

**PENGEMBANGAN SISTEM IDENTIFIKASI TOKOH
WAYANG KULIT BALI MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK SERTA
KOMBINASI FITUR BENTUK DAN TEKSTUR
DENGAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR***

SKRIPSI

Diajukan kepada

Universitas Pendidikan Ganesha

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Menyelesaikan Program

Sarjana Pendidikan Teknik Informatika

Oleh

Ni Komang Ari Trisnayanti

NIM. 1615051078

UNDIKSHA

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2020

ii

SKRIPSI

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS-TUGAS
DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK
MENCAPAI GELAR SARJANA PENDIDIKAN**

Menyetujui,

Pembimbing I,



Made Windu Anjara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19821111 200812 1 001

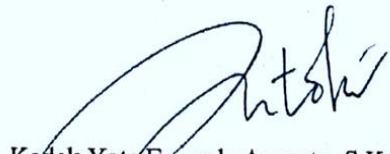
Pembimbing II,



Gede Aditra Pradnyana, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19890119 201504 1 004

Skripsi oleh Ni Komang Ari Trisnayanti ini
Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal: 27 Oktober 2020

Dewan Penguji,



Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D.
NIP. 19780324 200501 1 001

(Ketua)



I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19900515 201903 1 008

(Anggota)



Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19821111 200812 1 001

(Anggota)



Gede Aditra Pradnyana, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19890119 201504 1 004

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja
Guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai Gelar Sarjana Pendidikan

Pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 3 November 2020

Mengetahui,

Ketua Ujian,



Dr. Ketut Agustini, S.Si, M.Si.
NIP. 19740801 200003 2 001

Sekretaris Ujian,



Gede Sandra Santyadiputra, S.T., M.Cs
NIP. 19870802 2001404 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd, M.Pd
NIP. 19710616 199602 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “**Pengembangan Sistem Identifikasi Tokoh Wayang Kulit Bali Menggunakan *Convolutional Neural Network* Serta Kombinasi Fitur Bentuk Dan Tekstur Dengan Metode *K-Nearest Neighbor*”** beserta seluruh isinya adalah benar karya sendiri dan penulis tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, penulis siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada penulis apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya penulis ini, atau ada klaim terhadap keaslian karya penulis ini.

Singaraja, 27 Oktober 2020
Yang membuat pernyataan



Ni Komang Ari Trisnayanti
NIM. 1615051078

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Sistem Identifikasi Tokoh Wayang Kulit Bali Menggunakan *Convolutional Neural Network* Serta Kombinasi Fitur Bentuk Dan Tekstur Dengan Metode *K-Nearest Neighbor*”** Skripsi ini disusun guna memenuhi memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana pendidikan dalam bidang Pendidikan Teknik Informatika di Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan baik berupa moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan, yang telah memberikan pengarahan baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Gede Saindra Santyadiputra, S.T., M.Cs selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Informatika.
3. Bapak Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, dan waktu yang telah diluangkan di tengah–tengah kesibukan beliau kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
4. Bapak Gede Aditra Pradnyana, S.Kom., M.Kom. selaku Pembimbing II telah banyak memberikan motivasi, bimbingan, dan waktu yang telah diluangkan di tengah–tengah kesibukan beliau kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
5. Bapak Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. selaku Penguji I dan sekaligus Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran, motivasi dan arahan serta dengan penuh kesabaran dalam memberikan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng selaku Penguji II telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan dengan penuh kesabaran dalam

memberikan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

7. Bapak Gusti Made Aryana, Bapak I Made Selamat, dan Jro Dalang Sidia yang telah membantu, telah banyak meluangkan waktu dan memberikan ijin serta mempermudah penulis dalam pengambilan data wayang kulit Bali untuk keperluan penelitian.
8. Seluruh staf dosen di lingkungan Prodi Pendidikan Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha yang telah banyak memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per-satu yang telah memberikan bantuan dan motivasi demi kelancaran proses penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang tersaji dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Untuk itu demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan segala kritik maupun saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua khususnya bagi pengembangan dunia pendidikan.

