

**PENGENALAN KARAKTER OPTIK (OCR) AKSARA JAWA
DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

Skripsi



oleh

NATHANIA SAPHIRA

71170183

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2021

PENGENALAN KARAKTER OPTIK (OCR) AKSARA JAWA DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

NATHANIA SAPHIRA
71170183

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2021

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nathania Saphira
NIM : 71170183
Program studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENGENALAN KARAKTER OPTIK (OCR) AKSARA JAWA DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 04 Juli 2021

Yang menyatakan



(Nathania Saphira)

NIM.71170183

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Pengenalan Karakter Optik (OCR) Aksara Jawa Dengan Convolutional Neural Network

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 30 Juni 2021



NATHANIA SAPHIRA

71170183

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN KARAKTER OPTIK (OCR)
AKSARA JAWA DENGAN CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK

Nama Mahasiswa : NATHANIA SAPHIRA

N I M : 71170183

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TI0366

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2020/2021

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 30 Juni 2021

Dosen Pembimbing I



Lucia Dwi Krisnawati, Dr. Phil.

Dosen Pembimbing II



Aditya Wikan Mahastama, S.Kom.,
M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

Pengenalan Karakter Optik (OCR) Aksara Jawa Dengan Convolutional Neural Network

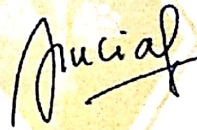
Oleh: NATHANIA SAPHIRA / 71170183

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 15 Juni 2021

Yogyakarta, 30 Juni 2021
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Lucia Dwi Krisnawati, Dr. Phil.
2. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs.
3. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
4. Widi Hapsari, Dra. M.T.




tanda tangan digital



Dekan

(Restyandito, S.Kom., MSIS., Ph.D.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Pengenalakan Karakter Optik (OCR) Aksara Jawa dengan Convolutional Neural Network” ini karena mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Tuhan yang Maha Kuasa, karena berkat kasih, rahmat dan karunia-Nya yang memberi kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Restyandito, S.Kom., MSIS, Ph.D. selaku dekan Fakultas Teknologi Informasi.
3. Ibu Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Informatika.
4. Ibu Dr. phil. Lucia Dwi Krisnawati, S.S., M.A. selaku dosen pembimbing I yang selalu membimbing dan mengarahkan selama proses pengerjaan.
5. Bapak Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang memotivasi penulis dan membantu memberikan solusi permasalahan.
6. Ibu Sisiliawati Ramli dan Ibu Roseyanti, selaku orang tua dan nenek Penulis yang selalu mendukung, menyemangati, dan membantu penulis.
7. Bapak Martinus Suwarno Budi, selaku anotator dan kakek penulis yang membantu mengkonfirmasi pelabelan data aksara Jawa.
8. Remy, Joe, Selyna, dan Michael, selaku sahabat-sahabat penulis yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini baik secara langsung maupun lewat doa dan dukungan untuk penulis.
9. Teman-teman kuliah yang terus mendukung dan meningkatkan penulis.

Akhir kata, Penulis sekali lagi mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak baik yang telah disebutkan maupun yang belum dapat disebutkan satu per satu. Semoga hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pihak terkait dan pembaca.

Yogyakarta, 28 Mei 2021

Penulis

INTISARI

Pengenalan Karakter Optik (OCR) Aksara Jawa Dengan Convolutional Neural Network

Aksara Jawa merupakan salah satu peninggalan budaya Indonesia berupa tulisan tradisional dari suku Jawa yang meskipun saat ini sudah jarang digunakan, namun masih dilestarikan oleh berbagai pihak dalam bentuk fisik maupun digital. Dengan tujuan membantu mempermudah pelestarian aksara Jawa secara digital, penulis melakukan penelitian untuk mengembangkan sistem pengenalan karakter optik (OCR) dengan metode Convolutional Neural Network (CNN) yang dievaluasi berdasarkan parameter akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*.

Berfokus pada pengaplikasian salah satu arsitektur CNN, yaitu GoogLeNet yang menerapkan jaringan *Inception*, penulis melatih model dengan data hasil scan dari buku manuskrip lama dengan tulisan aksara Jawa yang tercetak yang sudah tersegmentasi. Data yang digunakan hanya data dengan jumlah minimal 10 data untuk setiap kelas karakternya. Model juga dilatih dengan berbagai variasi parameter serta penambahan lapisan normalisasi dan hasilnya divalidasi dan diuji berdasarkan metrik evaluasi akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* untuk melihat seberapa baik performa CNN terhadap pelatihan model.

