



Klasifikasi citra HSV aksara kuno pada prasasti tembaga Kintamani menggunakan GLRCM dan SVM

HSV image classification of ancient script on copper Kintamani inscriptions using GLRCM and SVM

Christina Purnama Yanti^{1*)}, I Gede Andika²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer STIKOM Indonesia
Jl. Tukad Pakerisan No. 97 Denpasar, Bali, Indonesia 80225

²⁾Program Studi Sistem Komputer, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer STIKOM Indonesia
Jl. Tukad Pakerisan No. 97 Denpasar, Bali, Indonesia 80225

Cara sitasi: C. P. Yanti and I. G. Andika, "Klasifikasi citra HSV aksara kuno pada prasasti tembaga Kintamani menggunakan GLRCM dan SVM," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 94-99, 2020. doi: [10.14710/jtsiskom.8.2.2020.94-99](https://doi.org/10.14710/jtsiskom.8.2.2020.94-99), [Online].

Abstract – *The problem of inscription physical damage as one of the historical heritages can be overcome using an image processing technique. The purpose of this study is to design a segmentation application for ancient scripts on inscriptions to recognize the character patterns on the inscriptions in digital form. The preprocessing was carried out to convert images from RGB to HSV. The application used the gray level run length matrix (GLRLM) to extract texture features and the support vector machine (SVM) method to classify the results. The inscription image segmentation was carried out through the pattern detection process using the sliding window method. The application obtained 88.32 % of accuracy, 0.87 of precision, and 0.94 of sensitivity.*

Keywords – *segmentation; inscription; HSV; GLRLM; SVM*

Abstrak – *Masalah kerusakan fisik prasasti sebagai salah satu warisan sejarah dapat diatasi dengan menggunakan teknik pemrosesan citra. Kajian ini bertujuan menerapkan segmentasi aksara pada prasasti kuno tembaga Kintamani untuk mendapatkan pola aksara yang ada pada prasasti ke dalam bentuk digital. Proses segmentasi dimulai dari melakukan akuisisi citra prasasti, mengubah ruang warna citra dari RGB ke HSV, melakukan ekstraksi fitur tekstur menggunakan gray level run length matrix (GLRLM). Proses klasifikasi hasil ekstraksi fitur menggunakan metode support vector machine (SVM). Segmentasi terhadap citra prasasti menggunakan proses deteksi pola dengan metode sliding window. Sistem ini memperoleh akurasi sebesar 88,32 %, presisi 0,87, dan sensitivitas sebesar 0,94.*

Kata kunci - *segmentasi; prasasti tembaga; HSV; GLRLM; SVM*

^{*)} Penulis korespondensi (Christina Purnama Yanti)
Email: christinapy@stiki-indonesia.ac.id

I. PENDAHULUAN

Bali adalah salah satu daerah di Indonesia yang memiliki berbagai jenis peninggalan sejarah dan kebudayaan, salah satunya adalah prasasti [1]. Prasasti adalah sumber sejarah yang menyebutkan lokalitas tertentu yang berpeluang sebagai sumber pemikiran sejarah material. Dahulunya, prasasti digunakan sebagai bahan merkonstruksi kembali kebudayaan masa lalu [2].

Seiring berjalannya waktu prasasti pasti akan mengalami kerusakan. Prasasti mempunyai nilai sejarah yang tinggi sehingga prasasti tidak bisa diperbaiki secara fisik karena akan menyebabkan hilangnya nilai sejarahnya. Agar tidak menghilangkan nilai sejarahnya, maka dilakukan digitalisasi dan perbaikan citra melalui pengolahan citra digital [3], [4]. Saat ini pengolahan citra digital dapat dimanfaatkan untuk mencari perubahan tekstur citra yang terlihat pada setiap guratan pada tulisan aksara yang tertulis pada prasasti kuno seperti yang telah digunakan dalam [5], [6] untuk tulisan tangan aksara Jawa.

