

KLASIFIKASI JENIS MINERAL BERDASARKAN WARNA DAN BENTUK MELALUI PENGOLAHAN CITRA *PETROGRAPHY* DENGAN METODE *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX* DAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*

CLASSIFICATION OF MINERAL TYPES BASED ON COLOR AND SHAPE THROUGH PETROGRAPHY IMAGE PROCESSING USING GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX AND LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Alvin Matthew Valentino¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Dr. Ir. Andri Slamet Subandrio³

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

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

¹alvinmv@students.telkomuniversity.ac.id, ²bhidayat@gmail.com, ³andrisssm@gmail.com

Abstrak

Petrografi adalah cabang dari geologi yang menjelaskan deskripsi rinci dari pasir mineral berdasarkan kandungan mineralnya. Keberadaan pasir mineral dapat memprediksi keberadaan mineral dengan jumlah yang lebih besar dengan jenis yang sama. Pada satu buah sampel pasir mineral, terdapat berbagai macam jenis mineral yang dapat dibedakan melalui warna dan bentuknya. Dengan bantuan mikroskop, para ahli geologi dapat melihat dan mengelompokkan mineral pada satu sampel secara manual. Namun, hal tersebut dinilai tidak efektif karena membutuhkan waktu yang lama untuk mengetahui dan mengelompokkan mineral. Teknologi telekomunikasi dapat diaplikasikan dengan menggunakan pengolahan citra digital. Pengolahan citra dilakukan dengan *input* berupa citra digital dari pasir mineral secara mikroskopis yang diambil dari mikroskop. Setelah itu, dilakukan proses preprocessing, ekstraksi ciri *Grey Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ). GLCM adalah suatu metode ekstraksi yang merubah warna asli dari citra suatu objek menjadi warna keabuan yang memiliki tingkat derajat keabuan. LVQ adalah sebuah metode klasifikasi dimana setiap unit output mempresentasikan sebuah kelas. Hasil dari penelitian ini untuk kelas kromit, kuarsa, kalsit, dan *background* pada daerah Sebuku didapatkan akurasi sebesar 69,3% dari total 110 citra uji dengan waktu komputasi 3,8271 detik. Sedangkan untuk kelas *cassiterite*, *epodite*, kuarsa, dan *background* pada daerah Bangka Belitung didapatkan akurasi sebesar 68,4% dari total 110 citra uji dengan waktu komputasi 3,435 detik.

Kata kunci : *Grey Level Co-Occurrence Matrix, Learning Vector Quantization, dan mineral*

Abstract

Petrography is a branch of geology which describes detailed descriptions of mineral sands based on mineral content. The presence of mineral sands can predict the presence of larger quantities of the same type of minerals. In one mineral sand sample, there are various types of minerals that can be distinguished by their color and shape. With the help of a microscope, geologists can see and group minerals in one sample manually. However, this is considered ineffective because it requires a long time to know and classify minerals. Telecommunication technology can be applied using digital image processing. Image processing is done by input in the form of a digital image from mineral sand microscopically taken from a microscope. After that, the preprocessing process, feature extraction of the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) and Learning Vector Quantization (LVQ) classification were carried out. GLCM is an extraction method that changes the original color of the image of an object to a gray color that has a degree of grayness. LVQ is a classification method where each output unit presents a class. The results of this study for chromite, quartz, calcite, and background in Sebuku region with 69.3% accuracy of a total 110 test images with computing time 3.8271 seconds. Whereas for the cassiterite, epodite, quartz, and background classes in the Bangka Belitung region with 68.4% accuracy of the total 110 test images with a computing time of 3.435 seconds.

