

PELABELAN HURUF PADA PRASASTI TEMBAGA MENGGUNAKAN THINNING STENTIFORD DAN CONNECTED COMPONENT LABELLING

Christina Purnama Yanti¹⁾, I. G. A. A Mas Aristamy²⁾, I. B. Nyoman Pacima³⁾

¹ Program Studi Teknik Informatika, STMIK STIKOM Indonesia

² Program Studi Teknik Informatika, STMIK STIKOM Indonesia

³ Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha

Email: christinapy@stiki-indonesia.ac.id, agungmas.aristamy@stiki-indonesia.ac.id, gus.pascima@undiksha.ac.id

ABSTRAK

Indonesia memiliki beragam peninggalan sejarah, salah satunya adalah prasasti tembaga. Banyak huruf-huruf pada prasasti tidak dapat dikenali dengan baik oleh peneliti karena berbagai kendala, salah satunya kondisi dimana guratan huruf yang tertulis pada prasasti saat ini banyak yang rusak yang disebabkan oleh patina. Patina adalah lapisan yang timbul karena proses oksidasi dan menutupi permukaan tembaga. Penelitian dilakukan dengan memberi label berbeda pada setiap karakter huruf dimana karakter satu dengan yang lain dapat dipisahkan berdasarkan label yang dimilikinya sehingga membantu peneliti dalam mengenali huruf-huruf pada prasasti Kintamani dan dapat melestarikan peninggalan sejarah salah satunya prasasti Kintamani. Tahapan penelitian ini meliputi: akuisisi citra, preprosesing, konversi ruang warna RGB ke dalam ruang warna HSV, binerisasi, penipisan menggunakan metode *Thinning Stentiford* dan terakhir yaitu tahapan pelabelan huruf dengan metode *Connected Component Labelling*. Dari hasil pengujian menggunakan metode *Blackbox*, sistem sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan hasil pengujian pelabelan dari beberapa citra, huruf pada prasasti sudah dapat diberi label hanya saja ada beberapa *noise* pada citra yang terdeteksi sebagai huruf.

Kata kunci: Prasasti, Huruf, Pelabelan, *Connected Component Labelling*

ABSTRACT

Indonesia has a variety of historical relics, one of which is a copper inscription. Many letters on the inscription can not be recognized well by researchers because of various obstacles, one of them is the condition where the letter strokes written on the inscription are damaged. The study was conducted by labeling each character letter where one character can be separated based on the label they have so that it helps researchers in recognizing the letters on the Kintamani inscription and can preserve historical relics, one of which is the Kintamani inscription. The stages of this research include: image acquisition, preprocessing, converting RGB color space into HSV color space, binarization, thinning using the Thinning Stentiford method and finally the stages of labeling the letters with the Connected Component Labeling method. From the test results using the Blackbox method, the system is running as desired. While the results of labeling tests from several images, the letters on the inscription can already be labeled except that there is some noise in the image detected as letters.

Keywords : *Inscription, Letter, Labelling, Connected Component Labelling*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki beragam peninggalan sejarah, salah satunya adalah prasasti tembaga. Bali adalah salah satu daerah di Indonesia yang memiliki berbagai jenis peninggalan prasasti tembaga [1]. Prasasti merupakan piagam kerajaan yang dikeluarkan oleh pejabat atau raja yang berwenang pada masa lampau [2]. Prasasti tembaga berisi tentang mantra-mantra keagamaan, ketetapan hukum, larangan berlalu lalang di sekitar tempat suci, pemisahan pemerintahan dan sebagainya [3]. Melihat kondisi dimana para peneliti mulai sulit untuk mengenali huruf-huruf pada prasasti tembaga kuno yang rentan rusak, maka perlu dilakukan upaya untuk mengenali melestarikan huruf-huruf pada prasasti dengan memanfaatkan kemajuan teknologi [4].