Segmentasi citra dengan ekstraksi fitur citra lempeng dan citra guratan aksara dapat dilakukan dengan beragam metode. Rasmana [3] menggunakan *gray level co-occurrence matrix* (GLCM) dan ruang warna CIE Lab untuk segmentasi citra prasasti tembaga, sedangkan Setiawan dkk. [4] melakukan segmentasi citra prasasti logam menggunakan metode ekstraksi fitur *gray level run length matrix* (GLRLM). Metode GLRLM mampu menunjukkan tingkat kekasaran dari suatu fitur dan dapat digunakan untuk membedakan fitur kasar dan fitur halus seperti dalam [7], [8]. Klasifikasi untuk memisahkan kelas data dalam kajian tersebut menggunakan *support vector machine* (SVM) seperti yang digunakan di aplikasi lain dalam [9].

Berbeda dengan [3] yang menggunakan GLCM dan [4] yang menggunakan ruang warna RGB, penelitian ini mengkaji penerapan segmentasi aksara kuno pada prasasti tembaga Kintamani menggunakan ekstraksi fitur GLRLM dalam ruang warna HSV. Penggunaan

kuantisasi warna HSV dapat meningkatkan pengenalan tekstur dibandingkan dengan ruang warna lainnya seperti dinyatakan dalam [10]-[12]. Segmentasi dilakukan terhadap fitur yang diperoleh dari hasil ekstraksi. Metode SVM digunakan untuk melakukan klasifikasi *region of interest* (ROI) citra aksara dan lempeng dengan melakukan ekstraksi tekstur ROI citra aksara dan ROI citra lempeng sebagai data latih. Pengujian dilakukan untuk memperoleh tingkat akurasi metode dalam melakukan segmentasi citra prasasti tembaga. Pola aksara pada prasasti dapat disimpan dalam bentuk digital sehingga diharapkan mampu melestarikan isi dari prasasti tembaga yang semakin hari semakin rusak seiring perkembangan waktu.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data, konversi citra RGB ke HSV, ekstraksi fitur tekstur, klasifikasi SVM, dan segmentasi aksara kuno menggunakan *sliding window*.

A. Pengumpulan data

Langkah pengumpulan data dilakukan dengan digitalisasi prasasti kuno Kintamani yang berada di Balai Arkeologi Denpasar menggunakan kamera digital. Hasil dari digitalisasi adalah berupa file citra prasasti. Pengambilan gambar dilakukan di ruangan terbuka, namun tetap memiliki atap dan bantuan cahaya matahari. Hal itu dilakukan karena kurangnya alat pencahayaan yang memadai untuk dilakukan digitalisasi di dalam ruangan. Dari hasil digitalisasi diambil ROI yang berukuran 15 x 15 piksel (Gambar 1). ROI sebanyak 400 citra diambil dari 200 ROI citra lempeng prasasti dan 200 ROI dari citra guratan aksara.

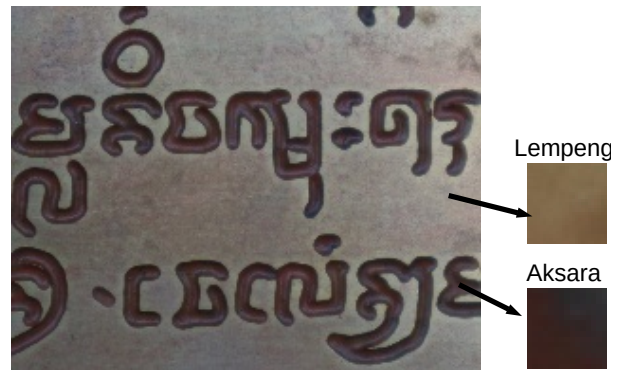
B. Konversi citra RGB ke HSV

Proses selanjutnya adalah mengubah citra yang awalnya adalah citra RGB menjadi ruang warna HSV. Penggunaan ruang warna HSV dapat meningkatkan pengenalan tekstur jika dibandingkan dengan warna lainnya [10]-[12]. Jadi, ROI yang diperoleh berubah dari citra RGB menjadi HSV. Fungsi yang digunakan pada Matlab untuk mengkonversi citra RGB dan HSV adalah *rgb2hsv*.

C. Ekstraksi fitur tekstur

Fitur GLRLM diaplikasikan pada ROI citra aksara dan ROI citra prasasti. Berdasarkan hasil perbandingan, nilai *value* pada HSV memiliki hasil yang lebih baik, sehingga citra warna *value* diekstraksi menggunakan metode GLRLM. GLRLM ini mampu menunjukkan tingkat kekasaran dari suatu fitur dimana dapat membedakan tekstur halus dan tekstur kasar [7], [8].