Dari penelitian ini, didapatkan bahwa pelatihan model memiliki hasil yang paling baik jika dilatih dengan *batch size* ukuran 32 dan *epoch* sebanyak 100 dengan struktur arsitektur tanpa penggunaan lapisan normalisasi (*Batch Normalization*) dengan hasil evaluasi pengujian yang tidak terlalu tinggi (dibawah 70%). Namun, setelah dianalisis lebih dalam, penerapan CNN untuk melatih model agar dapat mengenali karakter optik aksara Jawa ini termasuk cukup efektif jika dianalisis dan dievaluasi secara *weighted-averaged*, mengingat jumlah data yang digunakan bervariasi setiap kelas karakternya.

Kata kunci: Aksara Jawa, Convolutional Neural Network, CNN, GoogLeNet, Inception, OCR, akurasi, presisi, recall, f1-score, Batch Normalization

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | iii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | iv |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | vi |
| INTISARI..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Metodologi Penelitian | 4 |
| 1.6.1. Persiapan | 4 |
| 1.6.2. Pengembangan Sistem | 5 |
| 1.6.3. Evaluasi Sistem | 5 |
| 1.7. Sistematika Penulisan..... | 5 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 7 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.2. | Landasan Teori | 8 |
| 2.2.1. | Aksara Jawa | 8 |
| 2.2.2. | <i>Preprocessing Text</i> | 12 |
| 2.2.3. | <i>Convolutional Neural Network</i> | 14 |
| 2.2.4. | GoogLeNet..... | 17 |
| 2.2.5. | Metode Evaluasi..... | 18 |
| BAB 3 | PERANCANGAN SISTEM..... | 20 |
| 3.1. | Kebutuhan Sistem..... | 20 |
| 3.1.1. | Kebutuhan Non Fungsional..... | 20 |
| 3.1.2. | Kebutuhan Fungsional | 20 |
| 3.2. | Blok Diagram Sistem | 21 |
| 3.3. | Perancangan Desain Antarmuka Sistem..... | 23 |
| 3.4. | Perancangan Evaluasi Sistem..... | 23 |
| BAB 4 | IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM..... | 25 |
| 4.1. | Implementasi Sistem | 25 |
| 4.1.1. | Tahap Pelatihan..... | 25 |
| 4.1.2. | Tahap Validasi | 32 |
| 4.1.3. | Tahap Pengujian..... | 33 |
| 4.1.4. | Implementasi API..... | 35 |
| 4.2. | Analisis Sistem | 36 |
| 4.2.1. | Hasil Metriks Evaluasi dari Semua Tahap..... | 36 |
| 4.2.2. | Pengaruh <i>Batch Normalization</i> Terhadap Pelatihan Model..... | 38 |
| 4.2.3. | Pengaruh <i>Batch Size</i> dan <i>Epoch</i> Terhadap Pelatihan Model | 40 |
| 4.2.4. | Pengaruh Jumlah Data terhadap Pelatihan Model | 41 |
| 4.2.5. | CNN dan Klasifikasi Tradisional..... | 42 |

| | | |
|----------------|--|----|
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 44 |
| 5.2. | Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 45 |
| LAMPIRAN | | 47 |
| LAMPIRAN I | – Tabel Arsitektur GoogLeNet (Zoom Version) | 47 |
| LAMPIRAN II | – GoogLeNet : Training Model Summary | 48 |
| LAMPIRAN III | – Training Evaluation (Batch Size 32, Epoch 100, No BatchNormalization | 52 |
| LAMPIRAN IV | – Hasil Validasi Model | 57 |
| LAMPIRAN V | – Hasil Pengujian Model | 60 |
| LAMPIRAN VI | – Jumlah Gambar untuk Setiap <i>Class</i> | 62 |
| LAMPIRAN VII | – Analisis Hasil Classification Report Pengujian Model Terhadap Jumlah Sample Data Pelatihan..... | 64 |
| LAMPIRAN VIII | – Source Code | 66 |
| LAMPIRAN IX | – Kartu Konsultasi | 74 |
| LAMPIRAN X | – Form Revisi | 76 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| TABEL 2.1. CONTOH <i>CONFUSION MATRIX</i> UKURAN 2X2 UNTUK 100 DATA GAMBAR | 18 |
| TABEL 4.1. HASIL EVALUASI PROSES PENGUJIAN DENGAN MODEL AKHIR (BATCH SIZE 32 EPOCH 100 TANPA BATCH NORMALIZATION) | 38 |

