



**KLASIFIKASI TULISAN TANGAN AKSARA SUNDA
MENGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI LBP DAN ALGORITMA
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

SKRIPSI

DIKA RAHMAN MAULANA

NIM. 2010511122

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

TAHUN 2023



**KLASIFIKASI TULISAN TANGAN AKSARA SUNDA
MENGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI LBP DAN ALGORITMA
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Informatika

DIKA RAHMAN MAULANA

NIM. 2010511122

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

TAHUN 2023

PERNYATAAN ORSINALITAS

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

Nama : Dika Rahman Maulana

NIM : 2010511122

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : Informatika

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

Purwakarta, 20 Juni 2024

Yang Menyatakan,



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dika Rahman Maulana".

Dika Rahman Maulana

**SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

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

Nama : Dika Rahman Maulana

NIM : 2010511122

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : Informatika

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

**Klasifikasi Tulisan Tangan Aksara Sunda Menggunakan Ekstraksi Ciri LBP dan
Algoritma Convolutional Neural Network**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Purwakarta, 20 Juni 2024

Yang Menyatakan,



Dika Rahman Maulana

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi berikut:

Nama : Dika Rahman Maulana

NIM : 2010511122

Program Studi : S1 Informatika

Judul : Klasifikasi Tulisan Tangan Aksara Sunda Menggunakan Ekstraksi Ciri
LBP dan Algoritma Convolutional Neural Network

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



Ridwan Raafi'Udin, S.Kom., M.Kom.

Penguji I



Ika Nurlaili S.Kom., M. Sc.

Penguji II



Musthofa Galih Pradana, S.Kom.,

M.Kom.

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Dekan



Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T.

Ketua Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 3 Juli 2024

Klasifikasi Tulisan Tangan Aksara Sunda Menggunakan Ekstraksi Ciri LBP dan Algoritma Convolutional Neural Network

Dika Rahman Maulana

ABSTRAK

Aksara Sunda, representasi visual bahasa Sunda, telah mengalami penurunan penggunaan tetapi tetap menjadi bagian penting dari budaya Suku Sunda (Nurwansyah, 2015). Dalam era digital, diperlukan integrasi dan promosi Aksara Sunda melalui teknologi canggih. Penelitian ini mengusulkan klasifikasi tulisan tangan Aksara Sunda dengan mengkombinasikan Local Binary Pattern (LBP) dan Convolutional Neural Network (CNN). LBP efektif dalam ekstraksi tekstur, dan CNN unggul dalam pengenalan pola, diharapkan dapat menciptakan model klasifikasi yang akurat dan efisien.

Dataset terdiri dari 1.600 gambar tulisan tangan Aksara Sunda dalam 40 kelas. Persiapan data meliputi resizing, konversi grayscale, thresholding, penghapusan noise dan grid, identifikasi kontur, ekstraksi region grid, pemotongan gambar, pelabelan data, dan augmentasi data. Model CNN dilatih dengan dan tanpa LBP selama 30 epoch dengan early stopping memonitor 'val_accuracy' dan 'val_loss'. Hasil evaluasi menunjukkan model CNN tanpa LBP mencapai akurasi 92.11% dengan loss 0.7429, sedangkan model dengan LBP mencapai akurasi 71.21%. Confusion matrix dan classification report menunjukkan model tanpa LBP lebih baik dalam mengenali kelas Aksara Sunda. Hypertuning parameter dilakukan untuk performa optimal, meskipun model tanpa LBP menunjukkan performa terbaik, hypertuning tetap penting.

Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun LBP membantu dalam mengidentifikasi tekstur dan pola, model tanpa LBP lebih unggul dalam akurasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan solusi teknologi untuk mempromosikan dan melestarikan Aksara Sunda di era digital serta memberikan kontribusi signifikan pada literatur ilmiah dalam bidang pengenalan pola dan teknologi informasi.