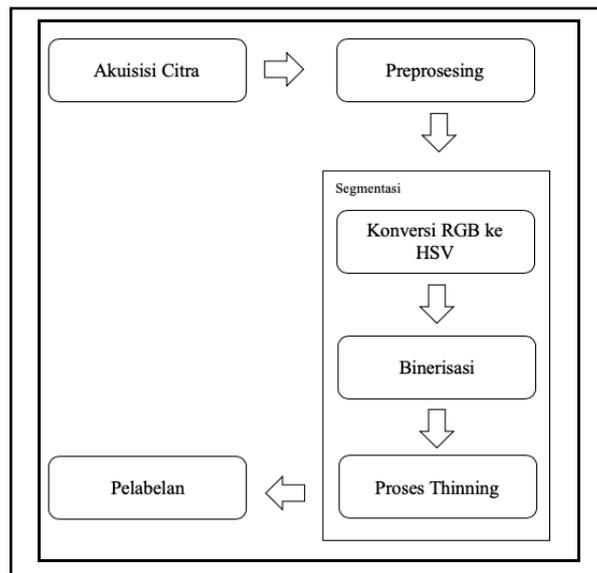
Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan digitalisasi terhadap huruf-huruf pada prasasti. Naskah dalam bentuk digital memiliki manfaat yang besar terutama bagi dunia pendidikan dimana para peneliti dapat menggunakan naskah tersebut untuk proses penelitian ilmiah. Selain itu media dokumentasi digital juga dapat terpelihara dan diteruskan pada media pendukung lainnya agar tidak hilang termakan jaman. Keprihatinan ini menjadikan pemicu untuk membuat sebuah aplikasi yang memanfaatkan teori pengolahan citra digital dimana nantinya akan mengolah data citra prasasti tembaga kuno kemudian dilakukan digitalisasi dan pemberian label pada huruf-huruf prasasti tembaga kuno. Metode pengolahan citra yang tepat sangat mempengaruhi hasil segmentasi suatu citra, terutama citra berwarna dan bertekstur [5]. *Thinning* menjadi salah satu aspek dalam preprosesing atau pengolahan citra disamping *grayscale*, *thresholding*, binerisasi dan banyak tahapan lainnya yang dikembangkan. *Thinning* merupakan tahap dalam preprosesing yang berfungsi untuk menyederhanakan objek dalam citra agar proses penghitungan dan pengolahan selanjutnya menjadi semakin cepat, ringan dan mudah. Untuk proses pelabelan citra, menggunakan metode *Connected Component Labelling* dimana pemberian label berbeda pada setiap karakter sehingga karakter yang satu dengan yang lain dapat dipisahkan berdasarkan label yang dimilikinya [6]. Selain dapat melestarikan salah satu peninggalan budaya, aplikasi juga dapat membantu mengenali setiap karakter huruf-huruf kuno pada prasasti tembaga.

Pada tahun 2018, peneliti juga telah melakukan penelitian terhadap prasasti tembaga kuno namun memiliki kelemahan bahwa bentuk huruf pada prasasti masih belum tersegmentasi dengan bagus dan waktu komputasi yang lama. Oleh sebab itu dilakukan penelitian kembali terhadap prasasti tembaga kuno yang diharapkan dapat menutupi kelemahan dari penelitian sebelumnya yaitu waktu komputasi yang relatif lebih cepat dan huruf pada prasasti dapat tersegmentasi dengan baik serta dapat mengenali setiap huruf pada prasasti. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya oleh C.P Yanti [4] dengan judul "*Thinning Stentiford Algorithm For Kintamani Inscription Image Segmentation*" dimana pada penelitian sebelumnya melakukan segmentasi terhadap huruf pada prasasti. Oleh karena itu penelitian ini akan melakukan pengenalan huruf dengan cara memberikan label di setiap huruf yang terdeteksi. Penelitian sejenis lainnya adalah penelitian oleh Prabangkoro dengan judul penelitian "*Algoritma Thinning Stentiford Untuk Mendapatkan Bentuk Dasar Huruf*" [7]. Penelitian tersebut membahas tentang penggunaan metode operasi morfologi *Thinning Stentiford* yang cocok digunakan pada perbaikan bentuk dari karakter huruf yang ada pada prasasti tembaga.

Pengumpulan data dan penggalian informasi dilakukan pada kecamatan Kintamani, provinsi Bali dimana prasasti tembaga kuno paling banyak ditemukan pada daerah tersebut dan dibantu oleh peneliti Balai Arkeologi Denpasar. Data citra prasasti tembaga kuno kemudian diolah pada proses pengolahan citra yaitu prasasti Kintamani dimana prasasti tersebut ditulis menggunakan huruf Jawa Kuno atau huruf Kawi.