©UKDWN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| <i>GAMBAR 2.1.</i> AKSARA CARAKAN | 8 |
| <i>GAMBAR 2.2.</i> AKSARA PASANGAN | 9 |
| <i>GAMBAR 2.3.</i> AKSARA SANDHANGAN | 9 |
| <i>GAMBAR 2.4.</i> AKSARA WILANGAN (ANGKA) | 10 |
| <i>GAMBAR 2.5.</i> AKSARA PRATANDHA..... | 10 |
| <i>GAMBAR 2.6.</i> AKSARA MURDA | 11 |
| <i>GAMBAR 2.7.</i> AKSARA SWARA..... | 11 |
| <i>GAMBAR 2.8.</i> AKSARA REKAN..... | 12 |
| <i>GAMBAR 2.9.</i> SEGMENTASI TEXT. KIRI: SEGMENTASI BARIS, KANAN: SEGMENTASI KARAKTER..... | 13 |
| <i>GAMBAR 2.10.</i> CONTOH EKSTRAKSI FITUR <i>9-AREA ZONING</i> | 13 |
| <i>GAMBAR 2.11.</i> ALUR KERJA KLASIFIKASI TULISAN MENGGUNAKAN CNN | 14 |
| <i>GAMBAR 2.12.</i> CONTOH REPRESENTASI GAMBAR AKSARA ‘PA’ DALAM BENTUK ARRAY 10X10 DENGAN NILAI PIXEL 1 DAN 0.. | 15 |
| <i>GAMBAR 2.13.</i> CONTOH OPERASI PERHITUNGAN <i>CONVOLUTIONAL</i> <i>LAYER</i> UNTUK AKSARA ‘PA’ | 15 |
| <i>GAMBAR 2.14.</i> CONTOH OPERASI PERHITUNGAN <i>RELU LAYER</i> | 15 |
| <i>GAMBAR 2.15.</i> CONTOH OPERASI PERHITUNGAN <i>MAX-POOLING LAYER</i> UNTUK AKSARA ‘PA’ DENGAN DIMENSI 2X2 | 16 |
| <i>GAMBAR 2.16.</i> ILUSTRASI PROSES DALAM <i>FULLY CONNECTED LAYER</i> | 16 |
| <i>GAMBAR 2.17.</i> PERBANDINGAN MODUL (A) INCEPTION NETWORK BIASA DENGAN (B) INCEPTION NETWORK DENGAN 1X1 CONVOLUTIONS | 17 |
| <i>GAMBAR 2.18.</i> CONTOH PERHITUNGAN AKURASI DENGAN CONTOH OUTPUT DARI TABEL 2.1. | 18 |
| <i>GAMBAR 2.19.</i> CONTOH PERHITUNGAN PRESISI DENGAN CONTOH OUTPUT DARI TABEL 2.1. | 19 |