Singaraja, 23 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

| | |
|---|-------|
| HALAMAN SAMBUNG..... | i |
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN..... | iii |
| PERNYATAAN..... | vi |
| KATA PERSEMBAHAN..... | vii |
| MOTTO..... | ix |
| PRAKATA..... | x |
| ABSTRAK..... | xii |
| <i>ABSTRACT</i> | xiii |
| DAFTAR ISI..... | xiv |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xxii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. LATAR BELAKANG..... | 1 |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH..... | 6 |
| 1.3. TUJUAN PENELITIAN..... | 7 |
| 1.4. BATASAN MASALAH..... | 7 |
| 1.5. MANFAAT PENELITIAN..... | 8 |
| | |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... | 10 |
| 2.1. KAJIAN PUSTAKA..... | 10 |
| 2.2. LANDASAN TEORI..... | 15 |
| 2.2.1. Wayang Kulit..... | 15 |
| 2.2.2. Deteksi Tepi Sobel..... | 20 |
| 2.2.3. <i>Spatial Transformation</i> | 22 |
| 2.2.4. Ekstraksi Fitur Pada Citra Digital..... | 24 |
| 2.2.5. <i>Classifier/Recognisi</i> | 32 |
| 2.2.6. <i>Confusion Matrix</i> | 45 |

| | |
|--|---------|
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 48 |
| 3.1. JENIS PENELITIAN | 48 |
| 3.2. MODEL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN | 48 |
| 3.2.1. Fase Analisis (<i>Analysis</i>) | 49 |
| 3.2.2. Fase Desain (<i>Design</i>) | 50 |
| 3.2.3. Fase Pengkodean (<i>Coding</i>) | 81 |
| 3.2.4. Fase Pengujian (<i>Testing</i>) | 82 |
| 3.2.5. Fase Perawatan (<i>Maintenance</i>) | 86 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 87 |
| 4.1. HASIL PENELITIAN | 87 |
| 4.1.1. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Requirement Analysis</i>) | 87 |
| 4.1.2. Desain Perangkat Lunak (<i>Design</i>) | 112 |
| 4.1.3. Implementasi Perangkat Lunak (<i>Coding</i>) | 123 |
| 4.1.4. Pengujian Perangkat Lunak (<i>Testing</i>) | 132 |
| 4.2. PEMBAHASAN | 149 |
| 4.2.1. Klasifikasi dengan <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN) | 149 |
| 4.2.2. Klasifikasi dengan <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) | 166 |
| BAB V PENUTUP..... | 175 |
| 5.1. KESIMPULAN | 175 |
| 5.2. SARAN | 177 |
| DAFTAR PUSTAKA | 178 |
| LAMPIRAN | 181 |
| RIWAYAT HIDUP..... | 224 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2. 1 <i>Confusion Matrix</i> Untuk Model 2 Kelas..... | 45 |
| Tabel 2. 2 Matriks <i>Confusion</i> Sensitivitas dan Spesifisitas | 46 |
| Tabel 3. 1 Hasil Ekstraksi Fitur HOG | 70 |
| Tabel 3. 2 Contoh Nilai Fitur Citra <i>Train</i> | 76 |
| Tabel 3. 3 Nilai Fitur Data <i>Testing</i> | 77 |
| Tabel 3. 4 Jarak Tiap Kelas Terhadap Data <i>Testing</i> | 77 |
| Tabel 3. 5 Urutan Jarak Tiap Kelas Terhadap Data 1 | 78 |
| Tabel 3. 6 Urutan Jarak Tiap Kelas Terhadap Data 2 | 79 |
| Tabel 3. 7 Urutan Jarak Tiap Kelas Terhadap Data 3 | 79 |
| Tabel 4. 1 Sebaran Jumlah Dataset Asli | 90 |
| Tabel 4. 2 Contoh Tokoh Wayang Kulit Bali | 92 |
| Tabel 4. 3 Kebutuhan <i>Fungsional</i> Sistem..... | 111 |
| Tabel 4. 4 Kebutuhan <i>Non Fungsional</i> Sistem..... | 112 |
| Tabel 4. 5 Penjelasan DFD Level 1 | 115 |
| Tabel 4. 6 Implementasi Arsitektur Perangkat Lunak | 124 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>k-Fold Cross Validation</i> | 134 |
| Tabel 4. 8 Nilai <i>Confusion Matrix</i> KNN..... | 136 |
| Tabel 4. 9 Tabel Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i> Pada Metode KNN | 138 |
| Tabel 4. 10 Hasil Akurasi CNN | 141 |
| Tabel 4. 11 Nilai <i>Confusion Matrix</i> CNN..... | 143 |
| Tabel 4. 12 Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i> Pada Metode KNN | 145 |
| Tabel 4. 13 Perbandingan <i>Performance</i> Metode KNN dan CNN..... | 147 |
| Tabel 4. 14 Hasil Akurasi Percobaan 1 Klasifikasi KNN..... | 154 |
| Tabel 4. 15 Hasil Akurasi Percobaan 2 Klasifikasi KNN..... | 155 |
| Tabel 4. 16 Pengelompokkan Wayang Berdasarkan Kemiripan Bentuk..... | 156 |
| Tabel 4. 17 Hasil Akurasi Percobaan 3 Klasifikasi KNN..... | 158 |
| Tabel 4. 18 Penjelasan Operasi <i>Spatial Transformation</i> | 160 |
| Tabel 4. 19 Hasil Akurasi Percobaan 4 Klasifikasi KNN | 164 |
| Tabel 4. 20 Perbandingan Hasil Percobaan Klasifikasi KNN | 165 |
| Tabel 4. 21 Hasil Klasifikasi CNN Model Pertama..... | 168 |