Metode GLRLM merupakan matriks dua dimensi dimana setiap elemen $p(i, j | \theta)$ adalah intensitas cahaya untuk jumlah elemen. Arah matriks GLRLM diperoleh dari arah 0° , 45° , 90° , dan 135° . GLRLM memiliki tujuh buah fitur, yaitu *short runs emphasis* (SRE), *long runs*



Gambar 1. Citra prasasti Kintamani serta ROI aksara dan ROI lempeng

emphasis (LRE), *gray level non-uniformity* (GLN), *run percentage* (RP), *run length non-uniformity* (RLN), *low gray-level run emphasis* (LGRE), dan *high gray-level run emphasis* (HGRE) yang diekstraksi dan kemudian dilakukan klasifikasi [8].

SRE mengukur distribusi *short run* dan bergantung dari banyaknya *short run* (Persamaan 1). SRE bernilai kecil pada tekstur halus dan bernilai besar pada tekstur kasar. LRE mengukur distribusi *long run* dan bergantung pada banyaknya *long run* (Persamaan 2). LRE bernilai besar pada tekstur halus dan bernilai kecil pada tekstur kasar. GLN mengukur persamaan nilai derajat keabuan diseluruh citra dan bernilai kecil jika nilai derajat keabuan serupa di seluruh citra (Persamaan 3). RP mengukur keserbasamaan dan distribusi *run* dari sebuah citra pada arah tertentu (Persamaan 4). RP bernilai paling besar jika panjang *run*-nya 1 untuk semua derajat keabuan pada arah tertentu. RLN mengukur persamaan panjangnya *run* di seluruh citra dan bernilai kecil jika panjang *run*-nya serupa di seluruh citra (Persamaan 5). LGRE dan HGRE menunjukkan distribusi *run* dari level keabuan yang bernilai rendah dan tinggi (Persamaan 6 dan Persamaan 7). Algoritme untuk mendapatkan nilai fitur GLRLM dinyatakan dalam Algoritme 1.

Variabel yang diperoleh dari ekstraksi citra dengan GLRLM adalah i sebagai nilai derajat keabuan dan j piksel yang berurutan. Parameter M menyatakan jumlah derajat keabuan pada sebuah citra, N jumlah piksel berurutan pada citra, $r(j)$ jumlah piksel berurutan berdasarkan banyak urutannya, dan $g(i)$ jumlah piksel berurutan berdasarkan nilai derajat keabuannya. Parameter s menyatakan jumlah total nilai *run* yang dihasilkan pada arah tertentu, dan n jumlah baris dikalikan jumlah kolom.

$$SRE = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{p(i, j)/s}{j^2} = \sum_{j=1}^N \frac{r(j)/s}{j^2} \quad (1)$$

$$LRE = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N j^2 p(i, j)/s = \sum_{i=1}^M r(i) j^2/s \quad (2)$$

$$GLN = \sum_{i=1}^M \left(\sum_{j=1}^N p(i, j) \right)^2 / s = \sum_{j=1}^N g(i)^2 / s \quad (3)$$

$$SRE = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{p(i,j)/s}{j^2} = \sum_{j=1}^N \frac{r(j)/s}{j^2} \quad (4)$$

$$RLN = \sum_{j=1}^N \left(\sum_{i=1}^M p(i,j) \right)^2 / s = \sum_{j=1}^N r(j)^2 / s \quad (5)$$

$$LGRE = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{p(i,j)}{(i+j)^2} \quad (6)$$

$$HGRE = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P(i,j)(i+j)^2 \quad (7)$$

Algoritme 1. Alur untuk mendapatkan nilai fitur GLRLM

- 1: **Begin**
 - 2: Change color image to gray scale
 if size image > 1 **then**
 image = im2gray (image)
 - 3: Crop the image to mask bounds for faster processing
 - 4: Find maximum and minimum value
 - 5: *Initialize glrlm: p(i,j)*
 with i the amount of bin values
 with j the maximum run length
 - 6: Find the run length for each quantization level
 - 7: **for** i = 1:quantize **do**
 BW = int8(img == i);
 BWr = int8(img45 == i);
 - 8: Find the start and end points of the run length
 - 9: Find the indexes
 - 10: Find the lengths
 - 11: Fill the matrix
 - 12: Add all orientations
 - 13: **Finish**
-

