan yang digunakan dan sistematika penyajian laporan.

Pada Bab 2 Tinjauan Pustaka, dijelaskan mengenai landasan teori sebagai pendukung penelitian dan pembanding dengan penelitian yang sudah pernah ada. Penelitian ini didukung oleh studi pustaka, video tutorial, dan informasi dari *internet*.

Pada Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem, dijelaskan mengenai bagaimana sistem akan dikembangkan dan bagaimana tampilan sistem.

Pada Bab 4 Implementasi, dijelaskan mengenai bagaimana implementasi yang telah dilakukan pada penelitian.

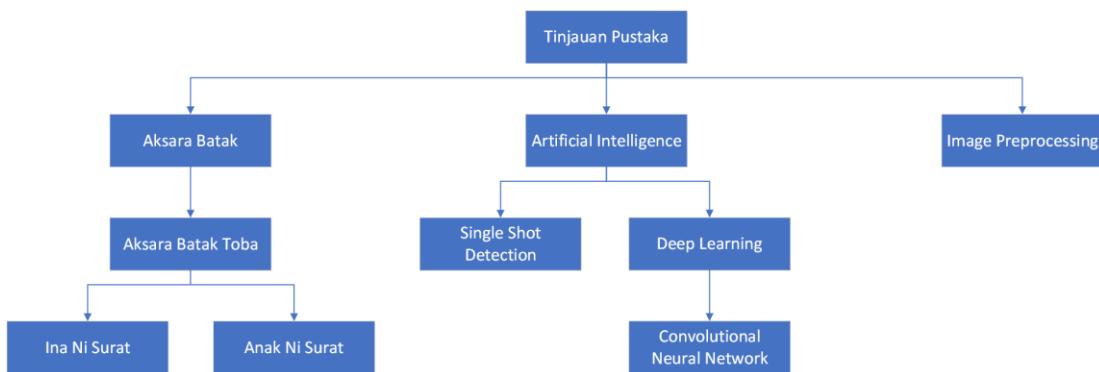
Pada Bab 5 Hasil dan Pembahasan, dijelaskan mengenai hasil yang telah diperoleh dari penelitian, pengujian algoritma dan penjelasan mengenai analisis hasil.

Pada Bab 6 Kesimpulan dan Saran, dijelaskan mengenai kesimpulan apa yang telah diambil berdasarkan hasil yang telah diperoleh dan saran untuk pengembangan penelitian di kemudian hari.

## Bab II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan selama pengerjaan Tugas Akhir untuk memperjelas pengetahuan dalam objek kajian. Tinjauan Pustaka membahas tentang informasi yang dikumpulkan dari berbagai pustaka yang berhubungan dengan bahan kajian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1. *Literature maps.*



Gambar 1. Literature maps

*Literatur maps* pada Gambar 1 akan menjelaskan mengenai informasi yang ada pada tinjauan pustaka, yang dimulai dari Aksara Batak, *Artificial Intelengence* dan *Image Processing*.

#### 2.1 Aksara Batak

Aksara merupakan bentuk visual dari suatu ucapan dan alat komunikasi. Aksara adalah tulisan yang digunakan sebagai indikator yang membedakan antara masa awal sejarah dan prasejarah yang divisualisasikan dalam bentuk gambar untuk berkomunikasi. Metode komunikasi ini merupakan awal munculnya seni visual dan media verbal pada sistem komunikasi antar manusia (Kumalasari, 2010).

Simbol visual yang dihasilkan oleh aksara biasanya tertera pada kertas maupun media lain seperti batu, kayu, lontar, kain, dan lain-lain. Simbol yang dihasilkan akan

mengungkapkan unsur-unsur yang ekspresif dalam suatu bahasa (Pertama, Suyoto, & Suselo, 2015).

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan aksara merupakan alat komunikasi non verbal yang divisualisasikan dalam bentuk gambar untuk menyampaikan maksud dan tujuan pemberi informasi.

Salah satu aksara yang perlu mendapat perhatian khusus adalah aksara Batak yang terancam punah terkait dengan keterbatasan sumber data dan informasi. Berbeda dengan sastra dan budaya Jawa yang cukup eksis, aksara Batak masih sangat minim dimengerti oleh masyarakat. Bahkan sebagian besar masyarakat Batak sendiri tidak mengetahui adanya aksara Batak.

Aksara Batak merupakan salah satu alat komunikasi yang digunakan oleh suku Batak. Aksara Batak divisualisasikan dalam bentuk gambar yang tertera pada kayu alim atau saat ini disebut sebagai buku lak-lak. Aksara Batak biasanya digunakan oleh para tokoh adat ataupun orang yang memiliki pengetahuan dalam pengobatan (Simatupang, 2006).

### **2.1.1 Aksara Batak Toba**

Aksara Batak Toba merupakan salah satu jenis dari aksara Batak. Aksara Batak Toba dibagi menjadi dua jenis, yaitu Ina ni surat dan Anak ni surat.

#### **2.1.1.1 Ina ni surat**

Ina ni surat pada Aksara Batak merupakan huruf yang dapat berdiri sendiri dan memiliki 19 karakter. Ina ni surat yang merupakan konsonan akan memiliki akhiran dengan bunyi /a/.

**Gambar 2.** Ina ni surat

### **2.1.1.2 Anak ni Surat**

Anak ni surat dalam Bahasa Batak merupakan komponen fonetis yang disisipkan pada Ina ni surat untuk mengubah bunyi dari pengucapan ina ni surat. Bunyi Ina ni surat yang berakhiran /a/ akan diubah dengan akhiran /i/u/e/o/ng/ dan pangolat -/- yang digunakan untuk menghapus bunyi /a/i/u/e/o/ pada akhir huruf pada aksara Batak.

**Tabel 1. Anak ni surat**

No.	i	u	e	o	ng
	ə°	ə	ə̄	ə×	ə̄̄
6	Mi ə̄o	Mu ə̄̄	Me ə̄̄̄	Mo ə̄̄x	Mang ə̄̄̄̄
7	Ngi <o	Ngu <	Nge <̄	Ngo <x	Ngang <̄̄
8	Li ̄̄o	Lu ̄̄̄	Le ̄̄̄̄	Lo ̄̄̄x	Lang ̄̄̄̄̄
9	Pi —o	Pu —̄	Pe —̄̄	Po —̄̄x	Pang —̄̄̄
10	Si ə̄̄o	Su ə̄̄̄	Se ə̄̄̄̄	So ə̄̄̄x	Sang ə̄̄̄̄̄
11	Di ə̄̄o	Du ə̄̄̄	De ə̄̄̄̄	Do ə̄̄̄x	Dang ə̄̄̄̄̄
12	Wi ə̄̄o	Wu ə̄̄̄	We ə̄̄̄̄	Wo ə̄̄̄x	Wang ə̄̄̄̄̄
13	Gi ə̄̄̄o	Gu ə̄̄̄̄	Ge ə̄̄̄̄̄	Go ə̄̄̄̄x	Gang ə̄̄̄̄̄̄
14	Ji <o	Ju <	Je <̄	Jo <x	Jang <̄̄
15	Ya ə̄̄̄̄	Yu ə̄̄̄̄̄	Ye ə̄̄̄̄̄̄	Yo ə̄̄̄̄x	Yang ə̄̄̄̄̄̄̄
16	Nya <	Nyu <	Nye <̄	Nyo <x	Nyang <̄̄̄

## 2.2 Artificial Intelligence

*Artificial Intelligence* (AI) merupakan teknologi yang meniru kecerdasan manusia sehingga disebut kecerdasan buatan. AI menerapkan metode pemikiran manusia seperti

proses pembelajaran untuk mengenali suatu objek atau keadaan tertentu tanpa harus mempelajari hal yang sama berulang kali.

AI merupakan teknik yang meniru perilaku atau kecerdasan yang dimiliki oleh makhluk hidup maupun benda mati untuk menyelesaikan suatu persoalan. Beradaptasi merupakan teknik yang digunakan AI seperti mengadaptasi bagaimana makhluk hidup dapat menyesuaikan diri dan memberikan keputusan dari setiap keadaan (Hania, 2017).

Pada tahun 1950-an seorang peneliti bernama Alan Turin seorang ahli matematika Inggris melakukan sebuah percobaan Turing. Percobaan Turing yang dilakukan adalah untuk membuktikan bahwa AI dapat meniru perilaku dan pikiran manusia. Hal tersebut dibuktikan dengan teknik komunikasi antara manusia dengan terminal AI, dimana terminal AI dapat merespon perkataan dan membuat manusia percaya bahwa dirinya berkomunikasi dengan orang lain bukan dengan terminal AI. Hal inilah yang dimaksud dengan mesin cerdas atau kecerdasan buatan (Dahria, 2008).

### **2.3 Deep Learning**

*Deep learning* merupakan cabang pembelajaran dari *machine learning* yang terinspirasi dari korteks manusia (Santoso & Ariyanto). Jaringan korteks pada manusia merupakan lapisan terluar dan memiliki jaringan tersembunyi untuk merespon yang terjadi pada jaringan korteks. Metode tersebut digunakan pada *deep learning* yang menerapkan *hidden layer*. *Deep learning* sangat identik dengan data tidak berlabel atau tidak terstruktur. *Deep learning* memiliki kemampuan spesifik mengklasifikasikan setiap data.

### **2.4 Single Shot Detection**

Kecerdasan buatan merupakan ilmu pengetahuan yang menerapkan kecerdasan manusia terkhususnya pada komputer. Saat ini kecerdasan buatan menerapkan teknik deteksi layaknya sebagaimana manusia melakukan deteksi pada objek yang dilihatnya. Ketika manusia sedang melihat ke jalan raya, maka manusia dapat mendeteksi antara

manusia, tanaman, kendaraan dan penerang jalan hanya dengan melihat bentuknya. Begitu juga dengan *object detection* yang melakukan pendektsian dengan melakukan frame pada setiap objek.

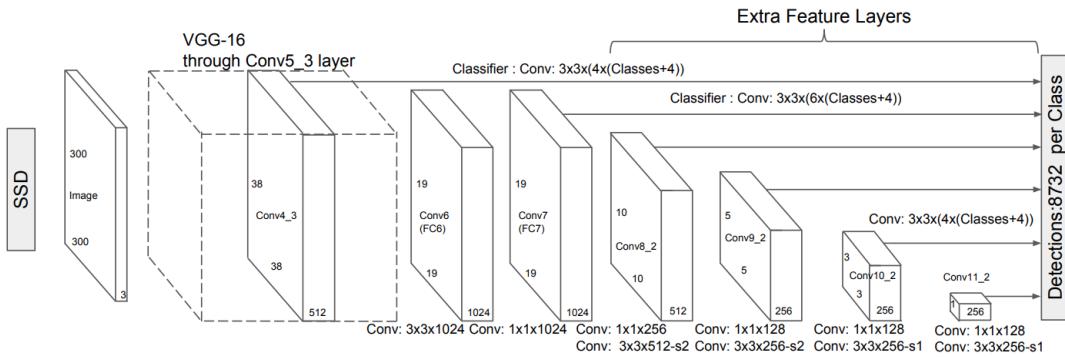
Proses pendektsian dilakukan secara *real-time* dan mampu mendekksi objek dengan ukuran miskroskop melalui pengaturan tertentu. Metode ini tidak memiliki batasan tertentu berapa objek yang akan dideteksi dalam satu frame, hal inilah yang membedakannya dengan pendekatan algoritma yang digunakan dalam deteksi objek (Franzl & Cichos, 2020).

Metode SSD mendiskritisasi ruang keluaran kotak pembatas menjadi sekumpulan kotak default pada berbagai rasio dan skala per lokasi lokasi fitur. Pada waktu prediksi, jaringan menghasilkan skor untuk keberadaan setiap kategori objek di setiap kotak default dan menghasilkan penyesuaian ke kotak untuk lebih cocok dengan bentuk objek (Liu, et al., 2016).

Pada penggunaan SSD harus melibatkan antara lokalisasi dan klarifikasi yang disatukan menjadi sebuah pendektsian. SSD harus dibantu dengan sub-network lain seperti *convolutional neural network* untuk mengoptimalkan hasil deteksi dengan tetap mempertahankan kinerja deteksi objek SSD itu sendiri (Wong, Shafiee, Li, & Chwyl, 2018). Adanya bantuan dari jaringan konvolusional membuat arsitektur makro SSD menambah arsitektur jaringan ekstraksi fitur dasar dengan seperangkat lapisan fitur konvolusional tambahan dan prediktor konvolusional. Lapisan fitur konvolusional dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan fleksibilitas mendekksi objek dalam adegan di berbagai skala yang berbeda (Wong, Shafiee, Li, & Chwyl, 2018).

Single shot detection digunakan untuk membantu dalam pendektsian objek karena penggunaan metode hanya dengan pendekatan algoritma dianggap tidak cukup

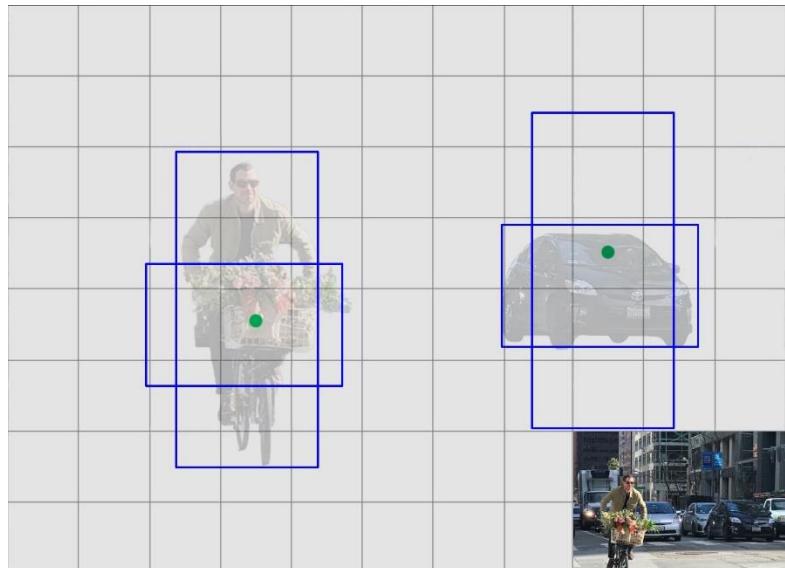
memuaskan dan dengan adanya *single shot detection*, akan mampu mendeteksi tanpa adanya batasan objek tertentu.



**Gambar 3. Struktur Algoritma Deep Learning dengan Single Shot Detection**

**Sumber:** (Liu, et al., 2016)

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat proses kerja dari SSD yang dibantu dengan algoritma deep learning untuk mengoptimalkan proses deteksi. Proses deteksi dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 4. Proses Pendekripsi Single Shot Detection**

**Sumber:** <https://mc.ai/ssd-object-detection-single-shot-multibox-detector-for-real-time-processing/>

Gambar akan pertama sekali langsung diproses oleh SSD untuk pendekripsi objek, kemudian gambar tersebut akan diolah kedalam sebuah algoritma jaringan saraf untuk menentukan prediksi untuk menentukan objek jenis kelas objek tersebut.

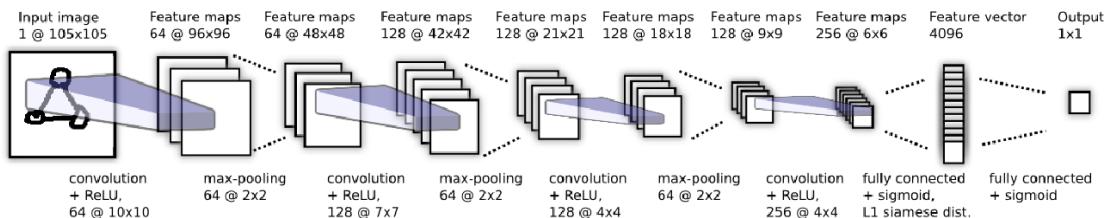


Gambar 5. Pemberian Label pada Objek

Sumber: <https://mc.ai/ssd-object-detection-single-shot-multibox-detector-for-real-time-processing/>

## 2.5 Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan metode *machine learning* yang dapat digunakan untuk klasifikasi citra objek. CNN terdiri dari dua tahap. Tahap pertama merupakan teknik klasifikasi objek. CNN merupakan hasil pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk mengelola data dua dimensi (P, Wijaya, & Soelaiman, 2016).



Gambar 6. Struktur CNN

Sumber: <https://becominghuman.ai/siamese-neural-network-f>

Algoritma CNN memiliki 2 bagian proses yaitu proses *feature learning* dan proses klasifikasi. (Stanford University, 2019).

### a. Feature Learning

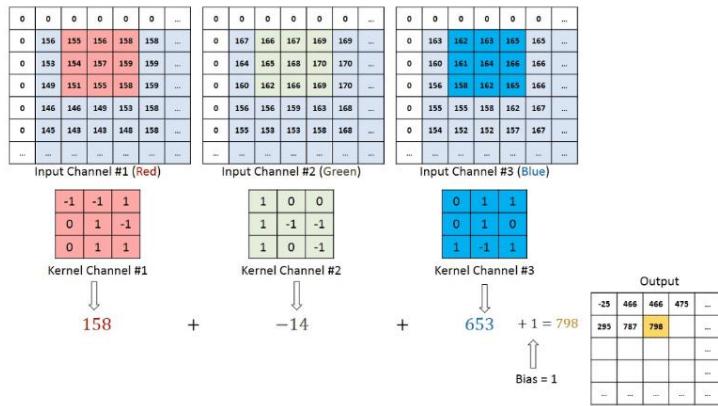
*Feature learning* merupakan metode yang digunakan untuk memroses inputan berdasarkan ciri dari inputan berupa angka dalam bentuk vektor.

#### 1. Convolutional layer

Proses ini merupakan metode awal yang dilakukan pada proses CNN. Proses konvolusi berfungsi untuk menghitung nilai output yang dihasilkan oleh

gambar inputan yang saling terhubung didalam input. Perhitungan yang dilakukan dipusatkan pada titik bobot dari setiap bagian dari inputan.

Proses konvolusi juga bisa disebut dengan mengaplikasikan sebuah fungsi untuk menampilkan fitur dari citra inputan. *Convolution* bekerja dengan cara membagi gambar.

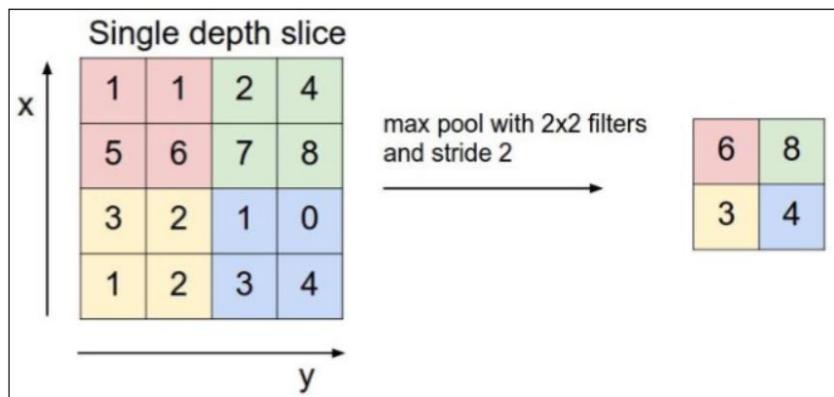


Gambar 7. Cara kerja Convolution

Sumber: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-3bdab9fc7e0>

## 2. Subsampling

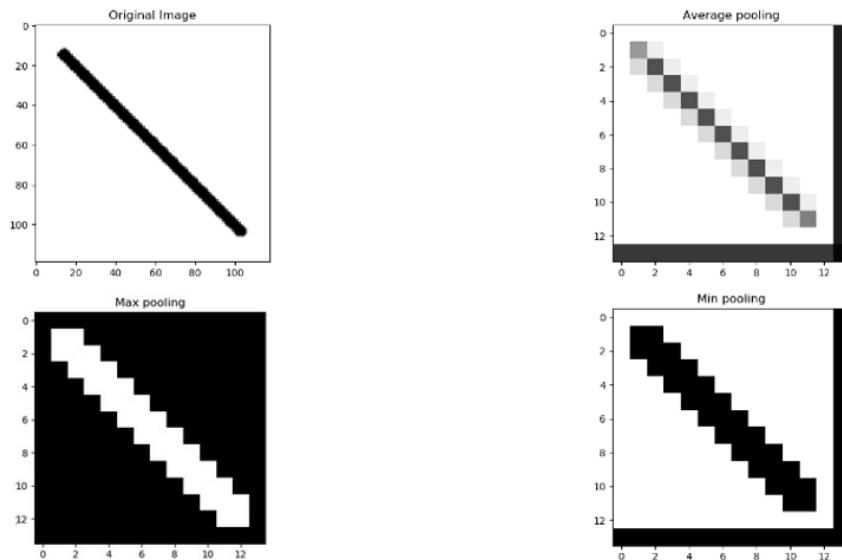
*Pooling* merupakan teknik yang digunakan dalam metode *subsampling* dalam mereduksi ukuran sebuah citra. Fungsi ini akan meningkatkan invariansi posisi dari fitur. *Pooling* akan membagi *output* yang dihasilkan dari proses konvolusi menjadi beberapa *grid* kecil dan menarik nilai terbesar dari setiap *grid* dengan tujuan menyusun kembali matriks citra yang telah direduksi (Putra, 2015). Proses ini disebut juga sebagai proses *downsampling* untuk mengurangi dimensi dari fitur untuk mempercepat proses komputasi dan mengontrol terjadinya *overfitting*. *Pooling* akan bekerja dengan bergerak sesuai dengan ukuran dari *feature pattern* (Setiyono, 2016).