Kata Kunci: Aksara Sunda, *Convolutional Neural Network*, *Local Binary Pattern*,
Klasifikasi Tulisan Tangan, *Hypertuning Parameter*

Classification of Sundanese Handwriting Using LBP Feature Extraction and Convolutional Neural Network Algorithm

Dika Rahman Maulana

ABSTRACT

The Sundanese script, a visual representation of the Sundanese language, has declined in use but remains a vital part of Sundanese cultural heritage (Nurwansyah, 2015). In the digital era, there is a need to integrate and promote the Sundanese script through advanced technology. This study proposes an innovative approach to classify handwritten Sundanese script by combining Local Binary Pattern (LBP) and Convolutional Neural Network (CNN). LBP is effective in texture extraction, and CNN excels in pattern recognition, expected to create an accurate and efficient classification model.

The dataset consists of 1,600 images of handwritten Sundanese script in 40 classes. Data preparation includes resizing, grayscale conversion, thresholding, noise and grid removal, contour identification, region grid extraction, image cropping, data labeling, and data augmentation. The CNN model was trained with and without LBP for 30 epochs using early stopping monitoring 'val_accuracy' and 'val_loss'. Evaluation results show that the CNN model without LBP achieved 92.11% accuracy with a loss of 0.7429, while the model with LBP achieved 71.21% accuracy. The confusion matrix and classification report indicate that the model without LBP performs better in recognizing Sundanese script classes. Hypertuning parameters were conducted for optimal performance, showing that although the model without LBP showed the best performance, hypertuning remains essential.

This research demonstrates that while LBP aids in identifying textures and patterns, models without LBP are superior in accuracy. This study aims to develop technological solutions to promote and preserve the Sundanese script in the digital era and significantly contribute to the scientific literature in pattern recognition and information technology.

Keywords: Sundanese Script, Convolutional Neural Network, Local Binary Pattern, Handwriting Classification, Hypertuning Parameter

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Klasifikasi Tulisan Tangan Aksara Sunda Menggunakan Ekstraksi Ciri LBP dan Algoritma Convolutional Neural Network” yang dimulai sejak Juni 2023. Penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Mamah Rohaeni, terima kasih atas dukungan tanpa henti, baik materi maupun non-materi. Setiap pengorbanan dan usaha Mamah tidak akan pernah saya lupakan. Semoga Mamah selalu sehat dan dilindungi oleh Allah SWT.
2. Bapak Wawan Kurniawan, terima kasih atas setiap tetes keringat dan perjuangan Bapak untuk keluarga. Semoga Bapak selalu diberikan kesehatan dan keberkahan oleh Allah SWT.
3. Bapak Musthofa Galih Pradana, M.Kom, dosen pembimbing yang sabar memberikan bimbingan, kritik, dan saran konstruktif dalam proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Muhammad Panji Muslim, S.Pd., M.Kom., dosen pendamping yang tulus memberikan panduan, evaluasi, dan rekomendasi berharga selama penyusunan skripsi ini.
5. Lena Julaena Sidik, yang selalu menemani dan mendukung saya selama ini, baik suka maupun duka.
6. Teman-teman dari Budak Palorang: M. Faris Ramadhan, Aldi Rusdi, Daffa Rabbani, dan M. Tsany K., terima kasih atas dukungan dan bantuan kalian. Semoga persahabatan kita tetap abadi.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Setiap kontribusi Anda sangat berarti bagi saya.

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini dan mengharapkan kritik serta saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Purwakarta, 20 Juni 2024

Dika Rahman Maulana

Penulis
viii

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORSINALITAS.....	iii
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Luaran yang Diharapkan	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Aksara	6

2.1.1.	Aksara Sunda	6
2.2.	Image Processing	9
2.3.	Ekstrasi Ciri.....	9
2.3.1.	Local Binnary Patern	9
2.4.	Tensorflow	9
2.5.	Keras	10
2.6.	Hypertuning parameter.....	10
2.7.	Akurasi	10
2.8.	Precision.....	10
2.9.	Recall.....	10
2.10.	F1 Score.....	11
2.11.	Data Praprocessing	11
2.11.1	Image Resizing.....	11
2.11.2	Grayscale conversion	11
2.11.3	Thresholding	12
2.11.4	Noise and Grid Removal.....	12
2.11.5	Contour Identification and Grouping.....	12
2.11.6	Grid Region Extraction	12
2.11.7	Image cropping	13
2.11.8	Pelabelan Data	13
2.11.9	Augmentasi data.....	13
2.12.	Deep Learning	13

