

**PENGENALAN AKSARA SUNDA MENGGUNAKAN
METODE INVARIANT MOMENT**

Skripsi



oleh
ROBET AGUNG SANJAYA
71130090

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2017

**PENGENALAN AKSARA SUNDA MENGGUNAKAN
METODE INVARIANT MOMENT**

Skripsi



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

Disusun oleh

ROBET AGUNG SANJAYA
71130090

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENGENALAN AKSARA SUNDA MENGGUNAKAN METODE INVARIANT MOMENT

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik 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, 3 Agustus 2017



ROBET AGUNG SANJAYA
71130090

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN AKSARA SUNDA
MENGUNAKAN METODE INVARIANT
MOMENT

Nama Mahasiswa : ROBOT AGUNG SANJAYA

N I M : 71130090

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 3 Agustus 2017

Dosen Pembimbing I


Lucia Dwi Krisnawati, Dr.

Dosen Pembimbing II


Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan Metode Invariant Moment

Oleh: ROBOT AGUNG SANJAYA / 71130090

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 27 Juli 2017

Yogyakarta, 3 Agustus 2017
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Lucia Dwi Krisnawati, Dr.
2. Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng
3. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
4. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.



Dekan


(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, cinta kasih dan penyertaan-Nya yang telah penulis terima selama pengerjaan Tugas Akhir ini, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, lancar, dan tepat pada waktunya.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi kelengkapan dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi pengguna dan pengembang selanjutnya.

Dalam menyelesaikan pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada orang – orang yang telah berperan, antara lain :

1. Ibu Lucia Dwi Krisnawati, Dr.. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk dapat membimbing serta memberikan masukan dan semangat kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk dapat membimbing serta memberikan banyak petunjuk, masukan dan semangat kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Orang tua, kakak, dan adik saya yang selalu memberikan bantuan, dukungan, semangat, cinta kasih, dan doa tanpa henti sehingga penulis dapat melewati segala kendala dan menyelesaikan program dan laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Terimakasih atas segala pengorbanan yang telah diberikan.

4. Sherli Yuliani sebagai pacar yang selalu setia menemani sebagai saya sebagai partner pengerjaan Tugas Akhir yang telah banyak membantu sampai detik – detik terakhir pengumpulan serta semangat dan doa sehingga program dan laporan Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.
5. Pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa pembuatan program dan penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca agar pada kesempatan selanjutnya penulis dapat berkembang dan menghasilkan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis memohon maaf atas kekurangan dan kesalahan dalam pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan bagi pembaca.

Yogyakarta, 10 Juli 2017

Robet Agung Sanjaya

INTISARI

Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan Metode Invariant Moment

Aksara Sunda merupakan bentuk penulisan kuno dari bahasa Sunda yaitu bahasa daerah yang berasal dari Jawa Barat. Aksara ini terdiri dari berbagai jenis aksara yaitu aksara Ngalagena atau Konsonan, aksara Swara atau Vocal, aksara Rarangken, dan aksara Angka. Aksara Ngalagena terdiri dari 23 buah huruf konsonan yaitu ka-ga-nya, ca-ja-nya, ta-da-na, pa-ba-ma, ya-ra-la, wa-sa-ha, dan fa-ya-qa-xa-za. Pada masa kini banyak orang yang sulit untuk mengenali aksara Sunda karena banyaknya karakter pada aksara Sunda. Salah satu cara agar aksara Sunda dapat dikenali dengan lebih mudah adalah dengan membuat sebuah sistem menggunakan bantuan teknik pengenalan pola.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode ekstraksi ciri *Invariant Moment* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* sebagai metode untuk mengenali aksara Sunda Ngalagena. Data yang digunakan berupa 14 font dan 15 tulisan tangan yang diperoleh dari 5 orang. Penulis menggunakan 5 skenario pengujian dengan masing – masing pengujian menggunakan data uji dan data latih yang berbeda, rotasi pada karakter dengan sudut kemiringan 0° , 90° , 180° , dan 270° serta nilai K yang berbeda yaitu 1, 3, 6, dan 9.