**Gambar 8. Cara kerja subsampling**

Sumber: <https://mc.ai/apa-itu-convolutional-neural-network/>

Terdapat 3 jenis *pooling*, yaitu min *pooling*, max *pooling* dan average *pooling*.



**Gambar 9. Proses Pooling**

Sumber: <https://medium.com/@bdhumu/which-pooling-method-is-better-maxpooling-vs-minpooling-vs-average-pooling-95fb03f45a9>

- *Max Pooling*

Pooling ini akan mengambil nilai terbesar dari setiap matriks yang telah ditentukan ukuran filter nya. *Maxpooling* biasanya digunakan apabila suatu gambar memiliki gambar dengan background gelap

dan ingin mengambil nilai pada pixel dengan tingkat kecerahan yang lebih tinggi.

- *Min Pooling*

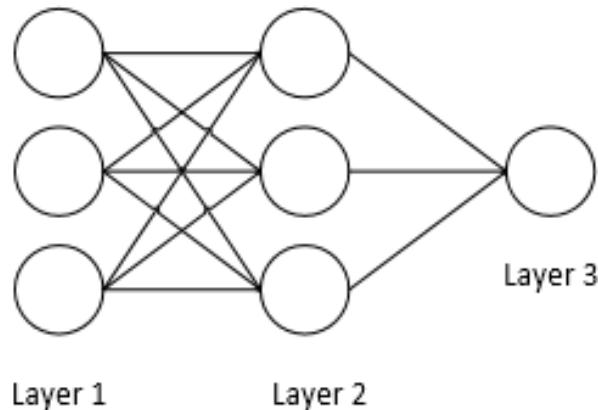
Pooling ini akan mengambil nilai terkecil dari setiap matriks yang telah ditentukan ukuran filter nya. *Min Pooling* biasanya digunakan apabila suatu gambar memiliki gambar dengan *background* terang dan ingin mengambil nilai pada pixel dengan tingkat kegelapan yang lebih tinggi.

- *Average Pooling*

*Pooling* ini akan mengambil nilai rata-rata dari setiap matriks yang telah ditentukan ukuran filter nya.

*b. Classification*

Pada tahap ini melakukan proses *Fully Connected Layer*. Setelah proses *feature learning* selesai, maka perlu dilakukan penggabungan kembali seluruh *neuron* atau *fully connected layer* yang akan menghubungkan setiap *neuron* dari layer satu ke layer lainnya (Abhirawa, Jondri, & Anditya Arifianto, 2017).



**Gambar 10. Struktur Fully Connected Layer**

Pada layer *fully connected layer* terdapat *hidden layer*, *activation function*, *output layer* dan *loss function*. Layer ini merupakan layer yang akan digunakan outputnya sebagai

penerapan *multi perceptron* dengan tujuan melakukan transformasi pada dimensi data agar data tersebut dapat diklasifikasikan secara linear (Universitas Gadjah Mada, 2018). Setiap neuron pada *convolution* perlu ditransformasikan menjadi satu dimensi sebelum dihubungkan kedalam sebuah *fully connected layer* (P, Wijaya, & Soelaiman, 2016).

## 2.6 Image Processing

*Image processing* merupakan proses yang digunakan untuk melakukan proses ekstraksi gambar. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan informasi detail dari gambar tersebut.

Pengolahan citra merupakan teknik mengolah citra yang mentransformasikan citra masukan menjadi citra lain agar keluaran gambar memiliki kualitas gambar yang lebih baik dibandingkan dengan gambar sebelum diproses. Hal ini dapat dipahami bahwa selain digunakan untuk mendapat informasi detail, *image processing* juga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas gambar (Mulyawan, Samsono, & Setiawardhana).

Pada bidang teknologi saat ini terkhususnya bidang komputer, pemrosesan gambar merupakan salah satu bentuk proses dimana menghasilkan sinyal yang inputnya digerakkan seperti gambar. Hasil keluaran dari pemrosesan ini dapat berupa gambar atau sekumpulan statistik maupun parameter yang berhubungan dengan gambar yang diinput. Pada dasarnya pemrosesan gambar menerapkan sinyal dua dimensi yang menerapkan teknik pelabelan untuk setiap karakter yang didapatkan selama proses berlangsung.

Di bidang teknik listrik dan komputer, pemrosesan gambar adalah segala bentuk pemrosesan sinyal yang inputnya digerakkan, seperti foto atau bingkai video. Output dari pemrosesan gambar dapat berupa gambar atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang terkait dengan gambar. Sebagian besar teknik pemrosesan gambar

melibatkan gambar sebagai sinyal dua dimensi dan menerapkan teknik pemrosesan tanda standar untuk gambar tersebut. Pemrosesan gambar dilakukan dengan penerapan algoritma komputer yang khusus pada bidang pengolahan gambar (Digital Image Processing, 2010).

## 2.7 Penelitian Sebelumnya

Subbab ini menjelaskan penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian *Batak Toba Character Translation Using Convolutional Neural Network and Single Shot Multibox Detection*.

- a. Pengenalan Aksara Jawa dengan Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (Lorentius & Albert, 2019)

Penelitian ini melakukan pengenalan terhadap Aksara Jawa. Penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network*. Secara garis besar, proses pengenalan huruf Jawa dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: segmentasi gambar dari dokumen beraksara Jawa, ekstraksi fitur – fitur dari setiap aksara Jawa, dan pengenalan aksara Jawa dari fitur – fitur yang telah di ekstraksi. Gambar yang telah disegmentasi akan menjadi input untuk di fitur ekstraksi dan diklasifikasi. Setelah gambar telah disegmentasi, gambar tersebut akan di-training-kan menggunakan CNN model tertentu yang telah dibuat. Proses fitur ekstraksi pada *deep learning* (CNN) tergabung di dalam proses *convolution* yang dilakukan.

Aplikasi pengenalan aksara Jawa ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python. Hasil pengujian dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) terhadap data testing Aksara Jawa yang telah disiapkan mencapai hasil akurasi 95,04%.

- b. Pengenalan Aksara Batak Toba dengan Pendekatan *Machine Learning* (Situmorang & Sihite, 2019)

Penelitian ini melakukan pengenalan terhadap Aksara Batak Toba. Penelitian ini menggunakan teknologi *image processing* dengan pendekatan *machine*

*learning*. Untuk melakukan prediksi terhadap Aksara Batak Toba menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbor* (k-NN). Aksara batak memiliki “in ani surat” dan “anak ni surat”.

Tahapan proses dataset atau gambar Aksara Batak dapat dibentuk hingga dapat diklasifikasikan yaitu *preprocessing* yang terdiri dari *Augmentation*, *grayscale*, *resize*, dan *thresholding* kemudian dilanjut dengan *feature extraction*.

- c. Convolutional Neural Network for Handwritten Javanese Character Recognition (Chandra Kusuma Dewa, 2018)

Penelitian ini melakukan pengembangan sebuah perangkat lunak untuk pengenalan karakter tulisan tangan Aksara Jawa dengan menerapkan model CNN. Untuk proses segmentasi pada karakter Aksara Jawa, peneliti memanfaatkan deteksi kontur dan deteksi tepi Canny yang menggunakan pustaka OpenCV. Model CNN kemudian akan melakukan proses klasifikasi terhadap citra yang telah disegmentasi ke dalam 20 kelas. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari a) akuisisi data untuk Aksara Jawa, b) membangun model CNN, c) pelatihan model dan pengujian model, d) mengembangkan aplikasi berbasis web untuk klasifikasi Aksara Jawa. Penelitian ini menggunakan dataset yang terdiri dari 2.000 data yang termasuk ke dalam 20 kelas Aksara Jawa dasar. Setiap kelas terdiri dari 100 data training. Setiap dataset dilakukan 8-bit grayscale dan memiliki ukuran 28x28 piksel. Untuk melakukan pelatihan model dan pengujian model CNN, dataset aksara Jawa dibagi menjadi 80% untuk data train dan 20% untuk data testing, pengujian dataset dilakukan dengan Teknik validasi silang kfold. Perangkat lunak yang dikembangkan adalah aplikasi berbasis web Django yang memiliki kemampuan untuk mengakses webcam dan dapat menerima inputan gambar dari pengguna dengan cara mengunggah gambar tersebut.

Dalam penelitian ini, akurasi untuk pengenalan Aksara Jawa dengan menerapkan model CNN tidak dapat mencapai 90% dikarenakan jumlah dataset yang dilatih saat proses training hanya 2000 dataset.

- d. Chinese Character Boxes: Single Shot Detector Network for Chinese Character Detection (Junhwan Ryu, 2019)

Penelitian ini melakukan pendekripsi terhadap aksara China dengan menggunakan Single Shot Detector (SSD). Aksara China yang digunakan merupakan dokumen lama yang ditulis dalam caoshu. Caoshu adalah salah satu huruf Kanji yang berorientasi pada ukuran dan memiliki bentuk aksara yang berbeda dengan standar aksara China saat ini.

Dataset yang digunakan untuk training diperoleh dari data KNU dari Universitas Nasional Kyungpook. Dataset berisi sekitar 200.000 karakter yang di crop dan 1000 dataset caoshu yang sudah dipindai atau difoto. Hasil penelitian ini memperoleh tingkat deteksi 96.1%.

### 2.7.1 Ringkasan Penelitian Sebelumnya

Subbab ini menjelaskan ringkasan penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian *Batak Toba Character Translation Using Convolutional Neural Network and Single Shot Multibox Detection*.

**Tabel 2. Ringkasan Penelitian Sebelumnya**

No	Judul Penelitian	Latar Belakang	Tujuan	Metodologi
1	Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i>	Minat masyarakat akan aksara Jawa sangat memprihatinkan saat ini sedangkan nilai / eksistensi sebuah budaya sangat penting dan harus dilestarikan agar tidak punah sehingga dibutuhkan sebuah sistem untuk mengenali aksara Jawa.	Membuat sebuah sistem dengan metode CNN ( <i>Convolutional Neural Network</i> ) yang dapat mengenali Aksara Jawa.	a) Identifikasi dan merumuskan masalah b) Melakukan studi pustaka c) Melakukan desain sistem d) Melakukan pengujian sistem
2	Pengenalan Aksara Batak Toba dengan	Aksara Batak Toba merupakan salah satu warisan kebudayaan	Melakukan pengenalan pola Aksara Batak Toba	a) Melakukan studi literatur

No	Judul Penelitian	Latar Belakang	Tujuan	Metodologi
	Pendekatan Machine Learning	yang patut untuk dipertahankan dan diperkenalkan kepada generasi berikutnya. Namun cara untuk memperkenalkan atau mempertahankan hal tersebut masih memiliki kendala. Oleh karena itu diperlukan sebuah teknologi yang dapat mengenali Aksara batak yaitu sebuah teknologi <i>image processing</i> dengan pendekatan <i>machine learning</i> .	menggunakan pendekatan machine learning dan menghitung jarak dari hasil akurasi k-Nearest Neighbor (k-NN) dalam pengenalan Aksara Batak Toba dengan Euclidean Distance atau Mahalanobis Distance.	b) Mengumpulkan data dan pemahaman data c) Melakukan analisis d) Melakukan eksperimen dan implementasi
3	Convolutional Neural Network for Handwritten Javanese Character Recognition	Saat ini, orang jawa tidak lagi menggunakan aksara jawa dalam kehidupan sehari-hari, meskipun aksara Jawa diajarkan di sekolah dasar dan menengah sebagai bagian dari kurikulum muatan local di Jawa Tengah dan Yogyakarta. Oleh karena itu, aksara ini oerlu dilestarikan dan diharapkan dapat digunakan dalam komunikasi sehari-hari.	Membuat perangkat lunak berbasis website yang dapat mengenali aksara Jawa dengan menerapkan CNN.	a) Melakukan akuisisi data b) Membangun model CNN c) Melakukan pelatihan model dan pengujian model d) Mengembangkan sistem
4	Chinese Character Boxes: Single Shot Detector Network	Dokumen-dokumen lama yang ditulis dengan tulisan tangan memiliki	Membuat sistem yang dapat mendeteksi dan	a) Implementasi

No	Judul Penelitian	Latar Belakang	Tujuan	Metodologi
	for Chinese Character Detection	nilai sejarah tinggi dan masih belum diterjemahkan karena kesulitan dan memakan waktu untuk menerjemahkan. Hasil terjemahan dokumen lama ini akan jadi lebih bermakna untuk menemukan sejarah yang belum terungkap.	menerjemahkan Aksara China dengan menggunakan Singel Shot Detection.	b) Pengujian dan analisis c) Pengambilan kesimpulan

## **Bab III**

### **ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai bagaimana sistem akan dikembangkan dan bagaimana tampilan sistem.

#### **3.1 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Pengumpulan data dilakukan dibagi menjadi dua, yaitu:

##### **1. Data Primer**

Data primer yang digunakan dalam pembangunan sistem pengenalan Aksara Batak menggunakan *Convolutional neural network* adalah gambar tulisan Aksara Batak. Secara spesifik data pada penelitian ini menggunakan *dataset* yang dibagi menjadi data training dan data *testing*. Dataset untuk training dipersiapkan sebanyak 5000 gambar yang memuat 5 sampai 10 aksara Batak Toba yang ditulis tangan pada setiap gambarnya.

Data *testing* yang akan digunakan terdiri dari Aksara Batak yang ditulis tangan pada kertas kemudian difoto dengan posisi kertas sejajar dengan kamera. File gambar kemudian akan diunggah ke dalam sistem. Pengujian dilakukan pada 12 aksara ina ni surat sebanyak 10 buah dan 7 gambar yang terdiri dari 10 dan 12 aksara acak. Aksara Batak yang digunakan adalah Aksara Batak Toba yang memiliki dua kategori kata, yaitu:

##### **a. Ina ni surat**

Kategori huruf ina ni surat merupakan kata induk atau kata utama yang memiliki akhiran bunyi /a/. Terdapat 3000 gambar untuk data training ina ni surat dan digunakan saat pengujian.

b. Anak ni surat

Anak ni surat yang berasal dari ina ni surat akan tetapi bunyi akhiran /a/ diubah menjadi /i/u/e/o. Terdapat 2000 gambar untuk data training anak ni surat yang dicampur dengan ina ni surat.

2. Data Sekunder

Data sekunder (pendukung) diperoleh melalui tinjauan pustaka dan eksplorasi di internet. Tinjauan pustaka yang dilakukan untuk mendapatkan teori, metode dan konsep yang relevan dengan penelitian yang sedang dilaksanakan. Informasi yang didapatkan akan menjadi acuan dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang diteliti oleh tim peneliti. Proses tinjauan pustaka dilakukan dengan mencari informasi melalui buku, jurnal dan sumber lainnya yang memiliki informasi terkait dengan permasalahan.

Tim peneliti juga melakukan eksplorasi di internet untuk mendukung proses tinjauan pustaka seperti mencari jurnal, buku maupun sumber lain yang dapat membantu peneliti menyelesaikan masalah yang sedang diteliti.

### 3.2 Analisis Data

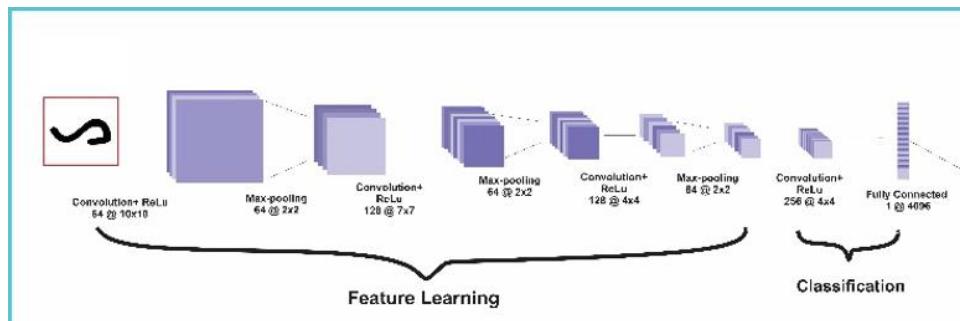
Data yang digunakan sebagai input untuk tahap pelatihan Aksara Batak Toba adalah ina ni surat dan anak ni surat. Pada penulisan Aksara Batak terdapat banyak variasi penulisan atau penggunaan anak ni surat akan tetapi sampai saat ini belum adanya syarat pasti mengenai proses penulisan. Selain beragamnya cara penulisan, terdapat perbedaan karakter pada anak ni surat sehingga untuk proses pembacaan kata hanya dilakukan pada Aksara Batak yang menggunakan bunyi akhiran /u/ dikarenakan struktur penulisan Aksara Batak yang tergabung secara penuh.

### 3.3 Analisis Algoritma

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai algoritma yang akan digunakan.

#### 3.3.1 Pemodelan Convolutional Neural Network

Model merupakan acuan dalam mengimplementasikan fungsi dari sebuah algoritma yang akan digunakan. Model *Convolutional Neural Network* yang akan dibangun bertujuan untuk memberikan hasil dari gambar atau huruf Aksara Batak Toba yang diuji. Proses untuk menghasilkan model CNN dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses CNN

Berikut adalah tahapan dalam pemodelan CNN.

a. Feature Learning

1. Convolutional Layer

Pada tahap *convolutional* terdapat dua proses yang harus dilewati setiap data, yaitu:

i. Convolution

Pada tahap ini akan dilakukan proses konvolusi data. Konvolusi yang dimaksudkan adalah proses untuk mengaplikasikan fungsi secara berulang. Proses konvolusi ini akan melakukan proses ekstraksi data untuk menghasilkan transformasi dari citra yang di input

ii. ReLu (Rectified Linear Unit)

Setelah melakukan proses konvolusi dan menghasilkan *feature map* maka proses selanjutnya adalah melakukan aktivasi pada *feature*

*map* tersebut. Fungsi aktivasi akan digunakan untuk mengubah nilai yang dimiliki oleh *feature map* yang dihasilkan dari proses konvolusi. Proses ini akan berguna ketika nilai *feature map* akan diteruskan ke proses selanjutnya. Gambar tersebut berupa pixel yang berisi matriks, jumlah pixel yang akan dihasilkan adalah tergantung pada filter yang digunakan. Apabila sebuah gambar *grayscale* maka harus didefinisikan terlebih dahulu ukuran kernelnya berbeda dengan penggunaan RGB yang akan langsung otomatis dibagi atas tiga bagian, yaitu *Red, Green, Blue*.