2. METODE

Sesuai dengan apa yang telah dijelaskan, proses pengolahan citra prasasti Kintamani yang ditemukan di kecamatan Kintamani sebagai topik penelitian. Topik ini sudah tentu melihat prasasti Kintamani dan fenomena-fenomena yang ada disekitarnya. Hasil pengumpulan dari data-data terkait akan dikaji dengan metode serta teori yang dirasa tepat dalam pengerjaan penelitian ini. Secara garis besar, penelitian ini akan menghasilkan prototype aplikasi komputer yang dapat digunakan untuk melakukan pengenalan huruf kawi pada citra prasasti Kintamani. Tahap awal penelitian ini adalah analisis masalah. Permasalahan yang terjadi adalah prasasti tembaga peninggalan sejarah masa lampau semakin sulit untuk dibaca dikarenakan prasasti rentan rusak yang diakibatkan oleh patina. Hal tersebut menyebabkan prasasti tembaga kedepannya akan menjadi punah. Oleh karena itu dilakukan studi literatur untuk mencari referensi – referensi baik terkait permasalahan yang terjadi. Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang dijadikan sebagai pengujian sistem. Data yang dibutuhkan adalah data citra prasasti tembaga kuno yaitu prasasti Kintamani. Desain sistem dirancang sesuai dengan studi literatur dan hasil analisis data yang dilakukan dan dipaparkan lebih lanjut pada alur sistem. Hasil prototype sistem yang dihasilkan dari tahap implementasi kemudian diuji. Tahap akhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan dan melakukan penulisan laporan penelitian. Adapun alur sistem ini dijelaskan pada bagan sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Sistem

Adapun alur sistem pada gambar 1 adalah sebagai berikut:

A. Akuisisi Citra

Akuisisi Citra merupakan proses pengambilan data dari data analog ke digital yaitu dari prasasti menjadi citra prasasti menggunakan kamera CANON EOS M10. Tahap ini diawali dengan melakukan digitalisasi terhadap salah satu prasasti tembaga di Balai Arkeologi Denpasar. Untuk proses selanjutnya dibutuhkan prasasti dalam bentuk *file* citra prasasti. Maka dari itu digunakan kamera untuk proses pengambilan citra dari prasasti tembaga. Gambar 2 adalah hasil akuisisi citra prasasti tembaga Kintamani.



Gambar 2. Hasil Akuisisi Citra Prasasti Tembaga Kintamani

B. Preprocessing

Setelah dilakukan akuisisi citra, selanjutnya dilakukan proses preprocessing. Proses preprocessing meliputi pemotongan (cropping) citra, kemudian proses mengurangi noise yang ada pada citra menggunakan adobe photoshop. Berikut adalah salah satu proses pemotongan citra pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pemotongan Citra Prasasti Tembaga Kintamani

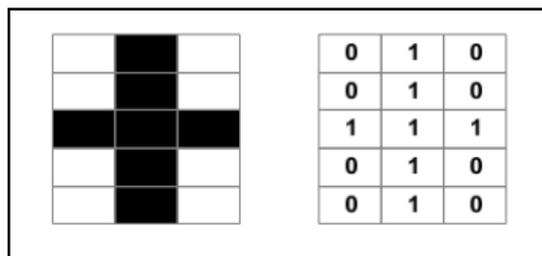
Selain dilakukan pemotongan citra, proses preprocessing juga dilakukan proses median filter. Proses median filter ini digunakan untuk mengurangi noise atau derau di citra. Median Filter cukup populer

karena jenis filter ini cukup handal dalam mengurangi noise pada beberapa tipe noise acak. Median filter menggantikan nilai sebuah piksel dengan nilai median dari level keabuan (gray level) pada piksel-piksel yang berdekatan. Persamaan 1 menjelaskan model dari prinsip tersebut [8].

C. Segmentasi

Proses segmentasi atau pemisahan citra huruf dengan background atau segmentasi dilakukan dengan tiga tahap yaitu:

1. Melakukan konversi dari warna RGB (*Red Green Blue*) ke warna HSV (*Hue, Saturation, Value*). Model warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue, Saturation*, dan *Value*. *Hue* menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. *Hue* dipakai untuk membedakan warna – warna dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*), dan sebagainya dari cahaya. *Hue* berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya. *Saturation* menyatakan tingkat kemurnian suatu warna yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. *Value* adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata. Selain itu jarak warna HSV adalah murni dan konsepnya yang hampir seragam maka proses kuantisasi pada HSV dapat dihasilkan dari mengumpulkan warna pada dan lengkap [9]. Alasan penggunaan ruang warna HSV adalah penggunaan kuantisasi ruang warna HSV dapat meningkatkan pengenalan tekstur di dibandingkan dengan ruang warna lainnya[8]. Dari proses tersebut didapatkan bahwa piksel-piksel yang berisi huruf terdapat jelas pada citra komponen *Value* sedangkan pada komponen *Hue* dan *Saturation* kurang begitu jelas dari gambar huruf tersebut.
2. Proses binerisasi dimana mengubah citra menjadi citra hitam putih. Citra pada komponen *value* selanjutnya dikonversi ke dalam bentuk citra biner. Bentuk biner disini dimaksudkan adalah citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih sehingga setiap piksel pada citra direpresentasikan dengan 1 bit (0 dan 1) dimana bilangan 0 tersebut sering diasosiasikan dengan warna putih dan 1 untuk warna hitam.