D. Klasifikasi

Dari hasil ekstraksi fitur tekstur pada ROI citra prasasti Kintamani, dilakukan klasifikasi terhadap nilai semua fitur menggunakan metode SVM. Proses klasifikasi menggunakan fungsi kernel karena ada data yang tidak bisa dipisahkan secara linear. Kernel memetakan tiap data pada ruang masukan ke vektor baru yang berdimensi lebih tinggi. Kernel yang digunakan merupakan kernel Gaussian [13]. Tahapan yang dilakukan saat proses klasifikasi meliputi pembagian data, optimasi parameter SVM, dan pembelajaran SVM.

Dataset sejumlah 200 data dibagi menjadi dua bagian (grup). Data ke-1 sampai ke-100 merupakan data ROI citra aksara prasasti dan data ke-101 sampai dengan data ke-200 merupakan data ROI citra lempeng prasasti. Data dibagi menjadi data latih dan data uji dengan perbandingan 60/40, yaitu 60 data latih dan 40 data uji. Persamaan pertama yang dibentuk adalah $f_i(x)$ sehingga data latih dalam grup pertama diberi label +1 dan grup kedua diberi label -1.

SVM digunakan untuk pengaturan fungsi kernel Gaussian. Kernel Gaussian menghendaki pengaturan parameter C dan γ (gamma) bernilai lebih dari 0. Nilai C yang digunakan adalah 20000, γ sebesar 50, λ (lambda) sebesar 0,0000001, dan σ bernilai 1. Pada

tahap optimasi parameter SVM dilakukan metode *cross validation* yang paling sederhana yaitu *hold out* dengan memanfaatkan fungsi *crossvalind()* pada Matlab.

Parameter C , gamma dan lambda digunakan pada pembelajaran SVM pada data latih untuk menghasilkan *predictor* model. Prediksi SVM dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Matlab. Perhitungan dilakukan menggunakan kernel untuk memperoleh nilai masukan vektor dan *support vector*. Parameter tersebut digunakan untuk memetakan data latih menggunakan fungsi kernel Gaussian.

E. Proses segmentasi

Proses segmentasi aksara kuno menggunakan metode *sliding window* dengan ukuran 15 x 15 piksel. Ketika melakukan segmentasi, *shifting window* bergerak perpiksel dari arah kiri ke kanan menghabiskan baris, kembali ke arah kiri dan melakukan *sliding* secara berulang-ulang sampai keseluruhan daerah citra tersegmentasi. Jika diperoleh nilai prediksi hasil SVM lebih besar dari 0, maka daerah dalam *sliding window* dianggap sebagai ukiran aksara. Namun, jika prediksi kurang dari atau sama dengan 0, maka daerah *sliding window* dianggap sebagai lempeng. Warna putih diberikan untuk area ukiran huruf, sedangkan warna hitam diberikan untuk area lempeng prasasti.

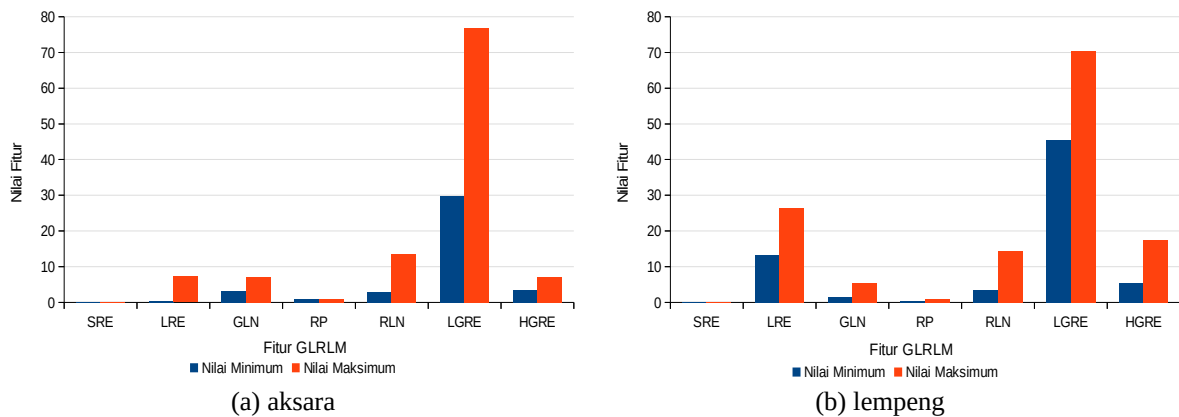
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal penelitian adalah membuat data latih dengan mengubah 400 ROI citra prasasti dari ruang warna RGB ke HSV. Dalam tahap mengubah ruang warna RGB ke HSV, diperoleh intensitas *hue*, *saturation*, dan *value*. Dari ketiga nilai pada HSV tersebut, hasil citra *value* mendapatkan hasil yang lebih baik, sehingga nilai ini digunakan dalam proses selanjutnya.