Keywords: *Grey Level Co-Occurrence Matrix, Learning Vector Quantization, and minerals*

1. Pendahuluan

Mineral adalah suatu benda padat homogen yang terdapat di alam terbentuk secara anorganik, mempunyai komposisi kimia pada batas-batas tertentu dan mempunyai atom-atom yang tersusun secara teratur. Namun, tidak semua orang tertarik untuk melakukan pendalaman akan ilmu geologi. Karena itu, sistem yang dapat mengidentifikasi mineral berdasarkan warna dan bentuk telah dibuat untuk membantu manusia yang tidak mengerti ilmu geologi, membantu perindustrian dalam menentukan jenis mineral agar dapat dikelola sesuai dengan

karakteristik dan sifat kimia yang terdapat di dalam mineral agar tidak membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia serta menjadi alat pembanding bagi para ahli geologi untuk mengidentifikasi mineral secara langsung dengan ilmu geologi mengenai mineral yang dimiliki para ahli tersebut maupun dengan menggunakan sistem yang sudah dirancang. Perancangan sistem identifikasi mineral berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode ekstraksi ciri *grey level co-occurrence matrix* dan klasifikasi *learning vector quantization* untuk meminimalisir biaya dan mempersingkat waktu yang dibutuhkan dalam mengklasifikasikan persentase mineral.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Teori Mineral

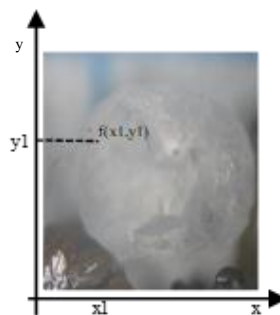
Mineral adalah suatu benda padat homogen yang terdapat di alam terbentuk secara anorganik, mempunyai komposisi kimia pada batas-batas tertentu dan mempunyai atom-atom yang tersusun secara teratur [1]. Mineral biasanya padat dan homogen dan hasil bentuk alam yang memiliki sifat-sifat fisik dan kimia tertentu serta umumnya berbentuk kristalin. Meskipun demikian ada beberapa bahan yang terjadi karena penguraian atau perubahan sisa-sisa tumbuhan dan hewan secara alamiah juga digolongkan ke dalam mineral, seperti batubara, minyak bumi dan tanah diatome.

2.2 Petrografi [2]

Petrografi adalah cabang dari bidang geologi pada studi mengenai batuan dan kondisi pembentukannya yang berfokus pada deskripsi rinci dari batuan dan klasifikasi batuan dengan menggunakan bantuan mikroskop [3]. Pada penjelasan batuan secara petrografis, hal yang penting untuk diperhatikan adalah identifikasi komposisi mineral dan tekstur batuan. Pengklasifikasian atau pengelompokan batuan didasarkan pada hasil pengamatan tekstur dan komposisi mineralogi utama (*rock forming minerals*).

2.3 Citra Digital

Citra dapat didefinisikan ke dalam fungsi dua dimensi $f(x,y)$ seperti pada Gambar 2.2 dengan x dan y merupakan koordinat spasial dan amplituda f di titik koordinat (x,y) disebut intensitas atau tingkat keabuan citra pada titik tersebut [4]. Citra yang diubah dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit yang dinilai sebagai citra *digital*. Jumlah *pixel* per satuan panjang menentukan resolusi citra tersebut, makin banyak *pixel* yang mewakili suatu citra maka nilai resolusi dari citra tersebut semakin tinggi yang ditandai dengan semakin halusny gambar atau citra tersebut [5].



Gambar 1. Citra Digital [4]

2.4 Grey Level Co-occurrence Matrix [6]

Tekstur adalah sifat – sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Pada penelitian ini yang dimaksud tekstur adalah keteraturan pola–pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel–piksel dalam citra batuan mineral. Salah satu teknik untuk mendapatkan ciri statistik adalah dengan menghitung sudut dan jarak tertentu. Salah satu metode untuk mengetahuinya adalah dengan menggunakan metode GLCM. GLCM didefinisikan sebagai tabulasi dari data piksel citra di mana digambarkan seberapa sering kombinasi yang berbeda pada nilai keabuan yang muncul pada citra. Berikut langkah – langkah metode GLCM [7]:

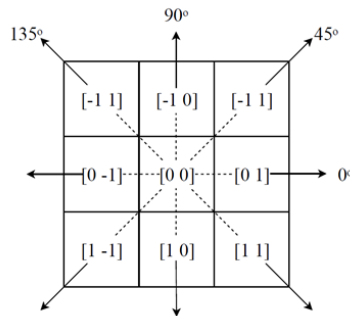
1. Quantization

Merupakan konversi nilai *grayscale* (256 nilai keabuan) citra kedalam rentang (level–level) nilai tertentu. Tujuan kuantisasi ini adalah mengurangi angka perhitungan dan meringankan proses komputasi. Misalkan ditetapkan delapan rentang nilai (0 – 7) di mana setiap rentang mewakili 32 nilai keabuan.