Gambar 4. Citra Biner dan Matriks Array Citra Biner

Secara umum proses binerisasi citra gray scale untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan :

x adalah baris *pixel* citra

y adalah kolom *pixel* citra

Fungsi g(x,y) adalah citra biner

Fungsi f(x,y) adalah citra *grayscale*

T adalah nilai ambang

Nilai T dapat ditentukan dengan salah satu dari 3 cara berikut.

1. Nilai Ambang Global (Global Threshold)

$$T = T\{f(x,y)\}$$

dengan T tergantung pada nilai gray level dari pixel pada posisi x,y.

2. Nilai Ambang Lokal (Local Threshold)
 $T = T\{A(x,y), f(x,y)\}$
 dengan T tergantung pada properti pixel tetangga. $A(x,y)$ menyatakan nilai pixel tetangga.
3. Nilai Ambang dinamis (Dynamic Threshold)
 $T = T\{x,y, A(x,y), f(x,y)\}$
 dengan T tergantung pada koordinat-koordinat pixel.

Metode yang digunakan adalah Otsu Tresholding. Metode Otsu merupakan metode populer diantara metode thresholding dan metode terbaik untuk mendapatkan nilai tresholding secara otomatis[9]. Metode otsu bertujuan untuk membagi histogram citra keabuan kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis tanpa adanya bantuan dari pengguna untuk memasukkan nilai ambang. Pendekatan yang dilakukan oleh metode otsu yaitu dengan analisis diskriminan yang menentukan suatu variabel sehingga dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Untuk memisahkan objek dengan latar belakang analisis diskriminan akan memaksimumkan variabel tersebut. Formulasi dari metode otsu adalah sebagai berikut:

Nilai Ambang yang akan dicari dari suatu citra gray level dinyatakan dengan k. Nilai k berkisar antara 1 sampai dengan L, dengan nilai $L = 255$.

Probabilitas setiap pixel pada level ke i dapat dinyatakan:

$$p_i = n_i / N \quad (2)$$

dengan :

N menyatakan total jumlah pixel pada citra.

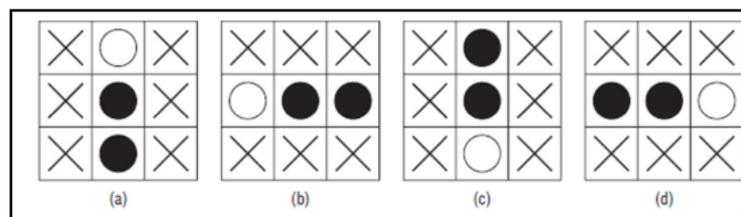
n_i menyatakan jumlah pixel pada level ke i

Pada gambar 5 merupakan hasil binerisasi menggunakan metode otsu.



Gambar 5. Hasil Binerisasi Citra

3. Proses thinning untuk mendapatkan bentuk huruf. Thinning bertujuan untuk mengurangi bagian yang tidak perlu (redundant) sehingga hanya dihasilkan informasi yang essential saja. Pola hasil penipisan harus tetap menyerupai bentuk pola asal. Metode yang digunakan adalah Thinning Stentiford[10]. Algoritma ini ditemukan oleh Stentiford pada tahun 1983. Algoritma ini menggunakan template 3x3 dimana template yang sesuai pada gambar maka dihapus (menjadi putih) pada tengah piksel. Gambar 6 menunjukkan template yang digunakan pada thinning Stentiford.



