

**IDENTIFIKASI PENULIS PADA DOKUMEN TULISAN TANGAN
AKSARA LAMPUNG MENGGUNAKAN *EDGE-BASED DIRECTIONAL
FEATURE***

(Skripsi)

Oleh

DEVI RANITA



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PENULIS PADA DOKUMEN TULISAN TANGAN AKSARA LAMPUNG MENGGUNAKAN *EDGE-BASED DIRECTIONAL FEATURE*

Oleh

DEVI RANITA

Identifikasi penulis melalui tulisan tangan sudah digunakan di banyak penelitian. Hasil dari penelitian tersebut sangat bermanfaat bagi kebutuhan forensik. Tetapi belum ada penelitian yang menggunakan aksara Lampung untuk identifikasi penulis. Hal tersebut yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan melestarikan aksara Lampung. Pada penelitian ini penulis menggunakan *dataset* aksara Lampung yang dapat diperoleh secara gratis di *Pattern Recognition in Embedded System, Technische Universität, Dortmund*. *Dataset* tersebut berisi dokumen dengan penulis yang berbeda-beda. Karakter tersebut dipilih secara acak dengan masing-masing 1.640 karakter untuk *training* dan *testing*. Karakter yang terpilih diidentifikasi menggunakan *Edge-Based Directional Feature* setelah melewati tahap pra-pemrosesan. *Edge-Based Directional Feature* adalah suatu fitur yang berbasis garis dan sudut. Penulis menggunakan metode *thinning* untuk mendeteksi garis dan sudut berdasarkan *centroid*, *endpoint*, dan *branchpoint*. Tingkat akurasi

menggunakan fitur ini adalah sebesar 75,6%, lebih tinggi dari hasil penelitian sebelumnya yaitu sebesar 72%.

Kata Kunci : identifikasi penulis, pengenalan pola, *edge-based directional feature*, aksara Lampung, ekstraksi fitur

ABSTRACT

WRITER IDENTIFICATION OF LAMPUNG HANDWRITTEN DOCUMENTS USING EDGE-BASED DIRECTIONAL FEATURE

BY

DEVI RANITA

Writer identification through handwritten is being spread in many research. The result from the researches is very helpful for forensic needs. But there are no researches using Lampung character for written identification. Therefore, the author doing this experiment to evolve sciences and to conserve Lampung character. In the experiment, the author using Lampung character dataset that obtained from Pattern Recognition in Embedded System, Technische Universität, Dortmund's website for free. This dataset contains 82 documents with different writers. The characters are randomly chosen each 1,640 characters for training and testing. The chosen characters are identified using Edge-Based Directional Feature after going through the pre-processing steps. Edge-Based Directional Feature is a line-based and angle-based feature. The author using the thinning method to detect the lines and detect the angles based on centroid, endpoints, and branch points. The accuracy using this feature is 75.6%, higher than the previous result which is around 72%.

Keywords: writer identification, pattern recognition, edge-based directional feature, Lampung character, feature extraction.

**IDENTIFIKASI PENULIS PADA DOKUMEN TULISAN TANGAN
AKSARA LAMPUNG MENGGUNAKAN *EDGE-BASED DIRECTIONAL
FEATURE***

Oleh:

DEVI RANITA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER**

Pada

**Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI PENULIS PADA DOKUMEN
TULISAN TANGAN AKSARA LAMPUNG
MENGUNAKAN *EDGE-BASED DIRECTIONAL
FEATURE***

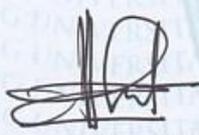
Nama Mahasiswa : **Devi Ranita**

No. Pokok Mahasiswa : 1417051039

Jurusan : Ilmu Komputer

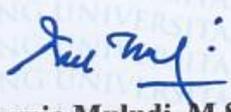
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Dr. rer.nat Akmal Junaidi, M.Sc.
NIP. 19710129 199702 1 001

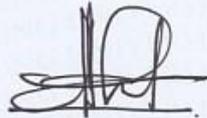

M. Iqbal, S.Kom., M.Kom.
NIK. 231708870226101

2. Mengetahui
Ketua Jurusan Ilmu Komputer
FMIPA Universitas Lampung

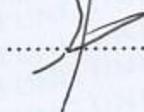

Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc.
NIP. 19640616 198902 1 001

MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

Ketua : **Dr. rer.nat Akmal Junaidi, M.Sc.**.....

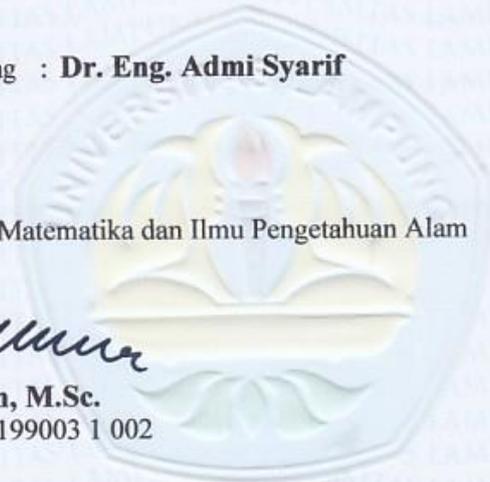
Sekretaris : **M. Iqbal, S.Kom., M.Kom.**.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Eng. Admi Syarif**.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Suratman, M.Sc.
MP 19640604 199003 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **10 April 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Identifikasi Penulis Pada Dokumen Tulisan Tangan Aksara Lampung Menggunakan Edge-Based Directional Feature”** merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 10 April 2019



Devi
D.R.

DEVI RANITA
NPM. 1417051039

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 14 Juli 1996 di Pringsewu, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, dari bapak Nistiyanto dan Ibu Sugiyati. Pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah Sekolah Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi Gadingrejo diselesaikan tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 7 Gadingrejo pada tahun 2008. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2014. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung melalui jalur MANDIRI. Semasa kuliah, penulis terdaftar dalam organisasi Organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer (HIMAKOM) FMIPA Unila sebagai anggota Media Informasi periode 2015/2016.

Selama menjadi mahasiswa beberapa kegiatan yang pernah dilakukan penulis antara lain:

1. Pada bulan Januari 2015 penulis melaksanakan Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Sidokaton, Gisting, Kabupaten Tanggamus.

2. Pada pernah Semester Ganjil Tahun Akademik 2015/2016 penulis menjadi asisten praktikum mata kuliah Arsitektur dan Organisasi Komputer, dan pada Tahun Akademik 2016/2017 penulis menjadi asisten praktikum mata kuliah Grafika Komputer dan Pemrograman Web.
3. Pada Bulan Januari 2017, penulis melakukan kerja Praktik di Kantor Sekretariat Daerah Bagian Umum di Kabupaten Pesawaran Lampung.
4. Pada Bulan Juli 2017 penulis melakukan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Panutan Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pringsewu.

PERSEMBAHAN

Kuucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahuwata'ala, karena-Nya apa yang kuusahakan tidak pernah gagal. Kerena semua berjalan sesuai rencana-Nya.