Berdasarkan 5 skenario pengujian yang sudah dilakukan, pengujian III yang menggunakan data latih sebagai data uji mendapatkan rata - rata akurasi tertinggi yaitu 69,93% dengan nilai akurasi tertinggi pada nilai $K = 1$ yaitu 100%. Kemudian hasil uji data yang dirotasi menggunakan font kairaga dan $K = 1$ dikenali dengan baik sehingga mendapatkan rata – rata akurasi mencapai 88,41%. Kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian tersebut adalah sistem yang mengimplementasikan metode *Invariant Moment* dan *K-Nearest Neighbor* mampu mengenali aksara Sunda dengan baik pada data yang telah dilatihkan dan tahan terhadap rotasi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Aksara Sunda	7
2.2.2 Digital Image	8
2.2.3 Pre-Processing	9
2.2.3.1 Resize	9
2.2.3.2 Grayscale	9

2.2.3.3 Thresholding	9
2.2.3.4 Thinning	10
2.2.4 Ekstrasi Ciri	10
2.2.4.1 Invariant Moment.....	11
2.2.5 K-Nearest Neighbor.....	12
2.2.5.1 Contoh Kasus Penerapan Metode K-Nearest Neighbor.....	13
2.2.6 Akurasi.....	15
2.2.7 Font Aksara Sunda Ngalagena.....	15
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	18
3.1 Analisis Kebutuhan	18
3.1.1 Perangkat Keras	18
3.1.2 Perangkat Lunak	18
3.1.3 Kebutuhan Data	18
3.2 Rancangan Kerja Sistem.....	19
3.2.1 <i>Use Case</i>	19
3.2.2 Diagram Aliran Sistem Pelatihan	20
3.2.3 Diagram Aliran Sistem Pengujian	22
3.2.4 Diagram Aliran Sistem <i>Invariant Moment</i>	23
3.2.5 Diagram Aliran Sistem <i>K-Nearest Neighbor (K-NN)</i>	24
3.3 Perancangan Antarmuka.....	25
3.4 Perancangan Pengujian.....	27
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	29
4.1 Implementasi Sistem	29
4.1.1 Tampilan dan Proses Awal	29
4.1.2 <i>Preprocessing</i>	31
4.1.2.1 Proses <i>Grayscale</i>	31

4.1.2.2 Proses <i>Thresholding</i>	31
4.1.2.3 Proses <i>Thinning</i>	32
4.1.3 Proses Ekstraksi Ciri <i>Invariant Moment</i>	33
4.1.4 Proses Klasifikasi <i>K-Nearest Neighbor (K-NN)</i>	33
4.2 Analisis Sistem	35
4.2.1 Validasi Sistem	35
4.2.2 Hasil Penelitian	41
4.2.2.1 Pengujian I Dengan Menggunakan Data Latih Sebagai Data Uji ..	43
4.2.2.2 Pengujian II Dengan Menggunakan Font Kairaga yang Dirotasi ..	47
4.2.2.3 Pengujian III Dengan Menggunakan Font Lulina, Sundara, Galura, Wirahma, dan Sunda Serif Sebagai Data Uji	48
4.2.2.4 Pengujian IV Dengan Menggunakan Font Unicode Sebagai Data Uji.....	50
4.2.2.5 Pengujian V dengan menggunakan <i>Script</i> Aksara Sunda	51
4.2.2.6 Pengujian VI dengan menggunakan Tulisan Tangan.....	52
4.2.2.7 Hasil Analisis Pengujian	55
4.2.3 Evaluasi Hasil Analisis	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aksara Sunda Ngalagena(Konsonan) dari bunyi Bahasa Sunda.....	8
Gambar 2.2 Aksara Sunda Ngalagena(Konsonan) dari bunyi Bahasa Serapan.....	8
Gambar 2.3 Contoh Font Elnaya.....	16
Gambar 2.4 Contoh Font Sangkuriang	16
Gambar 2.5 Contoh Font Waskita.....	16
Gambar 2.6 Contoh Font Buwana.....	16
Gambar 2.7 Contoh Font Priangan.....	16
Gambar 2.8 Contoh Font Kairaga	16
Gambar 2.9 Contoh Font Pajajaran	16
Gambar 2.10 Contoh Font Antara.....	16
Gambar 2.11 Contoh Font Lugina	17
Gambar 2.12 Contoh Font Sundara.....	17
Gambar 2.13 Contoh Font Galura.....	17
Gambar 2.14 Contoh Font Wirahama	17
Gambar 2.15 Contoh Font Sunda Serif.....	17
Gambar 2.16 Contoh Font Unicode	17
Gambar 3.1 Use Case Sistem Pengenalan Aksara Sunda	20
Gambar 3.2 Diagram Aliran Sistem Pelatihan Data	21
Gambar 3.3 Diagram Aliran Sistem Pengujian Data	22
Gambar 3.4 Diagram Aliran Invariant Moment.....	23
Gambar 3.5 Diagram Aliran K-Nearest Neighbor (K-NN)	24
Gambar 4.1 Tampilan Awal Sistem.....	29
Gambar 4.2 Tampilan saat memilih citra yang akan diproses	30
Gambar 4.3 Tampilan Saat Memilih Citra Uji.....	30
Gambar 4.4 Proses Grayscale pada Citra.....	31
Gambar 4.5 Tampilan Proses Thresholding.....	32
Gambar 4.6 Tampilan Saat melakukan Proses Thinning.....	32
Gambar 4.7 Tampilan Proses Invariant Moment	33
Gambar 4.8 Tampilan Pop-up Menu Saat Memilih Nilai K	34
Gambar 4.9 Tampilan Saat Menekan Tombol K-NN	34

