

IDENTIFIKASI FOSIL GIGI GERAHMAN MANUSIA BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE METHOD (GLCM) DAN KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

IDENTIFICATION OF HUMAN FOSSIL MOLAR BASED ON DIGITAL IMAGE PROCESSING USING GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE METHOD (GLCM) AND SUPPORT VECTOR MACHINE CLASSIFICATION (SVM)

Mujib Ramadhan Hidayat¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Dr. Ir. Johan Arif³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung

¹mjbramadhan@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id, ³johan@gc.itb.ac.id

Abstrak

Fosil merupakan sisa-sisa makhluk hidup yang menjadi batu akik tertutup kulit bumi atau jejak-jejak yang tertinggal sehingga dapat diamati oleh para ilmuwan. Salah satu fosil yang umum kita ketahui adalah tulang dan juga gigi. Gigi merupakan bagian terkeras pada makhluk hidup sehingga tidak mudah hancur. Salah satu bagian gigi yang paling luar dan paling keras adalah enamel, walaupun bagian enamel adalah bagian terkeras, enamel berada pada bagian terluar gigi yang menyebabkan bagian tersebut mudah sekali terkikis. Dengan terkikisnya bagian enamel maka gigi mempunyai pola keausan yang bervariasi, sesuai dengan umur dan makanan yang dikonsumsi. Maka dari itu pola keausan gigi menjadi hal yang paling mudah diamati agar bisa mengidentifikasi umur kematian dari suatu fosil.

Metoda ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Method* (GLCM). Dan untuk pengklasifikasian digunakan metode *Support Vector Machine* (SVM). Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah aplikasi berbasis MATLAB yang dapat mengolah citra pada fosil gigi graham manusia untuk mengidentifikasi jenis serta umur fosil gigi dengan tingkat akurasi diatas 70% sehingga nantinya dapat diimplementasikan untuk mempermudah penelitian dalam bidang antropologi forensik dan geologi.

Kata kunci : Fosil gigi graham, *Gray Level Co-occurrence Method* (GLCM), *Support Vector Machine* (SVM).

Abstract

The fossil is the remains of a living creature to stone due to the Earth's skin-covered or traces left behind so that it can be observed by scientists. One of the common fossils we know is bone and tooth. Teeth is one of the Hardest part on human body so it is not easily destroyed. One of the most outside and hardest part of the tooth is the enamel, although the enamel is the hardest part, the enamel is on the outer portion of the tooth causing it to be easily eroded. With the enamel eroded the tooth has a pattern of wear and tear that varies, according to the age and food in the consumption. Therefore, the pattern of tooth wear becomes the most easily observed in order to identify the age of death of a fossil.

To facilitate the identification of dental fossil, in this final project an image processing application will be made based on MATLAB which will analyze the image on human graham teeth through feature extraction then will be done identification and pengklarifikasi to easily observed. The method of feature extraction used is Gray Level Co-occurrence Method (GLCM). And for classification used Support Vector Machine (SVM) method.

It is expected that the results obtained from this final project is a MATLAB-based application that can process images on human graham fossil to identify the type and age of tooth fossils with a degree of accuracy above 70% so that later can be implemented to facilitate research in the field of forensic anthropology and geology.

Keywords: Tooth molars fossil, *Gray Level Co-occurrence Method*, *Support Vector Machine*.

1. Pendahuluan

Fosil merupakan sisa-sisa makhluk hidup yang menjadi batu akik tertutup kulit bumi atau jejak-jejak yang tertinggal sehingga dapat diamati oleh para ilmuwan. Manusia mengalami perubahan dari dahulu hingga sekarang, struktur tubuh tidak lagi sama dengan manusia yang hidup di masa sekarang. Karena itu banyak fosil manusia berusaha diidentifikasi agar kita bisa mengetahui apa yang terjadi pada kehidupan manusia dahulu.

Salah satu bagian fosil yang sering ditemui adalah fosil gigi. Gigi merupakan bagian terkeras pada struktur tubuh manusia yang berfungsi meobek dan mengunyah makanan. Pada manusia terdapat empat jenis gigi yaitu gigi seri, gigi taring, gigi graham depan dan gigi graham belakang.