Kupersembahkan karya ini untuk:

Untuk Orangtuaku yang Kusayang,

Untuk Saudari-Saudariku Tercinta,

Untuk Sahabat-Sahabatku,

Dan, untuk Orangtua Keduaku di Kampus

MOTTO

“Jangan pernah tinggalkan sholat. Jangan lupa bersyukur atas hal-hal kecil”

“Don’t just thank Allah when everything’s going right, thank Him even when things are challenging.”

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah Subhannahu wata'ala, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Penulis Pada Dokumen Tulisan Tangan Aksara Lampung Menggunakan *Edge-Based Directional Feature*”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Pada saat pelaksanaan dan penyusunan skripsi penulis sangat berterima kasih kepada seluruh pihak yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua tercinta, Bapak Nistiyanto dan Ibu Sugiyati yang tidak pernah putus memberikan do'a, dukungan, kerja keras, serta menjadi penyemangat paling besar untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Saudari-saudariku Viska Nurisma, Iis Nurhaliza, dan Hevani Karenia Ayra, yang telah sudi berbagi suka dan duka. Turut memberikan dukungan, dan selalu menjadi tempat untuk pulang.
3. Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M. Sc. selaku dosen pembimbing utama yang telah bersedia menjadi orangtua kedua penulis selama skripsi ini berjalan. Dan dengan sabarnya membimbing dan berbagi ilmu yang dimiliki Beliau.

4. Bapak Muhammad Iqbal, S. Kom., M. Kom. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing penulis serta memberikan saran dan motivasi dalam pembuatan skripsi tanpa menyulitkan penulis.
5. Bapak Dr. Eng. Admi Syarif selaku dosen pembahas. Terima kasih atas masukan, kritik, semangat, serta bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M. S. Sc. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
7. Bapak Didik Kurniawan, S. Si., M. T. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
8. Bapak Aristoteles, S. Si., M. Si. selaku Pembimbing Akademik selama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Ilmu Komputer Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat bagi penulis.
10. Seluruh staff yang ada di Jurusan Ilmu Komputer.
11. Teman berbagi terbaik Nuha Hanifah, Syifa Trianingsih, Tri Lestari, Noni Kurniasih, dan Maria Regina Caeli terima kasih atas bantuan, semangat, dan berbagi suka duka selama menempuh pendidikan bersama.
12. Sahabat-sahabat terbaik Candra Murti Ayuningtyas, Febrina Nabilla Fasya, Anggi Derma Tungga Dewi, dan Bela Cahya Kusuma terimakasih selalu hadir, selalu ada kapanpun aku membutuhkan sahabat, baik itu ketika senang maupun sulit.
13. Teman seperjuangan Diana Ayundira yang telah berbagi segalanya dalam kondisi apapun, membantu disaat penulis kesulitan, tanpa bantuannya skripsi ini tidak akan selesai sekarang ini.

12. Teman-teman Ilmu Komputer angkatan 2014, khususnya kelas ganjil yang menjadi teman satu angkatan selama menjalankan masa studi di Jurusan Ilmu Komputer.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Semoga Allah melimpahkan rahmat dan berkenan membalas semua budi baik yang diberikan kepada penulis, serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Bandar Lampung, April 2019

Penulis,

Devi Ranita

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	xiv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Bahasa dan Aksara	5
2.2. Aksara Lampung	6
2.3. Pengenalan Pola	8
2.4. Identifikasi Penulis.....	9
2.4.1. <i>Pre-Processing</i>	10
2.4.1.1. <i>Noise Removal</i>	11
2.4.1.2. Normalisasi	12
2.4.1.3. <i>Greyscaling</i>	13
2.4.2. <i>Feature Extraction</i>	14
2.4.2.1. Deteksi Garis Menggunakan Metode <i>Thinning</i>	15
2.4.2.2. <i>Edge-Hinge Distribution</i>	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Metode Penelitian.....	20
3.2. Dataset.....	21
3.2.1. <i>Training Set</i> dan <i>Testing Set</i>	21
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.4. Perangkat Pendukung.....	22
3.4.1. Alat Penelitian	22
3.4.2. Bahan Penelitian	22
3.5. Tahapan Penelitian	23
3.5.1. <i>Pre-Processing</i> dan Ekstraksi Fitur	23

3.5.2. Mencocokkan Fitur Vektor.....	23
IV. PEMBAHASAN	26
4.1. Pembagian Karakter	26
4.2. Ekstraksi Fitur Menggunakan <i>Edge-Based Directional Feature</i> ..	27
4.2.1. Pendeteksian <i>Centroid, Endpoints, dan Branchpoints</i>	27
4.2.2. Penentuan Sudut	28
4.3. Prediksi Penulis	31
4.4. Akurasi Pengujian	34
V. SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Simpulan	36
5.2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jumlah Data Pembagian Karakter.....	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Proses Pengenalan Pola.....	8
Gambar 2. Langkah pokok dalam mengidentifikasi penulis.....	9
Gambar 3. Contoh hasil <i>noise removal</i> pada suatu citra.....	12
Gambar 4. Contoh hasil pengolahan citra dari skala RGB ke skala keabuan	14
Gambar 5. Proses skeletonisasi citra suatu objek secara bertahap.....	16
Gambar 6. (a) Penghapusan pixel pinggir menyebabkan ketidakterhubungan, (b) Penghapusan pixel pinggir memperpendek lengan objek, (c) Notasi pixel yang digunakan untuk memeriksa keterhubungan.....	17
Gambar 7. Ekstraksi <i>edge-hinge distribution</i>	19
Gambar 8. Tahapan Penelitian	20
Gambar 9. Skema pengujian pada tahapan penelitian	24
Gambar 10. Karakter yang sudah di- <i>skeletonize</i> dan bersih dari <i>spur</i>	27
Gambar 11. Karakter yang sudah dideteksi <i>branchpoint</i> , <i>endpoint</i> , dan <i>centroidnya</i>	28
Gambar 12. Visualisasi penentuan sudut yang terbentuk dari garis horizontal dan objek.....	30
Gambar 13. Karakter pada <i>trainingset</i> yang sudah diekstrak sudutnya.....	30
Gambar 14. Sudut terbesar yang diambil dari tiap katakter pada dataset	31
Gambar 15. Contoh pengujian pada dokumen 1 yang diuji dengan seluruh dokumen dan hasilnya valid sesuai dengan prediksi	32

Gambar 16. Contoh selisih dokumen yang tidak sesuai dengan prediksi33

Gambar 17. Huruf Ka dan huruf Ga yang memiliki kemiripan, berada di
dalam class yang sama, namun ditulis oleh penulis yang berbeda34

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lampung merupakan salah satu provinsi yang terletak di pulau Sumatera, salah satu pulau besar yang ada di Indonesia. Dengan beragam suku dan budaya, Indonesia memiliki banyak warisan yang hingga saat ini masih dipertahankan oleh keturunannya. Salah satunya adalah huruf-huruf aksara yang berbeda tiap sukunya. Lampung adalah salah satu provinsi yang masih mempertahankan adat dan budayanya, termasuk aksaranya yang hingga kini masih dipelajari oleh generasi muda. Meskipun Lampung merupakan daerah transmigrasi, namun dapat dipastikan bahwa seluruh penduduknya mengenal aksara Lampung.

