

KLASIFIKASI ISOLATED CHARACTER AKSARA BALI PADA CITRA LONTAR MENGGUNAKAN METODE CNN DAN SVM

SKRIPSI



**OLEH:
GUSTI AYU DEVANI ZELVIA
2215101061**

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER (S1)
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
• Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSRé - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSRé
• Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"

- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA KOMPUTER

Menyetujui

Pembimbing I	Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. NIP.198212222006041001
Pembimbing II	I Ketut Purnamawan, S.Kom., M.Kom. NIP.197905112006041004



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakn dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Skripsi oleh Gusti Ayu Devani Zelvia ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 14 Juli 2026

Dewan Penguji

Ketua	Prof. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. NIP.197606252001122001
Anggota	Dr. Agus Aan Jiwa Permana, S.Kom., M.Cs. NIP.198708042015041001
Anggota	Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. NIP.198212222006041001
Anggota	I Ketut Purnamawan, S.Kom., M.Kom. NIP.197905112006041004



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer

Menyetujui

Ketua Ujian	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

MOTTO

"Seseorang tak bisa mendapatkan sesuatu tanpa mengorbankan sesuatu yang lain."

(Fullmetal Alchemist)



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Klasifikasi *Isolated Character* Aksara Bali Pada Citra Lontar Menggunakan Metode CNN Dan SVM” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan dan mengutip dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang telah dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam upaya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.



Singaraja, 18 Juli 2026



Gusti Ayu Devani Zelvia
NIM 2215101061

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Klasifikasi *Isolated Character* Aksara Bali Pada Citra Lontar Menggunakan Metode CNN Dan SVM”**. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana pada Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian karya ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah menyediakan fasilitas pendidikan bagi penulis selama menempuh studi di lingkungan universitas
2. Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam menunjang penyelesaian studi
3. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, yang telah memberikan motivasi serta fasilitas kepada penulis di lingkungan jurusan.
4. I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs., selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer, yang telah memberikan motivasi dan fasilitas kepada penulis di lingkungan program studi.

5. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. I Ketut Purnamawan, S.Kom., M.Kom. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, koreksi, saran, serta dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Prof. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. selaku Ketua Dewan Penguji yang telah memberikan penilaian, saran, dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini.
8. Dr. Agus Aan Jiwa Permana, S.Kom., M.Cs. selaku Anggota Dewan Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun bagi perbaikan skripsi ini.
9. Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku penggagas dan pengembang dataset AMADI LontarSet, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menggunakan dataset tersebut sebagai data utama dalam penelitian ini.
10. Seluruh dosen Program Studi Ilmu Komputer/Jurusan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama penulis menempuh perkuliahan.
11. Orang tua penulis, I Gusti Ketut Tulia dan Sujiati, yang senantiasa menjadi kekuatan terbesar di balik setiap langkah perjuangan penulis. Di tengah perjalanan panjang yang penuh beban dan tantangan, doa yang dipanjatkan serta dukungan yang diberikan oleh keduanya menjadi bahan bakar yang tidak pernah padam, mendorong penulis untuk terus melangkah maju dan

tidak menyerah pada keadaan. Penulis meyakini bahwa semua upaya yang telah dijalani hingga terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari ketulusan doa dan pengorbanan yang telah diberikan oleh kedua orang tua. Terima kasih telah menjadi alasan penulis untuk tetap teguh, membuktikan diri, dan mengubah setiap beban menjadi kebanggaan yang layak untuk dipersembahkan.

12. Sahabat-sahabat penulis sejak masa kecil, Dewa Ayu Shinta Laura Arista Dewi, Cintana Dita Rani, dan Kamila Nur Azizah, yang hingga saat ini masih setia memberikan dukungan dan semangat kepada penulis. Terima kasih karena selalu ada dan tidak pernah berhenti mendukung penulis dalam menyelesaikan studi ini.
13. Teman-teman Kos Pahlawan, Putu Eka Agustini Putri, Ni Made Dila Swandari, dan Ni Putu Chintya Kumala Dewi, yang telah menemani hari-hari penulis selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama tinggal bersama hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
14. I Gde Made Hanura, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk selalu menemani serta memberikan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung. Terima kasih atas segala bantuan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
15. Teman-teman kelas B Program Studi Ilmu Komputer angkatan 2022, yang telah memberikan berbagai pengalaman serta kebersamaan selama penulis menempuh masa perkuliahan.

16. Kepada karya-karya animasi yang telah menemani dan menguatkan penulis di sepanjang perjalanan penyusunan skripsi ini — *Attack on Titan*, *Frieren: Beyond Journey's End*, dan *Demon Slayer: Kimetsu no Yaiba*. Terima kasih telah menemani penulis di sela-sela kepenatan selama proses penyusunan skripsi ini. Dari ketiga karya tersebut, penulis belajar bahwa keberanian untuk terus melangkah di tengah ketidakpastian, kebermaknaan dalam setiap proses panjang yang dijalani, serta pengorbanan yang tulus demi tujuan yang dicintai adalah bekal paling berharga dalam menyelesaikan setiap tantangan kehidupan, termasuk skripsi ini.
17. Kepada TREASURE, grup musik yang telah menemani penulis melalui setiap fase perjalanan akademik ini dengan karya-karya yang penuh semangat dan kata-kata yang selalu berhasil membangkitkan kembali motivasi di saat penulis merasa paling lelah. Terima kasih atas setiap lagu yang menjadi penyemangat di malam-malam panjang penuh tekanan, atas setiap penampilan yang mengingatkan penulis bahwa kerja keras yang dilakukan dengan sepuh hati tidak pernah mengkhianati hasilnya.
18. Teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung.
19. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Gusti Ayu Devani Zelvia, saya ucapkan terima kasih atas segala ketekunan dan keras kepala yang tidak pernah membiarkan lelah menjadi alasan untuk berhenti. Perjalanan panjang ini, dengan segala bebannya, dengan segala keraguan yang datang dari dalam maupun dari luar telah berhasil dilewati bukan karena jalannya mudah,