Gigi manusia terdiri dari beberapa penyusun utama, yaitu *enamel*, *dentin*, *cementum*, dan *pulpa*. *Enamel* merupakan bagian terkeras dan terluar dari gigi di karenakan *enamel* terdiri dari 96% bahan anorganik dan sisanya organik dan air. *Enamel* berada pada lapisan paling luar, lapisan ini sangat mudah rusak dikarenakan oleh keasaman makanan yang kita makan. Dengan hilangnya jaringan keras pada gigi, akan

menimbulkan pola keausan. Pola keausan tersebut sangat bervariasi tergantung umur dan apa yang manusia itu konsumsi.

Untuk mempermudah pengidentifikasian fosil gigi, pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah aplikasi pengolahan citra berbasis MATLAB yang akan menganalisis citra pada gigi graham manusia melalui ekstraksi ciri lalu akan dilakukan pengidentifikasian dan pengklarifikasian agar mudah diamati. Metoda ekstrasi iri yang digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Method* (GLCM). Dan untuk pengklasifikasian digunakan metode *SupportVector Machine* (SVM).

2. Dasar Teori

2.1 Fosil

Terkuburnya tulang yang menjadi fosil selama jutaan tahun dapat mempengaruhi histologi, porositas, kadar kalsium, dan kristalinitas apatit sebuah tulang. sedangkan fosil kayu umumnya ditemukan di dasar sungai atau di pertu bumi. Banyak factor yang menyebabkan terjadinya fosil, dilihat dari kondisi lingkungan seperti tanah, komposisi sedimen, hidrologi tanah dan pH, suhu, tekanan [15]. Penentuan umur fosil umunya menggunakan radiocarbon.

2.2 Antropologi Forensik

Antropologi Forensik adalah bidang keilmuan yang menggabungkan beberapa bidang seperti antropologi fisik, arkeologi dan bidang lainnya, termasuk kedokteran gigi forensik, patologi dan kriminalistik [1]. Identifikasi dilakukan agar kita mengetahui umur, ras, jenis yang sedang diteliti.

2.3 Anatomi Gigi

Gigi adalah jaringan tubuh yang paling keras di banding yang lainnya. Strukturnya berlapis-lapis mulai dari email yang keras, tulang gigi di dalamnya, dan pulpa yang berisi pembuluh darah. Namun demikian, gigi merupakan jaringan tubuh yang mudah rusak. Kerusakan ini terjadi karena perawatan yang didapatkan oleh gigi tidak semestinya. Fungsi utama gigi adalah merobek dan mengunyah atau mastikasi [2] makanan dan pada beberapa hewan, terutama karnivora, sebagai senjata.

2.4 Klasifikasi Berdasarkan Pola Keausan Gigi

Pada tahun 1985 Lovejoy menyimpulkan bahwa indikator terbaik untuk menentukan umur suatu fosil gigi adalah pola keausan, dikarenakan pola keausan yang terbentuk sangat akurat dan konsisten. Ada beberapa klarifikasi yang dapat digunakan, diantaranya adalah klarifikasi Brothwell dan klarifikasi Lovejoy

Age range (years)	About 17-25			25-35			33-45			About 45 +		
Molar number	M ¹ , M ₁	M ² , M ₂	M ³ , M ₃	M ¹ , M ₁	M ² , M ₂	M ³ , M ₃	M ¹ , M ₁	M ² , M ₂	M ³ , M ₃	M ¹ , M ₁	M ² , M ₂	M ³ , M ₃
Wear pattern			Dentine not exposed. There may be slight enamel polishing.									
										Any greater degree of wear than in the previous columns		
										NB: Very unusual wear sometimes occurs in the later stages		

Gambar 1. Rentang Umur berdasarkan Klasifikasi Brothwell

2.5 Citra Digital

Citra digital dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dengan x maupun y adalah posisi koordinat, dan f merupakan amplitude pada posisi (x,y) yang sering dikenal sebagai intensitas atau grayscale. Nilai intensitas diskrit mulai dari 0 — 255, begitu pula nilai-nilai x,y , dan $f(x,y)$ harus berada pada jangkauan atau range tertentu yang jumlahnya terbatas