Ukuran spasial dari *output* setiap gambar akan dihasilkan yang dihitung berdasarkan formula  $(N-F+2P)/S+1$

Ket:

N = Ukuran Gambar (Tinggi=Lebar)

F = Filter

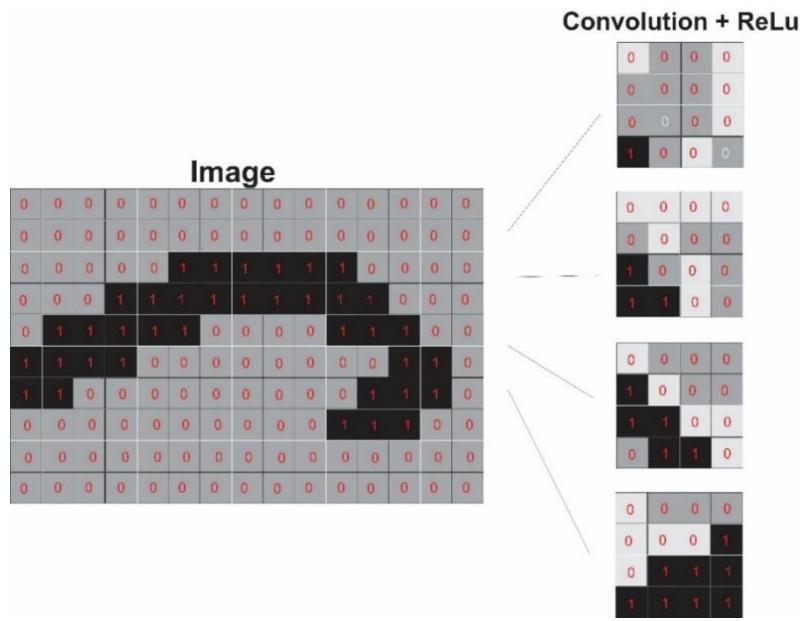
P = Jumlah padding

S = Jumlah stride

Apabila sebuah gambar memiliki ukuran 5x5, filter 3x3 yang menggunakan padding 1 dan stride 2, maka akan menghasilkan activation map sebanyak:

$$(5-3 + 4)/2+1 = 4$$

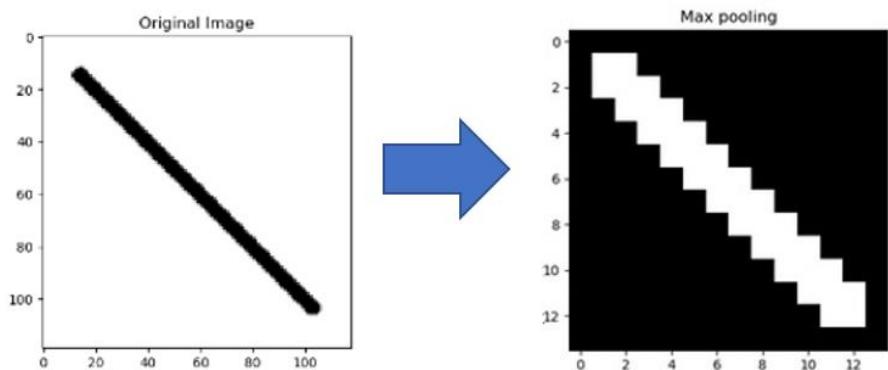
Proses tersebut akan diulang dengan filter yang berbeda sehingga menghasilkan kumpulan *activation maps*.



**Gambar 12. Proses Convolutional Layer (Convolution dan ReLU)**

## 2. Pooling

Pada proses ini dilakukan *pooling* untuk mereduksi nilai yang didapatkan pada hasil konvolusi citra. Proses *pooling* akan membagi hasil konvolusi kedalam beberapa *grid* lalu mengambil nilai terbesar dari setiap *grid* dan membentuk matriks baru yang berisi nilai-nilai terbesar dari setiap *grid* yang telah dibagi sebelumnya. Jenis *pooling* yang digunakan adalah *max pooling* karena gambar yang diproses akan memiliki *background* gelap yang diperoleh dari hasil *thresholding*. Proses *pooling* hanya mengambil nilai terbesar dari setiap matriks tidak akan mengurangi kualitas citra yang telah dilakukan *pooling*. Proses *pooling* disebut juga sebagai downsampling karena mereduksi ukuran matriks. Proses *pooling* berjalan dengan menetapkan jumlah filter sebagai acuan dalam mereduksi data.

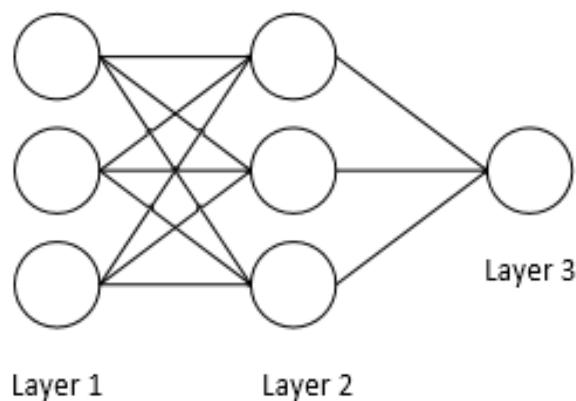


**Gambar 13. Max Pooling**

#### b. Classification

##### 1. Fully connected layer

Proses *convolution* dan *pooling* menyebabkan neuron dari setiap citra menjadi terbagi. Pada layer terakhir pada CNN merupakan proses penggabungan seluruh neuron agar saling terhubung kembali. Setelah citra Aksara Batak dipecah kedalam *grid* kecil, maka neuron yang telah dikombinasi akan dibagi menjadi beberapa kelompok. Proses transformasi ini dinamakan *flatten*. Dimensi yang telah dibagi dan dikombinasikan akan dihubungkan kembali untuk menghubungkan seluruh neuron ke dalam satu dimensi.



**Gambar 14. Fully Connected Layer**

### **3.3.2 Pemodelan Single Shot Detection**

Model Single Shot Detection digunakan pada proses pengujian untuk mengidentifikasi objek aksara Batak Toba pada gambar.

### **3.4 Analisis Sistem**

Software yang diperlukan oleh tim dalam membangun aplikasi pengenalan Aksara Batak berbasis desktop mencakup lingkungan pengembangan dan lingkungan operasional. Sistem akan dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan menggunakan editor *Spyder*. Pada proses training data, untuk mempercepat kinerjanya digunakan GPU yang perlu diaktifkan menggunakan Quda. Agar Cuda dapat dijalankan maka dibutuhkan perangkat keras dengan minimum RAM 4GB dan direkomendasikan sebesar 8GB.

### **3.5 Desain Dataset**

Pada penelitian ini, data set yang digunakan sebagai data train dan test adalah gambar Aksara Batak yang terdiri dari Ina ni surat sebanyak 19 huruf dan anak ni surat sebanyak 98 huruf.

**Tabel 3. Dataset Anak ni surat**

No.	Ina Ni Surat	Anak ni Surat					
		I	U	E	O	Ng	\
1	A						
	~						
2	Ha	Hi	Hu	He	Ho	Hang	H

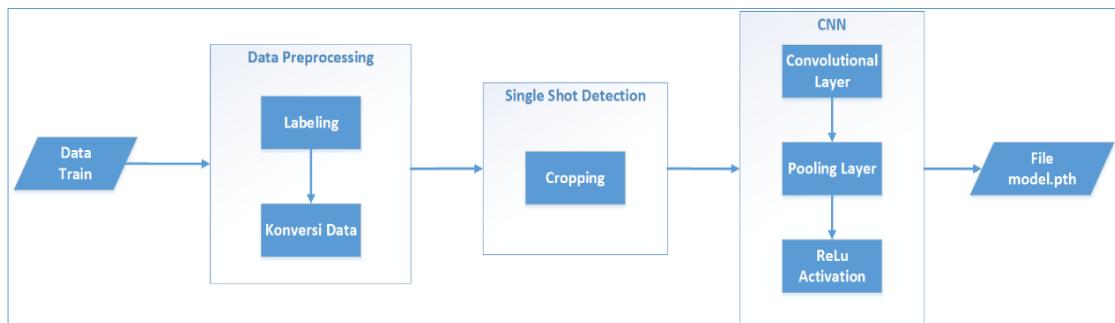
No.	Ina Ni Surat	Anak ni Surat					
		I	U	E	O	Ng	\
		ŋ	ŋo	ŋi	ŋe	ŋx	ŋ̄
3	Na	Ni	Nu	Ne	No	Nang	N
	ñ	ño	ñi	ñe	ñx	ñ̄	ñ̄x
4	Ra	Ri	Ru	Re	Ro	Rang	R
	ᵻ	ᵻo	ᵻi	ᵻe	ᵻx	ᵻ̄	ᵻ̄x
5	Ta	Ti	Tu	Te	To	Tang	T
	ᵫ	ᵫo	ᵫi	ᵫe	ᵫx	ᵫ̄	ᵫ̄x
6	Ba	Bi	Bu	Be	Bo	Bang	B
	ᵬ	ᵬo	ᵬi	ᵬe	ᵬx	ᵬ̄	ᵬ̄x
7	I						
	ᵫ						
8	Ma	Mi	Mu	Me	Mo	Mang	M
	ᵫ	ᵫo	ᵫi	ᵫe	ᵫx	ᵫ̄	ᵫ̄x
9	Nga	Ngi	Ngu	Nge	Ngo	Ngang	Ng
10	La	Li	Lu	Le	Lo	Lang	L
	ᵦ	ᵦo	ᵦi	ᵦe	ᵦx	ᵦ̄	ᵦ̄x
11	Pa	Pi	Pu	Pe	Po	Pang	P
	—	—o	—i	—e	—x	—̄	—̄x
12	Sa	Si	Su	Se	So	Sang	S
	ᵦ	ᵦo	ᵦi	ᵦe	ᵦx	ᵦ̄	ᵦ̄x
13	Da	Di	Du	De	Do	Dang	D
	ᵦ	ᵦo	ᵦi	ᵦe	ᵦx	ᵦ̄	ᵦ̄x
14	Wa	Wi	Wu	We	Wo	Wang	W
	ᵪ	ᵪo	ᵪi	ᵪe	ᵪx	ᵪ̄	ᵪ̄x
15	Ga	Gi	Gu	Ge	Go	Gang	G

No.	Ina Ni Surat	Anak ni Surat					
		I	U	E	O	Ng	\
		~	~o	~	~	~x	~
16	Ja	Ji	Ju	Je	Jo	Jang	J
	~`	~`o	~`	~`	~`x	~`	~``
17	U						
	~`						
18	Ya	Yi	Yu	Ye	Yo	Yang	Y
	~`	~`o	~`	~`	~`x	~`	~``
19	Nya	Nyi	Nyu	Nye	Nyo	Nyang	Ny
	~`	~`o	~`	~`	~`x	~`	~``

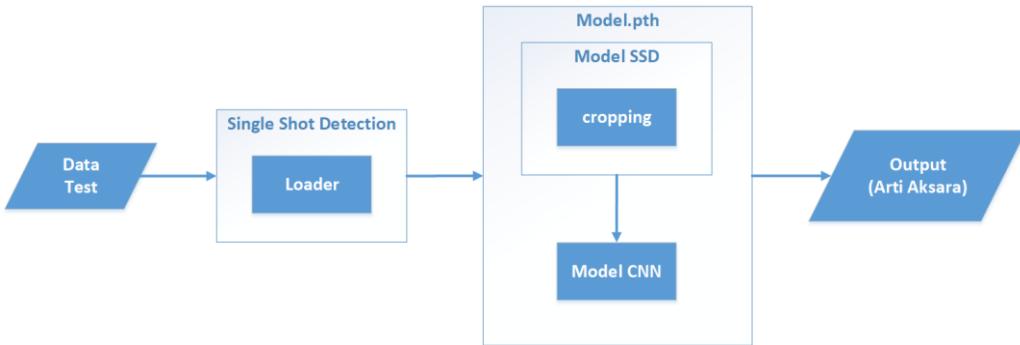
Data yang akan dikelola adalah 101 aksara. Setiap aksara akan digabung acak ke dalam 2000 gambar, dimana setiap gambar terdiri dari 5 sampai 10 aksara ina ni surat dan anak ni surat. Kemudian 3000 gambar terdiri dari 5 sampai 10 aksara ina ni surat. Dengan sekumpulan data tersebut maka seluruh dataset berjumlah 5000 gambar.

### 3.6 Desain Pemrosesan Data

Pada subbab ini dijelaskan mengenai desain pemrosesan data. Pemrosesan data dibagi menjadi desain pemrosesan data training dan pemrosesan data testing.



Gambar 15. Alur Training Algoritma Convolutional Neural Network



**Gambar 16. Alur Testing Algoritma Convolutional Neural Network**

Pemrosesan data akan dimulai dengan data training. Data training adalah gambar yang terdiri dari 5 – 10 aksara Batak Toba. Gambar tersebut akan diolah agar dapat digunakan untuk membuat model. Proses tersebut meliputi pelabelan dan konversi data. Pelabelan bertujuan untuk memberi nama pada setiap aksara. Hasil dari pelabelan ini adalah file JSON yang berisi nama dan nilai poin dari setiap aksara Batak Toba. File tersebut akan dikonversi kedalam file dengan format .xml. Proses konversi ini diperlukan untuk mengekstrak nilai poin menjadi koordinat X dan Y pada setiap label yang telah diberikan sebelumnya.

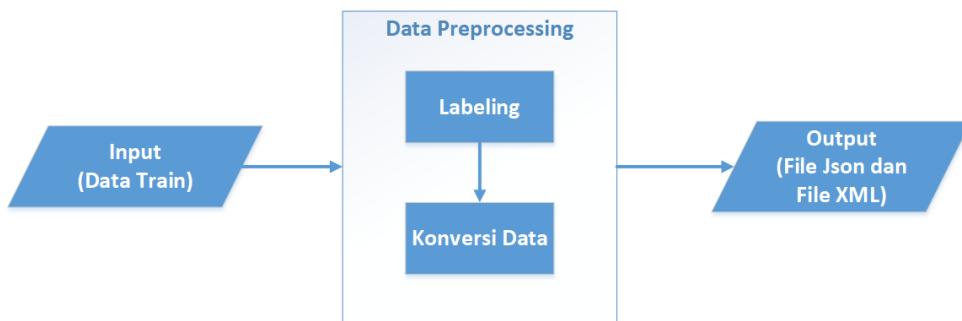
Setelah seluruh data telah selesai dikonversi maka akan dilanjutkan dengan training single shot detection yang bertujuan agar sistem dapat melakukan pendekripsi lebih dari satu objek pada satu gambar. Training single shot detection akan menggunakan file .xml yang telah diolah sebelumnya, file ini memuat koordinat X dan Y yang bertujuan untuk melatih single shot detection dalam mendekripsi objek berupa aksara Batak Toba. Kemudian dilanjutkan dengan proses training untuk klasifikasi dengan algoritma CNN dengan menggunakan file .Json yang memuat nilai label dan poin dari setiap aksara Batak Toba. Setelah proses training selesai maka akan dihasilkan model yang akan digunakan pada tahap testing.

Proses evaluasi akan menggunakan Single Shot Detection untuk mengidentifikasi objek aksara pada inputan gambar melalui tahapan loader dan cropping. Tahapan loader adalah proses untuk memuat gambar yang ingin dievaluasi. Gambar akan

diproses pada file Model.pth dimana terdapat model Single Shot Detection untuk mengidentifikasi objek pada gambar dengan cropping. Objek yang berhasil diidentifikasi akan diekstraksi nilai koordinatnya yaitu X dan Y. Nilai koordinat akan dibandingkan dengan model CNN pada file Model.pth untuk menentukan label dari objek tersebut.

### 3.6.1 Preprocessing

*Preprocessing* adalah salah satu tahapan dalam *image processing*. Tahap *preprocessing* bertujuan untuk memroses data *train* agar dapat memenuhi syarat data yang dapat diproses oleh algoritma Single Shot Detection dan Convolutional Neural Network. Proses yang diperlukan oleh data *train* pada *preprocessing* adalah labeling dan konversi data.



Gambar 17. Tahap Preprocessing

- a. *Input* merupakan tahap pengolahan data mentah yang akan digunakan pada proses klasifikasi. Data mentah tersebut adalah 5000 gambar yang memuat aksara Batak Toba.
- b. Proses selanjutnya labeling. Labeling adalah proses pemberian label terhadap aksara pada gambar. Label yang diberikan adalah makna dari aksara tersebut. Proses pelabelan akan menggunakan *tools* LabelMe. Hasil yang diperoleh adalah gambar yang telah terdapat label dan file JSON yang memuat label dan poin dari aksara dengan nama file sama dengan nama file gambar.

- c. Kemudian akan dilakukan konversi data dari file JSON ke file XML. Proses ini bertujuan untuk memperoleh nilai koordinat x dan y dari aksara yang telah dilabeli sebelumnya dengan mengonversi nilai poin dari file JSON menjadi nilai koordinat x dan y dalam format file XML. Proses ini menggunakan salah satu fitur yang terdapat dalam *tools LabelMe*.

### 3.6.2 Single Shot Detection

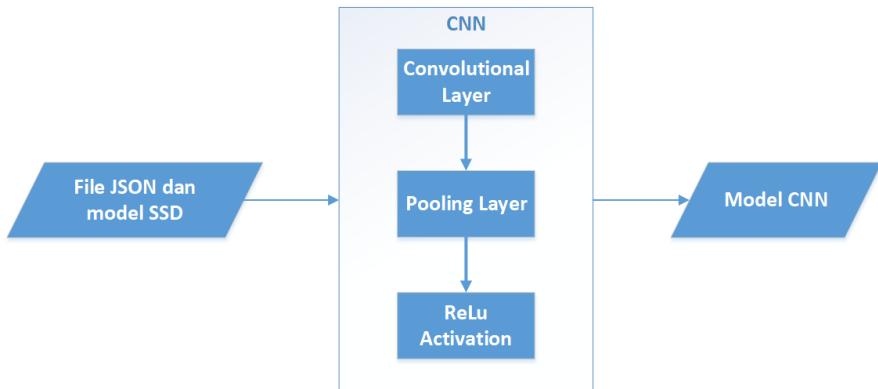
Single shot detection digunakan untuk mengidentifikasi objek yang terdapat dalam gambar yang diberikan. Pengidentifikasiannya dilakukan setelah dibuat model Single Shot Detection. Pembuatan model dilakukan dengan melatih algoritma menggunakan data train berupa gambar dan file XML yang telah diperoleh dari proses konversi data. Data tersebut akan diproses melalui tahapan *cropping*. Pada tahapan *cropping* dilakukan proses pembacaan pada setiap label yang terdapat pada file XML yang dihasilkan pada proses konversi. Setelah proses pembacaan setiap label pada seluruh gambar train selesai, maka akan dihasilkan model dari Single Shot Detection.



Gambar 18. Alur Train Single Shot Detection

### 3.6.3 Convolutional Neural Network

Pada bagian ini dibahas mengenai desain algoritma *Convolutional neural network* yang digunakan pada penelitian ini. Skema yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 19. Desain algoritma CNN**

Penjelasan skema diatas adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan sebagai inputan adalah file JSON hasil labeling dan model SSD dari gambar yang ditrain. Data tersebut akan masuk ke algoritma CNN
2. *Convolution Layer*, proses ini merupakan tahap melakukan manipulasi gambar untuk menghasilkan citra yang baru untuk dimasukkan pada tahap selanjutnya.
3. *Pooling layer*, tahap ini merupakan tahap perhitungan pada tiap piksel pada fitur gambar yang sudah diubah kedalam bentuk matriks. Proses ini akan memilih matriks yang digunakan untuk melakukan pencocokan gambar.
4. *Fully connected layer*, proses ini akan menghubungkan seluruh neuron yang sudah terbagi-bagi menjadi satu dimensi kembali dimana seluruh neuron sudah terhubung kembali.

Pada tahap ini akan dilakukan proses klasifikasi atau disebut sebagai proses pengenalan aksara batak terhadap sistem. Setelah dilakukan penginputan data maka dilakukan pemrosesan data pada convolution layer, pooling layer dan fully connected layer.

#### a. Convolution layer

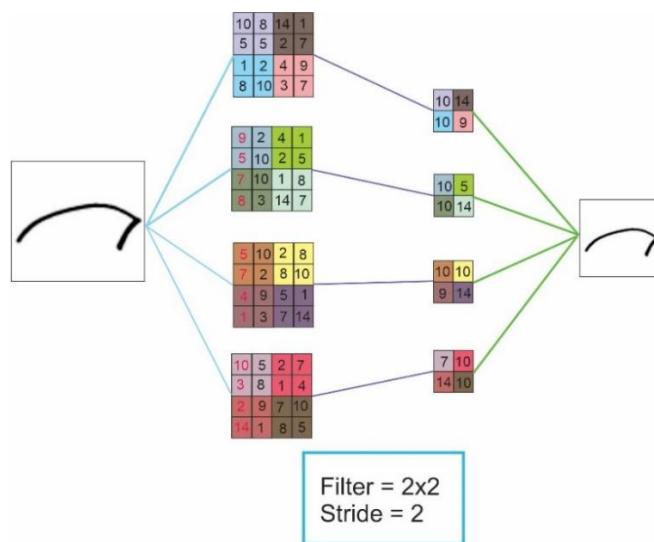
Pada penelitian ini menggunakan kernel yang berbeda untuk setiap konvolusi, dimana konvolusi akan dilakukan 4 kali selama proses CNN berlangsung. Selama proses konvolusi, keempat proses tersebut memiliki nilai stride dan padding yang tetap, yaitu 1. Konvolusi yang pertama akan dilakukan dengan

kernel berukuran 64 dengan filter 10x10, konvolusi kedua akan menggunakan kernel berukuran 128 dengan filter 7x7, konvolusi ketiga menggunakan kernel berukuran 128 dengan filter 4x4 dan konvolusi terakhir menggunakan kernel berukuran 256 dengan filter 4x4.