2.12.1.	Artificial Neural Network	15
2.12.2.	Convolutional Neural Network	17
2.13.	Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1.	Alur Penelitian	30
3.2.	Identifikasi Masalah	30
3.3.	Studi Pustaka.....	30
3.4.	Akuisisi Citra	31
3.5.	Pre-processing Data	31
3.5.1.	Image Resizing	32
3.5.2.	Grayscale Conversion	32
3.5.3.	Thresholding	32
3.5.4.	Noise and Grid Removal.....	32
3.5.5.	Contour Identification and Grouping.....	33
3.5.6.	Grid Region Extraction.....	33
3.5.7.	Image Cropping	33
3.5.8.	Labelling Data.....	33
3.5.9.	Augmentasi Data.....	33
3.6.	Ekstraksi Ciri.....	34
3.7.	Pembagian Data	34
3.7.1.	Data Training	34
3.7.2.	Data Validation	34

3.7.3.	Data Testing.....	35
3.8.	Penentuan Model CNN	35
3.9.	Hypertuning parameter.....	37
3.10.	Pelatihan Model.....	38
3.11.	Evaluasi Model.....	38
3.12.	Analisis Perbandingan	38
3.13.	Alat Bantu Penelitian.....	39
3.13.1.	Perangkat Keras	39
3.13.2.	Perangkat Lunak.....	39
3.14.	Jadwal Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Akuisisi Citra	41
4.1.1.	Tahapan Pengambilan Gambar	41
4.2	Preprocessing Data.....	43
4.2.1.	Image Resizing	44
4.2.2.	Grayscale Conversion	45
4.2.3.	Thresholding	46
4.2.4.	Noise and Grid Removal.....	47
4.2.5.	Contour Identification and Grouping.....	50
4.2.6.	Grid Region Extraction.....	51
4.2.7.	Image Cropping	52
4.2.8.	Labelling Data.....	53

4.2.9. Augmentasi Data.....	56
4.3. Ekstraksi Ciri	59
4.3.1. LBP	59
4.4. Pembagian Data Citra	61
4.4.1. Data Train	61
4.4.2. Data Validation	61
4.4.3. Data Testing.....	62
4.5. Penentuan Model CNN	62
4.5.1 Pemilihan Arsitektur CNN.....	62
4.6. Tuning HyperParameter	64
4.6.1 Tuning Hyperparameter Data Ekstraksi Ciri	65
4.6.2. Tuning Hyperparameter Data Tanpa Ekstraksi Ciri	68
4.7. Pelatihan Model	72
4.6.1. Pelatihan Model Dengan Ekstraksi Ciri.....	72
4.6.2. Pelatihan Model Tanpa Ekstraksi Ciri	74
4.8. Evaluasi Model.....	76
4.7.1. Evaluasi Model Dengan Ekstraksi Ciri.....	77
4.7.2. Evaluasi Model Tanpa Ekstraksi Ciri	79
4.8 Analisis Perbandingan Kinerja Model dengan dan tanpa Ekstraksi Ciri LBP.....	81
4.8.1 Pelatihan Model	81
4.8.2 Evaluasi Model	82
4.8.3 Grafik Perbandingan Kinerja	83