Citra digital merupakan citra yang diambil oleh sebuah alat yang ditujukan untuk memberikan pendekatan berdasarkan sampling dan kuantisasi. Sampling adalah ukuran kotak yang disusun pada baris dan kolom [12]. Dapat diartikan juga sampling adalah besar atau kecilnya pixel (titik) pada citra. Dan kuantisasi adalah besarnya perbedaan tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkar keabuan (grayscale). Dapat diartikan bahwa kuantisasi adalah jumlah warna yang terdapat pada sebuah citra. Secara matematis persamaan untuk fungsi intensitas $f(x,y)$ adalah :

$$0 \leq f(x,y) < \infty \quad (1)$$

Misalkan f merupakan sebuah citra digital 2 dimensi berukuran $N \times M$, maka representasi f dalam sebuah matriks dapat dilihat pada gambar dibawah ini, di mana $f(0,0)$ berada pada sudut kiri atas dari matriks tersebut, sedangkan $f(n-1,m1)$ berada pada sudut kanan bawah.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2. Representasi Matriks Citra

2.6 Gray Level Co-occurrence Method

Salah satu teknik untuk mendapatkan ciri statistik adalah dengan menghitung sudut dan jarak atau range tertentu. Salah metode untuk mengetahuinya adalah dengan menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), disebut juga dengan Grey Tone Spatial Dependency Matrix, terhadap

citra grayscale. GLCM didefinisikan sebagai tabulasi dari data piksel citra dimana digambarkan seberapa sering kombinasi yang berbeda pada nilai keabuan yang muncul pada citra. [4]

Pada teknik ekstraksi cirri two-point statistical, GLCM adalah salah satu teknik yang memiliki pendekatan paling sederhana. GLCM dihitung sebagai histogram orde kedua dari gray image. GLCM merupakan sebuah matriks dimana dimensinya bergantung pada jumlah (intensitas) gray levels (N) dalam suatu image. GLCM mengandung informasi frekuensi yang terdapat pada dua kombinasi neighboring pixel dalam suatu grey image. GLCM memiliki 22 fitur. [5]

Nilai GLCM akan dihitung dengan nilai statistik yang akan dijadikan fitur [8] [12] [13], dibawah ini adalah beberapa fitur statistik dari GLCM :

Energy mempunyai nilai yang menunjukkan homogenitas. Makin besar nilainya, maka tingkat kesamaan pun semakin tinggi. Nilai energy muncul saat tekstur yang dipunyai citra seragam.

$$Energy = \sum_{i,j} \{P(i,j)\}^2 \tag{2}$$

Kontras adalah variasi level keabuan dalam matriks GLCM. Kontras menghitung perbedaan nilai intensitas antara piksel yang saling berdekatan pada suatu gambar. Dapat dianggap sebagai keterkaitan linear antara level keabuan pixel yang berdekatan. Bisa disebut juga variasi jumlah kuadrat.

$$Contrast = \sum_{i,j} |i - j|^2 P(i,j) \tag{3}$$

omogenitas didapatkan dari nilai bukan nol dari GLCM. Homogenitas mempunyai nilai yang bertentangan dengan kontras, dimana jika nilai berkurang secara eksponensial maka nilainya juga menjauh dari diagonal.

$$Homogeneity = \sum_{i,j} \frac{P_{i,j}}{1+|i-j|} \tag{4}$$

Mengukur ketidakmiripan suatu tekstur dimana nilainya akan besar bila acak dan bernilai kecil jika seragam. μ merupakan mean dan σ merupakan variansi.

$$Correlation = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)P(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \tag{5}$$

2.7 Search Vector Machine

Support Vector Machine adalah salah satu mode klasifikasi ciri yang bertujuan menemukan hyperlane terbaik yang memisahkan dua buah class pada input. Prinsip dasarnya adalah linier classifier, dan selanjutnya dikembangkan agar dapat bekerja pada masalah non-linear dengan memasukkan kernel trick pada ruang kerja berdimensi tinggi.