Gambar 4.10 Tampilan Saat Menekan Tombol TOP K.....	35
Gambar 4.11 Tampilan Saat Menekan Tombol HASIL	35
Gambar 4.12 Citra berukuran 5x5.....	36
Gambar 4.13 Nilai Piksel pada Citra berukuran 5x5	36
Gambar 4.14 Perhitungan m_{00} , m_{10} , m_{01} , x' , dan y' Secara Manual	37
Gambar 4.15 Perhitungan m_{00} , m_{10} , m_{01} , x' , dan y' Pada Sistem	37
Gambar 4.16 Perhitungan Moment Pusat Secara Manual	37
Gambar 4.17 Perhitungan Moment Pusat Secara Manual	38
Gambar 4.18 Perhitungan Moment Pusat Pada Sistem.....	38
Gambar 4.19 Perhitungan Moment Pusat Ternormalisasi Secara Manual	38
Gambar 4.20 Perhitungan Moment Pusat Ternormalisasi Pada Sistem.....	39
Gambar 4.21 Perhitungan 7 Nilai Invariant Moment Secara Manual.....	39
Gambar 4.22 Perhitungan 7 Nilai Invariant Moment Pada Sistem.....	39
Gambar 4.23 Perhitungan K-NN Secara Manual.....	40
Gambar 4.24 Perhitungan K-NN Pada Sistem.....	40
Gambar 4.25 Terdapat 2 Kelas Berjumlah Sama Pada $K = 6$	51
Gambar 4.26 Grafik Berdasarkan Pengujian dan Nilai K.....	56
Gambar 4.27 Grafik Berdasarkan Rata – Rata Akurasi Nilai K	57
Gambar 4.28 Grafik Berdasarkan Rata - Rata Akurasi Pengujian.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai – Nilai Data Latih.....	13
Tabel 2.2 Perhitungan Euclidean Distance	14
Tabel 2.3 Hasil Mengurutkan Berdasarkan Jarak Terdekat	14
Tabel 2.4 Perhitungan K-NN	15
Tabel 3.1 Penjelasan Fungsi Jenis dan Komponen pada Antarmuka Sistem.....	25
Tabel 4.1 Rincian Penggunaan Font Data Latih dan Uji Beserta Nilai K Pada Setiap Pengujian.....	41
Tabel 4.2 Akurasi Pengenalan Per Karakter Hasil Pengujian I	43
Tabel 4.3 Hasil Pengenalan Karakter WA pada Font Sangkuriang	45
Tabel 4.4 Hasil Pengenalan Karakter WA pada Font Waskita	45
Tabel 4.5 Hasil Pengenalan Karakter WA pada Font Kairaga.....	46
Tabel 4.6 Akurasi Pengenalan Per Font Hasil Pengujian I	46
Tabel 4.7 Akurasi Pengenalan dari Hasil Pengujian Font yang Dirotasi	47
Tabel 4.8 Akurasi Pengenalan Per Karakter Pada Pengujian III	48
Tabel 4.9 Akurasi Pengenalan Per Font Pada Pengujian III	50
Tabel 4.10 Akurasi Pengenalan Hasil Pengujian IV	51
Tabel 4.11 Akurasi Pengenalan Per Script Hasil Pengujian V	52
Tabel 4.12 Akurasi Pengenalan Per Karakter Hasil Pengujian VI.....	52
Tabel 4.13 Akurasi Pengenalan Per Orang Pada Hasil Pengujian VI.....	54
Tabel 4.14 Akurasi Pengenalan Pada Setiap Pengujian.....	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahasa Sunda merupakan salah satu dari begitu banyak bahasa daerah yang ada di Indonesia. Bahasa Sunda biasa digunakan di daerah Jawa Barat sebagai bahasa untuk percakapan sehari – hari. Sebagai bagian dari bahasa Sunda terdapat juga aksara Sunda yang merupakan bentuk tulisan tangan dari bahasa Sunda. Pada tahun 1999 aksara Sunda mulai dihidupkan kembali dengan diresmikannya aksara Sunda Baku sebagai standar acuan untuk penggunaan ke depannya. Aksara Sunda Baku terdiri dari beragam jenis mulai dari aksara Ngalagena atau Konsonan, aksara Swara atau Vocal, aksara Rarangken, dan aksara Angka. Aksara Ngalagena merupakan aksara dasar yang terdiri dari 23 jenis huruf konsonan yaitu ka-ga-nga, ca-ja-nya, ta-da-na, pa-ba-ma, ya-ra-la, wa-sa-ha, fa-va-qa-xa-za (Baidillah et al., 2008). Tiap jenis huruf memiliki perbedaan bentuk namun ada beberapa karakter yang memiliki kemiripan.