Zaman yang semakin berkembang ini, banyak penelitian yang bergerak di bidang pengenalan pola. Salah satunya adalah mengenali tulisan tangan seseorang. Banyak ilmu yang mengatakan bahwa kepribadian seseorang dapat dilihat berdasarkan tulisan tangannya. Studi ini tidak bertujuan untuk membaca kepribadian seseorang, melainkan mengidentifikasi penulis dan tulisan tangan aksara Lampung.

Edge-based directional feature merupakan salah satu fitur yang digunakan untuk mengidentifikasi penulis. Fitur ini termasuk dalam kelompok *line-based representation*. Fitur ini diklaim dapat memberikan hasil yang lebih baik jika

dibandingkan dengan tiga fitur lainnya yang sudah banyak digunakan dalam mengidentifikasi penulis, antarlain *run-length distributions*, *autocorrelation*, dan *entropy* (Daniels & Baird, 2013). Tentunya ketiga fitur tersebut telah dievaluasi dan dibuat suatu perbandingan. *Edge-hinge distribution* termasuk salah satu fitur yang digunakan dalam ekstraksi fitur berbasis garis dan sudut. *Edge-hinge distribution* merupakan ekstraksi fitur yang dimulai dengan mendeteksi garis. Selanjutnya mendeteksi sudut untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan spesifikasi penulis agar dapat diidentifikasi. Setiap penulis memiliki karakteristik yang berbeda, begitu juga dengan bentuk tulisannya. Fitur tersebut dapat memberikan basis untuk identifikasi penulis dengan baik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Marius Bulacu, Lambert Schomaker, dan Louis Vuurpijl dengan judul *Writer Identification Using Edge-Based Directional Features*, menunjukkan hasil bahwa fitur *edge-hinge distribution* memiliki tingkat akurasi dalam mengidentifikasi penulis hingga 72% pada *whole page* dan 36% pada *first line* (Bulacu, et.al., 2003). Akurasi yang cukup tinggi tersebut menjadi dasar peneliti untuk menggunakan kembali fitur *edge-based directional* dalam penelitiannya yang bergerak di bidang pengenalan pola. Fitur ini dianggap cocok untuk karakteristik aksara Lampung dan dapat diimplementasikan untuk mengidentifikasi penulis dalam naskah aksara Lampung. Peneliti mengangkat topik identifikasi penulis pada tulisan tangan aksara Lampung menggunakan *edge-based directional feature*.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana penggunaan *edge-based directional feature* untuk mengidentifikasi penulis.
2. Berapa besar tingkat akurasi metode yang digunakan dalam mengidentifikasi penulis pada tulisan tangan tiap dokumen.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam identifikasi penulis pada tulisan tangan aksara Lampung menggunakan *edge-based directional feature* adalah sebagai berikut.

1. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 82 dokumen dengan penulis yang berbeda tiap dokumennya.
2. Pengujian tingkat akurasi fitur menggunakan *edge-based directional feature* terhadap tulisan tangan aksara Lampung.
3. Menggunakan 1 sudut maksimal untuk dijadikan fitur.
4. Sampel yang digunakan untuk *training* dan *testing* masing-masing berjumlah 1.640 karakter.

1.4. Tujuan

Penelitian identifikasi penulis pada tulisan tangan aksara Lampung menggunakan *edge-based directional feature* bertujuan untuk menghitung tingkat akurasi fitur-fitur *edge-based directional* dalam mengidentifikasi penulis dokumen aksara Lampung.

1.5. Manfaat

Dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat antara lain.

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi tingkat efektivitas *Edge-Based Directional Feature* untuk pengidentifikasian penulis dokumen tulisan tangan aksara Lampung.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi awal untuk tingkat akurasi identifikasi penulis dokumen tulisan tangan aksara Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahasa dan Aksara

Indonesia terkenal memiliki keberagaman budaya, suku dan bahasa daerah yang berbeda. Demi melestarikan kebudayaan daerah masing-masing, bahasa daerah masih banyak digunakan dan terus dipertahankan. Meskipun dengan bahasa daerah yang beragam, Indonesia tetap disatukan dengan satu bahasa utama untuk berkomunikasi dan digunakan di seluruh penjuru negeri, yaitu Bahasa Indonesia.

Dilihat dari sekian banyak daerah di Indonesia, tidak semua suku memiliki aksara. Hanya sedikit dari sekian banyaknya daerah di Indonesia yang memiliki aksara yang digunakan di daerahnya tersebut. Sumatera merupakan salah satu pulau besar di Indonesia dengan beragam bahasa daerah. Tidak hanya memiliki beragam bahasa daerah saja, Sumatera juga memiliki beberapa daerah yang menggunakan aksara khususnya Sumatera bagian selatan. Terdapat tiga aksara berbeda namun memiliki kemiripan, yaitu aksara Kerinci, aksara Rejang-Rencong, dan aksara Lampung. Ketiga aksara ini dikelompokkan menjadi satu dalam Surat Ulu. Surat Ulu merupakan kumpulan beberapa aksara di Sumatera bagian selatan yang memiliki kemiripan atau biasa disebut aksara yang berkerabat (Soesandireja, 2010).

Kita sering mengenal istilah “*ka-ga-nga*” dalam aksara Lampung. Istilah ini sendiri dicetuskan oleh Mervyn A. Jaspán, seorang antropolog dari *University of Hull, Inggris*. Berdasarkan bukunya yang berjudul “*Folk Literature of South Sumatra, Rejang Ka-Ga-Nga Texts*”, Jaspán mengulas banyak tentang aksara yang merujuk pada Surat Ulu. Istilah kaganga diambil dari tiga huruf awal yang berada di deretan huruf-huruf aksara pada Surat Ulu. Sedangkan istilah Surat Ulu dipakai oleh masyarakat asli Sumatera bagian Selatan karena pengguna aksara ini merupakan kelompok yang tinggal di *Ulu* (pegunungan) Sumatera, seperti Kerinci, Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung. Ragam bahasa yang digunakan dalam aksara Surat Ulu ini adalah dialek “Melayu Pertengahan”, Rejang, dan Lampung (Jaspán, 1964).