Tabel 4. 22 Hasil Klasifikasi CNN Model Kedua..... 172
Tabel 4. 23 Perbandingan Hasil Klasifikasi CNN 174



DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2. 1 Tokoh Wayang Arjuna | 19 |
| Gambar 2. 2 Tokoh Wayang Bima | 19 |
| Gambar 2. 3 Tokoh Wayang Karna | 19 |
| Gambar 2. 4 Tokoh Wayang Krisna | 19 |
| Gambar 2. 5 Tokoh Wayang Gatotkaca..... | 20 |
| Gambar 2. 6 Tokoh Wayang Ganesha | 20 |
| Gambar 2. 7 Diagram Alir HOG..... | 28 |
| Gambar 2. 8 Urutan Nilai Bobot LBP Pada Diagram 3×3..... | 31 |
| Gambar 2. 9 Contoh K-NN dengan Nilai K Tetangga..... | 32 |
| Gambar 2. 10 Klasifikasi KNN dengan 3 Nilai K | 34 |
| Gambar 2. 11 Proses Konvolusi Pada CNN..... | 36 |
| Gambar 2. 12 Visualisasi Arsitektur CNN..... | 37 |
| Gambar 2. 13 Operasi Konvolusi..... | 38 |
| Gambar 2. 14 Contoh Operasi <i>Max Pooling</i> | 40 |
| Gambar 2. 15 Aktivasi ReLu | 40 |
| Gambar 2. 16 Model Layer CNN..... | 42 |
| Gambar 3. 1 Desain Model <i>Waterfall</i> | 49 |
| Gambar 3. 2 Titik <i>Koordinat</i> Nilai Pada Matriks | 51 |
| Gambar 4. 1 Wayang Abimanyu..... | 92 |
| Gambar 4. 2 Wayang Acintya..... | 92 |
| Gambar 4. 3 Wayang Anantabhoga | 92 |
| Gambar 4. 4 Wayang Api | 92 |
| Gambar 4. 5 Wayang Arjuna | 93 |
| Gambar 4. 6 Wayang Aswatama..... | 93 |
| Gambar 4. 7 Wayang Baladewa..... | 93 |
| Gambar 4. 8 Wayang Basudewa | 93 |
| Gambar 4. 9 Wayang Bayu | 94 |
| Gambar 4. 10 Wayang Biasa..... | 94 |
| Gambar 4. 11 Wayang Bima..... | 94 |
| Gambar 4. 12 Wayang Bisma | 94 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4. 13 Wayang Brahma..... | 95 |
| Gambar 4. 14 Wayang Condong..... | 95 |
| Gambar 4. 15 Wayang Delem..... | 95 |
| Gambar 4. 16 Wayang Drestadyumna | 95 |
| Gambar 4. 17 Wayang Drona | 96 |
| Gambar 4. 18 Wayang Drupada..... | 96 |
| Gambar 4. 19 Wayang Drupadi | 96 |
| Gambar 4. 20 Wayang Durga | 96 |
| Gambar 4. 21 Wayang Dursasana..... | 97 |
| Gambar 4. 22 Wayang Duryodana..... | 97 |
| Gambar 4. 23 Wayang Dwala | 97 |
| Gambar 4. 24 Wayang Ganesha..... | 97 |
| Gambar 4. 25 Wayang Garuda..... | 98 |
| Gambar 4. 26 Wayang Gatotkaca | 98 |
| Gambar 4. 27 Wayang Hanoman..... | 98 |
| Gambar 4. 28 Wayang Hidimba | 98 |
| Gambar 4. 29 Wayang Indra..... | 99 |
| Gambar 4. 30 Wayang Jayadrata | 99 |