Ekstraksi fitur dilakukan menggunakan metode GLRLM dengan mencari nilai fitur dengan sudut orientasi 0°, 45°, 90° dan 135°. Hasil 400 ROI yang telah dilakukan ekstraksi fitur GLRLM telah tersimpan di dalam basis data (data terlampir). Dari hasil ekstraksi ke 400 ROI citra, nilai-nilai yang diperoleh dari hasil ekstraksi GLRLM memiliki nilai yang hampir sama sehingga mengalami tumpang tindih antara nilai satu dengan nilai yang lain.

Nilai setiap fitur 200 citra ROI aksara maupun 200 citra ROI lempeng di setiap sudutnya memiliki nilai derajat keabuan yang berbeda-beda tetapi perbedaannya tidak terlalu signifikan. Aksara dan lempeng memiliki nilai fitur maksimum dan minimum yang berbeda. Nilai fitur maksimum dan minimum antara aksara dan lempeng prasasti ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai ini dapat dijadikan indikasi dari pembagian batas antara aksara dan lempeng.

Klasifikasi hasil dari ekstraksi dilakukan menggunakan SVM. Tahap klasifikasi dibagi menjadi dua, yaitu sebagai data latih dan data uji. Proses pelatihan menggunakan data ROI citra aksara dan ROI citra prasasti. Metode yang digunakan untuk membagi



Gambar 2. Hasil nilai perhitungan nilai fitur GLRLM minimum dan maksimum

Tabel 1. Hasil segmentasi melalui proses deteksi pola prasasti Kintamani

No.	Citra Asli	Hasil Segmentasi Menggunakan GLRLM	Jumlah Semua Aksara	Jumlah Aksara Terdeteksi
1.			18	18
2.			7	7
3.			8	7

data latih menggunakan metode *cross validation*. Proses pelatihan bertujuan untuk memperoleh formulasi *hyperplane* terbaik yang digunakan untuk mendeteksi tekstur pahatan huruf di citra prasasti.

Proses pengujian menggunakan potongan citra prasasti dan proses segmentasi citra aksara dilakukan melalui proses deteksi pola pahatan. Proses deteksi pola pahatan aksara memadukan teknik SVM dan *sliding window* dengan ukuran 15 x 15 piksel. Jika didapatkan nilai prediksi hasil SVM lebih besar dari 0 maka daerah dalam *sliding window* dianggap sebagai ukiran aksara, namun jika prediksi kurang dari atau sama dengan 0 maka daerah *sliding window* dianggap sebagai lempeng. Area ukiran huruf diberikan warna putih, sedangkan warna hitam diberikan untuk area lempeng prasasti. Metode *sliding window* melakukan pengecekan setiap pikselnya sesuai dengan ukuran ROI yang telah

ditentukan. Nilai parameter yang digunakan adalah kontrol C 20000, Lagrange λ 10^{-7} , dan parameter kernel *Gaussian* γ 50.