Hasil dari konvolusi akan diaktivasi menggunakan ReLu dan sigmoid. Konvolusi yang pertama sampai ketiga menggunakan ReLu dan konvolusi keempat akan menggunakan aktivasi sigmoid.

#### b. Pooling layer

Hasil nilai dari huruf Aksara Batak akan dilakukan proses pooling untuk mereduksi nilai yang didapatkan pada hasil konvolusi citra Aksara Batak. Nilai yang didapatkan dari proses matriks konvolusi akan diambil nilai terbesar dari setiap grid untuk menyusun kembali dimensi citra Aksara Batak tanpa menghilangkan dimensi utama dari citra tersebut. Proses ini juga akan membantu algoritma *Convolutional neural network* untuk menghindari terjadi *overfitting*. Pada penelitian ini proses pooling akan dilakukan sebanyak 3 kali dengan masing masing poling menggunakan kernel dengan ukuran 64 dan filter 2x2 dengan stride = 2.



Gambar 20. Pooling Layer

c. Fully connected

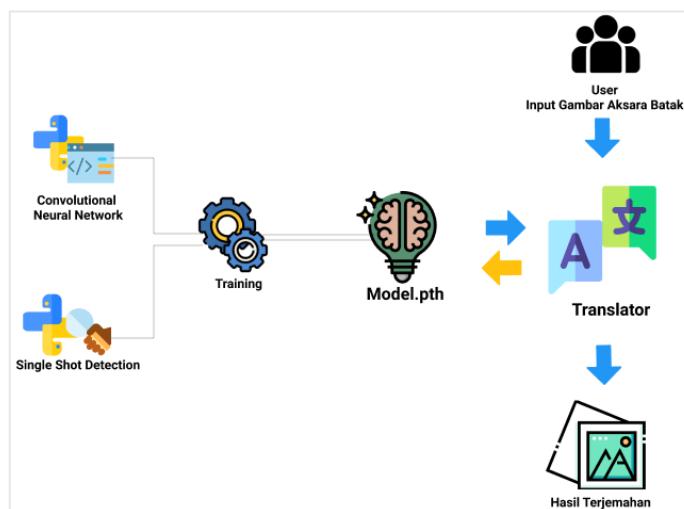
Setelah citra Aksara Batak dipecah kedalam grid kecil, maka neuron yang telah dikombinasi akan dibagi menjadi beberapa kelompok. Proses transformasi ini dinamakan *flatten*. Dimensi yang telah dibagi dan dikombinasikan akan dihubungkan kembali untuk menghubungkan seluruh neuron ke dalam satu dimensi. Rangkuman proses CNN yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Rangkuman Proses CNN

Layer	Size	Parameters
<b>Convolution</b>	64 x 10 x 10	Stride = 1
<b>Max Pooling</b>	54 x 2 x 2	Stride = 1
<b>Convolution</b>	128 x 7 x 7	Stride = 1 Padding = 2
<b>Max Poling</b>	64 x 2 x 2	Stride = 1
<b>Convolution</b>	128 x 4 x 4	Stride = 1 Padding = 1
<b>Max Pooling</b>	64 x 2 x 2	Stride = 1
<b>Convolution</b>	256 x 4 x 4	Stride = 1 Padding = 1
<b>Fully connected + Feature Vectors</b>	4096	

### 3.7 Desain Arsitektur Batak Translator

Desain arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Desain Arsitektur

Algoritma Convolutional Neural Network dan Single Shot Detection akan ditrain dengan data train untuk menghasilkan model. Model akan digunakan untuk menerjemahkan gambar yang diinput oleh pengguna pada sistem. Kemudian sistem akan menampilkan hasil terjemahan.

### 3.8 Gambaran Umum Sistem

Sistem yang akan dikembangkan oleh tim peneliti berbasis desktop dan akan menampilkan arti dari Aksara Batak Toba yang diload ke sistem. Sistem akan mengidentifikasi Aksara Batak pada gambar yang diinput dan menampilkannya pada sistem.

Desain dari tampilan sistem dapat dilihat pada gambar berikut:



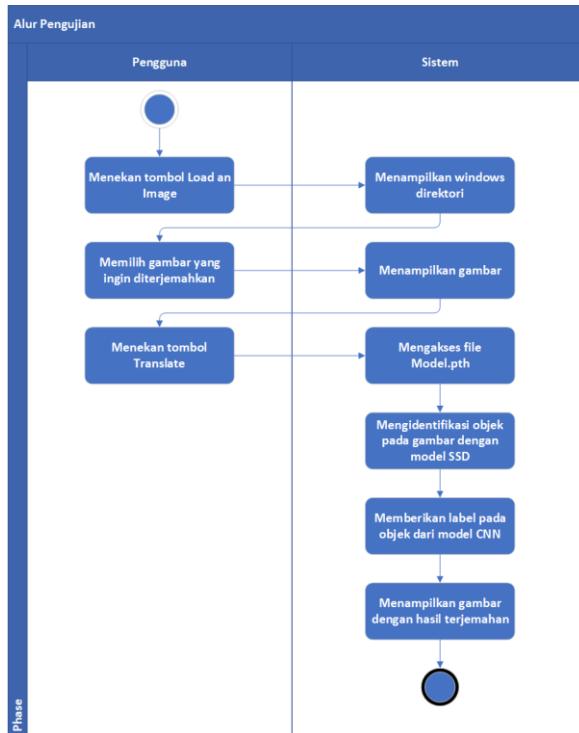
**Gambar 22. Rancangan Tampilan Sistem**

Pada bagian kiri terdapat tombol Load an image untuk memilih gambar yang ingin diterjemahkan. Gambar akan ditampilkan pada bagian kiri. Setelah ditekan tombol translate maka akan ditampilkan gambar yang telah terdapat terjemahan aksara dari gambar pada bagian kanan.

### 3.9 Desain Pengujian

Pada subbab ini ditujukan untuk tahap pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat berjalan dengan baik sesuai dengan

hasil yang diharapkan pada penelitian ini. Pengujian dilakukan setelah proses training selesai. Pengujian akan dilakukan menggunakan data test. Pengujian akan dilakukan langsung pada objek dengan percobaan langsung pada sistem yang telah diprogram. Program akan menampilkan hasil pendekripsi dari data yang diuji. Hasil dari proses pendekripsi akan diamati oleh peneliti, apakah hasil sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan pada penelitian ini atau sebaliknya.



**Gambar 23. Activity Diagram Desain Pengujian**

*Activity diagram* menjelaskan tulisan Aksara Batak merupakan objek utama dari pembangunan sistem ini. User akan menginput gambar ke dalam sistem. Sistem akan menerima gambar dan akan mengidentifikasi objek berupa aksara Batak Toba pada gambar. Objek yang berhasil diidentifikasi akan diberi label sesuai dengan data pada model. Kemudian sistem akan menampilkan gambar yang telah terdapat label pada tiap aksara Batak Toba yang berhasil diidentifikasi. Hasil akurasi pengujian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ label\ yang\ benar}{Jumlah\ data\ yang\ diuji} \times 100\%$$

Penghitungan dilakukan secara manual dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Jumlahkan label yang benar
2. Jumlahkan data yang diuji.
3. Jumlah label yang benar kemudian dibagi dengan jumlah data yang diuji.
4. Hasil dari pembagian yang diperoleh akan dikali 100% untuk mendapatkan rata-rata akurasi pengenalan aksara.

### **3.10 Kesimpulan Analisis dan Desain**

Berdasarkan analisis dan eksperimen terdapat hal yang menjadi kesimpulan dan pertimbangan untuk implementasi yang akan dilakukan. Hal tersebut adalah:

1. Pada proses *training* karakter Aksara Batak terdapat dua bentuk yaitu bentuk tunggal dimana patternnya tidak terputus dan sebaliknya apabila karakter tersebut bukan bentuk tunggal. Karakter yang dapat dikenali pada proses pembacaan adalah karakter tunggal.
2. Data akan sangat berpengaruh pada proses *training* data dikarenakan merupakan proses pelatihan model yang dilakukan sistem.

## **Bab IV**

### **IMPLEMENTASI**

Pada bab ini dijelaskan bagaimana pelaksanaan implementasi dari analisis dan desain yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pada bagian ini akan dipaparkan lingkungan operasional, batasan implementasi, dataset dan pelaksanaan implementasi.

#### **4.1 Lingkungan Operasional**

Lingkungan operasional mencakup lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam implementasi Tugas Akhir. Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perangkat Keras**

<b>Perangkat Keras</b>	<b>Spesifikasi</b>
<i>Processor</i>	Intel(R) Core(TM) i5 CPU @ 2.70Hz
<i>RAM</i>	4-8GB DDR3/DDR3L
<i>System Type</i>	64-bit <i>Operating System</i>
Kamera	Webcam Logitech C922 Pro Stream
<i>Hard Disk</i>	500GB-1000GB
Laptop	Asus, Lenovo, Acer

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Perangkat Lunak**

<b>Perangkat Lunak</b>	<b>Spesifikasi</b>
<i>Developing tools</i>	Spyder
<i>Tools</i>	Cuda, Labelme
Dokumentasi	MS Office 2016
<i>Operating System</i>	Windows 10, Mojave 10.4
<i>Web Browser</i>	Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome
Bahasa Pemograman	Python

#### **4.2 Batasan Implementasi**

Batasan dalam melakukan implementasi dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

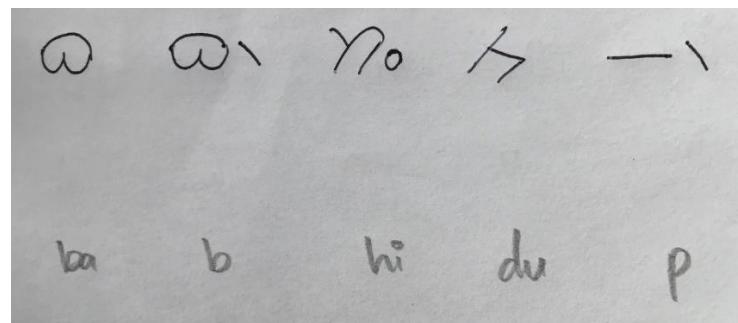
1. Sumber data yang digunakan, peneliti akan melakukan pengambilan gambar dari Aksara Batak Toba yang ditulis tangan pada kertas dengan posisi kertas

sejajar dengan kamera dengan referensi dari font Aksara Batak pada *Microsoft Word*

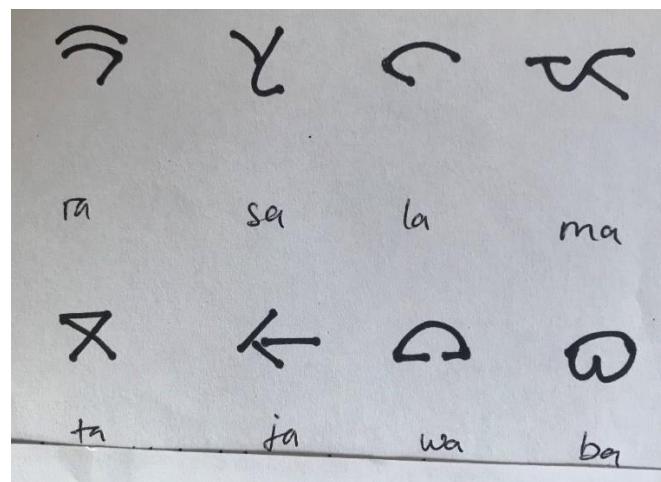
2. Data yang digunakan akan disimpan dalam folder, kemudian akan digunakan sebagai masukan pada program implementasi.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk implementasi dalam Tugas Akhir ini adalah bahasa pemrograman Python.

#### 4.3 Dataset

Dataset yang digunakan pada proses training adalah gambar yang terdiri dari 5 sampai 10 aksara Batak Toba. Aksara Batak Toba ditulis pada kertas berwarna putih dengan tinta berwarna hitam. Pada kertas juga ditulis arti dari aksara untuk memudahkan proses pelabelan. Kertas kemudian difoto dan dikumpulkan dalam folder pada perangkat komputer.



Gambar 24. Contoh data training untuk Ina ni Surat dan Anak ni Surat.



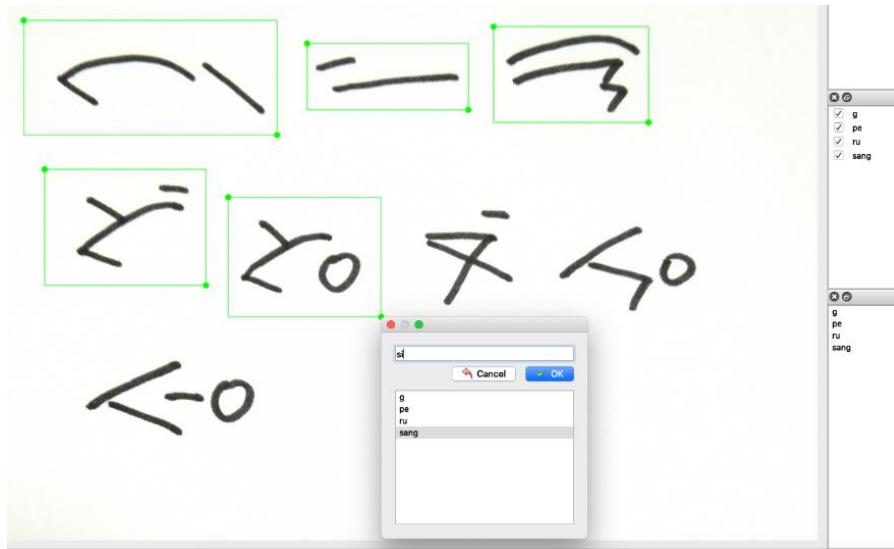
Gambar 25. Contoh data training untuk Ina ni Surat

## 4.4 Implementasi Data Preprocessing

Pada bagian ini dijelaskan tahapan dalam mengimplementasikan fungsi untuk *data preprocessing* pada data *training*. Tahapan *preprocessing* terdiri dari pelabelan gambar dan konversi data.

### 4.4.1 Pelabelan Gambar

Pelabelan gambar dilakukan untuk setiap gambar aksara Batak yang terdapat pada dataset. Dataset yang dimaksud adalah 5000 gambar tulisan tangan aksara Batak Toba dimana setiap gambar memiliki minimal 5 aksara Batak Toba. Setiap aksara yang terdapat pada tiap gambar akan diberi label satu-persatu sesuai dengan artinya masing – masing.



Gambar 26. Proses Pelabelan Gambar

Proses pelabelan ini akan menghasilkan file dengan format JSON. File JSON tersebut berisi data label dan poin setiap aksara. Dapat dilihat pada Gambar 27 bahwa setiap label memiliki nilai poinnya masing-masing.

```
{
  "version": "3.21.1",
  "flags": {},
  "shapes": [
    {
      "label": "g",
      "line_color": null,
      "fill_color": null,
      "points": [
        [
          143.41860465116278,
          384.95348837209303
        ],
        [
          987.6046511627907,
          766.3488372093024
        ]
      ],
      "shape_type": "rectangle",
      "flags": {}
    },
    {
      "label": "pe",
      "line_color": null,
      "fill_color": null,
      "points": [
        [
          1087.6046511627908,
          461.69767441860466
        ],
        [
          1624.8139534883721,
          682.6279069767442
        ]
      ],
      "shape_type": "rectangle",
      "flags": {}
    },
    {
      "label": "ru",
      "line_color": null,
      "fill_color": null,
      "points": [
        [
          1708.5348837209303,
          405.8837209302326
        ],
        [
          2224.813953488372,
          724.4883720930233
        ]
      ],
      "shape_type": "rectangle",
      "flags": {}
    },
    {
      "label": "sang",
      "line_color": null,
      "fill_color": null,
      "points": [
        [
          885.5263158,
          979.7368421
        ],
        [
          992.8947368,
          1006.052632
        ]
      ],
      "shape_type": "rectangle",
      "flags": {}
    }
  ],
  "label": "object/difficult"
}
```

**Gambar 27. Contoh File JSON Hasil Pelabelan**

#### 4.4.2 Konversi Data

Proses konversi data dilakukan untuk memperoleh nilai koordinat X dan Y dari setiap aksara yang telah melewati proses pelabelan. Proses konversi data dilakukan pada nilai poin yang terdapat dalam file JSON. Hasil dari proses ini adalah file dengan format XML.

F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
/object/bndbox/xmax	/object/bndbox/xmax#fagg	/object/bndbox/xmin	/object/bndbox/xmin#fagg	/object/bndbox/ymin	/object/bndbox/ymin#fagg	/object/bndbox/ymax	/object/bndbox/ymax#fagg	/object/bndbox/ymin#fagg	/object/difficult	/object/name
981.7894737	981.7894737	155.4736842	155.4736842	816.5789474	816.5789474	395.5263158	395.5263158	395.5263158	I	
1621.263158	1621.263158	1047.578947	1047.578947	719.2105263	719.2105263	403.4210526	403.4210526	403.4210526	pe	
2323.894737	2323.894737	1721.263158	1721.263158	758.6842105	758.6842105	395.5263158	395.5263158	395.5263158	ru	
787.0526316	787.0526316	210.7368421	210.7368421	1271.842105	1271.842105	885	885	885	sang	
1318.631579	1318.631579	842.3157895	842.3157895	1379.736842	1379.736842	979.7368421	979.7368421	979.7368421	si	
1844.947368	1844.947368	1437.052632	1437.052632	1350.789474	1350.789474	992.8947368	992.8947368	992.8947368	tang	
2431.789474	2431.789474	1897.578947	1897.578947	1440.263158	1440.263158	1006.052632	1006.052632	1006.052632	di	
1039.684211	1039.684211	316	316	1827.105263	1827.105263	1440.263158	1440.263158	1440.263158	ji	

**Gambar 28. Hasil Konversi Data**

## 4.5 Pelatihan Model Single Shot Detection

Proses pelatihan untuk menghasilkan model Single Shot Detection melalui proses cropping. Kode program untuk proses cropping adalah sebagai berikut:

```
def compute_iou(boxA, boxB, eps=1e-5):
    #mengukur nilai kordinat dari setiap petak yang dibuat.
    xA = max(boxA[0], boxB[0])
    yA = max(boxA[1], boxB[1])
    xB = min(boxA[2], boxB[2])
    yB = min(boxA[3], boxB[3])

    # mlakukan komputasi terhadap area rectangle.
    intersect = max(0, xB - xA + eps) * max(0, yB - yA + eps)
    box1_w, box1_h = boxA[2]-boxA[0], boxA[3]-boxA[1]
    box2_w, box2_h = boxB[2]-boxB[0], boxB[3]-boxB[1]
    total_area = (box1_w*box1_h) + (box2_w*box2_h)
    return intersect/(total_area-intersect)

#baca gambar dan json
def predict(image, name):
    timer.start()
    interval = timer.end()
    print('Time: {:.2f}s, deteksi objek: {:.0f}'.format(interval, labels.size(0)),
end="", flush=True)
    for i in range(bboxes.size(0)):
        box = boxes[i, :]
        cv2.imwrite("Datasets/JPEGImages/image_in_image/%s_%d.jpg"%(name, i),
cropped_image)
    return image

for file in tqdm(files):
    img = cv2.imread("Datasets/image_in_image/%s"%file.strip())
    img = predict(img, file.strip().split(".")[0])
```

Gambar 29. Kode untuk Proses Cropping

Fungsi `compute_iou` digunakan untuk membaca nilai dari koordinat x dan y setiap aksara yang disimpan dalam file XML. Proses cropping menggunakan `bboxes` karena pada saat pelabelan setiap aksara diberi label menggunakan rectangle sehingga menghasilkan koordinat x dan y. Kemudian fungsi `predict` akan membaca satu persatu nilai koordinat dari aksara yang terdapat dalam file XML. File XML yang diproses akan disesuaikan dengan gambar dataset agar proses SSD dapat memahami aksara dan nilai koordinat dari file XML. Syaratnya adalah nama file XML dan gambar harus sama persis. Misalnya `data1.JPG` untuk nama gambar dan `data1.XML` untuk nama file XMLnya.