Gambar 6. Template untuk identifikasi piksel yang dapat dihapus pada algoritma thinning Stentiford

Adapun langkah-langkah algoritma Thinning Stentiford adalah sebagai berikut 3 [10]:

- a. Temukan lokasi piksel (i,j) dimana piksel sesuai dengan template M1.
- b. Jika piksel tengah bukan titik akhir, dan connectivity number = 1 maka tandai piksel ini untuk selanjutnya dihapus
- c. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk semua lokasi piksel yang sesuai dengan template M1

- d. Ulangi langkah 1 sampai 3 untuk template M2, M3 dan M4
- e. Jika ada piksel yang sudah ditandai untuk dihapus, kemudian hapus piksel tersebut dengan menentukan piksel tersebut menjadi putih
- f. Jika ada piksel yang telah dihapus pada langkah 5, kemudian ulangi proses sebelumnya dari langkah 1; sampai berhenti.

4. Proses Pelabelan

Bentuk huruf telah didapat dari proses Thinning dimana nantinya akan diberikan label pada setiap huruf sehingga setiap huruf dapat dipisahkan menggunakan metode *Connected Component Labelling*. Pemberian label bertujuan agar setiap huruf nantinya dapat dipisahkan dengan huruf lainnya berdasarkan label yang dimilikinya. Hasil pelabelan menggunakan metode *Connected Component Labelling* ditentukan pula oleh jumlah konektivitas yang digunakan pada saat melakukan pengecekan label tetangga terdekat. ada dua jenis konektivitas yang digunakan pada citra dua dimensi yaitu 4-Konektivitas (4-Connected Neighbors) dan 8-Konektivitas (8-Connected Neighbors), tetapi yang digunakan pada penelitian ini adalah 4-Konektivitas karena pada 4-Konektivitas jika terdapat 2 pixel yang bersinggungan secara diagonal maka akan dianggap sebagai 2 objek.

	$P(x, y-1)$	
$P(x-1, y)$	$P(x, y)$	$P(x+1, y)$
	$P(x, y+1)$	

Gambar 7. 4 Konektivitas CCL

Pemberian label untuk piksel yang terkoneksi dengan melakukan scanning terhadap semua piksel citra dari piksel paling atas yaitu mulai dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah. Tujuan dari aktifitas ini adalah untuk menemukan cluster terhadap region-region di dalam citra biner. Metode pelabelan dengan menggunakan *Connected Component Labelling* dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

- a. Cek nilai piksel pertama pada citra masukan yaitu pada baris 1 kolom ke 1.
- b. Apabila nilai tersebut 0 (*background*), lewati dan pindah ke kolom selanjutnya pada baris yang sama.
- c. Apabila piksel bernilai 1, cek nilai piksel tetangganya.
 - a) Apabila tetangga terdekatnya (*neighbour*) belum terlabel, beri label pada piksel yang ditinjau dengan label 1.
 - b) Apabila memiliki satu tetangga terdekat yang sudah terlabel, beri label yang sama dengan label tetangga.
 - c) Apabila memiliki lebih dari satu tetangga terdekat dengan label berbeda, beri label menggunakan label terkecil dari tetangga-tetangga tersebut.
 - d) Setiap selesai melakukan pelabelan dan bertemu kembali dengan *background*, perbarui indeks label.
- d. Lakukan proses ini sampai keseluruhan baris dan kolom dicek.

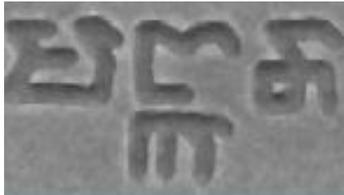
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses penelitian yang dilakukan, terdapat hasil meliputi hasil konversi RGB ke dalam ruang warna HSV, implementasi antarmuka, hasil pengujian sistem menggunakan metode Blackbox, hasil Thinning menggunakan Thinning Stentiford, dan hasil pelabelan menggunakan *Connected Component Labelling*.

1. Hasil Konversi RGB ke dalam Ruang Warna HSV

Langkah awal proses pelabelan citra adalah mengubah ruang warna citra dari awalnya adalah RGB menjadi ruang warna HSV. Sebelumnya citra hasil digitalisasi, dilakukan cropping untuk mempermudah pelabelan huruf pada citra. Tabel 1. Contoh Penentuan Ruang Warna HSV.