2.2. Aksara Lampung

Berdasarkan ketiga aksara yang terdapat dalam kelompok Surat Ulu, aksara Lampung dinilai memiliki perbedaan tersendiri. Dilihat dari penulisan huruf-hurufnya, aksara Kerinci dan aksara Rejang-Rencong memiliki banyak kemiripan namun aksara Lampung terlihat lebih sederhana. Aksara Lampung memang tidak terlalu populer, tidak seperti aksara Jawa dan Bali, namun di beberapa daerah di Lampung, bahasa Lampung masih banyak digunakan untuk berkomunikasi sehari-hari. Seperti daerah lainnya di Indonesia yang memiliki aksarnya sendiri, penggunaan aksara Lampung dalam kehidupan sehari-hari semakin sedikit sejak masuknya huruf latin (Roman) ke Indonesia yang sampai saat ini digunakan sebagai aksara resmi untuk penulisan resmi.

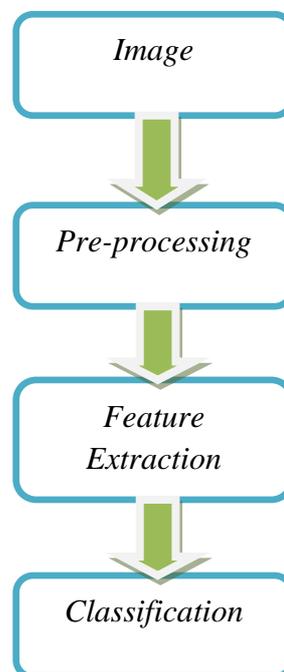
Aksara Lampung memiliki 20 induk huruf dan 6 anak huruf, dan tata cara penulisannya pun mudah untuk dipelajari. Cara penulisan aksara Lampung sama dengan huruf latin, yaitu dari kiri ke kanan. Aksara Lampung merupakan aksara yang dipelajari di Provinsi Lampung sebagai muatan lokal (Soesandireja, 2010).

Aksara Lampung didasarkan pada model Brahmi dan berkaitan dengan skrip lain dari Sumatera Selatan. Skrip aksara Lampung hingga saat ini masih digunakan. Hal ini dilakukan untuk melestarikan bahasa dan tulisan Lampung, dan diajarkan di sekolah dasar. Aksara Lampung digunakan dalam lambang resmi dan papan nama di provinsi Lampung. Terdapat upaya untuk mengembangkan perangkat lunak pengenalan karakter optik untuk Lampung. Naskah ini dijelaskan oleh Christopher Miller dalam *Unicode Technical Note # 35* “Naskah dan Ekstensi Indonesia dan Filipina (Pandey, 2016).

Aksara Lampung sudah mengalami beberapa perubahan dan proses penyederhanaan dari dulu hingga saat ini. Awalnya aksara Lampung memiliki kemiripan dengan aksara Bugis, Batak, dan Sunda Kuno. Namun kesamaan ini bukan karena daerah yang satu meniru daerah yang lain, tetapi karena mereka sama-sama berasal dari aksara India. Awalnya aksara Lampung memiliki penulisan yang lebih rumit, namun seiring perkembangan zaman aksara Lampung mengalami perubahan. Seperti yang dipelajari di sekolah-sekolah, merupakan bentuk dari penyederhanaan aksara Lampung.

2.3. Pengenalan Pola

Bidang pengenalan pola sudah semakin berkembang mengikuti kemajuan teknologi sesuai kebutuhan global. Saat ini banyak teknologi maju yang menggunakan basis pengenalan pola, seperti *smartphone* yang memiliki kemampuan mengenali wajah dan *fingerprint*. Semuanya dijalankan secara otomatis dan semakin memudahkan penggunaannya. Itulah yang menyebabkan bidang pengenalan pola semakin giat dikembangkan oleh para peneliti di negara-negara maju. Selain contoh yang diberikan sebelumnya, objek pengenalan pola cukup beragam yang meliputi pengenalan audio, pengenalan objek, *biometric*, dan pengenalan tulisan tangan. Pola sendiri merupakan suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi serta diberi label atau nama (Putra, 2010).

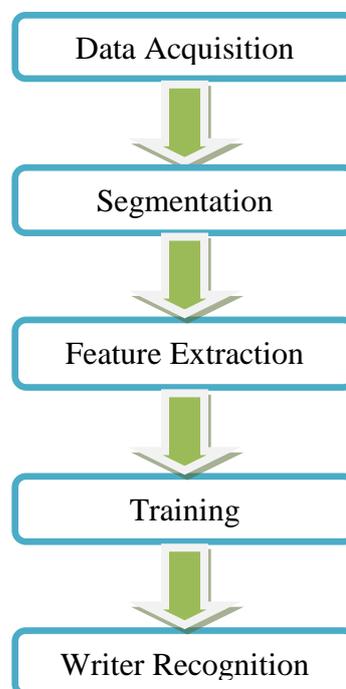


Gambar 1. Proses Pengenalan Pola

Tujuan dari pengenalan pola adalah menentukan kelompok atau kategori pola berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh pola tersebut atau dengan kata lain, pengenalan pola membedakan suatu objek dengan objek yang lain. Klasifikasi terhadap suatu objek dapat dilakukan dengan melalui tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Citra diambil menggunakan kamera, dan diolah tanpa kehilangan informasi yang penting. Informasi dari citra kemudian diekstraksi menjadi sekumpulan representasi numerik yang bertujuan untuk mengukur fitur dan sifat tertentu.

Fitur-fitur ini (atau lebih tepatnya, vektor fitur) kemudian diteruskan ke *classifier* yang mengevaluasi fitur tersebut dan mengklasifikasikan ke dalam kelas-kelasnya. (Duda, et al., 2001).

2.4. Identifikasi Penulis



Gambar 2. Langkah pokok dalam mengidentifikasi penulis

Identifikasi penulis adalah suatu proses mengidentifikasi penulis dari suatu dokumen berdasarkan tulisan tangan mereka. Identifikasi seorang penulis sangat diperlukan pada beberapa bidang seperti sistem pembuat keputusan untuk ahli forensik, pembuktian biometrik pada keamanan informasi dan jaringan, administrasi kebijakan *digital*, sistem analisis dokumen dan juga merupakan suatu alat yang kuat untuk tujuan identifikasi fisiologis.

Identifikasi penulis digunakan untuk membuktikan keaslian suatu dokumen seperti rekaman, buku harian, tanda tangan, dan lain-lain yang digunakan untuk keperluan forensik. Untuk dapat mengidentifikasi penulis pada tulisan tangan aksara Lampung digunakan fitur *edge-based directional*. Fitur *edge-based* dihitung dengan menggunakan citra garis yang terdeteksi. Fitur-fitur lainnya seperti panjang kata, tinggi kata, tinggi dari garis dasar ke tepi atas, tinggi dari garis dasar ke tepi bawah, *ascender* dan *descender baseline* adalah fitur pengukuran kata (Saranya dan Vijaya, 2013).

2.4.1. Pre-processing

Pre-processing adalah tahap awal dalam pemrosesan citra agar citra dapat diproses lebih lanjut ke tahap berikutnya. Contoh tahap yang dilakukan pada saat preprocessing adalah *enhancement*, *segmentation*, *noise removal*, *binarization*, dan *normalization*.