| | |
|---|----|
| <i>GAMBAR 2.20. CONTOH PERHITUNGAN <i>RECALL</i> DENGAN CONTOH OUTPUT DARI TABEL 2.1.</i> | 19 |
| <i>GAMBAR 2.21. CONTOH PERHITUNGAN <i>F1-SCORE</i> DENGAN CONTOH OUTPUT DARI TABEL 2.1.</i> | 19 |
| <i>GAMBAR 3.1. ALUR SISTEM PENGENALAN AKSARA JAWA DENGAN CNN SECARA GARIS BESAR.....</i> | 21 |
| <i>GAMBAR 3.2. CONTOH SUSUNAN LAYER ARSITEKTUR GOOGLINET. 22</i> | |
| <i>GAMBAR 3.3. RANCANGAN DESAIN ANTARMUKA APLIKASI WEB</i> | 23 |
| <i>GAMBAR 4.1. STRUKTUR DATA GAMBAR BERUPA KUMPULAN FOLDER GAMBAR.....</i> | 25 |
| <i>GAMBAR 4.2. CONTOH SALAH SATU ISI FOLDER GAMBAR</i> | 26 |
| <i>GAMBAR 4.3. SEBAGIAN DARI ISI DATA DARI PELATIHAN.CSV</i> | 27 |
| <i>GAMBAR 4.4. ALUR PREPROCESSING DATA DETAIL GAMBAR (.CSV) SECARA GARIS BESAR</i> | 27 |
| <i>GAMBAR 4.5. ALUR PREPROCESSING DATA GAMBAR & LABEL ANOTASINYA</i> | 28 |
| <i>GAMBAR 4.6. CONTOH HASIL IMPLEMENTASI GOOGLINET PADA MODEL (MODEL <i>SUMMARY</i>).....</i> | 29 |
| <i>GAMBAR 4.7. ALUR TRAINING MODEL</i> | 31 |
| <i>GAMBAR 4.8. CONTOH TAMPILAN PROSES PELATIHAN MODEL</i> | 31 |
| <i>GAMBAR 4.9. ALUR TAHAP VALIDASI.....</i> | 32 |
| <i>GAMBAR 4.10. BAGIAN DARI ISI FOLDER GAMBAR HIMPUNAN DATA UJI.....</i> | 33 |
| <i>GAMBAR 4.11. BAGIAN DARI ISI DATA DARI FILE TESTING.CSV.....</i> | 34 |
| <i>GAMBAR 4.12. ALUR PROSES PENGUJIAN</i> | 34 |
| <i>GAMBAR 4.13. TAMPILAN AWAL APLIKASI WEB.....</i> | 35 |
| <i>GAMBAR 4.14. GRAFIK AKURASI DARI PROSES VALIDASI MODEL YANG DILATIH DENGAN BERBAGAI KOMBINASI PARAMETER..</i> | 36 |
| <i>GAMBAR 4.15. GRAFIK PERBANDINGAN <i>PRECISION</i>, <i>RECALL</i>, DAN <i>F1- SCORE (MACRO-AVERAGE)</i> DARI PROSES VALIDASI DARI MODEL</i> | |

| | |
|--|----|
| YANG DILATIH DENGAN BERBAGAI KOMBINASI NILAI PARAMETER | 37 |
| GAMBAR 4.16. GRAFIK PERBANDINGAN <i>PRECISION</i> , <i>RECALL</i> , DAN <i>F1- SCORE (WEIGHTED-AVERAGE)</i> DARI PROSES VALIDASI DARI MODEL YANG DILATIH DENGAN BERBAGAI KOMBINASI NILAI PARAMETER | 37 |
| GAMBAR 4.17. GRAFIK PERBANDINGAN HASIL EVALUASI PROSES VALIDASI DARI MODEL YANG DILATIH DENGAN ARSITEKTUR YANG MENGGUNAKAN BATCH NORMALIZATION DAN TANPA BATCH NORMALIZATION..... | 38 |
| GAMBAR 4.18. PERBEDAAN WAKTU <i>TRAINING</i> MODEL PER EPOCH | 39 |
| GAMBAR 4.19. GRAFIK <i>TRAIN HISTORY</i> DARI MODEL DENGAN DAN TANPA BATCH NORMALIZATION | 39 |
| GAMBAR 4.20. GRAFIK AKURASI DARI MODEL DENGAN 4 METODE KLASIFIKASI BERBEDA (KRISNAWATI & MAHASTAMA, 2019).... | 42 |
| GAMBAR 4.21. HASIL <i>PRECISION</i> DAN <i>SENSITIVITY</i> YANG DIHITUNG SECARA <i>MIRCRO-AVERAGED</i> DAN <i>WEIGHTED-AVERAGED</i> (KRISNAWATI & MAHASTAMA, 2019) | 42 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Aksara Jawa merupakan salah satu peninggalan budaya Indonesia berupa tulisan tradisional dari suku Jawa. Aksara Jawa beserta bahasa Jawa digunakan sehari-hari sebelum bahasa Indonesia menjadi bahasa nasional pada tahun 1945 (Everson, 2008). Meskipun aksara Jawa jarang digunakan di jaman sekarang, pelestarian aksara Jawa masih dilakukan oleh beberapa pihak dalam bentuk seperti penggunaan aksara Jawa untuk nama jalan dan pelajaran tentang aksara Jawa di beberapa sekolah (Dewa, Fadhilah, & Afiahayati, 2018). Berbagai macam media pembelajaran tentang aksara Jawa bermunculan dengan memanfaatkan teknologi yang berkembang pesat. Salah satu penerapan teknologi untuk media pembelajaran adalah aplikasi berbasis komputer atau android yang dapat menyalurkan pengetahuan tentang aksara Jawa dengan menarik. Pada beberapa aplikasi, kemampuan untuk mengenali aksara Jawa secara otomatis dibutuhkan agar penyimpanan data aksara Jawa dapat diakses sebagai teks sehingga penyampaian pengetahuan lebih mudah dan cepat (Wibowo & Wirakusuma, 2013).