4.8.4 Analisis Hasil.....	84
BAB V PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
RIWAYAT HIDUP	93
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1.1 Aksara Wilangan sumber : bahasasunda.id.....	7
Gambar 2.1.1.2 Aksara Ngalegna sumber : bahasasunda.id.....	8
Gambar 2.1.1.3 Aksara Swara sumber : bahasasunda.id	8
Gambar 2.1.1.4 Aksara Rarangken sumber : bahasasunda.id.....	8
Gambar 2.12. Perbandingan Performa Deep Learning dan Machine Learning sumber : (Mathew et al., 2021).....	15
Gambar 2.12.1 Neuron pada Otak Manusia sumber : (wikipedia.com)	16
Gambar 2.12.1.2 Struktur Artificial Neural Network sumber : (Dasar Pemahaman Neural Network, n.d.).....	16
Gambar 2.12.1.3 Visualisasi Neural Network	17
Gambar 2.12.2 Struktur Dasar Convolutional Neural Network	18
Gambar 2.12.2.a Kernel dan Filter.....	18
Gambar 2.12.2.e. Visualisasi Flattening	21
Gambar 2.12.2.g Tahap Input hingga Output dari Convolutional Neural Network	23
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	30
Gambar 3.8 Arsitektur CNN	36
Gambar 4. 1 Contoh dataset Aksara Sunda	42
Gambar 4.1.2 Jumlah Citra yang digunakan.....	43
Gambar 4. 2 Folder Raw Data	43
Gambar 4.2.1.1 Resized Image	45
Gambar 4.2. 2 Grayscale Conversion	45
Gambar 4.2.3 Thresholding	46

Gambar 4.2.3.1 Threshold Image	47
Gambar 4.2.4 Noise and Grid Removal.....	48
Gambar 4.2.4.1 Image after Noise Removal.....	49
Gambar 4.2.5 Contour Identification and Grouping.....	50
Gambar 4.2.5.1 Grid Regions	51
Gambar 4.2.6 Grid Region Extraction	51
Gambar 4.2.6.1 Valid Grid Regions	52
Gambar 4.2.7 Image Cropping.....	52
Gambar 4.2.7.1 Cropped Characters.....	53
Gambar 4.2.8 Labelling Data.....	54
Gambar 4.2.8.1 Final Output	56
Gambar 4.2.8.2 Folder Data Labelling	56
Gambar 4.2.9 Augmentasi	57
Gambar 4.2.9.1 Hasil Augmentasi Data Citra Aksara Sunda	58
Gambar 4.3.1 LBP	59
Gambar 4.3.1.1 Hasil LBP.....	60
Gambar 4.4 Load Dataset	61
Gambar 4.4.1 Split Data set.....	61
Gambar 4.5.1 Kode Arsitektur CNN	62
Gambar 4.5 Tuning Hyperparameter	65
Gambar 4.6.1 Hasil Hypertuningparameter dengan Ekstraksi Ciri	66
Gambar 4.6.2 Hasil Hypertuningparameter tanpa Ekstraksi Ciri	68

Gambar 4.6.2.1 Arsitektur CNN Setelah Hyperparameter	70
Gambar 4.6.1 Pelatihan Model Dengan Ekstraksi Ciri.....	72
Gambar 4.6.1.1 Proses Pelatihan Model Dengan Ekstraksi Ciri	73
Gambar 4.6.1.2 Grafik hasil nilai akurasi dan loss pelatihan model CNN dengan ekstraksi ciri	74
Gambar 4.6.2 Pelatihan Model Tanpa Ekstraksi Ciri	75
Gambar 4.6.2.2 Grafik hasil nilai akurasi dan loss pelatihan model CNN tanpa ekstraksi ciri	76
Gambar 4.7.1.a Prediksi Data Testing model dengan Ekstraksi Ciri LBP	77
Gambar 4.7.1.b Confusion Matrix Test Data tanpa Ekstraksi Ciri LBP.....	77
Gambar 4.7.1.c Classification Report	78
Gambar 4.7.2.a Prediksi Data Testing model dengan Ekstraksi Ciri LBP	79
Gambar 4.7.2.b Confusion Matrix for Test Data dengan Ekstraksi Ciri LBP	80
Gambar 4.7.1.c Classification Report	81
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Akurasi Training.....	84
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Akurasi Validation.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.12 Perbedaan Antara Machine Learning dan Deep Learning.....	14
Table 2.13 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	39
Table 4.1 Hasil Pelatihan Model dengan Augmentasi.....	82
Table 4.2 Hasil Pelatihan Model tanpa Augmentasi.....	82
Table 4.3 Hasil Evaluasi Model dengan Augmentasi.....	83
Table 4.4 Hasil Evaluasi Model tanpa Augmentasi.....	83