Pre-processing merupakan serangkaian operasi yang dilakukan setelah *image acquisition* agar citra mencapai tingkat kualitas tertentu. Tahap ini bertujuan untuk meminimalisir segala bentuk penyimpangan yang terdapat dalam suatu citra tanpa

menghilangkan informasi penting yang terdapat di dalamnya, sehingga dapat meningkatkan akurasi untuk mengidentifikasi penulis. Beberapa langkah yang sering digunakan saat melakukan pra-pemrosesan seperti *noise removal*, normalisasi, dan *greyscaling* dijelaskan pada sub bab berikut.

2.4.1.1. Noise Removal

Kualitas suatu dokumen tulisan tangan sangat berdampak pada hasil akhir dari pengenalan karakter tulisan tangan. Kualitas tulisan tangan yang buruk akan memberikan hasil akurasi yang rendah, sedangkan kualitas sumber tulisan tangan yang baik akan meningkatkan keakuratan identifikasi tulisan tangan.

Noise removal sangat dibutuhkan jika citra mengandung informasi yang tidak penting dan mengganggu proses pengenalan citra, seperti buram, noda, lipatan atau gangguan lainnya. Derau tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kualitas kertas yang kurang baik, umur dokumen, kualitas tinta yang digunakan, dan sebagainya (Junaidi, 2016). *Smoothing process* merupakan contoh metode yang dapat digunakan untuk mengurangi noise pada citra. Namun masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan.

Smoothing process dapat mengurangi *noise* dengan menjadikan suatu citra menjadi buram sehingga mengurangi ketajaman. Namun menggunakan metode *smoothing* juga dapat menghilangkan detail tepi suatu citra, sedangkan tepi merupakan suatu informasi penting yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Contoh hasil *noise removal* pada suatu citra dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa citra sebelah kiri masih terdapat beberapa gangguan. Jenis gangguan pada citra tersebut berupa titik-titik yang menutupi seluruh permukaan citra yang menyebabkan citra menjadi kurang jelas. Setelah dilakukan proses *noise removal* maka hasilnya akan tampak seperti pada citra sebelah kanan.



Gambar 3. Contoh hasil *noise removal* pada suatu citra.

2.4.1.2. Normalisasi

Setelah tahap *noise removal* kemudian dilakukan tahap normalisasi. Normalisasi pada pengolahan citra berarti mentransformasikan citra ke bentuk normal yang sesuai dengan kebutuhan (Arief, 2009). Tahap ini dilakukan apabila citra yang diolah memiliki penyimpangan seperti penulisan yang miring atau tulisan yang naik-turun. Penyimpangan tersebut merupakan pengaruh dari gaya penulisan setiap orang yang berbeda-beda. Kondisi ini harus diperbaiki agar tahap proses selanjutnya tidak mengalami banyak masalah dan tingkat *error* dapat diminimalisir.

2.4.1.3. *Grayscale*

Tahap ini bertujuan untuk menyederhanakan model citra dari format *true color image* (RGB) ke dalam format skala keabuan. Dengan demikian citra *greyscale* tidak lagi berwarna, yang ada hanya citra dengan derajat keabuan. Dalam penelitian ini penulis tidak menggunakan citra biner, dengan kata lain penelitian ini tidak memerlukan tahap binerisasi. Citra yang dibutuhkan saat proses ekstraksi fitur menggunakan operator Sobel adalah citra *greyscale*. Karena itu semua citra yang masih berskala RGB dikonversikan ke dalam bentuk *greyscale*.

Secara umum untuk menghasilkan citra *greyscale*, konversi dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari R, G, dan B sehingga menghasilkan nilai *greyscale*. (Wijaya dan Tjiharjadi, 2009). Nilai *grayscale* tiap-tiap *pixel* dihitung dengan rumus:

$$\text{Grayscale} = (R + G + B) / 3 \quad (1)$$

Keterangan:

R = Nilai *Red*

G = Nilai *Green*

B = Nilai *Blue*

Pengkonversian citra RGB dalam bentuk *greyscale* dilakukan dengan menggunakan metode algoritma *average* dalam MATLAB. Kemudian citra yang sudah dalam bentuk *greyscale* dideteksi tepinya menggunakan operator Sobel. Hasil dari deteksi tepi menggunakan Sobel berupa citra biner. Citra biner bertujuan untuk mempertajam obyek sebagai *foreground* dan berlawanan dengan *background*nya. Mekanisme di balik normalisasi adalah suatu nilai *threshold* yang

menjadi suatu parameter untuk mengelompokkan pixel ke dalam salah satu dari keduanya yaitu sebagai *foreground* atau *background*.

Contoh hasil pengolahan citra dari skala RGB ke skala keabuan (greyscale) ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh hasil pengolahan citra dari skala RGB ke skala keabuan

Tingkat keabuan pada format *grayscale* dihitung dengan menggunakan nilai R (*Red*), G (*Green*) dan B (*Blue*) dalam persamaan 1. Nilai *grayscale* yang didapat dari formula ini akan menggantikan nilai RGB pada setiap *pixel* citra (Pebrianasari, et al., 2015).

2.4.2. Feature Extraction

Tujuan *feature extraction* adalah untuk mengkarakterisasi objek yang akan dikenali yang direpresentasikan sebagai hasil pengukuran yang nilainya sangat serupa dalam kategori yang sama dan sangat berbeda untuk objek dalam kategori yang berbeda (Duda, et al., 2001). Ekstraksi fitur memiliki peran paling penting dalam meningkatkan efektivitas klasifikasi dan efisiensi komputasional. Kumpulan fitur yang khas mendeskripsikan gaya penulisan dan invariansi penulis diekstrak ke dalam bentuk vektor fitur.

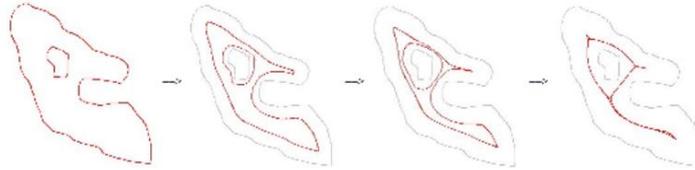
Ekstraksi fitur menggunakan *edge-based directional features* ini berbasis pada deteksi garis dan sudut pada citra. Deteksi garis berfungsi untuk memperoleh sudut-sudut yang terdapat pada objek. Definisi garis pada pengolahan citra adalah himpunan piksel yang terhubung yang terletak pada batas dua area. (Gonzales dan Wood, 2002). Perlu diketahui bahwa garis dan sudut pada citra memiliki informasi yang sangat penting. Informasi yang diperoleh dapat berupa bentuk objek atau ukuran objek. Umumnya deteksi garis dan sudut menggunakan fitur bentuk berbasis *region* atau wilayah.