| Gambar 4. 31 Wayang Jogormanik..... | 99 |
| Gambar 4. 32 Wayang Kala Dremba | 99 |
| Gambar 4. 33 Wayang Kanwa | 100 |
| Gambar 4. 34 Wayang Karna..... | 100 |
| Gambar 4. 35 Wayang Krisna..... | 100 |
| Gambar 4. 36 Wayang Kumbakarna..... | 100 |
| Gambar 4. 37 Wayang Kunti | 101 |
| Gambar 4. 38 Wayang Laksamana | 101 |
| Gambar 4. 39 Wayang Ludra Murti..... | 101 |
| Gambar 4. 40 Wayang Meganada..... | 101 |
| Gambar 4. 41 Wayang Merdah | 102 |
| Gambar 4. 42 Wayang Nakula..... | 102 |
| Gambar 4. 43 Wayang Nala | 102 |
| Gambar 4. 44 Wayang Narada..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 45 Wayang Pandu..... | 103 |
| Gambar 4. 46 Wayang Prajurit..... | 103 |
| Gambar 4. 47 Wayang Rahwana..... | 103 |
| Gambar 4. 48 Wayang Rama | 103 |
| Gambar 4. 49 Wayang Rangda | 104 |
| Gambar 4. 50 Wayang Sahadewa | 104 |
| Gambar 4. 51 Wayang Sakuni | 104 |
| Gambar 4. 52 Wayang Salya..... | 104 |
| Gambar 4. 53 Wayang Sangut | 105 |
| Gambar 4. 54 Wayang Saraswati | 105 |
| Gambar 4. 55 Wayang Satyaki..... | 105 |
| Gambar 4. 56 Wayang Sita | 105 |
| Gambar 4. 57 Wayang Siwa | 106 |
| Gambar 4. 58 Wayang Sugriwa | 106 |
| Gambar 4. 59 Wayang Suratma | 106 |
| Gambar 4. 60 Wayang Suweta..... | 106 |
| Gambar 4. 61 Wayang Tualen | 107 |
| Gambar 4. 62 Wayang Wibisana | 107 |
| Gambar 4. 63 Wayang Widura..... | 107 |
| Gambar 4. 64 Wayang Wisnu Murti..... | 107 |
| Gambar 4. 65 Wayang Yudistira..... | 108 |
| Gambar 4. 66 Wayang Yuyutsu | 108 |
| Gambar 4. 67 <i>Data Flow Diagram Level 0</i> | 113 |
| Gambar 4. 68 <i>Data Flow Diagram Level 1</i> | 115 |
| Gambar 4. 69 <i>Entity Relationship Diagram</i> | 116 |
| Gambar 4. 70 Rancangan Arsitektur Perangkat Lunak..... | 117 |
| Gambar 4. 71 <i>Flowchart</i> Alur Identifikasi Tokoh Wayang Kulit Bali | 118 |
| Gambar 4. 72 <i>Flowchart</i> Ekstraksi Fitur Bentuk dan Tekstur | 119 |
| Gambar 4. 73 <i>Flowchart</i> Klasifikasi KNN | 120 |
| Gambar 4. 74 <i>Flowchart</i> Klasifikasi CNN | 121 |
| Gambar 4. 75 <i>Mockup</i> Antarmuka Halaman <i>Home</i> | 122 |
| Gambar 4. 76 <i>Mockup</i> Antarmuka Halaman Identifikasi dan Hasil | 122 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4. 77 <i>Mockup</i> Antarmuka Halaman <i>Gallery</i> | 123 |