Proses pengujian menggunakan tiga buah citra prasasti Kintamani. Hasil segmentasi citra melalui deteksi pola pahatan ditunjukkan pada Tabel 1. Seluruh aksara dalam prasasti 1 dan 2 dapat disegmentasi menggunakan metode GLRLM seperti dalam [4]. Namun, masih terlihat bahwa ada beberapa bagian aksara di prasasti 3 yang terdeteksi sebagai lempeng. Hal itu terlihat dari hasil deteksi pada pahatan tengah aksara masih berwarna putih dan hanya bagian pinggir aksara yang lebih dominan terdeteksi sebagai aksara. Meskipun hasil segmentasi melalui proses deteksi pola pahatan cukup terlihat, namun masih perlu ditingkatkan kembali.

Kajian ini telah mengimplementasikan langsung klasifikasi ini ke dalam bentuk citra nyata sehingga hasil perhitungan klasifikasi dapat terlihat ketika dilakukan deteksi terhadap pola aksara menggunakan *sliding window*. Daerah bayangan aksara, yaitu daerah pinggir aksara, memiliki perbedaan warna paling besar sehingga dapat terdeteksi dengan mudah. Namun, tidak semua pahatan aksara pada citra memiliki daerah bayangan. Jadi jika hanya mengandalkan daerah bayangan aksara, tidak semua pahatan huruf dapat tersegmentasi sempurna.

Hasil uji kinerja klasifikasi citra prasasti Kintamani menggunakan matrik konfusi ditunjukkan dalam [Tabel 2](#). Akurasi sistem diperoleh sebesar 88,32 %, presisi kelas positif sebesar 0,87 dan sensitivitas kelas positif sebesar 0,94. Metode SVM dapat mengklasifikasikan aksara dan lempeng dengan baik seperti halnya aplikasi dalam [3], [4], [7]-[9]. Namun, akurasi sistem ini lebih tinggi daripada [4] yang memperoleh akurasi sebesar 73,33 % untuk klasifikasi citra prasasti menggunakan GLRLM dari 800 ROI dengan ruang warna RGB. Hal ini selaras dengan [10]-[12] yang menyatakan bahwa kuantisasi warna HSV juga dapat meningkatkan pengenalan tekstur pahatan aksara di prasasti tembaga. Sistem ini juga mempunyai akurasi lebih besar daripada [3] dengan akurasi 64,83 % untuk klasifikasi citra prasasti menggunakan metode GLCM berbasis tekstur.

Kajian ini juga membandingkan hasil segmentasi menggunakan metode pembandingan, yaitu GLCM menggunakan ruang warna HSV seperti yang digunakan untuk klasifikasi buah tomat dalam [12] dimana matriks konkurensi dibentuk dari citra dengan melihat piksel berpasangan yang memiliki intensitas tertentu. Berdasarkan perbandingan dengan metode GLCM, hasil segmentasi GLRLM memperlihatkan pahatan aksara yang lebih jelas jika dibandingkan dengan hasil GLCM

Tabel 2. Hasil kinerja klasifikasi citra prasasti

Klasifikasi	Aksara aktual		Presisi
	Positif	Negatif	
Positif	322	47	0,87
Negatif	22	200	0,9
Sensitivitas	0,94	0,81	

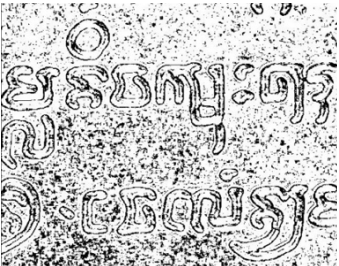





seperti ditunjukkan dalam [Tabel 3](#). Hasil kinerja metode GLCM dari citra tembaga yang sama memperoleh akurasi sebesar 85 %, presisi sebesar 0,92, dan sensitivitas sebesar 0,8.

Dalam hasil segmentasi pada GLRLM, pahatan aksara lebih jelas terlihat dibandingkan dengan hasil GLCM. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode GLRLM dapat mendeteksi lebih baik jika dibandingkan dengan GLCM seperti dalam [4], [7], [8]. Namun, pada GLRLM hasil segmentasi aksara lebih dominan pada bagian pinggir aksara daripada bagian tengah dari aksara. Pada bagian lempeng, di metode GLRLM juga masih dominan yang terdeteksi adalah aksara sehingga hasil segmentasi lempeng masih dominan putih.