Pada jaman dahulu aksara Sunda digunakan sebagai bentuk komunikasi tertulis oleh masyarakat di Jawa Barat. Berbeda dengan jaman sekarang penggunaan aksara Sunda telah lama ditinggalkan bahkan sebagian masyarakat Sunda sendiri tidak bisa membaca aksara Sunda dengan benar. Di era teknologi informasi ini Pemerintah Provinsi Jawa Barat telah mengambil suatu langkah pelestarian dengan memfasilitasi kegiatan *Unicode* aksara Sunda. Berkat dukungan tersebut saat ini aksara Sunda telah diakui oleh *Unicode* dan telah memiliki *font* dapat ditampilkan dalam perangkat lunak apapun yang memiliki perangkat pengolahan kata (Baidillah et al., 2008). Selain itu, langkah pelestarian melalui teknologi informasi dapat juga dilakukan dengan membuat suatu sistem yang dapat digunakan untuk pengenalan aksara Sunda. Sistem tersebut dapat dibuat dengan bantuan teknik pengenalan pola.

Salah satu tahap penting agar sistem dapat mengenali pola pada suatu citra adalah ekstraksi ciri. Pada tahap ekstraksi ciri ini fitur dari masing - masing citra akan dicari, ditandai, dan disimpan. *Invariant Moment* merupakan salah satu metode ekstraksi ciri yang dapat digunakan untuk pengenalan citra tulisan. Metode ini memiliki keluaran 7 nilai *Invariant Moment* yang tidak akan terpengaruh terhadap translasi, perubahan skala, rotasi, dan dalam posisi kebalikan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis akan membuat sebuah sistem yang dapat mengenali aksara Sunda dengan menggunakan metode *Invariant Moment*. Penulis memilih metode ini karena dalam penelitian – penelitian sebelumnya metode ini memiliki tingkat keakurasian yang cukup tinggi dan belum pernah digunakan untuk mengekstraksi aksara Sunda. Penulis berharap dari penelitian ini dapat dihasilkan sebuah sistem yang dapat mengenali aksara Sunda secara tepat sehingga dapat membantu pelestarian aksara Sunda melalui teknologi informasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

1. Seberapa akurat hasil pengenalan karakter aksara Sunda pada program yang menerapkan metode *Invariant Moment*.

1.3 Batasan Masalah

1. Karakter aksara Sunda yang digunakan hanya aksara Ngalagena (konsonan) yang terdiri dari 23 karakter.
2. Input berupa citra aksara Sunda berbentuk font dan tulisan tangan hasil *scan* berformat .jpg.
3. Penelitian ini menggunakan metode *Invariant Moment* untuk ekstraksi fitur.
4. Metode klasifikasi yang digunakan adalah *K-Nearest Neighbour* (KNN).
5. Output berupa konversi aksara Sunda ke gambar dan huruf latinnya bukan merupakan makna Bahasa Indonesia dari karakter tersebut.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk menerapkan metode *Invariant Moment* ke dalam sistem pengenalan Aksara Sunda serta mengetahui seberapa akurat hasil pengenalan Aksara Sunda pada program yang telah menerapkan metode *Invariant Moment*.

