

## Klasifikasi Batuan Beku Gabbro Pada Citra Sayatan Tipis Menggunakan *Multilevel Otsu's Thresholding*

Muhammad Dzulfikar Fauzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga,  
dzulfikar1234567@gmail.com

### Abstrak

Citra sayatan tipis batuan merupakan metode pengamatan yang digunakan untuk menentukan jenis batuan dan nama dari batuan berdasar pada mineral penyusun. Melakukan pengamatan sayatan tipis sulit dilakukan jika hanya menggunakan bantuan mikroskop polarisasi karena kemampuan mata manusia tidak dapat melakukan identifikasi secara mendetail. Oleh karena itu analisis dan identifikasi mineral menjadi lebih mudah dilakukan dengan bantuan pengolahan citra digital dengan menggunakan algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* untuk mengetahui kelimpahan mineral batuan beku.

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan citra sayatan tipis batuan beku yang diakuisisi dari penggunaan mikroskop polarisasi dengan perbesaran 10x. *preprocessing* yang dilakukan dengan 2 perlakuan yang berbeda yaitu *garyscale* dan *grayscale* dengan *k-means* untuk mengetahui hasil yang maksimal. Selanjutnya tahap pengolahan dilakukan segmentasi *Multilevel Otsu's Thresholding* dengan dua nilai ambang. Selanjutnya analisis pada hasil segmentasi untuk mengetahui kelimpahan mineral.

Hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada *preprocessing* yang menggunakan *grayscale* dan *grayscale* dengan *k-means* yang kemudian dilakukan segmentasi *Multilevel Otsu's Thresholding* memiliki akurasi paling tinggi 40% dan 33,57%. Dari kedua perlakuan dapat disimpulkan bahwa penggunaan *k-means* pada *preprocessing* memiliki pengaruh pada pengolahan citra sayatan tipis batuan beku jenis gabbro dengan nilai akurasi tertinggi dari dua perlakuan yaitu 40% dengan menggunakan *preprocessing k-means* dengan nilai  $k=7$ .

**Kata kunci:** citra sayatan tipis, batuan beku, *Multilevel Otsu's Thresholding*.

### Abstract

The image of a thin section of rock is a rock or mineral observation methods. The mineral content of rocks can be used to determine rock types and names of these rocks. Thin section making observations difficult if only using polarizing microscopy, the ability of the human eyes can not identify in detail. Therefore, the analysis and identification of minerals to be more easily done with the help of digital image processing algorithms using *Multilevel Otsu's Thresholding* to determine the abundance of igneous minerals.

The data used in this study using the image of a thin section of igneous rock acquired from use polarizing microscope with a magnification of 10x. *Preprocessing* is performed with two different treatment is *grayscale* and *grayscale* with *k-means* to determine the maximum results. The next stage of the processing is done *Multilevel Otsu's Thresholding* segmentation with two threshold values. Further analysis of the results of segmentation to determine the abundance of minerals.

The results of calculations and analysis has been done on the *preprocessing* using *grayscale* and *grayscale* with *k-means* then done *Multilevel Otsu's Thresholding* segmentation has the highest accuracy of 40% and 33.57%. Of the two treatments can be concluded that the use of *k-means* on the *preprocessing* have an influence on image processing thin section gabbro igneous rock types with the highest accuracy values of the two treatments at 40% by using the *k-means preprocessing* with a value of  $k = 7$ .

**Keywords:** Image thin section, Igneous rock, *Multilevel Otsu's Thresholding*.

## 1. PENDAHULUAN

Batuan dan mineral merupakan sumber daya alam yang banyak dibutuhkan dan digunakan untuk kehidupan manusia, dan bahan dasar industri. Batuan mengandung mineral yang merupakan bahan non-organik yang dapat digunakan dalam berbagai bidang di antaranya konstruksi bangunan, kesehatan, kecantikan, pertanian, peternakan dan industri. Melihat mineral akan sulit dilakukan jika dilihat secara langsung, mineral akan mudah jika batu yang mengandung mineral di sayat terlebih dahulu.