#### 4.6 Pelatihan Model Convolutional Neural Network

Proses pelatihan untuk menghasilkan model Convolutional Neural Network agar dapat digunakan pada proses pengujian. Dimana pada CNN terdapat proses convolution sebanyak 4 kali, pooling sebanyak 3 kali, dan aktivasi ReLu sebanyak 4 kali. Proses training akan dimulai dengan menerima input berupa hasil dari proses *cropping* serta file Json dari proses labeling untuk memperdalam proses klasifikasi. Hasil dari proses training ini adalah model CNN dalam file Model.pth yang akan digunakan untuk proses testing.

```
def train(loader, net, criterion, optimizer, device, debug_steps=100,
epoch=30):
    net.train(True)
    running_loss = 0.0
    running_regression_loss = 0.0
    running_classification_loss = 0.0

    self.conv = nn.Sequential(
        nn.Conv2d(1, 64, 10), # 64@96*96
        nn.ReLU(inplace=True),
        nn.MaxPool2d(2), # 64@48*48
        nn.Conv2d(64, 128, 7),
        nn.ReLU(), # 128@42*42
        nn.MaxPool2d(2), # 128@21*21
        nn.Conv2d(128, 128, 4),
        nn.ReLU(), # 128@18*18
        nn.MaxPool2d(2), # 128@9*9
```

Gambar 30. Kode untuk Convolutional Neural Network

#### 4.7 Evaluasi Model

Setelah selesai melaksanakan training, maka dilakukan evaluasi untuk menguji model. Proses pengujian akan dilakukan langsung dengan menggunakan dataset gambar aksara Batak Toba dimana terdapat satu gambar memiliki lebih dari satu aksara.

Kode program untuk pengujian adalah sebagai berikut:

```

def predict(image):
    timer.start()
    boxes, labels, probs = predictor.predict(image, 20, 0.02)
    #boxes =
    interval = timer.end()
    print('Time: {:.2f}s, Detect Objects: {:d}'.format(interval,
    labels.size(0)))
    all_ = []
    for i in range(boxes.size(0)):
        box = boxes[i, :]
        label = f'{class_names[labels[i]]}: {probs[i]:.2f}'
        cv2.rectangle(image, (box[0], box[1]), (box[2], box[3]), (255, 255,
        0), 4)

        cv2.putText(image, label,
                    (box[0]+20, box[1]+40), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, #
        font scale
                    (255, 0, 255), 2) # line type
        all_.append(label.split(':')[0])
    print('\n')

    #biar output nya di dalam .txt
    with open("output.txt", "w+") as f:
        print("".join(all_), file=f)

    print('\n')
    return image, boxes.size(0)

```

**Gambar 31. Potongan Kode untuk Evaluasi Model**

Pada fungsi predict dengan inputan gambar yang akan diuji terdapat cv2 yang merupakan library pada Python yang digunakan untuk membaca gambar. cv2.rectangle adalah method yang akan melihat posisi boxes setiap aksara Batak Toba yang terdapat pada gambar agar dapat mengetahui nilai koordinat x dan y setiap aksara. Ketika proses pendekripsi selesai, hasil pendekripsi tersebut akan diberi label sesuai dengan arti aksara Batak.

#### 4.8 Pelaksanaan Implementasi Sistem

Tahap evaluasi dilakukan dengan membuat tampilan sistem yang akan digunakan untuk memasukkan gambar aksara Batak yang akan diuji dan menampilkan hasil terjemahan. Library yang digunakan adalah PyQt5 yang menyediakan atribut tampilan dengan bahasa pemrograman Python. Pada tampilan sistem, akan tersedia tombol Load an image dengan fungsi pickFile() untuk memilih gambar yang akan diterjemahkan. Fungsi pickFile() digunakan untuk mengakses direktori dari perangkat untuk memilih gambar. Pada gambar yang dipilih tidak memiliki syarat ukuran tertentu, akan tetapi gambar yang dipilih harus memperhatikan pencahayaan, karena cahaya yang gelap membuat aksara Batak Toba tidak terdeteksi.

```

def pickFile(self):
    self.stopCamera()
    # Load an image file.
    file1 = open
    ("~/Users/tania/Desktop/Desktop/ORIGINAL/Code/Tugas_Akhir/AksaraBatak/BFS/outputBFS
.txt", "r+")
    file1.truncate(0)
    file1.close()

    file2 = open ("output.txt", "r+")
    file2.truncate(0)
    file2.close

    filename = QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Open file')
    pixmap = self.resizeImage(filename[0])
    self.label.setPixmap(pixmap)

```

**Gambar 32. Kode untuk Load Gambar**

Gambar yang telah dipilih akan ditampilkan pada sistem. Kemudian tombol Translate digunakan untuk menjalankan fungsi runFile(). Fungsi runFile() akan mengakses file Model.pth kemudian menjalankan model Single Shot Detection, dimana proses ini akan mengidentifikasi objek pada gambar kemudian mengekstraksi nilai koordinat X dan Y dari objek tersebut. Nilai koordinat X dan Y akan dibandingkan dengan model CNN untuk menentukan label dari objek tersebut yang merupakan arti dari aksara Batak Toba. Label tersebut akan digabung dengan gambar sesuai objek yang diidentifikasi. Gambar yang telah terdapat label akan ditampilkan di sistem.

```

def runFile(self):
    myCmd0= 'python
~/Users/tania/Desktop/Desktop/ORIGINAL/Code/Tugas_Akhir/AksaraBatak/Translator/converter
.py'
    myCmd = 'python test_model.py ./models/Model.pth ./models/voc-model-labels.txt
./outs/ImageSets/test.txt'
    myCmd2 = 'python
~/Users/tania/Desktop/Desktop/ORIGINAL/Code/Tugas_Akhir/AksaraBatak/BFS/bfs.py'
    os.system(myCmd0)
    os.system(myCmd)
    os.system(myCmd2)

    file =
QFile("~/Users/tania/Desktop/Desktop/ORIGINAL/Code/Tugas_Akhir/AksaraBatak/BFS/outputBFS
.txt")

    if file.open(QIODevice.ReadOnly | QIODevice.Text):
        stream = QTextStream(file)
        while not stream.atEnd():
            line = file.readLine()
            line.append(stream.readLine()+"\n")
            encodedString = line.append(stream.readLine()+"\n")
            codec = QTextCodec.codecForName("KOI8-R")
            string = codec.toUnicode(encodedString)
            self.results.setText(string)
    file.close();

```

**Gambar 33. Kode untuk pemrosesan gambar**

## Bab V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil yang diperoleh dari hasil implementasi dan pembahasan dalam pengenalan aksara Batak Toba menggunakan *Convolutional Neural Network*.

#### 5.1 Hasil

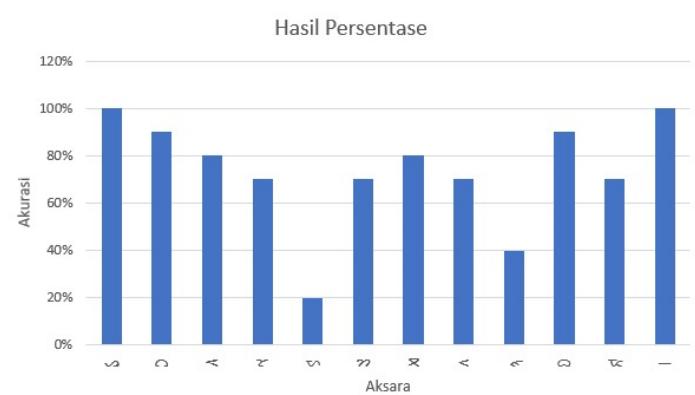
Pada subbab ini dijelaskan hasil yang diperoleh dari hasil implementasi pada saat training dan testing.

##### 5.1.1 Evaluasi Algoritma Convolutional Neural Network

Hasil yang diperoleh dari pengujian algoritma CNN dengan metode SSD akan disimpan pada file .txt. Untuk menghitung akurasi peneliti menggunakan rumus berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah arti yang benar}}{\text{Jumlah arti yang diuji}} \times 100\%$$

Hasil evaluasi dan akurasi dari algoritma CNN dengan metode Single Shot Detection dibagi menjadi dua yaitu terhadap aksara 12 aksara tunggal dan terhadap 8 gambar yang terdiri dari aksara campuran yang dapat dilihat pada **Lampiran 1. Hasil Evaluasi Algoritma CNN**. Hasil pengujian dilakukan terhadap 12 karakter aksara Batak Toba tunggal dengan masing – masing aksara terdiri dari 10 data dapat dilihat pada Tabel 8. Dari hasil pengujian tersebut peneliti menyajikannya ke dalam grafik berikut:



Gambar 34. Persentase Evaluasi Aksara Batak Toba Data Tunggal

Pada diagram Gambar 34, rata-rata persentase keberhasilan pengenalan aksara Batak Toba adalah 73,3%. Hasil menunjukkan untuk aksara A dan Pa mendapatkan akurasi 100% sebagai hasil akurasi tertinggi dan aksara Ya mendapatkan akurasi 20% sebagai hasil akurasi terendah.

Hasil pengujian terhadap 8 gambar yang terdiri dari 10 dan 12 karakter aksara Batak Toba campuran dapat dilihat pada **Tabel 9**. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh rata-rata persentase keberhasilan pengenalan aksara Batak Toba adalah 74,13%. Hasil menunjukkan Data 1 mendapatkan akurasi 91% sebagai hasil akurasi tertinggi dan Data 3 mendapatkan akurasi 50% sebagai hasil akurasi terendah.

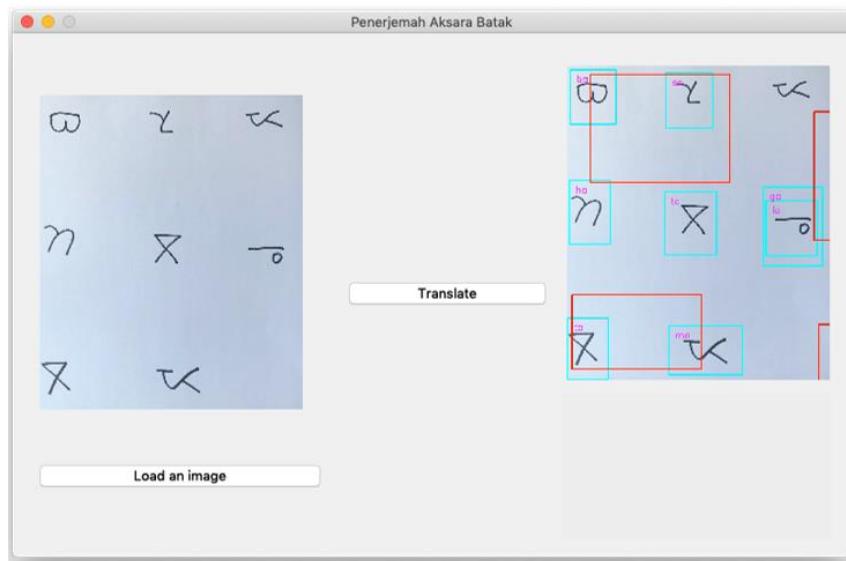
Peneliti juga melakukan pengujian untuk mengetahui konsistensi hasil yang diperoleh dengan aspek yang dibandingkan adalah resolusi gambar dan pencahayaan. Tiap aspek diuji dengan 10 data yang dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil Pengujian dengan Aspek Resolusi dan Pencahayaan. Dari hasil pengujian dengan aspek resolusi diperoleh akurasi sebesar 68,99% dan pengujian dengan aspek pencahayaan diperoleh akurasi sebesar 55,33%.

Pengujian dengan aspek resolusi menunjukkan bahwa algoritma mampu mengenali aksara Batak Toba dengan beberapa resolusi yang berbeda. Data dengan resolusi yang paling kecil yaitu 102 x 71pixel tidak dapat menampilkan label karena gambar terlalu kecil dan banyak aksara yang tidak teridentifikasi. Sedangkan untuk 3 data dengan resolusi yang lebih besar mampu diidentifikasi dan label dapat dibaca namun terlalu besar sehingga sedikit sulit untuk dipahami. Sedangkan data dengan resolusi yang lebih besar lebih mudah dibaca dan akurasi lebih baik.

Pengujian dengan aspek pencahayaan menunjukkan bahwa pencahayaan mempengaruhi hasil pendekripsi. Data dengan pencahayaan sinar matahari dan flash HP mampu diidentifikasi lebih baik dibandingkan dengan menggunakan lampu ruangan yang lebih redup dibandingkan kedua lainnya. Sedangkan data yang diedit dengan meningkatkan kecerahan (kontras) juga dapat diidentifikasi oleh sistem. Maka dapat disimpulkan bahwa algoritma CNN yang telah diterapkan dapat mengidentifikasi aksara Batak Toba dengan baik.

### 5.1.2 Pengujian sistem

Pengujian terakhir yang dilakukan adalah menguji keseluruhan proses dengan penerapan algoritma CNN yang dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 35. Hasil Pengujian Sistem

Tombol Load an image digunakan untuk memilih gambar dan ditampilkan di sebelah kiri. Tombol Translate akan menjalankan fungsi untuk mengidentifikasi objek aksara Batak Toba dari gambar kemudian menampilkan gambar yang telah diidentifikasi objek aksara pada sistem pada bagian kanan atas.

### 5.2 Pembahasan

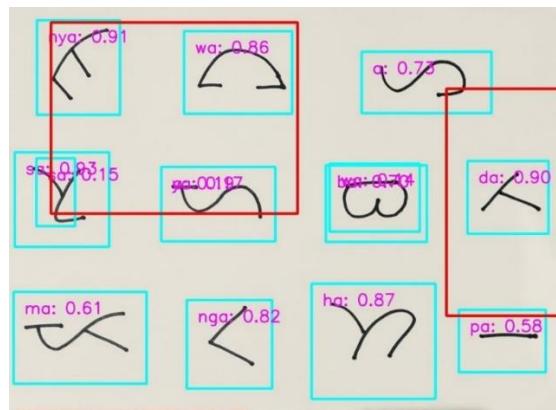
Algoritma CNN merupakan salah satu proses pengolahan citra yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi objek. Untuk implementasi ini, data train akan melewati tahap klasifikasi dengan CNN dan menghasilkan model CNN. Model tersebut akan digunakan untuk menerjemahkan data tes berupa aksara Batak Toba ke huruf romawi. Data tes tidak akan melalui tahap klasifikasi dengan algoritma CNN. Melainkan data akan diproses dengan model Single Shot Detection yang dihasilkan pada saat training untuk menentukan objek (aksara Batak Toba) yang terdapat dalam gambar serta nilai koordinat dari objek tersebut untuk kemudian dibandingkan dengan model CNN untuk

memperoleh arti dari objek tersebut. Single Shot Detection mampu mengenali lebih dari satu objek dalam satu gambar dimana kemampuan ini mendukung sistem untuk mengenali lebih dari satu aksara batak.

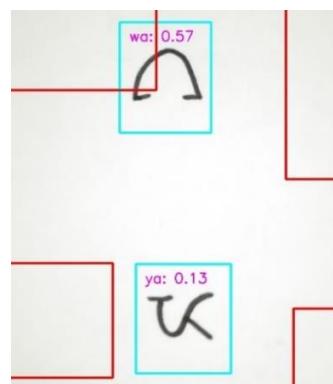
Pada saat evaluasi, agar data dapat diproses dengan model CNN yang dibuat pada saat train, aksara Batak Toba harus diidentifikasi terlebih dahulu. Peneliti menggunakan Single Shot Detection karena dapat mengidentifikasi berbagai objek sekaligus dalam satu frame. Single Shot Detection harus lebih dulu ditrain untuk menghasilkan model agar dapat mengidentifikasi objek. Proses train membutuhkan objek yang telah didefinisikan labelnya dengan kotak yang disebut dengan *bounding boxes* dan memiliki nilai dari objek (Liu, et al., 2016). Pada tahap labeling sudah dihasilkan kotak untuk setiap aksara dan nilai poinnya. Hasil tersebut akan digunakan pada proses train SSD. Namun dengan nilai poin tersebut objek tidak berhasil diidentifikasi. Dari referensi yang diperoleh, terdapat penerapan SSD yang menggunakan nilai koordinat x dan y dari kotak untuk ditrain. Peneliti mencoba dengan mengkonversi nilai poin dari hasil labeling ke nilai koordinat x dan y menggunakan LabelMe dan nilai tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek. Oleh karena itu, setelah melakukan pelabelan, dilakukan proses konversi nilai poin menjadi koordinat x dan y. Kemudian dilanjutkan dengan proses pelatihan untuk SSD dan CNN.

Pada proses training data, peneliti membuat dataset yang terdiri dari 2000 gambar dengan masing – masing gambar memiliki 5 sampai 10 karakter aksara Batak Toba. Namun setelah melakukan training untuk menghasilkan model dan mengevaluasi diperoleh akurasi yang rendah. Sehingga peneliti menambah jumlah dataset training sebanyak 3000 gambar yang hanya terdiri dari 17 aksara Ina Ni surat untuk meningkatkan akurasi. Hal ini dilakukan karena peningkatan akurasi akan difokuskan untuk Ina Ni Surat saja.

Pada saat melakukan train CNN, 5000 dataset dibagi per 100 data(batch) sehingga terdapat 50 bagian yang disebut dengan iterasi. Proses training terhadap 5000 data akan dilakukan sebanyak 30 epoch. Epoch adalah parameter yang menentukan berapa kali algoritma akan memroses dataset. Tidak ada ketentuan banyaknya epoch dalam melakukan train sebuah algoritma. Namun peneliti telah mencoba beberapa epoch yaitu 10, 20 dan 30. Dari percobaan tersebut, diperoleh bahwa dengan 30 epoch dihasilkan model algoritma CNN yang lebih baik dibandingkan dengan yang lainnya. Oleh karena itu, peneliti menggunakan 30 epoch untuk memroses dataset. Pada saat mengidentifikasi objek dengan Single Shot Detection, terjadi pendekripsi berulang pada beberapa gambar. Yaitu terdapat objek yang dideteksi lebih dari satu kali dimana ada label yang benar dan label yang salah. Hal ini akan menyebabkan jumlah label yang diperoleh tidak sesuai dengan jumlah aksara yang terdapat di dalam gambar. Namun ada juga gambar yang berhasil dideteksi tanpa perulangan.



**Gambar 36. Pendekripsi berulang**



**Gambar 37. Pendekripsi tidak berulang**

Pendeteksian yang berulang dapat terjadi pada gambar dengan berbagai jumlah aksara Batak Toba. Untuk membandingkan pendeteksian yang berulang pada gambar dengan jumlah aksara berbeda, maka peneliti melakukan pengujian 15 gambar dengan jumlah aksara dari 1 sampai 5 masing – masing 3 gambar. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada **Lampiran 3. Hasil Pengujian Pendeksiyan Berulang**.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, terdapat beberapa pendeksiyan yang tidak berulang yaitu 2 gambar dengan 1 aksara, 2 gambar dengan 2 aksara dan 1 gambar dengan 3 aksara. Sedangkan untuk gambar dengan aksara yang lebih banyak yaitu 4 dan 5 aksara, terjadi perulangan baik dengan hasil label yang benar dan salah. Namun pada salah satu gambar dengan 4 aksara, hanya ada 2 objek yang berhasil dideteksi. Maka dapat disimpulkan bahwa pendeksiyan berulang lebih banyak terjadi pada inputan gambar yang memiliki lebih banyak aksara. Hal tersebut dapat disebabkan karena Single Shot Detection mendekksi objek secara *real time*. Proses pengidentifikasiyan akan berjalan sampai tidak ada lagi objek yang teridentifikasi pada gambar. Peneliti membandingkan waktu yang dibutuhkan pada proses pengidentifikasiyan aksara dengan jumlah yang berbeda. Jumlah data yang diuji sebanyak 45 gambar dengan jumlah aksara terdiri dari 1, 5 dan 10 masing – masing 15 gambar. Data yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil Evaluasi Waktu Pengidentifikasiyan Objek. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Waktu untuk Pengidentifikasiyan Objek**

Data ke-	Waktu (detik)		
	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
1	0,43	0,28	1,47
2	0,35	0,39	0,35
3	0,39	0,89	0,36
4	0,37	0,18	0,35
5	0,37	0,44	0,36
6	0,43	0,39	0,42
7	0,36	0,44	0,37
8	0,36	0,29	0,36

Data ke-	Waktu (detik)		
	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
9	0,36	0,57	0,36
10	0,36	0,58	0,36
11	0,42	0,42	0,46
12	0,36	0,31	0,47
13	0,37	0,39	0,48
14	0,36	0,2	0,41
15	0,41	0,3	0,4
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>	<b>0,47</b>

Berdasarkan hasil waktu yang diperoleh serta rata – rata waktu untuk setiap jumlah aksara, proses pengidentifikasiannya berlangsung lebih lama pada data dengan aksara lebih banyak.