Dengan tujuan memperkaya kemampuan aplikasi agar dapat melakukan pengenalan aksara Jawa secara otomatis, banyak penelitian yang telah bermunculan untuk mencari metode yang tepat dalam mengenali karakter.

Menurut Dewa, Fadhilah, dan Afiahayati (2018), setelah melakukan riset studi penelitian – penelitan untuk mengklasifikasi aksara Jawa yang ditulis tangan dengan berbagai macam metode, seperti Hidden Markov Model (HMM), Support Vector Machine (SVM), backpropagation neural-network, dan berbagai studi dengan metode jaringan saraf tiruan lain, hasilnya menunjukkan bahwa pengenalan aksara Jawa menggunakan metode yang berbasis jaringan saraf tiruan lebih baik dibandingkan metode lainnya dan akan lebih efektif lagi jika digabungkan dengan metode ekstraksi fitur yang tepat.

Tak hanya berlaku untuk aksara Jawa, menurut Rahman, Akhand, Islam, Shill, dan Rahman (2015), berdasarkan hasil penelitian pengenalan karakter Inggris yang ditulis tangan, Convolutional Neural Network (CNN) dapat meningkatkan performa pengklasifikasian pola karakter tulisan dalam bentuk gambar secara langsung dari pixel gambar tanpa memerlukan banyak pemrosesan awal (preprocessing).

Berdasarkan hasil penelitian pengenalan karakter Bangladesh dengan *Convolutional Neural Network* memiliki akurasi 85.96% dan akurasi penelitian klasifikasi Aksara Jawa yang ditulis tangan oleh Dewa, Fadhilah, dan Afiahayati paling tinggi sebesar 89%. Setelah dibandingkan dengan penelitian – penelitian dengan metode yang berbeda, akurasi tersebut termasuk tinggi, walau belum mencapai 90%. Dilihat dari hal tersebut, penulis merasa metode Convolutional Neural Network yang cocok diterapkan dalam penelitian ini untuk mendapat hasil maksimal

Dengan mempertimbangkan hal tersebut diatas, penulis akan mengembangkan sistem pengenalan aksara Jawa berbasis optical character recognition (OCR) menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) yang akan dievaluasi menggunakan precision, recall, dan F1-measure. Penelitian ini hanya akan berfokus pada pengaplikasian Convolutional Neural Network dimana data-data yang akan digunakan merupakan hasil scan dari buku-buku aksara Jawa yang sudah disegmentasi untuk membandingkan performa Convolutional Neural Network untuk pengenalan aksara Jawa dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode klasifikasi tradisional, membandingkan performa Convolutional Neural Network untuk pengenalan aksara Jawa dengan himpunan data (*dataset*) dalam kondisi bagus dan tidak terlalu bagus, dan perbedaan performa Convolutional Neural Network terhadap pengenalan data aksara Jawa yang tercetak dengan data tulisan tangan.

1.2. Perumusan Masalah

Berikut adalah perumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Himpunan data (*dataset*) yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari buku dengan tulisan tercetak yang berusia lebih dari 100 tahun, Hal ini menyebabkan tinta tulisan memudar sehingga terdapat kemungkinan beberapa karakter dalam kondisi garis yang tidak terlalu jelas. Dengan kondisi tersebut, penelitian ini akan mengukur seberapa tepat metode Convolutional Neural Network untuk himpunan data (*dataset*) aksara Jawa dalam kondisi cetak yang bagus dan jelas maupun yang garisnya tidak terlalu jelas.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengukur seberapa tepat metode Convolutional Neural Network mengenali aksara Jawa dibandingkan metode klasifikasi lainnya dengan referensi dari penelitian sebelumnya dengan himpunan data (*dataset*) yang serupa namun menggunakan metode klasifikasi tradisional.