IV. KESIMPULAN

Pola aksara kuno pada prasasti tembaga Kintamani dapat terdeteksi menggunakan GLRLM dan *sliding window* di ruang warna HSV dengan akurasi sebesar 88,32 % yang lebih besar daripada deteksi serupa dengan GLCM dan GLRLM di ruang warna RGB. Teknik deteksi aksara pada citra pahatan yang tidak memiliki daerah bayangan masih perlu dikembangkan agar seluruh aksara pada prasasti dapat terdeteksi.

Tabel 3. Perbandingan hasil segmentasi citra prasasti

No.	Hasil GLRLM	Hasil GLCM
1.		
2.		
3.		

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Balai Arkeologi Denpasar yang telah mengizinkan pengambilan sampel data yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. W. R. Suarmana, I. W. Ardika, and I. N. Darma Putra, "Pengembangan pusat kota Denpasar sebagai heritage tourism," *Jurnal Master Pariwisata*, vol. 4, no. 1, pp. 62–77, 2017.
- [2] W. Ika and A. M. Wibowo, "Prasasti anjuk ladang di Nganjuk Jawa Timur (sejarah dan potensinya sebagai sumber pembelajaran sejarah)," *Jurnal Sejarah dan Pembelajarannya*, vol. 7, no. 1, pp. 82–103, 2017. doi: [10.25273/ajsp.v7i01.1062](https://doi.org/10.25273/ajsp.v7i01.1062)
- [3] S. T. Rasmana, "Letter segmentation of the ancient copper inscriptions using texture-based," *Doctoral thesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia, 2017.
- [4] I. K. D. Setiawan, S. T. Rasmana, and M. C. Wibowo, "Analisis fitur citra prasasti logam menggunakan metode gray level run length matrix," *Journal of Control and Network Systems*, vol. 4, no. 1, pp. 22–30, 2015.
- [5] A. Hidayat and R. N. Shofa, "Self organizing maps (SOM) suatu metode untuk pengenalan aksara Jawa," *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 64-70, 2016.
- [6] T. Arifianto, "Segmentation character of character Java use adaptive threshold," *M. Eng. Thesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia, 2016.
- [7] E. P. Purwandari, R. U. Hasibuan, and D. Andreswari, "Identifikasi jenis bambu berdasarkan tekstur daun dengan metode gray level co-occurrence matrix dan gray level run length matrix," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 6, no. 4, pp. 146-151, 2018. doi: [10.14710/jtsiskom.6.4.2018.146-151](https://doi.org/10.14710/jtsiskom.6.4.2018.146-151)
- [8] M. M. Galloway, "Texture analysis using gray level run lengths," *Computer Graphics and Image Processing*, vol. 4, no. 2, pp. 172-179, 1975. doi: [10.1016/S0146-664X\(75\)80008-6](https://doi.org/10.1016/S0146-664X(75)80008-6)
- [9] N. Neneng, K. Adi, and R. Isnanto, "Support vector machine untuk klasifikasi citra jenis daging berdasarkan tekstur menggunakan ekstraksi ciri gray level co-occurrence matrices (GLCM)," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2016. doi: [10.21456/vol6iss1pp1-10](https://doi.org/10.21456/vol6iss1pp1-10)
- [10] D. J. Bora, A. K. Gupta, and F. A. Khan, "Comparing the performance of L*A*B* and HSV color spaces with respect to color image segmentation," [arXiv:1506.01472 \[cs.CV\]](https://arxiv.org/abs/1506.01472), 2015.
- [11] R. P. Rakhmawati, "Sistem deteksi jenis bunga menggunakan nilai HSV dari citra mahkota bunga," *Bachelor thesis*, Universitas Stikubank, Indonesia, 2013.
- [12] O. R. Indriani, E. J. Kusuma, C. A. Sari, E. H. Rachmawanto, and D. R. I. M. Setiadi, "Tomatoes classification using K-NN based on GLCM and HSV color space," in *International Conference on Inovative and Creative Information Technology*, Salatiga, Indonesia, Nov. 2017, pp. 1-6. doi: [10.1109/INNOCIT.2017.8319133](https://doi.org/10.1109/INNOCIT.2017.8319133)
- [13] A. Wedianto, H. L. Sari, and Y. S. H, "Analisa perbandingan metode filter gaussian, mean dan median terhadap reduksi noise," *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 21–30, 2016.