## **Bab VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran selama pengerjaan Tugas Akhir.

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengenalan dan penerjemahan aksara Batak Toba berhasil dilakukan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network dengan menerapkan Single Shot Detection.
2. Sistem penerjemah aksara Batak menggunakan gambar sebagai masukan. Sistem akan mendeteksi objek yaitu aksara Batak Toba yang ada pada gambar masukan kemudian melakukan proses penerjemahan untuk ditampilkan pada sistem.
3. Terdapat pendektsian objek yang berulang pada gambar menggunakan Single Shot Detection yang mempengaruhi hasil pendektsian

#### **6.2. Saran**

Berdasarkan hasil implementasi dan evaluasi yang telah dilakukan beserta dengan masalah yang ditemukan, maka peneliti memberikan saran untuk penelitian berikutnya yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Penambahan jumlah dataset pada training terutama anak ni surat untuk menghasilkan model yang memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi untuk menghasilkan penerjemahan aksara yang lebih baik.
2. Proses pendektsian pada SSD terjadi berulang disebabkan karena SSD bisa melakukan identifikasi pada setiap skala pada gambar. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menerapkan algoritma NMS (Non-Maximum Suppression) untuk melakukan proses merge pada objek memiliki hasil deteksi berulang (Li, et al., 2019).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abhirawa, H., Jondri, M., & Anditya Arifianto, S. (2017). Face Recognition Using Convolutional Neural Network. *e-Proceeding of Engineerin.*
- Ansar, J. (2017). *Budaya dan Ciri Khas Suku Batak*. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Dahria, M. (2008). Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence). *Jurnal Saintikom*.
- Dave, H., & Patel, M. (2016). A Survey on Handwritten Character Recognition using Multilayer Perceptron Neural Networks.
- Digital Image Processing. (2010).
- Franzl, M., & Cichos, F. (2020). *Active Particle Feedback Control with a Single-shot Detection Convolutional Neural Network*. Jerman: naturereresearch.
- Gwak, J., Choy, C., & Savarese, S. (2020). Generative Sparse Detection Networks for 3D Single-shot Object Detection.
- Hania, A. A. (2017). Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep Learning. *Jurnal Teknologi Indonesia*.
- Ibrahim, H. S., Jondri, M., & Untari Novia WIsesty, S. (2018). Analisis Deep Learning untuk Mengenali QRS Kompleks Pada Sinyal ECG dengan Metode CNN.
- Kertasari, N. D., Haswanto, N., & Sunarto, P. (2009). Adaptasi Karakter Aksara Batak Toba Dalam Huruf Latin . *Jurnal Komunikasi Visual*.
- Khosravan, N., & Bagci, U. (2018). S4ND: Single-Shot Single-Scale Lung Nodule Detection.
- Kong, T., Sun, F., Liu, H., Jiang, Y., & Shi, J. (2019). Consistent Optimization for Single-Shot Object Detection.
- Kumalasari, N. A. (2010). *Tinjauan Visual Aksara pada Prasasti Batu Tulis Bogor*. Universitas Komputer Indonesia.
- Lachance-Quirion, D., Wolsk, S. P., Tabuchi, Y., Kono, S., Usami, K., & Nakamura, Y. (2020). Entanglement-based Single-shot Detection of a Single Magnon with a Superconducting Qubit. *Science* 367, 425-428.
- Li, Y., Dong, H., Li, H., Zhang, X., Zhang, B., & Xiao, Z. (2019). Multi-block SSD based on Small Object Detection for UAV Railway Scene Surveillance. *Chinese Journal of Aeronautics*.
- Lin, T., Zhao, X., & Shou, Z. (2017 ). Single Shot Temporal Action Detection.
- Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C.-Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single Shot MultiBox Detector.
- Liza, A., Indrabayu, & Intan, S. A. (2015). Segmentasi Citra dengan Metode THreshold pada Citra Digital Tanaman Narkotika. *Kampus II UMI*.
- Lorentius, & Albert, C. (2019). Pengenalan Aksara Jawa dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Publication Petra*.
- Medela, A., & Picon, A. (2019). Constellation Loss: Improving the efficiency of deepmetric learning loss functions for optimal embedding.
- Mulyawan, H., Samsono, M. Z., & Setiawardhana. (n.d.). Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time. *Machine Learning*.

- Nurhikmat, T. (2018). Implementasi Deep Learning Untuk Image Classification Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Pada Citra Wayang Gole.
- P, W. S., Wijaya, A. Y., & Soelaiman, R. (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101. *Jurnal Teknik*, 5.
- Pertama, P. P., Suyoto, & Suselo, T. (2015). Pengembangan Aplikasi Mobile Pengenalan Aksara Bali Kedalam Huruf Latin dengan Argumented Reality. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA 2015)*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Poirson, P., Ammirato, P., Fu, .-Y., Liu, W., Kosecka, J., & Berg, A. C. (2016). Fast Single Shot Detection and Pose Estimation. 4321.
- Putra, S. R. (2015). *Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Objek Pada Citra*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Santoso, A., & Ariyanto, G. (n.d.). Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah. *Jurnal Emitor*.
- Setiyono, M. Z. (2016). Convolutional Neural Networks untuk Pengenalan Wajah Secara Real-Time. *Jurnal Sains dan Seni*.
- Simatupang, S. (2006). Koreksi Atas Penulisan Aksara Batak.
- Situmorang, T. R., & Sihite, D. N. (2019). *Pengenalan Aksara Batak Toba dengan Pendekatan Machine Learning*. Institut Teknologi Del.
- SSD Object Detection: Single Shot MultiBox Detector for Real-time Processing*. (2018, March 14). Retrieved from MC.AI: <https://mc.ai/ssd-object-detection-single-shot-multibox-detector-for-real-time-processing/>
- Stanford University. (2019, October 31). *An Introduction to Convolutional Neural Network*. Retrieved from Vision Imaging Science and Technology Lab, Stanford University: [http://scarlet.stanford.edu/teach/index.php/An\\_Introduction\\_to\\_Convolutional\\_Neural\\_Networks](http://scarlet.stanford.edu/teach/index.php/An_Introduction_to_Convolutional_Neural_Networks)
- Thai, T. T., Phan, H. N., Nguyen, D. T., & Ha, V.-U. S. (2019). An Improved Single Shot Detector for Face Detection Using Local Binary Patterns. *19th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)*, 430-435.
- Universitas Gadjah Mada. (2018, June 25). *Fully-Connected Layer CNN dan Implementasinya*. Retrieved from Menara Ilmu Machine Learning: <http://machinelearning.mipa.ugm.ac.id/2018/06/25/fully-connected-layer-cnn-dan-implementasinya/>
- Wong, A., Shafiee, M. J., Li, F., & Chwyl, B. (2018). Tiny SSD: A Tiny Single-shot Detection Deep Convolutional Neural Network for Real-time Embedded Object Detection.
- Zhang, S., Wen, L., Bian, X., Lei, Z., & Li, S. Z. (2018). Single-Shot Refinement Neural Network for Object Detection.
- Zhang, Z., Qiao, S., Xie, C., Shen, W., Wang, B., & Yuille, A. L. (2018). Single-Shot Object Detection with Enriched Semantics.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Hasil Evaluasi Algoritma CNN

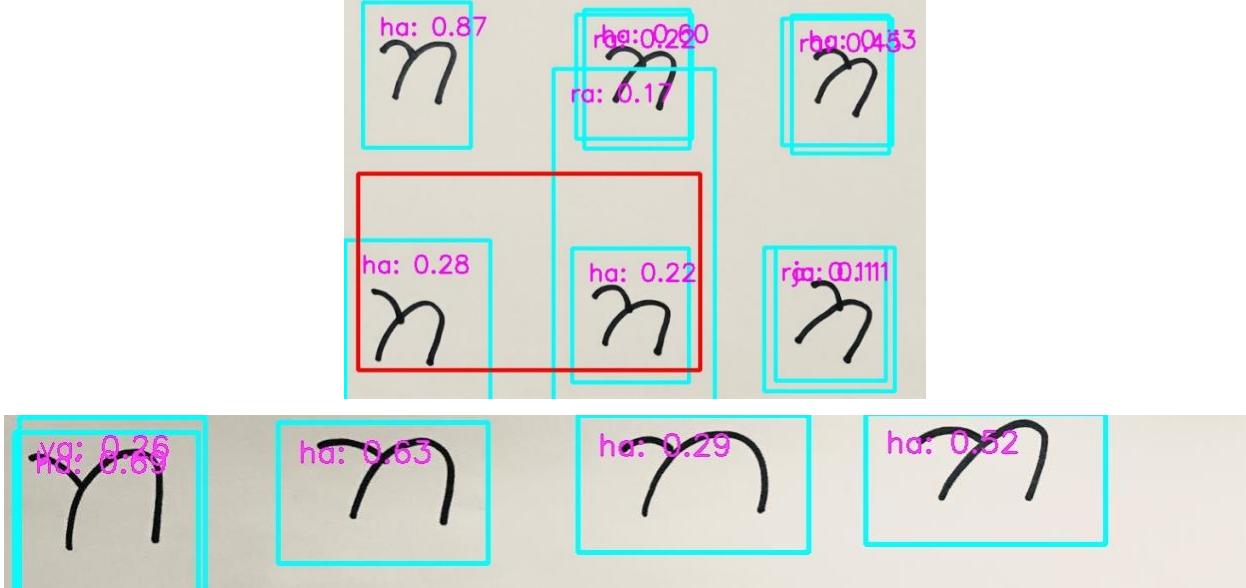
**Tabel 8. Hasil Evaluasi Algoritma CNN pada Aksara Tunggal**

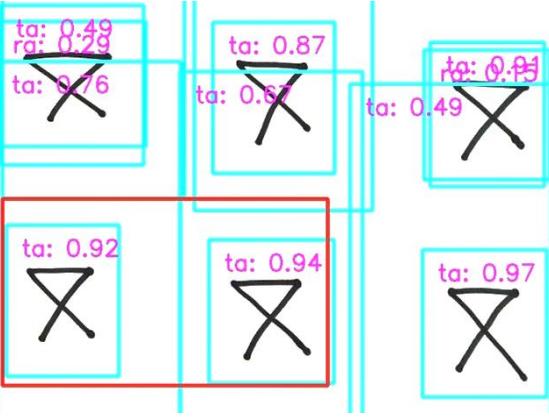
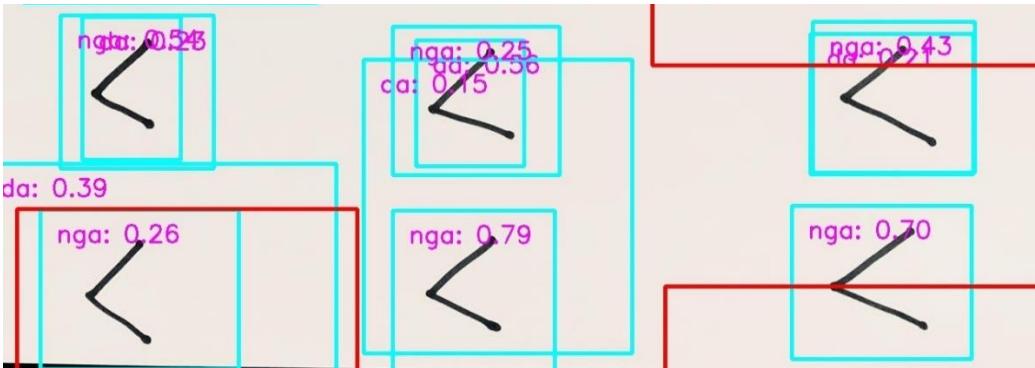
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
1	<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> 	10	10	100%
2	<p style="text-align: center;"><b>WA</b></p>	9	10	90%

No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
3	<p style="text-align: center;"><b>DA</b></p>	8	10	80%

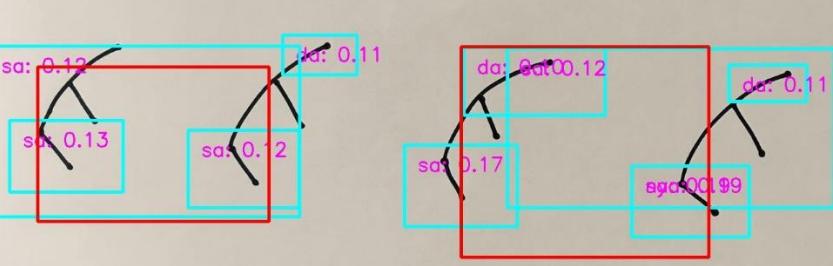
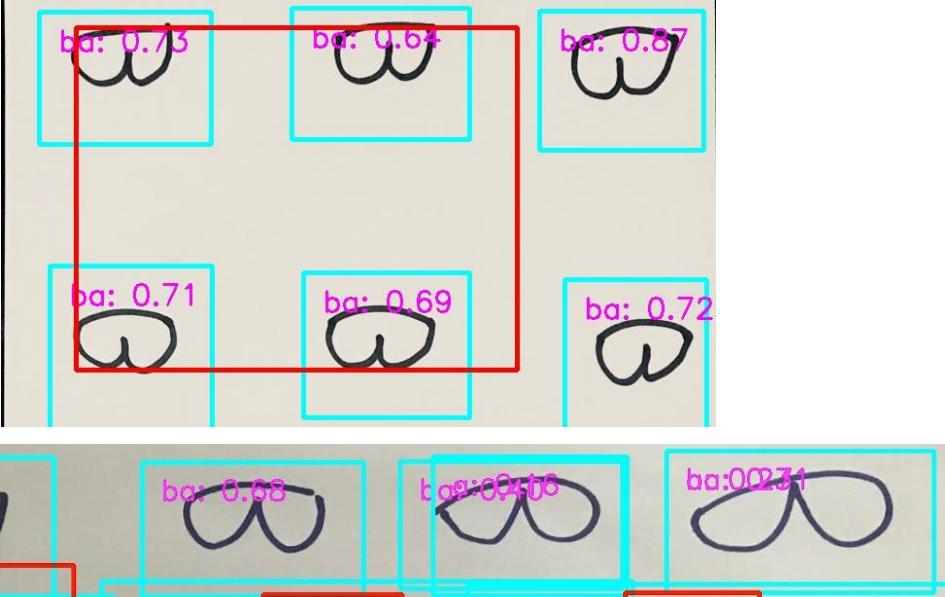
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
4	<p style="text-align: center;"><b>SA</b></p> <p>The figure displays two rows of character detection results. The top row contains five characters, each with a cyan bounding box and a black stroke. The scores are: sa: 0.97, sa: 0.12, sa: 0.98, sa: 0.97, sa: 0.98. The bottom row contains four characters, each with a cyan bounding box and a black stroke. The scores are: sa: 0.94, tsd: 0.22, sa: 0.91, sa: 0.96, ntar: 0.46, nya: 0.87. A red horizontal bar highlights the first two characters in the top row and the first three characters in the bottom row.</p>	7	10	70%

No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
5	<p style="text-align: center;"><b>YA</b></p> 	2	10	20%

No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
6	<p style="text-align: center;"><b>HA</b></p> 	7	10	70%

No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)																												
7	<p style="text-align: center;"><b>TA</b></p>  <table border="1" data-bbox="897 448 1320 913"> <tr> <td>ta: 0.49</td> <td>ra: 0.29</td> </tr> <tr> <td>ta: 0.76</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ta: 0.87</td> <td>ta: 0.67</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ta: 0.49</td> <td>ta: 0.91</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ta: 0.92</td> <td>ta: 0.94</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ta: 0.97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>	ta: 0.49	ra: 0.29	ta: 0.76	X	ta: 0.87	ta: 0.67	X	X	ta: 0.49	ta: 0.91	X	X	ta: 0.92	ta: 0.94	X	X	ta: 0.97		X		8	10	80%								
ta: 0.49	ra: 0.29																															
ta: 0.76	X																															
ta: 0.87	ta: 0.67																															
X	X																															
ta: 0.49	ta: 0.91																															
X	X																															
ta: 0.92	ta: 0.94																															
X	X																															
ta: 0.97																																
X																																
8	<p style="text-align: center;"><b>NGA</b></p>  <table border="1" data-bbox="1404 954 2016 1346"> <tr> <td>ngta: 0.54</td> <td>da: 0.39</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>nga: 0.25</td> <td>nga: 0.26</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ga: 0.56</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ca: 0.15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>nga: 0.79</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>nga: 0.43</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td>nga: 0.70</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> </tr> </table>	ngta: 0.54	da: 0.39	X		nga: 0.25	nga: 0.26	X	X	ga: 0.56		X		ca: 0.15		X		nga: 0.79		X			nga: 0.43		X		nga: 0.70		X	7	10	70%
ngta: 0.54	da: 0.39																															
X																																
nga: 0.25	nga: 0.26																															
X	X																															
ga: 0.56																																
X																																
ca: 0.15																																
X																																
nga: 0.79																																
X																																
	nga: 0.43																															
	X																															
	nga: 0.70																															
	X																															

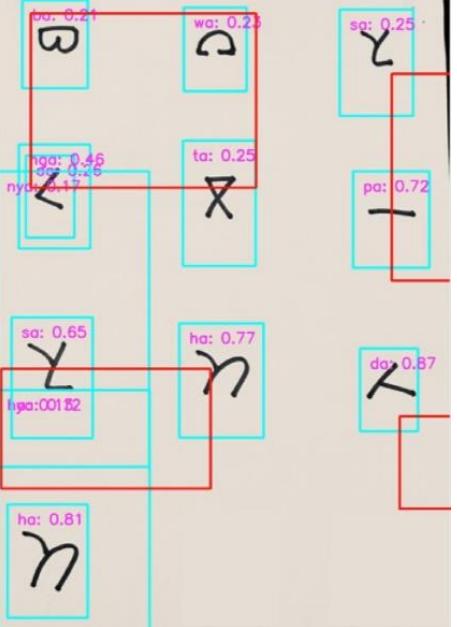
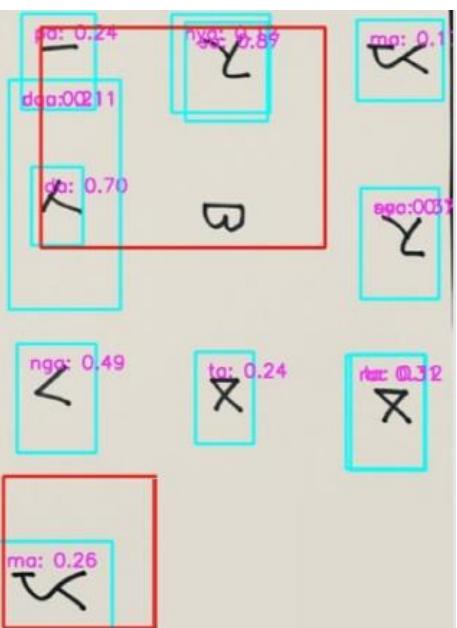
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
9	<p>NYA</p>	4	10	40%

No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
				
10	<p style="text-align: center;"><b>BA</b></p> 	9	10	90%

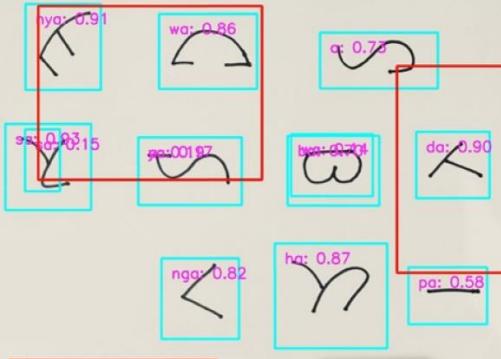
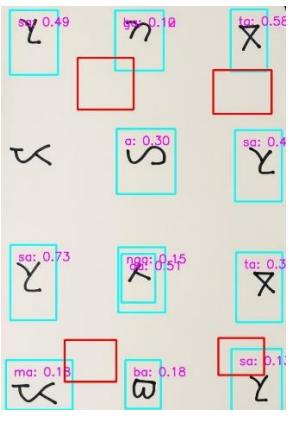
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)																						
11	<p style="text-align: center;"><b>MA</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Character</th> <th>Score</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ma: 0.57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.60</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.59</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.76</td> <td>ma: 0.23</td> </tr> <tr> <td>nyg: 0.179</td> <td>nyg: 0.237</td> </tr> <tr> <td>ma: 0.54</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.29</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.62</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.27</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Character	Score	ma: 0.57		ma: 0.60		ma: 0.59		ma: 0.76	ma: 0.23	nyg: 0.179	nyg: 0.237	ma: 0.54		ma: 0.29		ma: 0.62		ma: 0.31		ma: 0.27		7	10	70%
Character	Score																									
ma: 0.57																										
ma: 0.60																										
ma: 0.59																										
ma: 0.76	ma: 0.23																									
nyg: 0.179	nyg: 0.237																									
ma: 0.54																										
ma: 0.29																										
ma: 0.62																										
ma: 0.31																										
ma: 0.27																										