1.3. Batasan Masalah

Berikut adalah penjelasan batasan – batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Data gambar aksara Jawa merupakan hasil scan dari buku “Serat Mangkunegara IV” jilid 1 dan 2 yang ditulis pada akhir abad ke-19, Wulang Maca, dan Kitab Rum (Krisnawati & Mahastama, 2019).
2. Data gambar aksara Jawa berusia lebih dari 100 tahun.
3. Data aksara Jawa sudah tersegmentasi secara horizontal dan vertical yang diambil dari hasil penelitian segmentasi OCR aksara jawa (Mahastama & Krisnawati, 2019).
4. Pelatihan Model menggunakan arsitektur GoogLeNet dalam menerapkan *Convolutional Neural Network* (CNN)

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem pengenalan aksara Jawa dengan penerapan metode Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan arsitektur GoogLeNet terhadap data aksara Jawa dengan tulisan tercetak serta mengevaluasi performa sistem dengan parameter pengukuran berdasarkan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-measure*.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

1. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu pembaca untuk melihat seberapa tepat metode CNN untuk himpunan data (*dataset*) aksara Jawa dalam kondisi cetak yang bagus dan jelas maupun yang tidak terlalu jelas.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu pembaca untuk melihat seberapa efektif penerapan metode CNN dalam mengenali dibandingkan metode klasifikasi lainnya.
3. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pembaca untuk menentukan parameter dan lapisan (*layer*) yang tepat agar penerapan metode CNN mencapai hasil yang maksimal.
4. Hasil data diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian lain dalam memilih metode yang tepat untuk mengembangkan sistem *optical character recognition* (OCR)

1.6. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, metode / pendekatan yang digunakan dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

1.6.1. Persiapan

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan informasi dengan mengkaji literatur dari jurnal, artikel, skripsi, dan buku yang berkaitan dengan aksara Jawa, optical character recognition (OCR), convolutional neural network (CNN), cara

mengenali pola visual gambar dan karakter menggunakan metode klasifikasi khususnya dengan neural network, evaluasi sistem dengan parameter akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-measure*.

1.6.2. Pengembangan Sistem

Berdasarkan informasi tersebut, dilakukan perancangan sistem berdasarkan *resource* dan *environment* yang ada dimana sistem akan dibangun berbasis aplikasi desktop menggunakan bahasa pemrograman Python dengan himpunan data (*dataset*) OCR Aksara Jawa yang digunakan sudah tersegmentasi (Mahastama & Krisnawati, 2019), sehingga penulis berfokus pada pengklasifikasian data dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Data yang sudah disegmentasi terbagi menjadi beberapa kelas dibagi berdasarkan tiap bacaan aksara.

1.6.3. Evaluasi Sistem

Evaluasi dilakukan untuk melihat seberapa baik performa sistem pengenalan OCR aksara Jawa menggunakan CNN berdasarkan akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), *recall*, dan *F1-measure* untuk setiap kelas aksara Jawa. Proses pengenalan OCR aksara Jawa dilakukan beberapa kali untuk menjadi perbandingan.

1.7. Sistematika Penulisan

Laporan ini secara garis besar terbagi menjadi 5 bab, dimana 3 bab pertama menjabarkan tentang gambaran dari penelitian ini, sedangkan 2 bab terakhir menjelaskan tentang hasil dari penelitian.

Tiga bab pertama terdiri dari BAB I PENDAHULUAN, BAB II TINJAUAN PUSTAKA, dan BAB III PERANCANGAN SISTEM. Bab I terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan yang menjabarkan gambaran penelitian ini secara umum. Bab II terdiri dari tinjauan Pustaka dan landasan teori yang membahas tentang referensi teori dan penelitian terkait yang digunakan dalam penelitian ini. Bab III menjabarkan tentang rancangan dari sistem yang dibuat mulai dari kebutuhan penelitian secara fungsional maupun non

fungsional, rancangan alur kerja, rancangan struktur data, rancangan antarmuka sistem, serta rancangan pengujian sistem.