Ada dua pilihan untuk mengimplementasikan multi class SVM yaitu dengan menggabungkan beberapa SVM biner atau menggabungkan semua data yang terdiri dari beberapa kelas ke dalam sebuah bentuk permasalahan optimasi. Namun, pada pendekatan yang kedua permasalahan optimasi yang harus diselesaikan jauh lebih rumit. Berikut ini adalah metode yang umum digunakan untuk mengimplementasikan multi class SVM dengan pendekatan yang pertama [9].

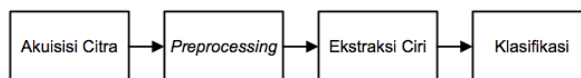
Tabel 1. Rumus OAA

$y_i = 1$	$y_i = -1$	Hipotesis
Kelas 1	Bukan kelas 1	$f^1(x) = (w^1)x + b^1$
Kelas 2	Bukan kelas 2	$f^2(x) = (w^2)x + b^2$
Kelas 3	Bukan kelas 3	$f^3(x) = (w^3)x + b^3$
Kelas 4	Bukan kelas 4	$f^4(x) = (w^4)x + b^4$

3.Perancangan Sistem

3.1 Diagram Blok Sistem

Sistem yang akan dirancang pada Tugas Akhir ini menggunakan software MATLAB, dan secara keseluruhan diagram tahapan dari proses perancangan sistem dipresentasikan sebagai berikut :



Gambar 3. Blok Diagram Umum Sistem

3.2 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap pertama dari proses simulasi agar mendapatkan data latih dan data uji. Pada proses akuisisi citra dalam Tugas Akhir ini, penulis menggunakan objek foto fosil gigi molar m1 dan m2. Adapun jumlah yang digunakan sebanyak 14 untuk data latih dan 13 untuk data uji. Dan setiap citra dilakukan photo sebanyak 10 kali.

3.3 Preprocessing

Pada *pre-processing* dilakukan pengubahan citra RGB menjadi citra *grayscale*, proses ini dilakukan untuk menyederhakan nilai intensitas warna yang tadinya pada saat RGB berupa tiga dimensi menjadi nilai satu dimensi yang mempunyai nilai intensitas yang sama

3.4 Ekstrasi Ciri

Ekstrasi ciri merupakan cara yang dilakukan agar mendapatkan ciri dari sebuah citra yang di uji. Pada proses ini dilakukan pengambilan informasi penting yang terdapat pada citra. Pada proses pengambilan informasi ada kemungkinan dapat terjadinya pengurangan piksel tetapi tidak mempengaruhi hasil, karna informasi yang di peroleh penting untuk proses selanjutnya. Input dari proses ekstrasi ciri adalah citra gigi

molar yang telah melewati *pre-processing*

3.5 Klasifikasi dengan SVM

Tujuan utama pada proses klarifikasi untuk menentukan berapa usia suatu fosil gigi molar yang diidentifikasi berdasarkan pola keausan gigi dengan ditandai mengikisnya lapisan enamel dan terlihatnya bagian dentin. Parameter yang digunakan adalah jenis kernel dan pengaruh multiclass pada SVM

4. Hasil dan Analisis

Pada pengujian digunakan 130 citra uji dan 140 citra latih sehingga total sample yg dipakai adalah 270. Hasil identifikasi diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu berdasarkan rentang umur dan jenis gigi geraham. Untuk rentang umur dari sample tersebut dibagi menjadi dua yaitu 17-25 tahun dan 25-35 tahun, sedangkan untuk jenis gigi ditentukan berdasarkan letak gigi yaitu geraham atas dan geraham bawah

untuk mengetahui performasi sistem yang telah dibuat, maka dilakukan beberapa skenario pengujian sebagai berikut :