2.4.2.1 Deteksi Garis Menggunakan Metode *Thinning*

Penulis menggunakan metode *thinning* atau penipisan pola citra menjadi bentuk skeleton untuk mendeteksi garis sebagai tahap awal dari ekstraksi fitur menggunakan *edge-hinge distribution*. *Thinning* (penipisan) adalah proses mengurangi suatu obyek didalam citra digital menjadi ukuran yang minimum dengan cara mereduksi menjadi rangka (skeleton). *Thinning* merupakan operasi morfologi yang digunakan untuk memperkecil ukuran geometrik objek dengan hasil akhir berupa skeleton atau rangka (Bahtiar, 2013).

Thinning hanya digunakan pada citra biner dan menghasilkan citra biner lain sebagai outputnya . *Thinning* merupakan bentuk "*pre-processing*" yang digunakan dalam banyak teknik analisis citra. *Output* dari proses *thinning* ini disebut sebagai "skeleton". Oleh karena itu, proses *thinning* bisa juga disebut sebagai "skeletonisasi". *Thinning* bertujuan untuk mengurangi bagian yang tidak perlu sehingga hanya dihasilkan informasi yang esensial saja. Pola bentuk objek hasil

penipisan tetap menyerupai bentuk pola asal. Contoh skeletonisasi objek ditunjukkan pada Gambar 5.



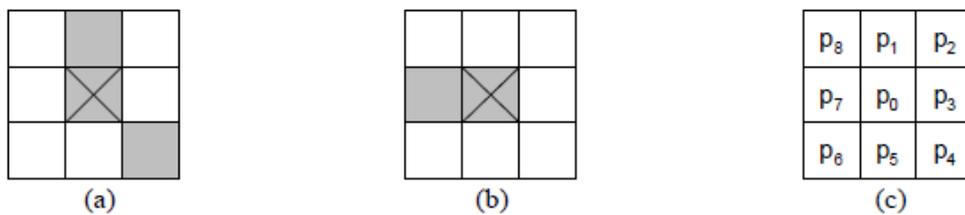
Gambar 5. Proses skeletonisasi citra suatu objek secara bertahap.

Penipisan pola merupakan proses yang iteratif yang menghilangkan pixel-pixel hitam (mengubahnya menjadi pixel putih) pada tepi-tepi objek. Jadi, algoritma penipisan mengelupas pixel-pixel pinggir objek, yaitu pixel-pixel yang terdapat pada peralihan 0 sampai 1. Algoritma penipisan pola harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. Mempertahankan keterhubungan *pixel-pixel* objek pada setiap iterasi dan tidak menyebabkan bentuk objek menjadi terputus (Gambar 6(a)).
2. Tidak memperpendek ujung lengan dari bentuk yang ditipiskan (Gambar 6(b)).

Algoritma penipisan yang umum adalah memeriksa *pixel-pixel* di dalam jendela yang berukuran 3 X 3 *pixel* dan mengelupas satu pixel pada pinggiran (batas) objek pada setiap iterasi, sampai objek berkurang menjadi garis tipis. Notasi *pixel* di dalam jendela 3 X 3 diperlihatkan pada Gambar 6(c). Algoritma bekerja secara iteratif, pada setiap iterasi dilakukan pemrosesan pada jendela yang berukuran 3 X 3 *pixel*. Algoritmanya diuraikan sebagai berikut (Nurrohman dan Ningsih, 2013).

1. Menghitung jumlah pixel objek (yang bernilai 1), N , di dalam jendela 3×3 pixel.
2. Jika N kurang atau sama dengan 2, tidak ada aksi yang dilakukan karena di dalam jendela terdapat ujung lengan objek.
3. Jika N lebih besar dari 7, tidak ada aksi yang dilakukan karena dapat menyebabkan pengikisan objek.



Gambar 6. (a) Penghapusan pixel pinggir menyebabkan ketidakterhubungan, (b) Penghapusan pixel pinggir memperpendek lengan objek, (c) notasi pixel yang digunakan untuk memeriksa keterhubungan.

4. Jika N lebih besar dari 2, periksa apakah penghilangan pixel tengah menyebabkan objek tidak terhubung. Jika jumlah peralihan 0 - 1 di dalam barisan tersebut sama dengan 1, berarti hanya terdapat satu komponen terhubung di dalam jendela 3×3 . Pada kasus ini, dibolehkan menghapus *pixel* tengah yang bernilai 1 karena penghapusan tersebut tidak mempengaruhi keterhubungan.

Definisi yang berbeda dari skeleton objek gambar, dan berbagai sudut pandang pada proses perhitungan telah diturunkan ke dalam prosedur skeletonisasi yang beragam. Teknik-teknik ini termasuk prosedur untuk tahap pra pemrosesan dengan tujuan meningkatkan keakuratan dan efisiensi skeletonisasi yang bertujuan

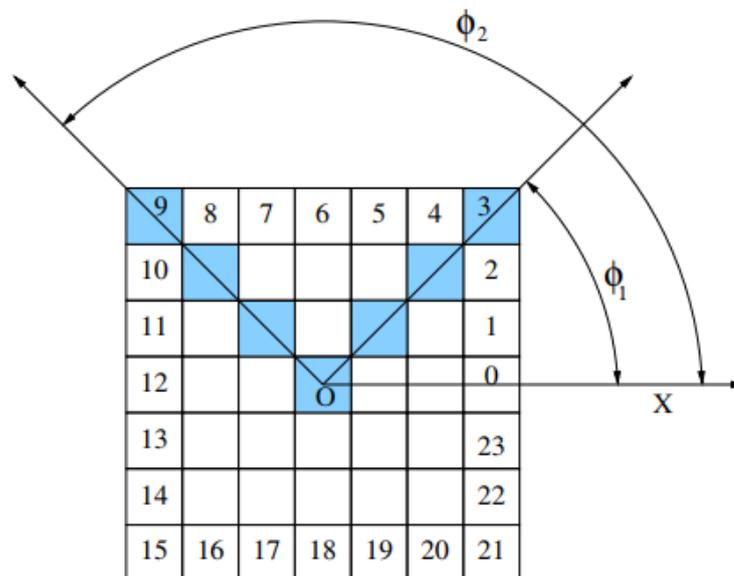
untuk mengurangi kerumitannya, menghilangkan cabang palsu yang dianggap *noise* dengan tujuan meningkatkan keakuratan dan stabilitas hasil akhir.

Sifat yang diinginkan dari prosedur skeletonisasi meliputi.

1. Kelengkapan kerangkanya. Tidak ada wilayah yang tidak diwakili oleh kerangka. Dengan kata lain, setiap titik pada objek memiliki titik yang sesuai dalam kerangka, yang berkorespondensi banyak-ke-satu. Kerangka komponen yang terhubung adalah komponen yang terhubung.
2. Tipis: idealnya memiliki ketebalan satu piksel.
3. Kesederhanaan. Kerangkanya tidak boleh terlalu banyak detail yang akan menjadikan citra berantakan. Algoritma harus sesuai dengan prinsip informasi minimum yang mendasarinya.
4. Kerangka yang dihasilkan harus berpusat di dalam bentuk.
5. Setiap cabang kerangka mewakili bagian yang signifikan dari bentuk.
6. Ketahanan terhadap transformasi bentuk yang non fleksibel dari objek (yaitu *scale invariant* dan *rotation invariant*).
7. Stabilitas: Memiliki variasi yang halus dari kerangka dengan perubahan kecil pada bentuk lekukan. Dengan kata lain, kerangka serupa harus mewakili objek serupa, dan objek yang berbeda harus memiliki kerangka yang berbeda.
8. Reversibilitas, yaitu kemungkinan untuk merekonstruksi bentuk asli dari kerangka, juga merupakan sifat yang diinginkan dari kerangka yang dihasilkan. Namun rekonstruksi yang tepat kadang-kadang tidak mungkin diperoleh dari kerangka yang sederhana, teratur, dan dengan ketebalan satu piksel. (Iraola, 2009).