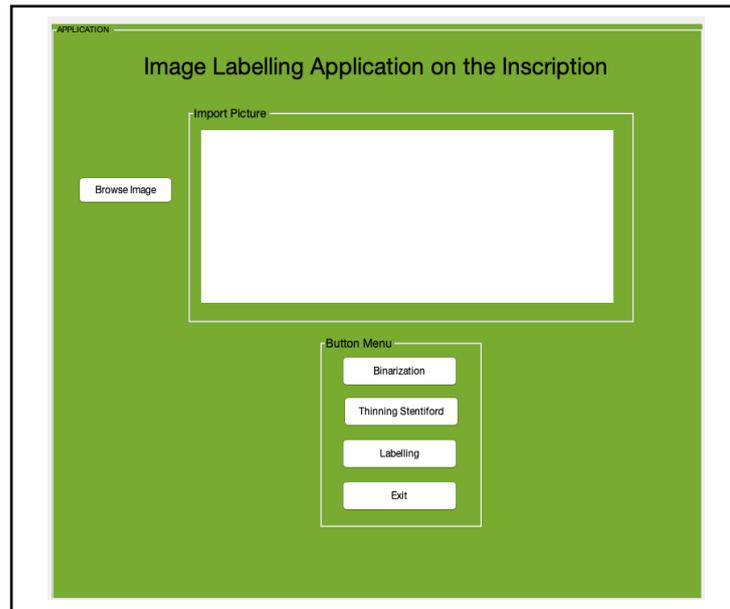
Tabel 1. Penentuan Ruang Warna HSV

Ruang Warna	Citra Prasasti
Citra Asli	
Hue	
Saturation	
Value	

Citra yang didapatkan ada 3 yaitu citra komponen *Hue*, *Saturation* dan *Value*. Sangat jelas dari proses diatas bahwa komponen *Value* terlihat citra huruf kuno yang akan dilakukan proses segmentasi. Oleh karena itu komponen *Value* digunakan dalam proses selanjutnya.

2. Implementasi Antarmuka

Dalam penelitian ini, antarmuka dibuat menggunakan MATLAB R2017b. Tampilan antarmuka dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Antarmuka Sistem

Sistem menggunakan bahasa Indonesia dimana pada bagian *header* aplikasi terdapat judul aplikasi yaitu *"Image Labelling Application on the Inscription"*. Dibagian bawah *header*, disebelah kiri terdapat tombol *"Browse Image"* untuk mengunggah gambar dari direktori folder. Gambar yang berhasil diunggah, akan tampil di kotak *"import picture"*. Pada bagian bawah gambar yang berhasil diunggah, terdapat empat tombol yaitu *"Binarization"*, *"Thinning Stentiford"*, *"Labelling"*, dan *"Exit"*. Tombol *"Binarization"* berfungsi untuk menampilkan citra yang telah dilakukan binarisasi. Tombol *"Thinning Stentiford"* berfungsi untuk menampilkan citra yang telah dilakukan penipisan (*thinning*). *"Labelling"* berfungsi untuk menampilkan hasil proses labeling huruf pada citra prasasti. Dan tombol *"Exit"* berfungsi untuk keluar dari aplikasi.

3. Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Metode *Blackbox*
 Pengujian terhadap antarmuka dilakukan dengan metode *Blackbox*. Metode ini menguji apakah hasil masukan sesuai dengan hasil keluaran yang di harapkan.

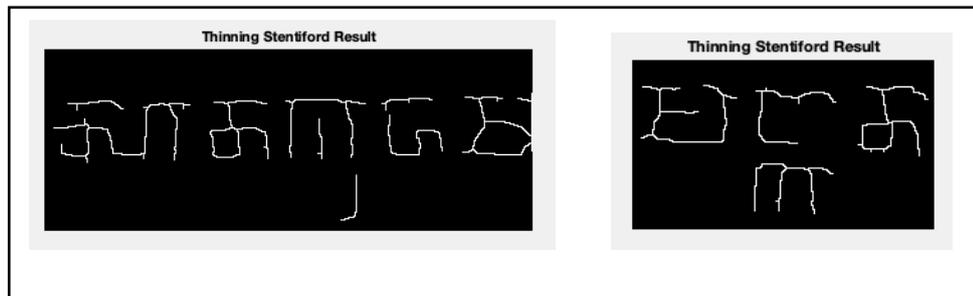
Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Metode *Blackbox*

No.	Masukan	Keluaran	Keluaran yang diharapkan	Keterangan
1.	Data axes kosong	Tidak terjadi proses	Tidak terjadi proses	Berhasil
2.	Tombol <i>Browse Image</i> ditekan	Mengunggah gambar pada direktori folder	Mengunggah gambar pada direktori folder	Berhasil
3.	Axes <i>import picture</i>	Gambar tampil pada axes	Menampilkan gambar hasil unggahan pada axes	Berhasil
4.	Tombol <i>Binarization</i> ditekan	Menampilkan gambar hasil binerisasi	Menampilkan gambar hasil binerisasi	Berhasil
5.	Tombol <i>Thinning Stentiford</i> ditekan	Menampilkan gambar hasil thinning stentiford	Menampilkan gambar hasil thinning stentiford	Berhasil
6.	Tombol <i>Labelling</i>	Menampilkan gambar	Menampilkan	Berhasil

	ditekan	hasil pelabelan setiap huruf pada prasasti	gambar hasil pelabelan setiap huruf pada prasasti	
7.	Tombol <i>Exit</i> ditekan	Keluar dari aplikasi	Keluar dari aplikasi	Berhasil