1. Skenario Pertama
Pengujian akurasi sistem berdasarkan parameter arah pada metode GLCM dan SVM untuk mengidentifikasi rentang umur kematian fosil
2. Skenario Kedua
Pengujian akurasi sistem berdasarkan parameter level kuantisasi dan arah pada metode GLCM dan SVM untuk mengidentifikasi rentang umur kematian fosil
3. Skenario Ketiga
Pengujian akurasi sistem berdasarkan parameter jenis kernel pada metode GLCM dan SVM untuk mengidentifikasi rentang umur kematian fosil
4. Skenario Keempat
Pengujian akurasi sistem berdasarkan parameter arah pada metode GLCM dan SVM untuk mengidentifikasi jenis fosil gigi geraham manusia
5. Skenario Kelima
Pengujian akurasi sistem berdasarkan parameter level kuantisasi dan arah pada metode GLCM dan SVM untuk mengidentifikasi jenis fosil gigi geraham manusia
6. Skenario Keenam
Pengujian akurasi sistem berdasarkan parameter jenis kernel pada metode GLCM dan SVM untuk mengidentifikasi jenis fosil gigi geraham manusia

4.1 Hasil Pengujian Skenario Pertama

Pengujian akurasi dan waktu komputasi sistem pada skenario kedua dalam mengidentifikasi rentang umur fosil manusia menggunakan parameter arah pada metode GLVM dan SVM. Parameter tetap yang menjadi acuan ialah sebagai berikut, menggunakan fitur kontras, homogenitas, energi, dan korelasi dengan jarak 1 dan level kuantisasi 8 Kernel option 9 dan menggunakan kernel jenis poly. Adapun hasil pengujian akurasi dan waktu komputasi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Kontras

ARAH	AKURASI (%)	WAKTU KOMPUTASI (s)	JUMLAH DATA BENAR
0	85,3846	2,8318	111
45	83,0769	2,9282	109
90	82,3077	2,9374	108
135	82	2,0461	107

Tabel 3. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Homogenitas

ARAH	AKURASI (%)	WAKTU KOMPUTASI (s)	JUMLAH DATA BENAR
0	94,6154	2,4735	123
45	92,3077	2,4296	120
90	88,4615	2,4641	115
135	93,0769	2,4121	121

Tabel 4. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Energi

ARAH	AKURASI (%)	WAKTU KOMPUTASI (s)	JUMLAH DATA BENAR
0	92,3077	3,2633	120
45	93,8462	3,3264	122
90	92,3077	3,2633	120
135	93,8462	3,3264	122

Tabel 5. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Korelasi

ARAH	AKURASI (%)	WAKTU KOMPUTASI (s)	JUMLAH DATA BENAR
0	83,8462	3,0577	110
45	79,2308	3,6874	103
90	82,3077	3,1491	108
135	83,8462	3,1271	110

4.2 Hasil Pengujian Skenario Kedua

Pengujian akurasi dan waktu komputasi sistem pada skenario ketiga dalam mengidentifikasi rentang umur fosil manusia menggunakan parameter arah dan level kuantisasi pada metode GLVM dan SVM. Parameter tetap yang menjadi acuan ialah sebagai berikut, menggunakan fitur homogenitas dan energi, dengan jarak 1, Kernel option 9 dan menggunakan kernel jenis *polynomial*. Adapun hasil pengujian akurasi

dan waktu komputasi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5. Akurasi dan Waktu Komputasi Terhadap Parameter Arah dan Level Kuantisasi

ARAH	KUANTISASI	AKURASI (%)	WAKTU KOMPUTASI	JUMLAH DATA BENAR
0	8	96,9231	2,9956	126
	16	92,3077	2,4912	120
	32	92,3077	2,6378	120
45	8	96,9231	2,5205	126
	16	92,3077	2,8692	120
	32	92,3077	2,9302	120
90	8	95,3846	2,4709	124
	16	92,3077	2,5067	120
	32	91,5384	2,9727	118
135	8	96,9231	2,4012	126
	16	92,3077	2,5368	120
	32	92,3077	2,528	120