| Gambar 4. 78 Implementasi Tampilan Halaman <i>Home</i> | 128 |
| Gambar 4. 79 Implementasi Tampilan Awal Halaman Identifikasi dan Hasil ... | 128 |
| Gambar 4. 80 Implementasi Tampilan Halaman Identifikasi dan Hasil | 129 |
| Gambar 4. 81 Implementasi Tampilan Halaman <i>Gallery</i> | 129 |
| Gambar 4. 82 Implementasi Tampilan Halaman Data Wayang | 130 |
| Gambar 4. 83 Implementasi <i>Popup</i> Tambah dan Edit Data..... | 130 |
| Gambar 4. 84 Implementasi <i>Popup</i> Hapus Data..... | 131 |
| Gambar 4. 85 Implementasi Tampilan Halaman Data <i>Gallery</i> | 131 |
| Gambar 4. 86 Implementasi <i>Popup</i> Tambah dan Edit Data..... | 132 |
| Gambar 4. 87 Hasil Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> Metode KNN | 135 |
| Gambar 4. 88 Hasil Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> Metode CNN | 142 |
| Gambar 4. 89 Flowchart <i>Preprocessing</i> 1 | 150 |
| Gambar 4. 90 Hasil <i>Preprocessing</i> 1 | 151 |
| Gambar 4. 91 Flowchart <i>Preprocessing</i> 2 | 152 |
| Gambar 4. 92 Perbedaan Citra Hasil <i>Denoising</i> | 153 |
| Gambar 4. 93 Citra Hasil <i>Cropping</i> dan <i>Denoising</i> | 153 |
| Gambar 4. 94 Alur Pembuatan Citra Pertama..... | 160 |
| Gambar 4. 95 <i>Preprocessing</i> Citra Baru | 162 |
| Gambar 4. 96 Alur Pembuatan Citra Kedua | 163 |
| Gambar 4. 97 <i>Preprocessing</i> Citra Baru dengan <i>Background</i> Hitam..... | 164 |
| Gambar 4. 98 Model CNN Pertama..... | 167 |
| Gambar 4. 99 Grafik Model 1 Nilai <i>Accuracy</i> Pada <i>Epoch</i> 100..... | 169 |
| Gambar 4. 100 Grafik Model 1 Nilai <i>Accuracy</i> Pada <i>Epoch</i> 250..... | 169 |
| Gambar 4. 101 Model CNN Kedua..... | 170 |
| Gambar 4. 102 Grafik Model 2 Nilai <i>Accuracy</i> Pada <i>Epoch</i> 100..... | 172 |
| Gambar 4. 103 Grafik Model 2 Nilai <i>Accuracy</i> Pada <i>Epoch</i> 250..... | 173 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1 Hasil Pengisian Angket Penelitian | 182 |
| Lampiran 2 Dokumentasi Pengisian Angket..... | 186 |
| Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Citra Langsung | 187 |
| Lampiran 4 Pengujian <i>White Box</i> | 188 |
| Lampiran 5 Pengujian <i>Black Box</i> | 192 |
| Lampiran 6 Pengujian <i>Confusion Matrix</i> KNN | 194 |
| Lampiran 7 Pengujian <i>Confusion Matrix</i> CNN | 209 |