2.4.2.2. Edge-Hinge Distribution

Distribusi *edge-hinge* dibutuhkan untuk menangkap lengkungan dari jejak tinta yang terdapat pada suatu dokumen tulisan tangan yang memiliki ciri khas atau keistimewaan tersendiri untuk tiap penulis yang berbeda. Distribusi *edge-hinge* terkalkulasi dengan bantuan sudut lokal sepanjang tepi (Saranya dan Vijaya, 2013). Fitur *edge-hinge* mempertimbangkan dua fragmen tepian yang muncul dari piksel pusat dan kemudian menghitung distribusi probabilitas gabungan dari orientasi dua fragmen 'hinge'. Setiap penulis memiliki probabilitas yang berbeda dan tentu dapat memberikan dasar yang sangat efektif untuk identifikasi penulis (Bulacu, et al., 2007). Ekstraksi *edge-hinge distribution* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Ekstraksi *edge-hinge distribution* (Bulacu, et al., 2007).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat *experimental* dengan dataset sebagai bagian yang tak terpisahkan dari proses eksperimen. Metodologi yang diterapkan untuk penelitian ini merujuk pada kerangka kerja pengenalan pola secara umum seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tahapan Penelitian

3.2. Dataset

Pengumpulan data untuk identifikasi penulis pada tulisan tangan aksara Lampung ini menggunakan dataset yang digunakan pada disertasi milik Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, S.Si., M.Sc. (Junaidi, 2016) sebanyak 82 dokumen asli dengan tulisan tangan aksara Lampung. Dokumen yang terdapat dalam dataset tersebut sudah *discan* dan disimpan dengan format PPM dan dapat didownload pada link <http://patrec.cs.tu-dortmund.de/cms/en/home/Resources/index.html>. Penulis tidak menggunakan dataset dari sumber lain karena menurut sepengetahuan penulis, hanya dataset tersebut yang tersedia secara bebas tanpa perlu registrasi terlebih dahulu dan tanpa biaya.

3.2.1. Training Set dan Testing Set

Tahap ini akan melakukan pemisahan dataset atau citra yang sudah dikumpulkan pada tahap sebelumnya menjadi dua bagian yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* atau data latih merupakan suatu data yang digunakan untuk melatih suatu sistem agar dapat mengenali pola dari data tersebut dan model atau data acuan dalam pengenalan suatu pola. Data *testing* atau data uji merupakan representasi data masukan baru yang akan diprediksi kelasnya menggunakan model yang dibangun dari data latih (*training*). Proses ini membuat data baru untuk dievaluasi oleh sistem tersebut. Berdasarkan kecocokan pola dari data masukan dengan data yang tersimpan/terekam pada model tersebut.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini difasilitasi oleh Laboratorium Komputasi Dasar Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Jalan Soemantri Bojonegoro No.1 Gedong Meneng, Bandar Lampung. Penelitian ini telah dimulai pada pertengahan semester genap tahun ajaran 2017/2018.

3.4. Perangkat Pendukung

Penelitian ini membutuhkan perangkat pendukung meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut ini adalah rincian perangkat yang dibutuhkan.

3.4.1. Alat Penelitian

- a. Perangkat Keras
 - Laptop dengan spesifikasi *Processor* Intel(R) Core(TM) i3-3217U 64-Bit, *Harddisk* 500 GB, dan RAM 4 GB.
- b. Perangkat Lunak
 - Sistem Operasi Windows 10 64-Bit.
 - MATLAB R2013b

3.4.2. Bahan Penelitian

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset tulisan tangan aksara Lampung (Junaidi, 2016). Dataset ini terdiri dari 82 dokumen hasil *scan* halaman yang berisi tulisan tangan aksara Lampung. Dataset ini juga menyediakan semua citra karakter individual yang telah dipisahkan dari halaman asalnya. Jumlah citra

karakter setiap dokumen tidak sama karena dipengaruhi oleh besar kecilnya karakter hasil gaya penulisan para kontributor dataset.

3.5. Tahapan Penelitian

Sub bab ini menjelaskan tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahapan yang dijelaskan merupakan penjelasan secara teknis, apa saja yang dikerjakan dalam proses penelitian ini.

3.5.1. *Pre-Processing* dan Ekstraksi Fitur

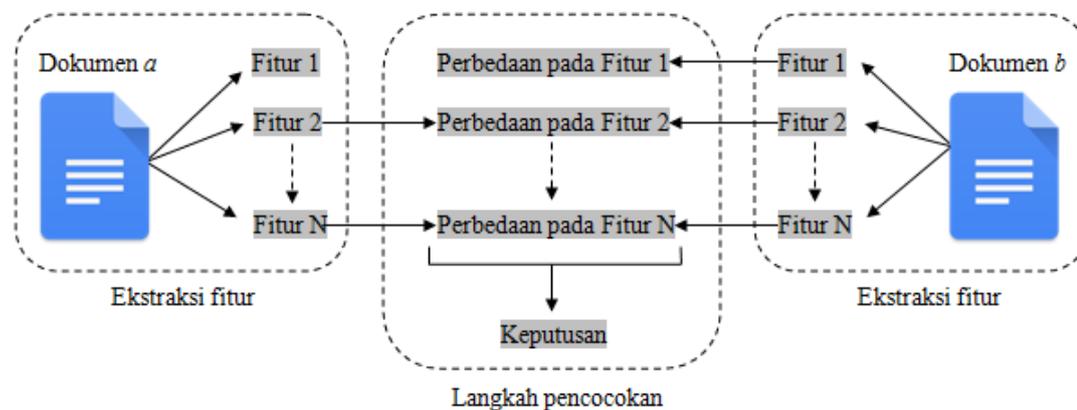
Tahapan pra pemrosesan merupakan tahap awal sebelum data diproses. Langkah ini bertujuan agar data citra yang akan diproses memiliki tingkat kualitas tertentu sesuai dengan kebutuhan proses selanjutnya.

Setelah data siap untuk diolah kemudian dilakukan ekstraksi fitur menggunakan *Edge-Based Directional*. Deteksi garis pada citra diperoleh dengan bantuan metode *thinning* atau skeletonisasi. Sudut ditentukan berdasarkan citra skeleton yang sudah terbentuk. Dokumen yang telah diekstraksi kemudian dilakukan pencocokan dengan dokumen latih sebagai penentu untuk hasil identifikasi penulis.