4.3 Hasil Pengujian Skenario Ketiga

Pada skenario keempat ini dilakukan pengujian akurasi dan waktu komputasi sistem dalam mengidentifikasi rentang umur kematian fosil terhadap parameter jenis kernel. Sedangkan parameter tetap untuk GLCM menggunakan fitur homogenitas dan energi, arah pada 0 dan untuk level kuantisasinya adalah 8. Adapun hasil pengujian sistem pada parameter jenis kernel ditunjukkan pada tabel tabek berikut :

Tabel 6. Akurasi dan Waktu Komputasi terhadap Parameter Jenis Kernel

Jenis Kernel	Akurasi	Waktu Komputasi
Polynomial	96.9231	3,2413
Linear	96.9231	2,4296
RBF	76.9231	2,3742

4.4 Hasil Pengujian Skenario Keempat

Pengujian akurasi sistem pada skenario pertama dalam mengidentifikasi rentang umur kematian fosil manusia adalah menggunakan tiga ukuran citra yang berbeda yaitu 128 x 128 piksel, 256 x 256 piksel, dan ukuran 512 x 512 piksel. Nilai parameter GLCM dan SVM yang digunakan adalah pada 135, nilai level kuantisasi 32, dan fitur GLCM yaitu homogenitas dan kontras, dimana parameter tersebut menghasilkan akurasi tertinggi pada skenario kelima.

Tabel 7. Akurasi dan Waktu Komputasi terhadap Parameter Ukuran Citra

Ukuran Citra	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
128 x 128	38.4615	0.1355
256 x 256	69.2308	0.3753
512 x 512	73.0769	2.7513

4.5 Hasil Pengujian Skenario Kelima

Pengujian akurasi dan waktu komputasi sistem pada skenario keenam dalam mengidentifikasi jenis fosil gigi graham manusia menggunakan parameter arah pada metode GLVM dan SVM. Parameter tetap yang menjadi acuan ialah sebagai berikut, menggunakan fitur kontras, homogenitas, energi, dan korelasi dengan jarak 1 dan level kuantisasi 8 Kernel option 9 dan menggunakan kernel jenis poly. Adapun hasil pengujian akurasi dan waktu komputasi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 8. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Kontras

ARAH	AKURASI	WAKTU KOMPUTASI	JUMLAH DATA BENAR
0	63,8462	3,5810	83
45	62,3077	2,3616	81
90	65,3846	2,4627	85
135	40,7692	2,6281	52

Tabel 9. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Homogenitas

ARAH	AKURASI	WAKTU KOMPUTASI	JUMLAH DATA BENAR
0	63,0769	2,3840	82
45	62,3077	2,3960	81
90	64,6154	2,4404	84
135	64,6254	2,4277	84

Tabel 10. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Energi

ARAH	AKURASI	WAKTU KOMPUTASI	JUMLAH DATA BENAR
0	50,7692	2,3811	66
45	51,5385	2,4101	67
90	51,5385	2,5142	67
135	50,7692	2,4438	66

Tabel 11. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter Arah pada Fitur Korelasi

ARAH	AKURASI	WAKTU KOMPUTASI	JUMLAH DATA BENAR
0	46,9231	2,4471	61
45	46,9231	2,7207	61
90	46,1538	3,0211	60
135	48,4615	2,6770	63

4.6 Hasil Pengujian Skenario Ketujuh

Pengujian akurasi dan waktu komputasi sistem pada skenario ketiga dalam mengidentifikasi jenis fosil gigi geraham manusia menggunakan parameter arah dan level kuantisasi pada metode GLVM dan SVM. Parameter tetap yang menjadi acuan ialah sebagai berikut, menggunakan fitur korelasi dan energi, dengan jarak 1, Kernel option 9 dan menggunakan kernel jenis *polynomial*. Adapun hasil pengujian akurasi dan waktu komputasi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 12. Akurasi dan Waktu Komputasi berdasarkan Parameter Arah dan Level Kuantisasi

ARAH	KUANTISASI	AKURASI (%)	WAKTU KOMPUTASI	JUMLAH DATA BENAR
0	8	46,9231	2,9956	62
	16	70	2,4912	91
	32	59,2308	2,6378	77
45	8	51,5385	2,5205	72
	16	53,8462	2,8692	74
	32	59,2308	2,9302	77
90	8	59,2308	2,4709	77
	16	49,2308	2,5067	62
	32	52,3077	2,9727	68
135	8	45,3846	2,4012	59
	16	69,2308	2,5368	87
	32	73,0769	2,528	95