No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
12	<p style="text-align: center;"><b>PA</b></p>	10	10	100%
<b>Rata-rata Akurasi = 73,3 %</b>				

**Tabel 9. Hasil Evaluasi Algoritma CNN pada Aksara Campuran**

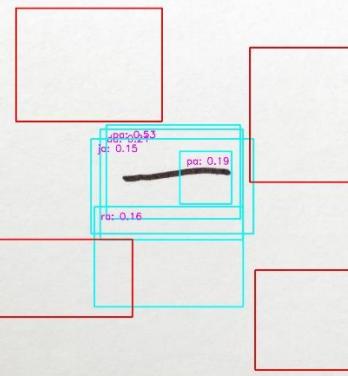
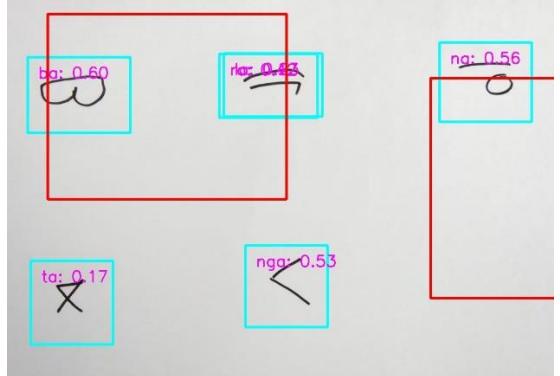
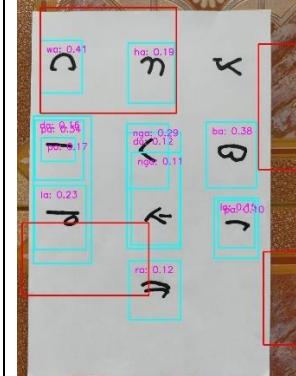
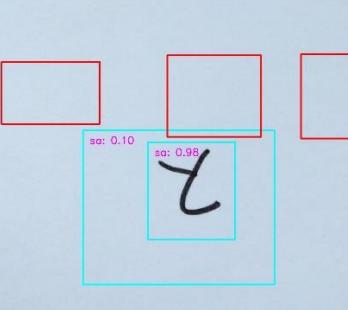
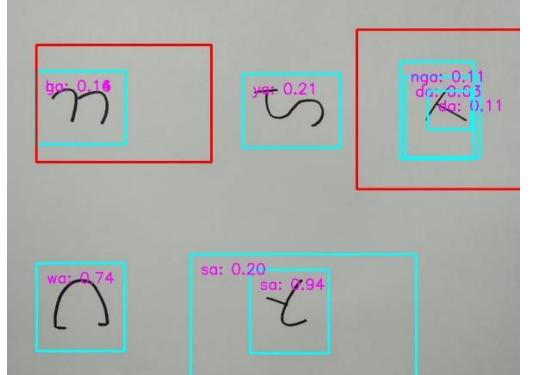
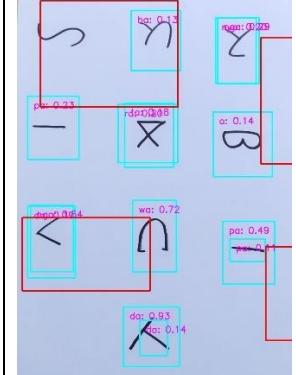
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
1	<b>BA WA SA NGA TA PA SA HA DA HA</b> 	9	10	91%
2	<b>PA SA MA DA BA SA NGA TA TA MA</b> 	6	10	66%

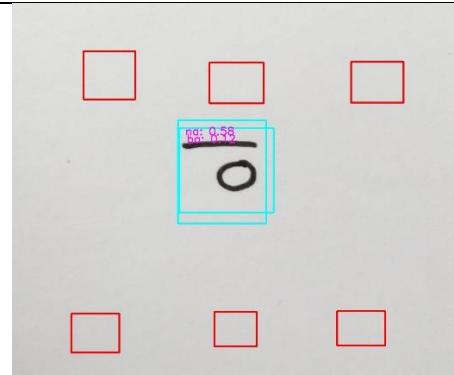
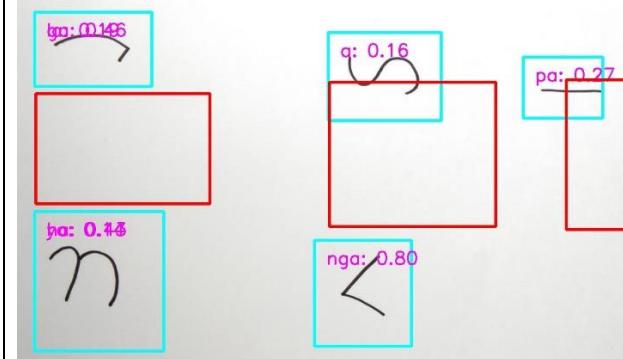
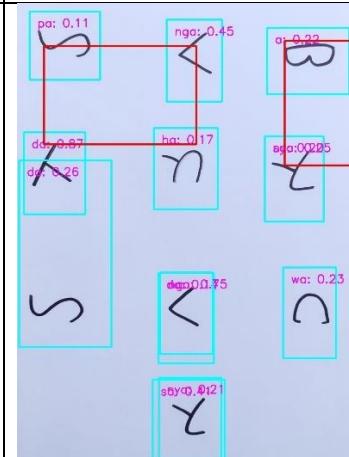
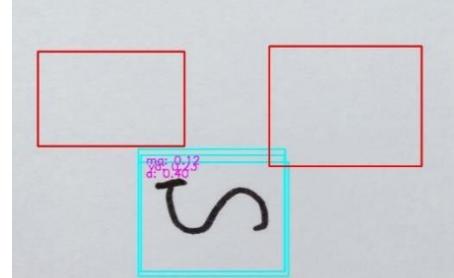
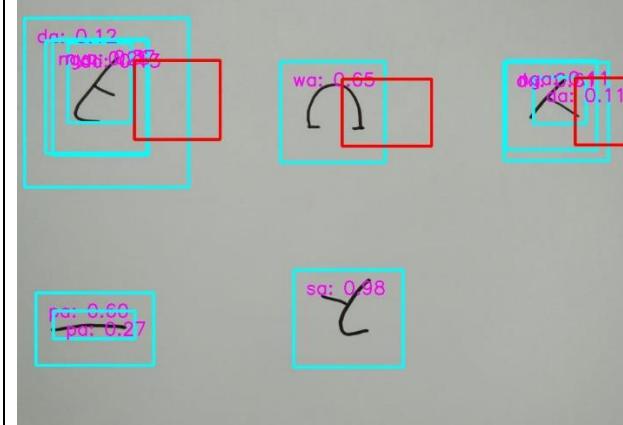
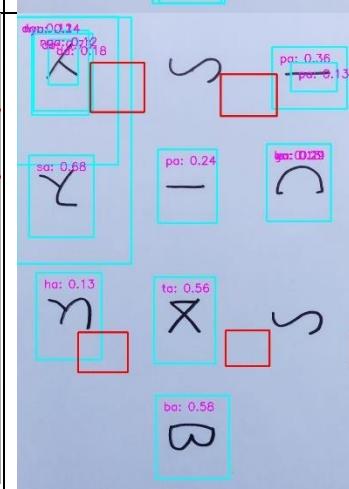
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)																
3	<p>SA HA TA MA A SA SA DA MA BA</p> <table border="1"> <tr> <td>ha: 0.26</td><td>ra: 0.26</td><td>ra: 0.23</td> </tr> <tr> <td>da: 0.19</td><td>pa: 0.30</td><td>ya: 0.61</td> </tr> <tr> <td>nyo: 0.10</td><td>ma: 0.14</td><td></td> </tr> <tr> <td>sa: 0.91</td><td>ba: 0.86</td><td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.23</td><td>ba: 0.17</td><td></td> </tr> </table>	ha: 0.26	ra: 0.26	ra: 0.23	da: 0.19	pa: 0.30	ya: 0.61	nyo: 0.10	ma: 0.14		sa: 0.91	ba: 0.86		ma: 0.23	ba: 0.17		5	10	50%	
ha: 0.26	ra: 0.26	ra: 0.23																		
da: 0.19	pa: 0.30	ya: 0.61																		
nyo: 0.10	ma: 0.14																			
sa: 0.91	ba: 0.86																			
ma: 0.23	ba: 0.17																			
4	<p>BA SA MA HA TA BA BA SA NGA DA TA TA</p> <table border="1"> <tr> <td>sw: 0.47</td><td>ma: 0.19</td> </tr> <tr> <td>he: 0.19</td><td>ta: 0.30</td><td>ba: 0.36</td> </tr> <tr> <td>ba: 0.13</td><td>ya: 0.41</td><td>da: 0.02</td> </tr> <tr> <td>da: 0.34</td><td>ba: 0.15</td><td>ta: 0.64</td><td>ta: 0.57</td> </tr> </table>	sw: 0.47	ma: 0.19	he: 0.19	ta: 0.30	ba: 0.36	ba: 0.13	ya: 0.41	da: 0.02	da: 0.34	ba: 0.15	ta: 0.64	ta: 0.57	9	12	75%				
sw: 0.47	ma: 0.19																			
he: 0.19	ta: 0.30	ba: 0.36																		
ba: 0.13	ya: 0.41	da: 0.02																		
da: 0.34	ba: 0.15	ta: 0.64	ta: 0.57																	
5	<p>DA YA SA NGA PA NYA WA TA MA A</p> <table border="1"> <tr> <td>ya: 0.88</td><td>ya: 0.98</td><td>sa: 0.98</td><td>ng: 0.78</td> </tr> <tr> <td>ra: 0.61</td><td>nyo: 0.95</td><td>wa: 0.79</td><td>ta: 0.91</td> </tr> <tr> <td>po: 0.51</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ma: 0.47</td><td></td><td>ta: 0.66</td><td></td> </tr> </table>	ya: 0.88	ya: 0.98	sa: 0.98	ng: 0.78	ra: 0.61	nyo: 0.95	wa: 0.79	ta: 0.91	po: 0.51				ma: 0.47		ta: 0.66		8	10	80%
ya: 0.88	ya: 0.98	sa: 0.98	ng: 0.78																	
ra: 0.61	nyo: 0.95	wa: 0.79	ta: 0.91																	
po: 0.51																				
ma: 0.47		ta: 0.66																		

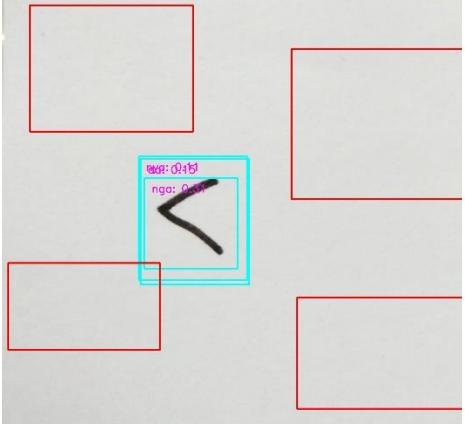
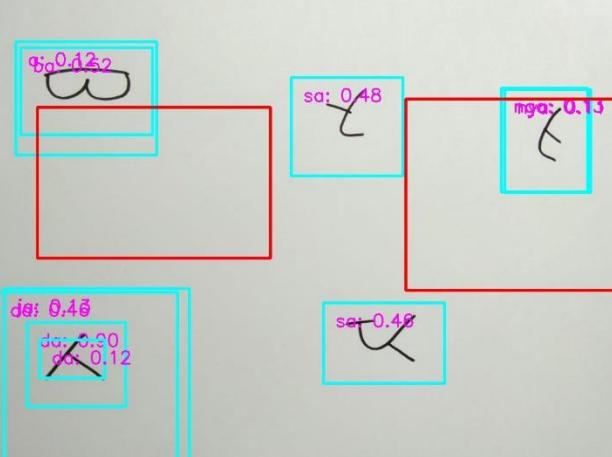
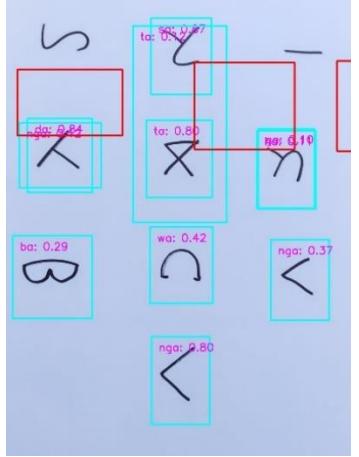
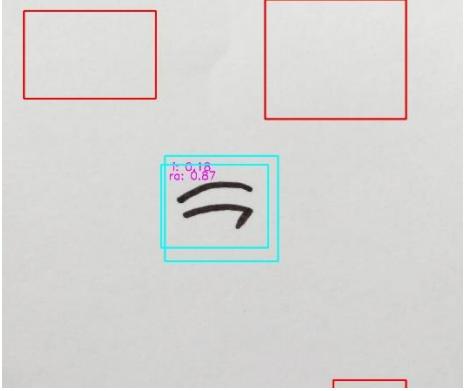
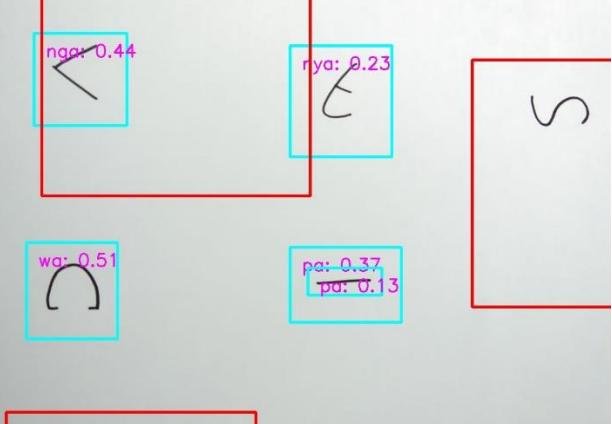
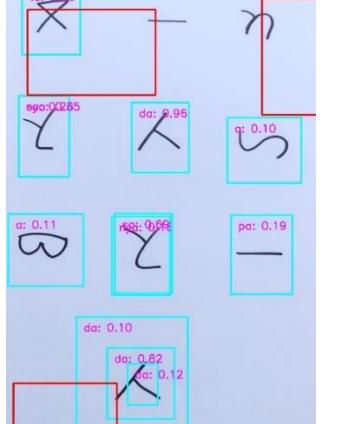
No	Hasil Pengujian	Jumlah arti yang benar	Jumlah arti yang diuji	Akurasi (%)
6	<b>NYA WA A SA YA BA DA NGA HA PA</b> 	8	10	80%
7	<b>SA HA TA MA A SA SA HA TA MA BA SA</b> 	9	12	75%
<b>Rata-rata Akurasi = 74,13 %</b>				

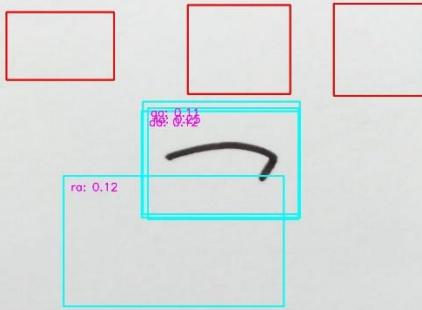
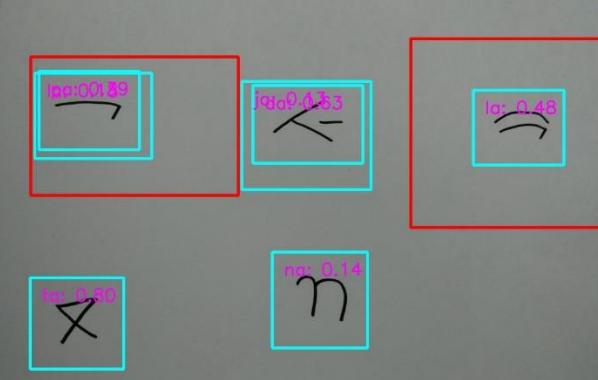
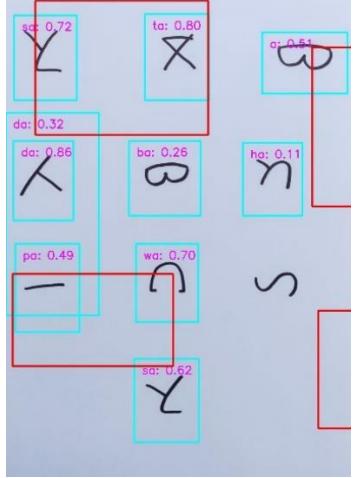
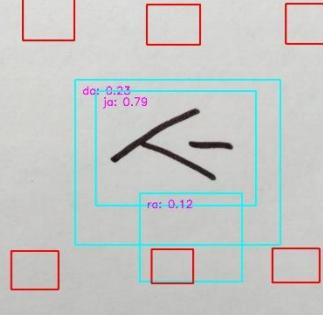
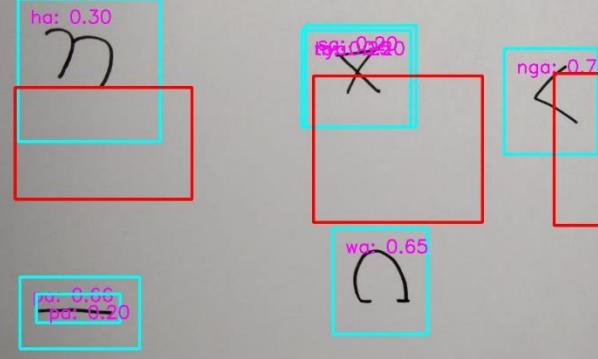
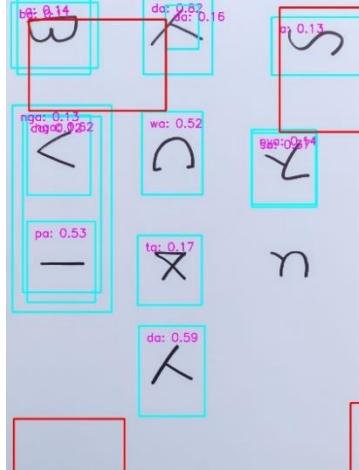
## Lampiran 2. Hasil Evaluasi Waktu Pengidentifikasi Objek