4. Hasil Thinning Menggunakan *Thinning Stentiford*

Hasil citra yang telah dilakukan preprosesing dan binerisasi, selanjutnya adalah dilakukan proses thinning. Pada tahapan ini merupakan tahapan penting yang dilakukan dalam segmentasi citra sidik jari. Thinning dilakukan untuk mengurangi waktu proses sistem dan memudahkan dalam penipisan citra huruf pada prasasti.

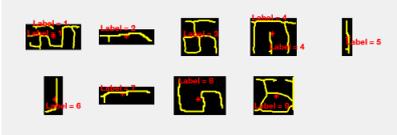


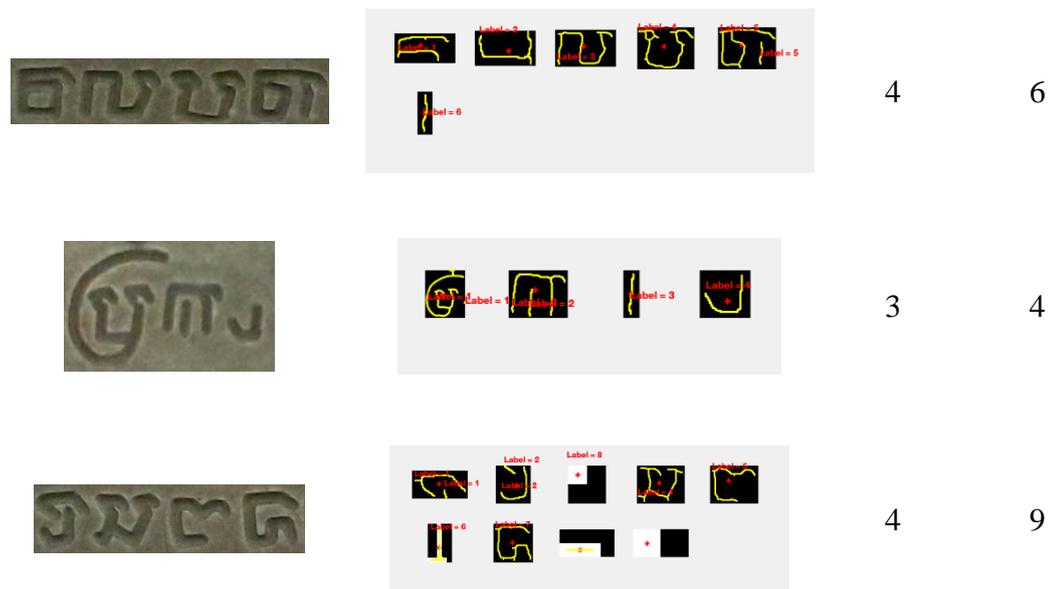
Gambar 9. Hasil Segmentasi Menggunakan Thinning Stentiford

5. Hasil Pelabelan Menggunakan *Connected Component Labelling*

Langkah akhir adalah memberikan label kepada masing-masing huruf yang ada pada citra. Pemberian label bertujuan untuk memisahkan karakter huruf satu dengan huruf lainnya berdasarkan label yang dimiliki serta pada penelitian selanjutnya dapat mempermudah melakukan pengklasifikasian. Berikut ini adalah hasil pelabelan oleh beberapa bagian citra pada prasasti Kintamani.