4.7 Hasil Pengujian Skenario Kedelapan

Pada skenario keempat ini dilakukan pengujian akurasi dan waktu komputasi sistem dalam mengidentifikasi rentang umur kematian fosil terhadap parameter jenis kernel. Sedangkan parameter tetap untuk GLCM menggunakan fitur homogenitas dan kontras, arah pada 135 dan untuk level kuantisasinya adalah 32. Adapun hasil pengujian sistem pada parameter jenis kernel ditunjukkan pada tabel tabek berikut :

Tabel 13. Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi terhadap Parameter Jenis Kernel

Jenis Kernel	Akurasi	Waktu Komputasi
Polynomial	73.0769	2.5280
Linear	36.1538	2.5153
RBF	36.9231	3.0129

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem identifikasi sub-fosil gigi geraham manusia berbasis pengolahan citra digital menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Method dan SVM, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode ekstraksi ciri GLCM dan SVM dapat digunakan untuk mengidentifikasi rentang umur kematian gigi dan juga jenis gigi geraham
2. Ukuran citra mempengaruhi akurasi dan juga waktu komputasi. Akurasi tertinggi pada indentifikasi umur adalah 96% dan untuk jenis gigi geraham pada 73%
3. Akurasi optimal bisa didapatkan ketika fitur GLCM yang dipakai adalah Homogenitas dan Energi, pada arah 0 derajat dan juga jumlah kuantisasi 8 yaitu sebesar 96%, pada identifikasi jenis gigi geraham hasil optimal didapatkan ketika memakai fitur Korelasi dan Energi, pada arah 135 dan level kuantisasi 32 yaitu sebesar 73%.

Daftar Pustaka:

- [1] Mehmet Yaşar Işcan dan Maryna Steyn, *The Human Skeleton in Forensic Medicine*, Springfield: Charles C Thomas, 2013.
- [2] P. A. Potter, *Clinical Nursing Skills and Techniques*, 2006.
- [3] James L. fuller, Gerald E. Denehy, Thomas M. Schulein, *Concise Dental Anatomy and Morphology*.
- [4] M. Riadi, *Pengolahan Citra Digital*, 2016.
- [5] Khin Nyein Nyein Hlaing dkk, "Myanmar Paper Currency Recognition Using GLCM and k-NN," 2016.
- [6] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [7] M. Hall-Beyer, *Gray Level Co-occurrence Matrix*, 2017.

- [8] Arief Satrio Wibowo dkk, “*Simulasi dan Analisis Pengenalan Citra Daging Sapi dan Daging Babi dengan Metode GLCM,*” Telkom University , Bandung, 2015.
- [9] H. Oceandra. M, “*Pengurangan Noise Pada Citra Digital Menggunakan Metode Statistik Mean ,Median , Kombinasi Dan Rekursif Filter*” UIN-SusKa, 2013.
- [10] A. G. A, *Deteksi Tumor Otak Berdasarkan Citra MRI dengan Menggunakan Metode ICA dan SVM,* Telkom University, 2011.
- [11] A. s. Abdul khadir, “*Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra.*” Yogyakarta, 2013.
- [12] J. Parker, *Algorithms For Image Processing And Computer Vision,* Indianapolis: Wiley Publishing, 2011.
- [13] R. K. Salsabiilaa, "Deteksi Kualitas Dan Kesegaran Telur Ayam Ras Berdasarkan Deteksi Objek Transparan Dengan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN)," 2016.
- [14] Nugroho A.S Witarto A.B Handoko Dwi, *Support Vector Machine : Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika, Indonesia,* 2003
- [15] T. Swanston, “*Element Localization In Archaeological Bone Using Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence Identification Of Biogenic Uptake,*” *Journal Of Archaeological Science,* Vol. 3, Pp. 1-5, 2012.