2. Co-Occurrence

Co-occurrence berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai intensitas piksel bertetangga dengan satu level intensitas piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu (d, θ). Jarak dinyatakan

dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Misalkan orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut 45°, yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135° sedangkan jarak antar piksel ditetapkan sebesar 1 piksel [7].



Gambar 2. Ketetangaan Piksel Sebagai Fungsi Orientasi Sudut dan Jarak [7]

Representasi arah orientasi 0° maksudnya adalah jika terdapat piksel yang menjadi acuan, berdasarkan Gambar 2 pada kotak piksel pusat, maka arah 0° ditunjukkan pada sebelah kanan atau kiri piksel pusat. Untuk jarak merupakan piksel ketetangaan terhadap piksel pusat mulai dari satu hingga berapapun yang dibutuhkan berdasarkan arah orientasinya. Misalkan ditentukan dari 4 arah matrik kookurensinya adalah derajat = 0° dan jarak = 1. Maka didapat matrik C kookurensinya seperti Gambar 3.

Piksel Tetangga Piksel Referensi	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
2	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
3	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
4	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
5	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7
6	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7
7	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Gambar 3. Pembentukan Matriks Kookurensi dari Matriks Kuantisasi [7]

3. *Symmetric*

Symmetric diartikan sebagai kemunculan posisi piksel yang sama. Misalkan terdapat piksel (2,3). Maka secara orientasi horizontal piksel (2,3) sama dengan piksel (3,2). Oleh karena itu, *symmetric* adalah hasil penjumlahan matrik kookurensi dengan matrik *transpose* nya sendiri [7].

4. *Normalization*

Membagi setiap angka matrik pada matrik D (*symmetric*) dengan jumlah seluruh angka pada matrik tersebut merupakan hasil dari normalisasi.

5. *Feature Extraction*

GLCM merupakan salah satu cara mengekstrak fitur tekstur statistik orde kedua. Fitur tekstur yang diekstrak adalah energi, kontras, korelasi, dan homogenitas. Berikut persamaan beberapa ciri tekstural tersebut di antaranya [7]:

a. Energi

Nilai energi menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra. Nilai energi yang tinggi muncul pada saat tekstur citra cenderung seragam.

$$Energy = \sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1) di mana, i = baris, j = kolom, N = jumlah piksel.

b. Kontras

Kontras adalah perhitungan perbedaan intensitas antara piksel satu dan piksel yang berdekatan di seluruh gambar. Kontras bernilai 0 untuk gambar yang konstan.

$$Contrast = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i,j) \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan (2) di mana, i = baris, j = kolom, N = jumlah piksel.

c. Homogenitas

Nilai homogenitas GLCM menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen memiliki *homogeneity* yang besar.

$$Homogeneity = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1 + |i - j|} \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (3) di mana, i = baris, j = kolom, N = jumlah piksel.

d. Korelasi

Mengukur ketidakmiripan suatu tekstur di mana nilainya besar bila acak dan bernilai kecil jika seragam.

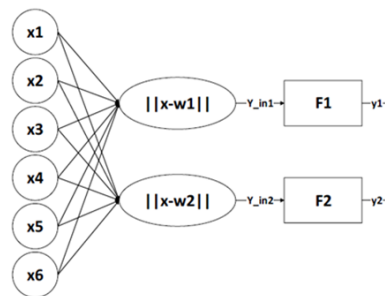
$$Correlation = \sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (4) di mana, i = baris, j = kolom, N = jumlah piksel.

2.5 Learning Vector Quantization [8] [9]

LVQ adalah sebuah metode klasifikasi di mana setiap unit *output* mempresentasikan sebuah kelas. LVQ digunakan untuk pengelompokkan di mana jumlah kelompok sudah ditentukan arsitekturnya. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mendekati distribusi kelas vektor untuk meminimalkan kesalahan dalam proses klasifikasi.

LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif ke dalam klasifikasi target yang didefinisikan oleh pengguna. Kelas yang dihasilkan berdasarkan jarak vektor tersebut. Jika ada dua vektor memiliki jarak yang cukup dekat atau mendekati sama, maka kedua vektor tersebut dikelompokkan ke dalam kelas yang sama. Arsitektur LVQ dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur LVQ

Dengan:

- x_1 sampai x_n = nilai *input*
- $\|x-w_1\|$ sampai $\|x-w_n\|$ = jarak bobot
- F1 sampai F_n = lapisan *output*
- y_1 sampai y_n = nilai *output*
- n = jumlah kata (jumlah kelas)

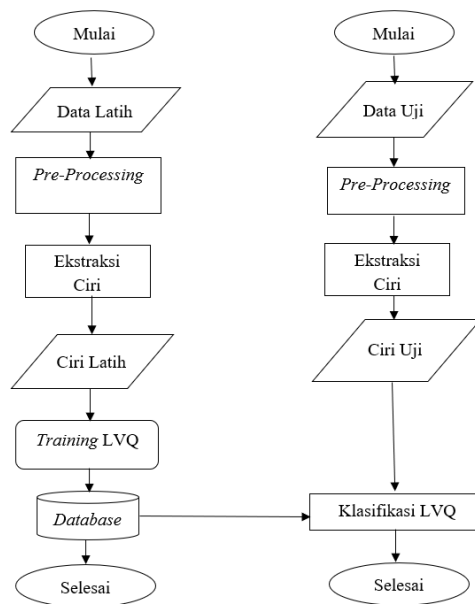
3. Perancangan Sistem

3.1. Diagram Alir Sistem

Pada penelitian ini, perangkat lunak yang dirancang terdiri dari dua tahap yaitu tahap latihan dan tahap uji. Tahap latihan adalah tahap mencari nilai *pixel* yang menjadi acuan untuk database program. Nilai *pixel* dicocokkan dengan citra

uji untuk mendeteksi klasifikasi mineral. Sedangkan tahap uji adalah tahap untuk menguji data citra sehingga dapat diklasifikasikan oleh sistem yang dirancang. Dalam tahap latih digunakan 60% sampel mineral yang terdiri dari berbagai jenis mineral. Sedangkan pada tahap uji digunakan 40% sampel mineral yang terdiri dari berbagai jenis mineral.

Pada tahap latih setiap proses diawali dengan tahap *pre-processing* terhadap data latih citra yang dimasukkan, kemudian proses ekstraksi ciri dengan metode GLCM. Dalam tahap uji, data latih citra yang telah masuk ke tahap *pre-processing* dilanjutkan dengan proses ekstraksi ciri dengan metoda GLCM. Kemudian hasil dari ekstraksi ciri dideteksi dengan menggunakan klasifikasi LVQ untuk mengetahui kecocokan nilai *pixel* dari data uji terhadap data latih, sehingga didapatkan hasil klasifikasi dari mineral. Adapun flowchart sistem simulasi dan analisis dari penelitian dapat dilihat di Gambar 5.

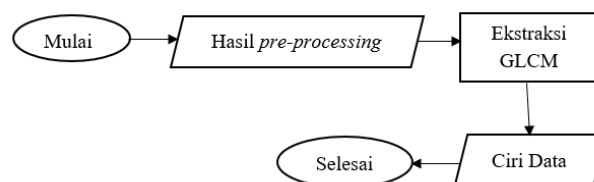


Gambar 5. Diagram Alir Model Sistem

3.2. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan cara yang dilakukan untuk mendapatkan ciri dari sebuah citra. Ciri tiap citra disimpan kedalam sebuah vektor kolom. Adapun metode yang digunakan pada ekstraksi ciri ini adalah GLCM.