Tabel 3. Hasil Pelabelan Citra

Citra Asli	Pelabelan	Jumlah Huruf	Jumlah yang Terlabeli
		4	4
		6	9



Berdasarkan hasil pengujian pada beberapa citra prasasti tembaga, bahwa pahatan huruf berhasil diberi label. Masih ada beberapa huruf yang terlabeli namun bukan huruf seutuhnya. Pada citra pertama, terdapat 4 huruf dan seluruh huruf berhasil diberi label. Pada citra kedua, terdapat 6 huruf dan jumlah huruf yang terlabeli lebih banyak dari jumlah huruf yaitu 9 huruf. 6 huruf sudah berhasil terlabeli seluruhnya, 3 huruf lainnya merupakan *noise* dari huruf yang terdeteksi huruf. Pada citra ketiga, terdapat 4 huruf dimana jumlah huruf yang terlabeli sebanyak 6 huruf. Pada citra ketiga terdapat satu huruf yang pecah menjadi dua sehingga huruf tersebut memiliki 2 label. Selanjutnya pada citra keempat, terdapat 3 huruf dan jumlah huruf yang berhasil terlabeli adalah 4 huruf dimana 1 huruf yang terdeteksi adalah *noise* pada citra. Pada citra kelima, terdapat empat huruf dimana yang terlabeli cukup banyak yakni 9 huruf. Sebagian hasil dari pelabelan, terdapat beberapa hasil dimana adanya *noise* pada huruf yang terdeteksi sebagai huruf sehingga *noise* tersebut terdeteksi sebagai huruf.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian telah berhasil membuat sebuah aplikasi menggunakan *software* Matlab untuk melakukan pelabelan huruf pada citra prasasti tembaga kuno. Pengujian aplikasi dilakukan dengan metode *Blackbox* dimana *input* dari sistem dan *output* sudah sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian pelabelan juga dilakukan dengan beberapa potongan citra aksara dimana hasil yang didapatkan adalah masih banyak bagian citra yang bukan huruf terdeteksi sebagai huruf sehingga otomatis diberikan label dan ada bagian huruf yang kurang jelas sehingga terbagi menjadi dua label.

Adapun saran untuk penelitian kedepannya agar lebih baik adalah dengan melakukan preprosesing citra untuk menghilangkan *noise* dengan metode yang lebih baik dari sebelumnya, sehingga nantinya tidak ada lagi *noise* pada citra yang terdeteksi sebagai huruf.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada LPPM STMIK STIKOM Indonesia melalui program Penelitian Dosen Pemula tahun pelaksanaan 2020 dengan Nomor Kontrak 15/04/LPPM/P.E/IV/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christina Purnama Yanti; I Gede Andika, "Klasifikasi Citra HSV Aksara Kuno Pada Prasasti Tembaga Kintamani Menggunakan GLRCM Dan SVM," Vol. 8, No. April, Pp. 94–99, 2020.
- [2] I. G. P. Saputra And C. P. Titasari, "Prasasti Kintamani E Kajian Epigrafi," Vol. 22, Pp. 6–12, 2018.
- [3] N. Luh, P. Dila, And I. G. N. T. Wiguna, "Prasasti Bengkala Sebuah Kajian Epigrafi," Vol. 16,

- Pp. 204–209, 2016.
- [4] Christina Purnama Yanti; I Gede Andika, “Thinning Stentiford Algorithm For Kintamani Inscription Image Segmentation,” *J. TECHNO Nusa Mandiri*, Vol. 17, No. 1, Pp. 17–22, 2020.
 - [5] S. T. R. I. Rasmana, P. Doktor, J. T. Elektro, And F. T. Industri, “Letter Segmentation Of The Ancient Copper Inscriptions Using Texture-Based,” 2017.
 - [6] K. Yudhistiro, F. Teknologi, I. Universitas, And M. Malang, “Menghitung Obyek 2d Menggunakan Connected Component Labeling,” No. September, Pp. 499–510, 2017.
 - [7] L. B. A. Prabangkoro, “Algoritma Thinning Stentiford Untuk Mendapatkan Bentuk Dasar Huruf,” 2008.
 - [8] A. Sembiring, “Perbandingan Algoritma Mean Filter , Median Filter Dan Wiener Filter Pada Aplikasi Restorasi Citra RGB Terdegradasi Impulse Noise Menggunakan The Peak Signal To Noise Ratio (PSNR),” *J. Saintek Fak. Tek. Univ. Islam Sumatera Utara*, 2015.
 - [9] Christina Purnama Yanti, “Deteksi Pola Aksara Kuno Pada Prasasti Tembaga Menggunakan Metode Hsv Dan Ekstraksi Fitur Tekstur Orde KeduA,” 2018.
 - [10] F. A. Fakhрина, “Thinning Zhang - Suen Dan Stentiford Untuk Menentukan Ekstraksi Ciri (Minutiae) Sebagai Identifikasi Pola Sidik Jari Whorl Dan Loop,” Vol. 15, No. 2, Pp. 127–133, 2016.