1.5 Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Mencari, membaca, serta mempelajari jurnal maupun buku yang berkaitan dengan topik penelitian yaitu mengenai Aksara Sunda, *image processing*, *feature extraction*, metode *Invariant Moment*, dan metode *K-Nearest Neighbor*.

2. Pengumpulan Data

Melakukan pencarian dan pengumpulan data Aksara Sunda yang digunakan untuk citra uji maupun citra latihnya.

3. Pengolahan Data

Proses pengolahan data dalam penelitian ini dimulai dari proses *preprocessing*. Kemudian dilanjutkan dengan *feature extraction* menggunakan metode *invariant moment*. Langkah terakhir adalah pengklasifikasian dan pencocokan citra dengan metode *K-Nearest Neighbor*.

4. Implementasi dan Testing

Program dibangun dan diimplementasikan sesuai rancangan awal. Selanjutnya dilakukan uji coba menggunakan data yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk menguji keakuratan dari program yang telah mengimplementasikan metode *invariant moment* dan *K-Nearest Neighbor*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan digunakan akan dibagi menjadi lima bab yang diuraikan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN merupakan bab yang menguraikan penjelasan umum dan gambaran singkat mengenai penelitian, bab ini terdiri dari Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI pada bab ini berisi tentang penjelasan dari berbagai penelitian yang dilakukan sebelumnya serta menjelaskan tentang metode dan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Bab ini terdiri dari dua bagian yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori.

BAB 3 PERANCANGAN DAN DESAIN SISTEM akan membahas perancangan desain antar muka serta tahapan implementasi pada sistem berdasarkan teori – teori yang sudah dibahas pada bab sebelumnya.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISI SISTEM dalam bab ini akan membahas bagian proses implementasi serta rancangan sistem dan pembahasan hasil dari analisis sistem.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN pada bab ini berisi pernyataan singkat yang dijabarkan berdasarkan hasil dari analisis kegiatan penelitian atau implementasi dalam penyusunan tugas akhir serta saran untuk pengembangan bab selanjutnya yang memuat metode atau langkah – langkah yang belum dilakukan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis sistem yang sudah dibuat maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada penelitian ini, metode *Invariant moment* sebagai metode ekstraksi ciri dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) sebagai metode klasifikasi telah di implementasikan dengan baik sehingga menghasilkan tingkat akurasi yang cukup baik. Rata - rata akurasi tertinggi yaitu 69,93% didapatkan pada pengujian III yang menggunakan data latih sebagai data uji dan rata – rata akurasi tertinggi pada nilai $K = 1$ yang mencapai 100%.
2. Pengujian menggunakan data uji font Kairaga yang terdapat pada data latih berhasil dikenali dengan baik oleh metode *invariant moment* meskipun ada manipulasi geometris. Rata – rata akurasi tertinggi didapatkan pada pengujian dengan menggunakan sudut kemiringan 270° yaitu sebesar 91,30%.
3. Pengaruh nilai K pada pengujian sangat besar karena pada nilai K yang melebihi 3 sering kali dikenali sebagai 2 kelas ataupun lebih sehingga sistem tidak dapat mengenali karakter tersebut. Nilai K terbaik untuk semua pengujian adalah $K = 1$.
4. Tingkat akurasi terendah terdapat pada pengujian V yang menggunakan tulisan tangan sebagai data uji dan data latih. Rata – rata akurasi yang didapatkan yaitu 33,04%.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Sistem pengenalan aksara Sunda Ngalagena dapat dibuat dalam versi *mobile* sehingga pengguna dapat lebih mudah untuk menggunakannya.