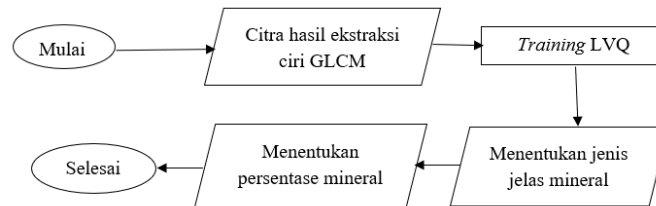
Pada tahap ini citra hasil *pre-processing* kemudian ditampilkan dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat. Hasil koefisien wavelet inilah yang mencari ciri dari suatu citra [10]. Diagram alir ekstaksi ciri dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Proses Ekstraksi Ciri

3.3. Klasifikasi

Setelah tahapan ekstraksi ciri, kemudian ciri yang didapatkan melalui proses klasifikasi. Pada sistem yang dirancang, metode klasifikasi yang digunakan adalah *Learning Vector Quantization*. Proses klasifikasi yaitu membandingkan hasil pengolahan citra uji dengan citra latih yang sudah ada sebagai patokannya. Diagram alir proses klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Proses Klasifikasi

4. Hasil Pengujian Sistem dan Analisis

Pengujian sistem dilakukan berdasarkan beberapa parameter yang diperoleh selama proses pemrograman sistem. Masing-masing pengujian memiliki hasil yang direpresentasikan dalam bentuk table, grafik, dan analisis. Dalam tugas akhir ini akurasi tinggi yang lebih diutamakan, karena waktu komputasi yang didapatnya perbedaannya tidak signifikan. Skenario pengujian pada sistem ini adalah sebagai berikut :

4.1 Pengaruh Jenis Layer Terhadap Akurasi Sistem

Pengujian pertama yaitu memilih layer yang tepat untuk mendapatkan akurasi dan waktu komputasi terbaik. Citra yang digunakan telah dilakukan tahap *cropping* dan *resize*. Kuantisasi yang digunakan adalah 16, *offset* yang digunakan adalah 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , dan ciri statistik yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Terdapat 160 citra latih dan 110 citra uji untuk daerah Sebuku, 138 citra latih dan 110 citra uji untuk daerah Bangka Belitung. Citra untuk kedua daerah tersebut dibagi menjadi 3 kelas jenis batuan dan 1 kelas untuk latarnya. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa layer terbaik untuk citra Bangka Belitung yaitu *Grayscale* dengan akurasi 53,1% dan waktu komputasi 3,6975 detik dan untuk citra Sebuku yaitu *Cr* (*chrominance red*) dengan akurasi 69,3% dan waktu komputasi 4,5652 detik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Layer

Layer	Bangka Belitung		Sebuku	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
<i>Grayscale</i>	53,1	3,6975	65,7	3,6196
R	22,5	3,6949	45,9	3,5469
G	52,1	3,6254	64,8	3,5623
B	19,8	3,6406	68,4	3,6787
Y	17,1	3,8969	58,5	4,479
Cb	41,4	3,7964	64,8	4,5197
Cr	45,9	3,8203	69,3	4,5652

4.2 Pengaruh Jenis Parameter Ekstraksi Terhadap Akurasi Sistem

Pada skenario ini, untuk mengetahui jenis parameter ekstraksi yang paling tepat dilakukan pengujian kuantisasi, *offset*, ciri statistik. Adapun untuk layer yang digunakan adalah *grayscale* untuk *defaultnya*. *Hidden layer* 50 dan *epoch* 100 untuk *training* LVQ. Citra yang digunakan yaitu 160 citra latih dan 110 citra uji untuk daerah Sebuku, 138 citra latih dan 110 citra uji untuk daerah Bangka Belitung. Citra untuk kedua daerah tersebut dibagi menjadi 3 kelas jenis batuan dan 1 kelas untuk latarnya.

1. Kuantisasi

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kuantisasi terbaik untuk citra Bangka Belitung dan citra Sebuku yaitu 16 untuk nilai kuantisasinya. Untuk Bangka Belitung didapatkan akurasi 53,1% dengan waktu komputasi 3,6975 detik dan untuk Sebuku didapatkan akurasi 65,7 % dengan waktu komputasi 3,6196 detik. Untuk pengujian ini menggunakan *offset* 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , dan ciri statistik yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuantisasi

Kuantisasi	Bangka Belitung		Sebuku	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
4	46,8	3,7281	63,0	3,6613
8	51	4,1976	62,1	3,7178
16	53,1	3,6975	65,7	3,6196
32	45	3,7201	58,5	3,5512
64	30,6	3,7029	64,7	3,9527