Dua bab terakhir terdiri dari BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS DATA, dan BAB V KESIMPULAN DAN SARAN. Bab IV menjabarkan tentang hasil implementasi dari rancangan sistem yang ada dan hasil uji coba sistem beserta analisis dari hasil yang telah diperoleh. Bab V menjabarkan tentang kesimpulan dari hasil analisis dari bab IV sekaligus saran untuk menjadi bahan pertimbangan pada penelitian selanjutnya dengan topik yang serupa.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dalam penerapan metode Convolutional Neural Network (CNN) khususnya dengan arsitektur GoogLeNet untuk mengembangkan model (sistem) yang dapat mengenali karakter optik (OCR) aksara Jawa, dapat disimpulkan bahwa model yang dilatih menggunakan *batch size* ukuran 32, epoch sebanyak 100, dan tanpa penggunaan *Batch Normalization layer* memiliki hasil validasi terbaik (f1-score 86%) dibandingkan kombinasi parameter lainnya.

Meskipun hasil pengujian untuk model tersebut tidak terlalu baik (f1-score 49%), namun penerapan CNN dengan GoogLeNet ini termasuk efektif untuk diterapkan dalam pembuatan model yang dapat mengenali OCR Aksara Jawa dari hasil scan manuskrip cetak dengan kondisi dilatih menggunakan jumlah data yang banyak untuk setiap kelasnya.

5.2. Saran

Dengan melihat beberapa kekurangan yang terdapat dalam penelitian ini, berikut beberapa usulan dan saran dari penulis untuk penelitian kedepannya dengan topik yang serupa agar mendapatkan hasil yang jauh lebih maksimal:

1. Mempersiapkan data gambar dalam jumlah yang lebih besar daripada yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Memastikan jumlah *sample* data gambar yang digunakan untuk *training* berjumlah sama untuk setiap *class*-nya.
3. Guna memaksimalkan proses *training* model, sangat disarankan untuk menggunakan *resources* yang memiliki GPU atau yang setara. Hal ini dapat membantu mengurangi waktu pelatihan model yang lama, terutama dalam melakukan *training* dengan jumlah data yang jauh lebih banyak daripada yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A. C., Suwarno, S., & Proboyekti, U. (2011). Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ). *Jurnal Informatika*, 7(1).
- Atina, V., Palgunadi, Y., & Widiarto, W. (2012). Program Transliterasi Antara Aksara Latin dan Aksara Jawa dengan Metode FSA. *Jurnal ITSMART Vol. 1 No. 2*.
- Dewa, C. K., Fadhilah, A. L., & Afiahayati. (2018). Convolutional Neural Networks for Handwritten Javanese Character Recognition. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*.
- Everson, M. (2008). Proposal for encoding the Javanese script in the UCS. *Indonesia, Ireland, and UC Berkeley Script Encoding Initiative (Universal Scripts Project)* (p. 30). Surakarta: Tim Registrasi Unicoding Aksara Jawa.
- Goutte, C., & Gaussier, E. (2005). A Probabilistic Interpretation of Precision, Recall and F-Score, with Implication for Evaluation. *Lecture Notes in Computer Science*.
- Haryoko, T., & Purnama, B. E. (2013). Pembuatan Media Pembelajaran Aksara Jawa Pada Sekolah Dasar Negeri 2 Gunan Wonogiri Kelas VI. *Publikasi Nasional, 1(1)*.
- Ioffe, S., & Szegedy, C. (2015). Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by. *arXiv:1502.03167v3 [cs.LG]*.
- Krisnawati, L. D., & Mahastama, A. W. (2019). Building Classifier Models for on-off Javanese Character Recognition. *The 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019)*.
- Lorentius, C. A., Adipranata, R., & Tjondrowiguno, A. (2019). Pengenalan Aksara Jawa dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Infra*, 7(1).
- Mahastama, A. W., & Krisnawati, L. D. (2019). Improving Projection Profile for Segmenting Characters from Javanese Manuscripts. *International Conference on Intermedia Arts and Creative Technology CREATIVEARTS 2019*.

- Pemerintah Provinsi D.I. Yogyakarta. (2013). Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 64 Tahun 2013. Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia.
- Rahman, M. M., Akhand, M. A., Islam, S., Shill, P. C., & Rahman, M. M. (2015). Bangla Handwritten Character Recognition using Convolutional Neural Network. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing (IJIGSP)*.
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., . . . Rabinovich, A. (2014). Going Deeper with Convolutions. *arXiv preprint arXiv:1409.4842*, 1409.
- Wibowo, M. C., & Wirakusuma, S. (2013). Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Jawa " Ha Na Ca Ra Ka" Menggunakan Multi Layer Perceptron.

©UKDW