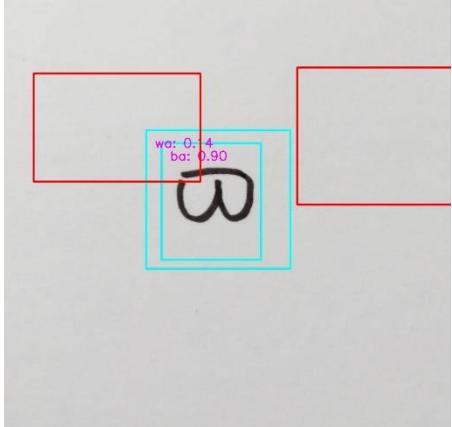
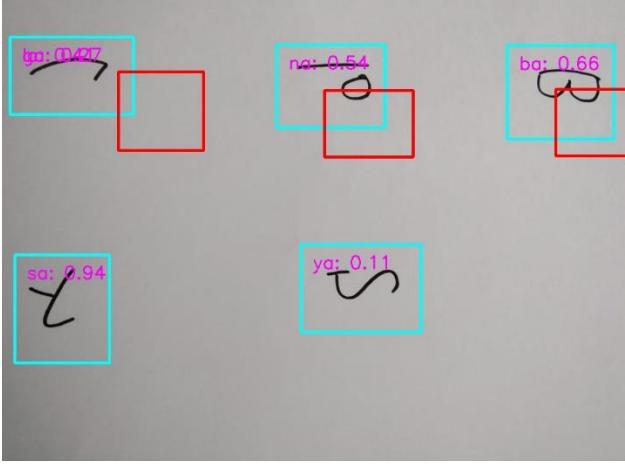
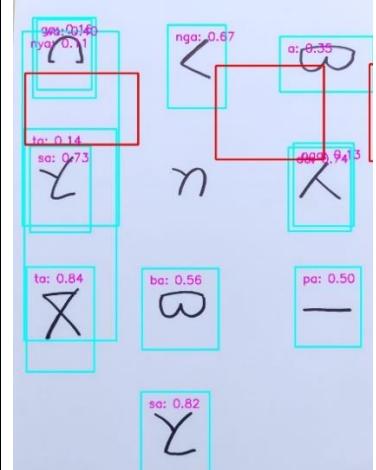
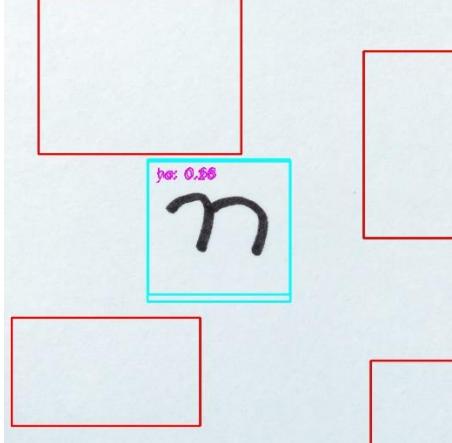
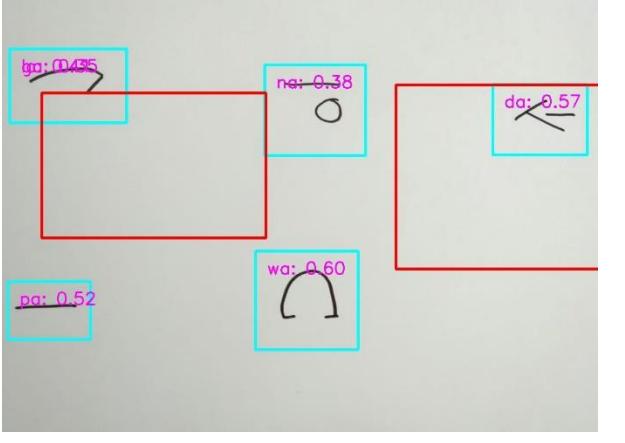
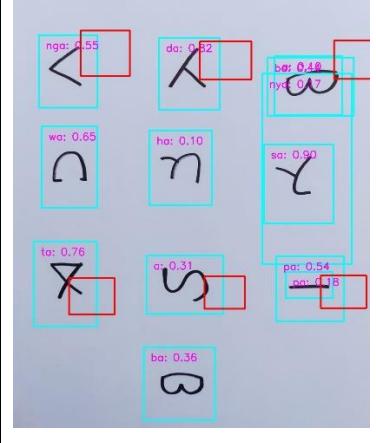
Tabel 10. Hasil Evaluasi Waktu Pengidentifikasi Objek

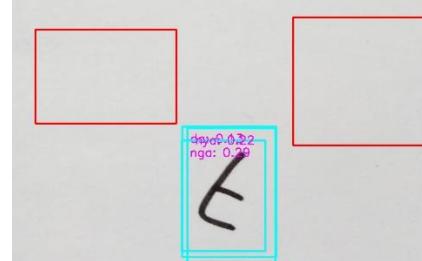
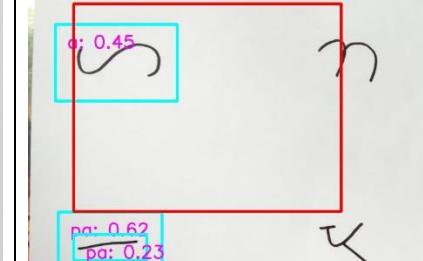
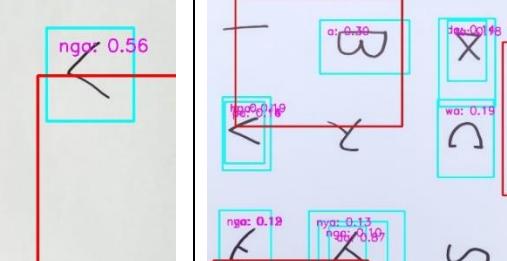
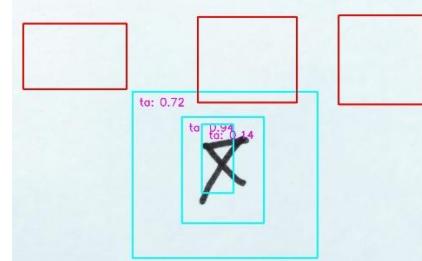
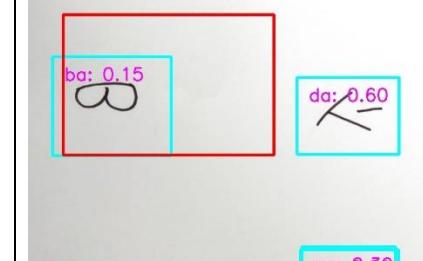
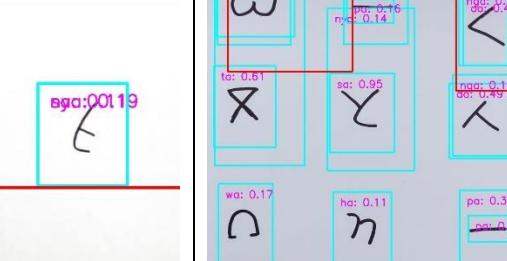
Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
1			
2			

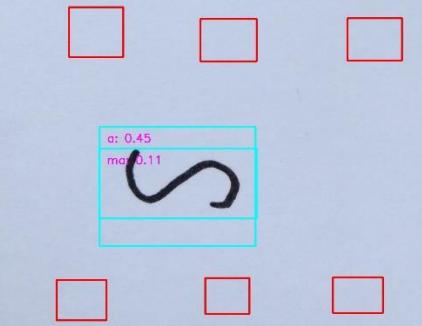
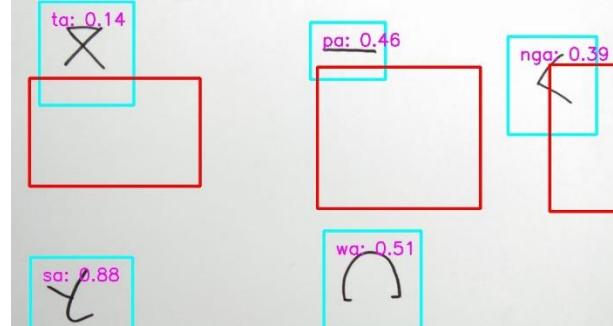
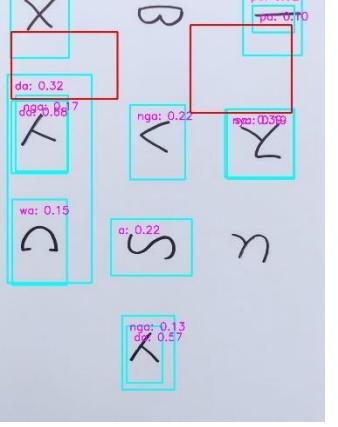
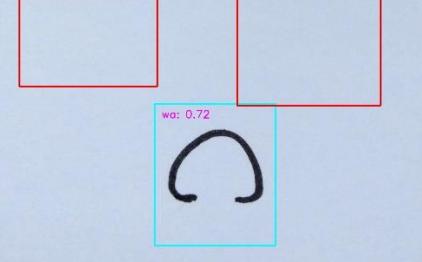
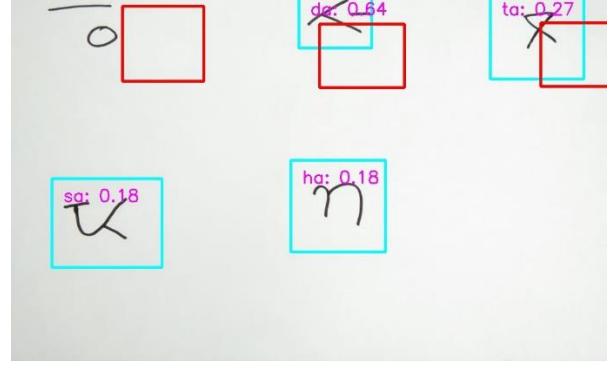
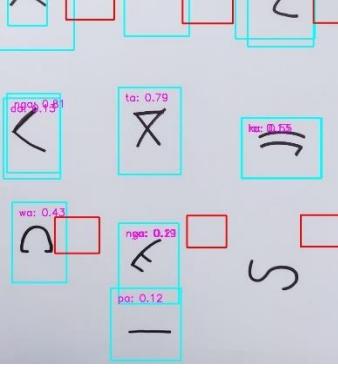
Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
3			
4			

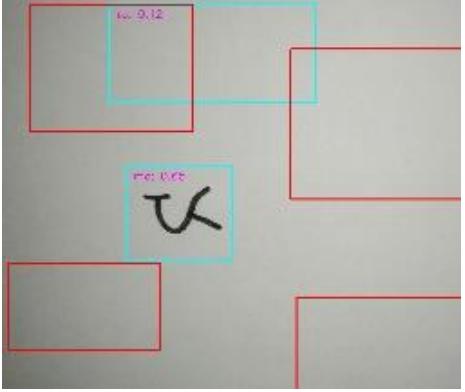
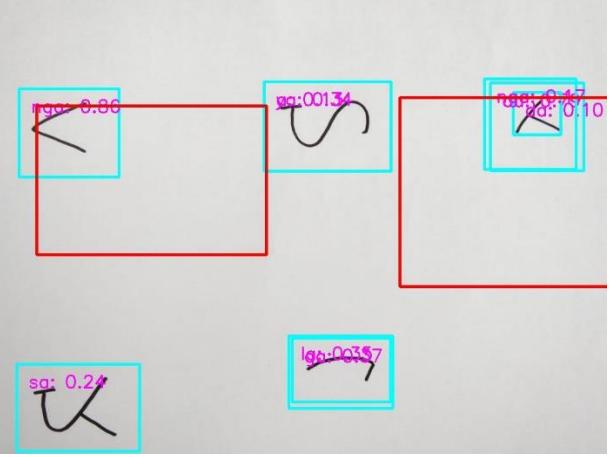
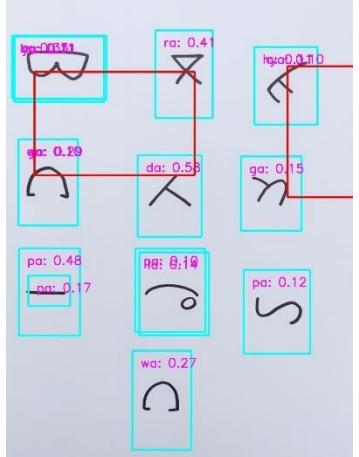
Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
5			
6			

Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
7			
8			

Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
9			
10			

Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
11			
12			

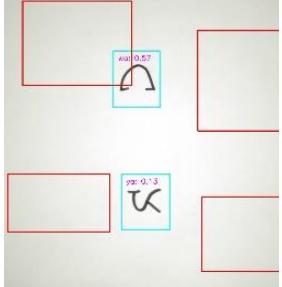
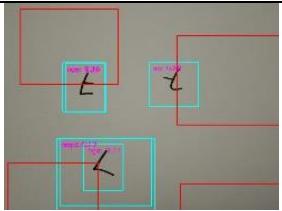
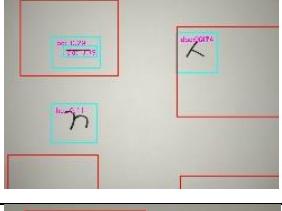
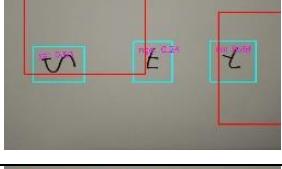
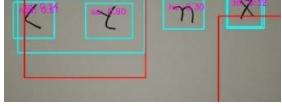
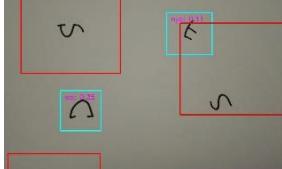
Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
13			
14			

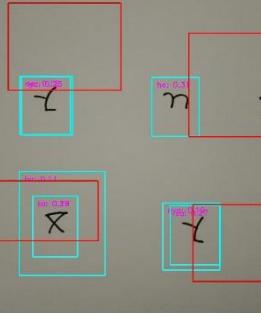
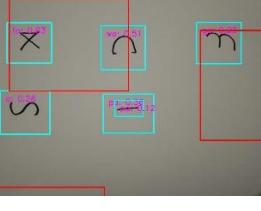
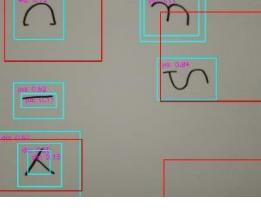
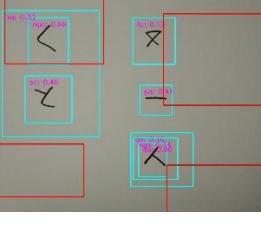
Data Ke-	1 Aksara	5 Aksara	10 Aksara
15			

### Lampiran 3. Hasil Pengujian Pendekripsi Berulang

Tabel 11. Pengujian Pendekripsi Berulang

NO	Input	Arti	Hasil	Jumlah arti yang diuji	Jumlah label pada hasil
1		a	a	1	1
2		ma	mara	1	3
3		ya	ya	1	1
4		ngasa	ngasa	2	2
5		taya	yaata	2	3

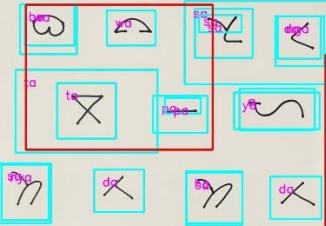
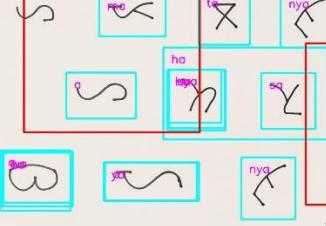
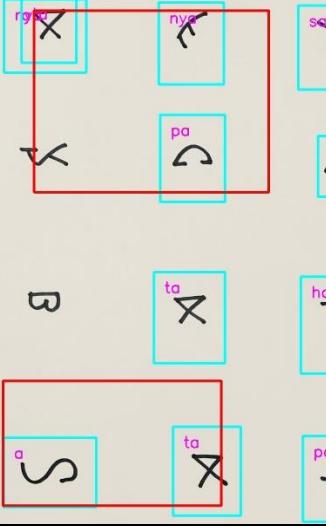
NO	Input	Arti	Hasil	Jumlah arti yang diuji	Jumlah label pada hasil
6		yawa	yawa	2	2
7		nyasanga	dangangangas asa	3	6
8		padaha	dahangapapa	3	5
9		yangasa	yangasa	3	3
10		ngasahaha	hangasasasata	4	6
11		yanyawaa	nyawa	4	2

NO	Input	Arti	Hasil	Jumlah arti yang diuji	Jumlah label pada hasil
12		sahatasa	hahanyanyaras asata	4	8
13		tawahaapa	agapapatawa	5	6
14		wahapayada	dadadayayaha papawa	5	9
15		ngatasapada	dadangangapa sasata	5	8

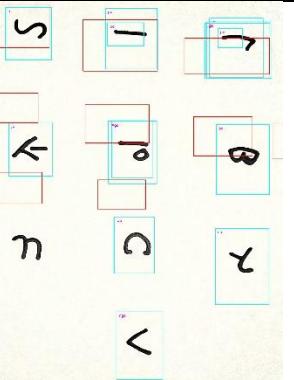
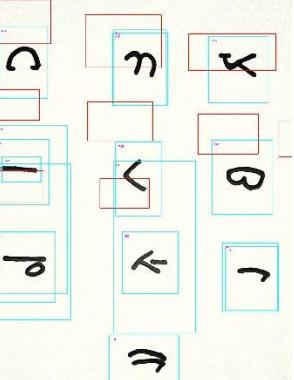
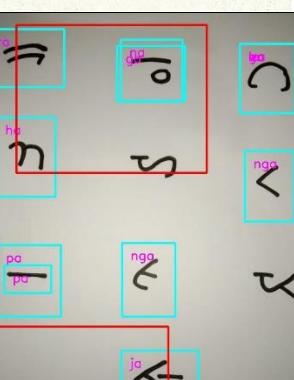
## Lampiran 4. Hasil Pengujian dengan Aspek Resolusi dan Pencahayaan

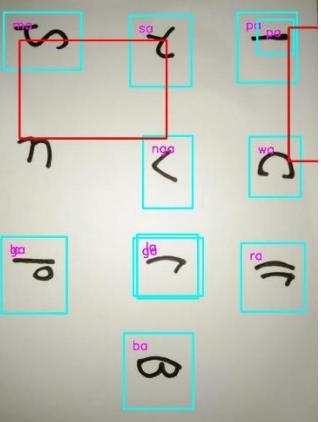
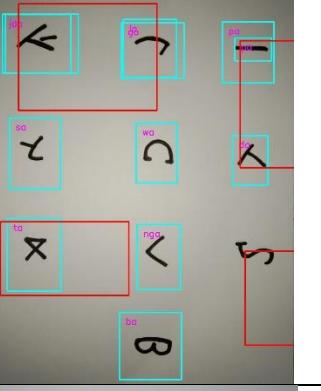
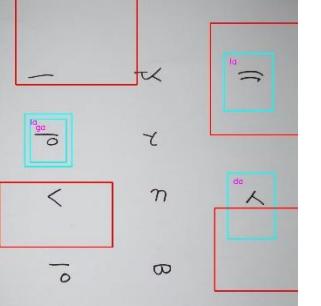
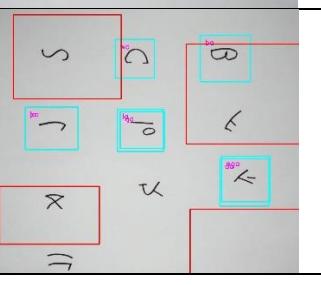
Tabel 12. Hasil Pengujian dengan Aspek Resolusi

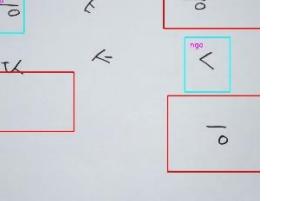
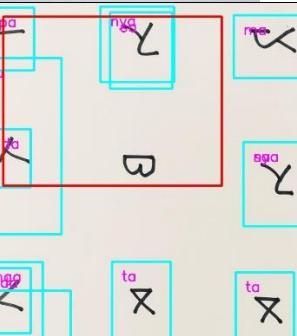
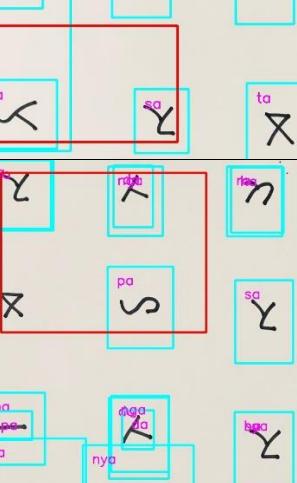
No	Hasil Pengujian	Resolusi (pixels)	Data Uji	Data Benar	Akurasi(%)
1		102 x 71	11	-	0
2		205 x 146	11	8	72,7
3		307 x 216	10	7	70
4		410 x 289	11	8	72,7
5		640 x 451	11	10	90,9
6		614 x 450	12	9	75
7		717 x 527	11	10	90,9

No	Hasil Pengujian	Resolusi (pixels)	Data Uji	Data Benar	Akurasi(%)
8		819 x 580	11	8	72,7
9		922 x 667	10	7	70
10		729 x 1024	12	9	75
<b>Rata – Rata Akurasi:</b>					<b>68,99</b>

**Tabel 13. Hasil Pengujian dengan Aspek Pencahayaan**

No	Hasil Pengujian	Pencahayaan	Data Uji	Data Benar	Akurasi(%)
1		Kontras tinggi	10	7	70
2		Kontras tinggi	10	7	70
3		Flash HP	10	7	70

No	Hasil Pengujian	Pencahayaan	Data Uji	Data Benar	Akurasi(%)
4		Flash HP	10	7	70
5		Flash HP	10	9	90
6		Lampu ruangan	10	1	10
7		Lampu ruangan	10	2	20

No	Hasil Pengujian	Pencahayaan	Data Uji	Data Benar	Akurasi(%)
8		Lampu ruangan	10	2	20
9		Sinar matahari	12	10	83,3
10		Sinar matahari	12	6	50