2. Offset

Pada Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa *offset terbaik* adalah memakai semua nilai *offset* yaitu 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° dengan jarak *offset* untuk citra Bangka Belitung adalah 9 dengan nilai akurasi 64,8% dan waktu komputasi 3,3881 detik. Sedangkan untuk citra Sebuku, jarak *offset* yang digunakan adalah 1 dengan nilai akurasi 65,7% dan waktu komputasi 3,6196 detik. Pada pengujian ini menggunakan *layer* grayscale, nilai kuantisasi 16, dan ciri statistik yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Offset*

<i>Offset</i>	Bangka Belitung		Sebuku	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
0°	45	1,5371	64,8	1,734
45°	50,4	1,5234	64,8	1,3567
90°	21,6	1,4763	62,1	1,519
135°	22,5	1,4993	64,8	1,6735
180°	46,8	1,5558	64,8	1,5327
225°	49,4	1,4588	50,4	1,6814
270°	51,3	1,4929	51,3	1,7053
315°	45	1,4002	57,6	1,654

Tabel 4. Hasil Pengujian Jarak *Offset*

<i>Jarak Offset</i>	Bangka Belitung		Sebuku	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
1	53,1	3,6975	65,7	3,6196
2	58,5	3,5261	62,1	3,5213
5	56,7	3,4374	62,1	3,5225
8	60,3	3,4373	47,7	3,3441
9	64,8	3,3881	43,2	4,7176
10	59,4	3,3881	55,8	4,2126

3. Ciri Statistik

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa ciri statistik untuk daerah Bangka Belitung adalah *homogeneity* dengan akurasi 61,2% dan waktu komputasi 3,633 detik, sedangkan untuk daerah Sebuku adalah *energy* dengan 67,5% dan waktu komputasi 3,6012. Pada pengujian ini menggunakan *layer* grayscale, nilai kuantisasi 16, *offset* 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , jarak *offset* adalah 1. Tetapi pada Tabel 6 dibuktikan bahwa memakai semua ciri statistik, akurasinya menjadi lebih baik.

Tabel 5. Hasil Pengujian Ciri Statistik

Ciri Statistik	Bangka Belitung		Sebuku	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
<i>Contrast</i>	21,6	3,7055	65,7	4,4072
<i>Correlation</i>	45	3,6303	65,7	5,4775
<i>Energy</i>	58,5	3,6202	67,5	3,6012
<i>Homogeneity</i>	61,2	3,633	38,7	4,3704

Tabel 6. Perbandingan Parameter Ciri Statistik yang Dipakai

Ciri Statistik	Bangka Belitung		Sebuku	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
Lengkap	64,8	3,3881	69,3	4,5652
Energy	58,5	3,6202	67,5	3,6012
Homogeneity	61,2	3,633	38,7	4,3704

4.3 Pengaruh Jenis Parameter Klasifikasi Terhadap Akurasi Sistem

Pada skenario ini, untuk mengetahui berapa nilai parameter LVQ yang tepat dengan melatih hasil ekstraksi. Terdapat 2 parameter LVQ yaitu *hidden layer* dan *epoch*. Citra yang digunakan yaitu 160 citra latih dan 110 citra uji untuk daerah Sebuku, 138 citra latih dan 110 citra uji untuk daerah Bangka Belitung. Citra untuk kedua daerah tersebut dibagi menjadi 3 kelas jenis batuan dan 1 kelas untuk latarnya.

Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter *Hidden Layer*

<i>Hidden Layer</i>	<i>Epoch</i>	Bangka Belitung		Sebuku	
		Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
10	100	44,1	4,6923	68,4	4,8103
20	100	60,3	4,2513	68,4	3,7855
30	100	53,1	4,2136	68,4	3,7928
40	100	58,8	4,1427	68,4	3,908
50	100	64,8	3,3881	69,3	4,5652
60	100	61,2	4,1322	69,3	3,9231
70	100	45,0	3,9320	68,4	3,7461
80	100	54,9	4,2512	69,3	3,8271
90	100	59,4	4,2059	68,4	3,767
100	100	58,5	4,3025	69,3	3,8743

Tabel 8. Hasil Pengujian Parameter *Epoch*

<i>Hidden Layer</i>	<i>Epoch</i>	Bangka Belitung		Sebuku	
		Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (detik)
50	50	62,1	4,2346	68,4	3,8133
50	100	64,8	3,3881	69,3	4,5652
50	150	55,8	4,2914	68,4	3,8017
50	200	67,5	4,1843	69,3	3,8828
50	250	65,7	3,9922	68,4	4,105
50	300	68,4	3,4350	68,4	3,8229
50	350	63,0	3,4526	69,3	3,9561
50	400	57,6	3,3817	68,4	3,7969
50	450	54,0	3,5612	68,4	3,7636
50	500	63,9	3,4691	68,4	3,822

Dapat dilihat pada Tabel 7 pengujian pada parameter *hidden layer* dan Tabel 8 pengujian pada parameter *epoch* bahwa untuk citra Bangka Belitung dengan menggunakan *hidden layer* sebesar 50 dan *epoch* sebesar 300 didapatkan akurasi 68,4% dengan waktu komputasi 3,435 detik. Sedangkan untuk citra Sebuku dengan menggunakan *hidden layer* sebesar 80 dan *epoch* sebesar 100 didapatkan akurasi 69,3% dengan waktu komputasi 3,8271 detik.

5. Kesimpulan

Dari pengujian dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil terbaik yang didapatkan setelah melakukan proses pengujian pada citra petrografi dengan metode ekstraksi ciri GLCM dan klasifikasi LVQ untuk citra Bangka Belitung didapatkan akurasi sebesar 68,4% dengan waktu komputasi 3,435 detik, dan untuk citra Sebuku didapatkan akurasi sebesar 69,3% dengan waktu komputasi 3,8271 detik.
2. Parameter optimal yang digunakan pada metode GLCM yaitu kuantisasi sebesar 16, *offset* 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°, ciri statistik yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* untuk citra Bangka Belitung dan Sebuku, selain itu *layer grayscale* dan jarak *offset* sebesar 9 untuk citra Bangka Belitung dan *layer Cr (chrominance red)* dan jarak *offset* sebesar 1 untuk citra Sebuku.
3. Parameter yang paling optimal pada metode klasifikasi LVQ yaitu *hidden layer* sebanyak 50 dan *epoch* sebanyak 300 untuk citra Bangka Belitung, sedangkan untuk citra Sebuku digunakan *hidden layer* sebanyak 80 dan *epoch* sebanyak 100.

Daftar Pustaka:

- [1] L. Berry, B. Mason and R. Dietrich, Mineralogy : Second Edition, New York: W.H. Freeman and Company, 1983.
- [2] H. Iman, Vulkanologi dan Mineralogi Petrografi, Surakarta: MUP UMS, 2015.
- [3] H. Blatt and R. J. Tracy, Petrology; Igneous, Sedimentary, and Metamorphic, New York: W.H. Freeman, 1996.

- [4] M. Hall-Beyer, "Gray Level Co-Occurrence Matrix," 2008. [Online]. Available: http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/the_glcm.html. [Accessed 10 February 2018].
- [5] G. R. Dongarwan, "Cheiloscopy-Method of Person Identification and Sex Determination.," 2013. [Online]. Available: <https://www.omicsonline.org/scientific-reports/2157-7145-SR-612.pdf>. [Accessed 19 February 2018].
- [6] I. P. Budisanjaya, Identifikasi Nitrogen dan Kalium pada Daun Tanaman Sawi Hijau menggunakan Matriks Co-Occurrence, Moments, dan Jaringan Saraf Tiruan, Bali: Universitas Udayana Bali, 2013.
- [7] S. Jaishankar, Lip Prints in Personal Identifications, Thokkavadi: Department of Oral Medicine & Radiology, 2010.
- [8] D. Putra, Pengolahan Sinyal Digital, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [9] Suyanto, Artificial Intelligence, Bandung: Informatika Bandung, 2014.
- [10] Madenda, Pengolahan Citra & Video Digital, Jakarta: Erlangga, 2016.