melainkan karena setiap keluhan berhasil digilas satu per satu dengan tekad yang tidak pernah padam. Terima kasih telah memilih untuk tetap melangkah di setiap pagi yang terasa berat, tetap hadir di setiap proses yang melelahkan, dan tetap percaya ketika tidak banyak yang percaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pengolahan citra dan *deep learning*.



Singaraja, 18 Juli 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dust', is written over the right side of the UNDIKSHA logo.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Rumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN TEORI.....	9
2.1. Aksara Bali.....	9
2.2 Manuskrip Lontar	12
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	14
2.4 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	18
2.5 <i>Confusion Matrix</i>	22
2.6 Kajian Penelitian Yang Relevan	24
2.6 Kerangka Berpikir	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Tahapan Penelitian.....	31
3.2.1 Pengumpulan Data.....	33
3.2.2 Pembagian Data	46

3.2.3 Augmentasi Data	47
3.2.4 <i>Pre-processing</i>	49
3.2.5 Arsitektur Model CNN-SVM.....	50
3.2.6 Evaluasi.....	61
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 64
4.1 Persiapan Data Set	64
4.1.1 Pembagian Data set.....	65
4.1.2 Hasil Augmentasi Data Training.....	70
4.2 Pengujian dan Penentuan Konfigurasi Optimal Model	73
4.2.1 Penentuan Konfigurasi Awal Model	73
4.2.2 Hasil Pengujian Konfigurasi Akhir	78
4.3 Hasil <i>Training</i> dan Evaluasi Konfigurasi Model Terbaik.....	83
4.3.1 Hasil Model CNN	84
4.3.2 Hasil Model CNN-SVM.....	93
4.4 Pembahasan	100
4.4.1 Perbandingan Waktu Komputasi	101
4.4.2 Perbandingan Hasil Evaluasi Model CNN dan CNN-SVM.....	103
4.4.2 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	108
 BAB V PENUTUP.....	 112
5.1 Kesimpulan	112
5.2 Saran	114
 DAFTAR PUSTAKA	 116
LAMPIRAN.....	119

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Aksara Wianjana (Induk / Konsonan Dasar)	34
Tabel 3.2 Aksara Swara (Vokal Mandiri)	35
Tabel 3.3 Aksara Gantungan	36
Tabel 3.4 Aksara Pengangge Suara	37
Tabel 3.5 Aksara Pengangge Tengen dan Gempelan.....	38
Tabel 3.6 Aksara Gabungan	39
Tabel 3.7 Aksara Swalalita	44
Tabel 3.8 Angka Bali	45
Tabel 3.9 Arsitektur Model CNN	51
Tabel 3.10 Konfigurasi Model SVM	60
Tabel 4.1 Distribusi Data Set	66
Tabel 4.2 Contoh Gambar Hasil Augmentasi	70
Tabel 4.3 Hasil Augmentasi Data Training	71
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Awal Model CNN	74
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kernel SVM	76
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Konfigurasi Akhir Model CNN	79
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Konfigurasi Akhir Gabungan Model CNN dan SVM	82
Tabel 4.8 Evaluasi Per Kelas Model CNN	88
Tabel 4.9. Hasil Evaluasi Per Kelas Model CNN-SVM	96
Tabel 4.10 Perbandingan Waktu Komputasi	101
Tabel 4.10 Perbandingan Metrik CNN dan CNN -SVM	104
Tabel 4.11 Distribusi Dampak SVM terhadap Performa Per Kelas	105
Tabel 4.12 Kelas Bermasalah: Status pada CNN dan CNN + SVM	107

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Aksara Bali Dasar.....	10
Gambar 2.2 Manuskrip Lontar.....	13
Gambar 2.3 Perbandingan Machine Learning dengan Deep learning	16
Gambar 2.4 Arsitektur CNN	18
Gambar 2.5 Kerangka Berpikir.....	30
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	32
Gambar 4.1 <i>Training Accuracy</i> Model CNN	85
Gambar 4.2 <i>Training Loss</i> Model CNN.....	87



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 01 Kode Augmentasi Data.....	122
Lampiran 02 Kode Preprocessing Data.....	124
Lampiran 03 Kode Arsitektur dan Konfigurasi Model CNN.....	125
Lampiran 04 Kode Pelatihan dan Evaluasi Model CNN	127
Lampiran 05 Kode Ekstraksi Fitur SVM	128
Lampiran 06 Kode Pelatihan dan Kode Evaluasi CNN+SVM	130