3.5.2. Mencocokkan Fitur Vektor

Pencocokan dokumen a (input baru) dengan dokumen b (hasil latih), dapat dihitung berdasarkan jarak fitur-fiturnya (Al-Madeed, et al., 2016). Langkah

mencocokkan input dengan data latih untuk mengidentifikasi penulis diilustrasikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema pengujian pada tahapan penelitian (Al-Madeed, et al.,2016).

Pada skema di atas dijelaskan bahwa baik dokumen *a* maupun *b* telah melalui proses ekstraksi fitur. Langkah pencocokan antara dokumen *a* dengan dokumen *b* dilakukan setelah fitur-fitur dari kedua dokumen tersebut lengkap. Kemudian fitur dari kedua dokumen dibandingkan untuk mendapatkan keputusan. Pengambilan keputusan didasarkan pada jarak atau selisih antara kedua dokumen. Semakin kecil jaraknya semakin mirip antara dokumen *a* dengan *b*. Hal ini berarti dokumen *a* berpeluang besar ditulis oleh orang yang juga menulis dokumen *b* yang sedang dicocokkan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa batas yang ditentukan menjadi penentu keputusan pada proses pencocokan dokumen dengan *dataset* yang ada. Dokumen *a* dijadikan sebagai dokumen yang akan diuji, dan dokumen *b* yang merupakan dokumen dari penulis 1 hingga penulis 82 sebagai dokumen yang akan dicocokkan dengan dokumen yang akan diuji.

Untuk menentukan jarak tersebut dapat menggunakan rumus *chi square* sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{n=1}^{size} \frac{(F_a(n) - F_b(n))^2}{F_a(n) + F_b(n)} \quad (2)$$

Keterangan:

$F_a(n)$ = frekuensi data input

$F_b(n)$ = frekuensi prediksi (harapan)

Rumus menghitung jarak menggunakan *chi square* banyak digunakan pada pengenalan pola untuk menghitung jarak antara dua buah histogram, yaitu histogram citra input dan histogram citra basis data (Lionnie & Alaydrus, 2016).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ekstraksi fitur menggunakan Edge-Based Directional Feature telah berhasil dilakukan untuk mengidentifikasi penulis pada tulisan tangan aksara Lampung.
2. Akurasi yang didapatkan dari penelitian menggunakan fitur berbasis garis dan sudut ini adalah sebesar 75,6%. Hasil ini adalah tingkat akurasi yang pertama kali untuk pengidentifikasian penulis pada aksara Lampung menggunakan *Edge-Based Directional Feature*.

5.2. Saran

1. Mengekstraksi lebih banyak informasi yang lebih spesifik menggunakan fitur *Edge-Based Directional* agar akurasi dapat ditingkatkan.
2. Menggunakan fitur atau metode pembandingan agar dapat membandingkan hasil akurasi dari masing-masing fitur atau metode.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Madeed, S., Hassaine, A., Bouridane, A. & Tahir, M. A., 2014. *Novel Geometric Features For Off-Line Writer Identification*. London, Springer.
- Arief, A. F., 2009. *Perangkat Lunak Pengkonversi Teks*. [Online] Available at: http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9291-Abstract_id.pdf [Accessed 7 Juni 2018].
- Bahtiar, R., 2013. *Pengenalan Citra, Teori, Dan Aplikasi*. [Online] Available at: <https://www.slideshare.net/RoziqBahtiar/pcd-7> [Accessed 31 Oktober 2018].
- Bulacu, M. L., Schomaker, L. & Vuurpijl, L., 2007. Writer Identification Using Edge-Based Directional Features. In: *Statistical Pattern Recognition For Automatic Writer Identification And Verification*. Edinburgh: IEEE, pp. 937-941.
- Daniels, A. Z. & Baird, S. H., 2013. *Discriminating Features for Writer Identification*. Washington, DC, USA, IEEE.
- Duda, R. O., Hart, P. E. & Stork, D. G., 2000. Introduction. In: *Pattern Classification*. New York, NY, USA: Wiley-Interscience, pp. 3-19.
- Gonzalez, R. C. & Woods, R. E., 1992. *Digital Image Processing*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Iraola, A. B., 2009. *Skeleton Based Visual Pattern Recognition : Applications To Tabletop Interaction*. San Sabastian: EHU.
- Jaspan, M., 1964. *Folk literature of South Sumatra: Redjang-Ka-Ga-Nga texts*. Canberra: The Australian National University.
- Junaidi, A., 2016. *Lampung Handwritten Character Recognition*. Dortmund: Universitätsbibliothek Dortmund.

- K., S. & MS, V., 2013. *An interactive Tool for Writer Identification based on Offline Text Dependent Approach*. (IJARAI) International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Volume II, pp. 34-35.
- Kadir, A. & Susanto, A., 2013. *Teori aplikasi dan pengolahan citra*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
- Lionnie, R. & Alaydrus, M., 2016. *Survei Penelitian Pengenalan Pola dalam Identifikasi Biometrik*. IncomTech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, Volume VII, pp. 30-31.
- Munandar, I., Cahyono, E. B. & Nuryasin, I., 2017. *Implementasi Algoritma Deteksi Tepi Untuk Menentukan Kualitas Surface Pada Mutiara Laut Dengan Menggunakan Metode Sobel (Study Kasus PT. AUTORE Pearl Farm Show Room)*, Malang: UMM.
- Németh, G., Kovács, G., Fazekas, A. & Palágyi, K., 2016. *A Method for Quantitative Comparison of 2D*. Acta Polytechnica Hungarica , Volume XIII, pp. 123-142.
- Ningsih, S. F. & Luqman, N., 2013. *Penipisan Pola Citra (Thinning)*. [Online] Available at: <http://srifitri07.blogspot.com/2013/12/penipisan-pola-citra-thinning.html> [Accessed 4 Juli 2018].
- Pandey, A., 2016. *Preliminary Proposal To Encode The Kerinci Script In Unicode*. [Online] Available at: <https://unicode.org/L2/L2016/16073-lampung.pdf>. [Accessed 30 Oktober 2018].
- Pebrianasari, V., Mulyanto, E. & Dolphina, E., 2015. *Analisis Pengenalan Motif Batik Pekalongan*. Techno.COM, Volume XIV, pp. 281-190.
- Putra, D., 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
- Schomaker, L., 2007. *Advances in Writer Identification and Verification*. Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007), Volume II, pp. 769-773.
- Soesandireja, 2010. *Surat Ulu, Sekerabat Aksara di Sumatra Bagian Selatan*. [Online] Available at: www.wacana.co/2010/02/surat-ulu-aksara-kaganga-aksara-rencong-aksara-kerinci-dan-aksara-lampung/ [Accessed 14 Oktober 2017].

Wijaya, M. C. & Tjiharjadi, S., 2009. *Mencari Nilai Threshold Yang Tepat Untuk Perancangan*, Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009).