2. Sebaiknya mencoba metode klasifikasi selain menggunakan K-NN sehingga pada saat proses pengenalan tidak akan dikenali sebagai beberapa kelas.
3. Sebaiknya pada saat proses pembuatan data latih menggunakan nilai rata – rata dari keluarga font sehingga nilai font akan menjadi 1 saja.
4. Sebaiknya data yang digunakan untuk data latih dan data uji memiliki keluarga yang sama sehingga sistem akan lebih mudah mengenalinya.
5. Melakukan pengembangan sistem agar dapat mengenali aksara Sunda vocal, baku, rarangken, dan angka sehingga dapat dipakai untuk mengenali kalimat.
6. Betul – betul melakukan proses pelatihan seperti didalam konsep *machine learning* untuk klasifikasi.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Ananggadipa, G., Hidayatno, A., & Zahra, A. J. (2014). Pengenalan Huruf Alfabet menggunakan Tujuh Invarian Momen Hu dan Jaringan Saraf Tiruan LVQ (Learning Vector Quantization). *TRANSIENT*, 3(4), 429-432. Dipetik Maret 14, 2017, dari <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/7181/6948>
- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 29-35. Dipetik Maret 25, 2017, dari http://komputa.if.unikom.ac.id/_s/data/jurnal/volume-01/komputa-1-1-perbandingan-algoritma-template-irfan-maliki-5.pdf/pdf/komputa-1-1-perbandingan-algoritma-template-irfan-maliki-5.pdf
- Baidillah, I., Darsa, U. A., Abdurahman, O., Permadi, T., Gunardi, G., Suherman, A., . . . Sutisna, D. (2008). *Direktori Aksara Sunda untuk Unicode*. Bandung: Pemerintah Provinsi Jawa Barat Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat.
- Devijver, P. A., & Kittler, J. (1982). *A Statistical Approach*. London: Prentice Hall.
- Fauzi, M., & Tjandrasa, H. (2010). *Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation {skripsi}*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Gonzales, R., & Woods, R. (2002). *Digital Image Processing*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Huang, Z., & Leng, J. (2010). Analysis of Hu's Moment Invariants on Image Scalling and Rotation. *2nd International Conference on Computer Engineering and Technology*, 7(1), 476-480. Dipetik Maret 25, 2017, dari <http://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=7351&context=ecuworks>

- MATLABacademy. (2011, Nov 28). *The Seven Invariant Moment*. Diambil kembali dari Mathworks:
<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/33975-the-seven-invariant-moments>
- Mubarok, Riza, L. S., & Setiawan, W. (2010). Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Sunda menggunakan Kohonen Neural Network.
- Mulia, I. (2012). *Pengenalan Aksara Sunda berbasis Citra menggunakan Support Vector Machine [skripsi]*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Penerbit Informatika Bandung.
- Nugraha, M. A. (2014). *Sentiment Analysis pada Review Film dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor [skripsi]*. Bandung: Universitas Widyatama. Retrieved Maret 26, 2017, from <http://repository.widyatama.ac.id/xmlui/handle/123456789/4699>
- Nurwansah, I. (2017). Diambil kembali dari Kairaga: www.kairaga.com
- Raj, P., & Wahi, A. (2013). Zone based Method to Classify Isolated Malayalam Handwritten Characters using Hu-Invariant Moments and Neural Networks. *International Journal of Computer Applications*, 10-14. Dipetik Maret 12, 2017, dari <http://research.ijcaonline.org/iciioes/number5/iciioes1501.pdf>
- Santi, C. N. (2011). Mengubah Citra Berwarna Menjadi Gray-Scale dan Citra Biner. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(1), 14-19. Dipetik Maret 20, 2017, dari <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/viewFile/346/223>
- Septiarini, A. (2012). Pengenalan Pola pada Citra Digital dengan Fitur Moment Invariant. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 7(1), 8-11. Dipetik Maret 11, 2017, dari <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JIM/article/view/84/pdf>

- Styawan, D., & Supriyanto, C. (2015). *Pengenalan Plat Nomor Kendaraan dengan Metode Kohonen SOM [skripsi]*. Semarang: Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro.
- Sunarya, I. G., Kesiman, M. A., & Purnami, I. P. (2015). Segmentasi Citra Tulisan Tangan Aksara Bali Berbasis Proyeksi Vertikal dan Horizontal. *Jurnal Informatika*, 9(1), 982-992. Dipetik Maret 22, 2017, dari <http://www.journal.uad.ac.id/index.php/JIFO/article/view/2039/1303>
- Yuwono, S. B. (2013). *Klasifikasi Motif Batik Semen Menggunakan Metode Ekstraksi Zernike Moments dan K-Nearest Neighbor [skripsi]*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana. Dipetik Maret 20, 2017, dari <http://sinta.ukdw.ac.id>
- Zurnawita, & Suar, Z. (2009). Algoritma Image Thinning. *Jurnal Elektron Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang*, 1(1), 29-37. Dipetik Maret 27, 2017, dari <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=58425&val=4379>