Sayatan tipis batuan adalah suatu metode pengamatan batuan atau mineral dengan cara membentuk dan menipiskan batuan hingga memiliki ketebalan 0,35mm, sehingga dapat dijadikan preparat untuk penelitian menggunakan mikroskop polarisasi. Fungsi utama dari sayatan tipis batuan adalah untuk melakukan analisis dan identifikasi mineral yang ada dalam batuan.

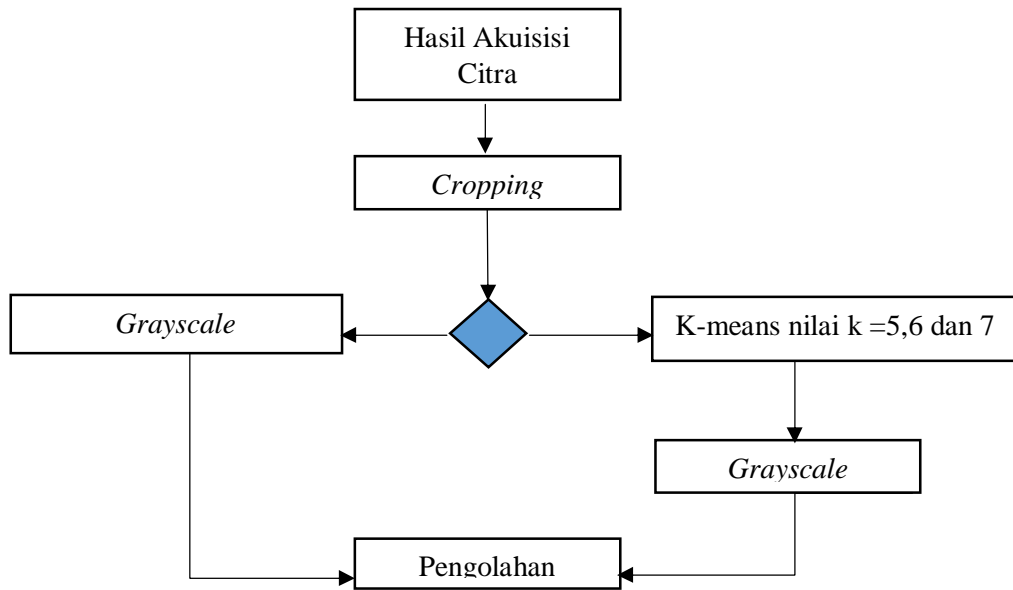
Berbagai penelitian tentang segmentasi menggunakan bermacam-macam metode segmentasi seperti *adaptive* segmentasi, global segmentasi dan segmentasi yang didasarkan pada *threshold*. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Umam (2014) melakukan penelitian tentang segmentasi citra medis pada panoramik gigi, pada penelitian tersebut dilakukan segmentasi dengan mereduksi warna citra panoramik gigi menjadi 64 macam warna dan menggunakan nilai *threshold T-cluster* sebesar 20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan metode yang digunakan dapat mereduksi warna hingga menjadi 64 macam dan menggunakan nilai *threshold T-cluster* sebesar 20 dapat dihasilkan citra panoramik gigi tersegmentasi dengan rata-rata nilai  $Q$  yang paling kecil, yaitu 4,40 [1].

Penelitian ini menggunakan metode *Multilevel Otsu's Thresholding* dalam melakukan segmentasi pada sayatan tipis batuan beku yang digunakan untuk menghitung kandungan mineral yang dikandung batuan beku dengan membuat suatu *prototype* untuk menghitung kelimpahan mineral pada sayatan tipis batuan beku dengan menggunakan pengolahan citra digital. Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* yang telah diteliti oleh Deng-Yuan, Ta-Wei dan Wu-Chic (2011) yang membandingkan beberapa metode *Automatic Thresholding*, metode Otsu digunakan secara luas dalam bidang *computer vision*, *video surveillance* dan pengenalan pola yang merupakan teknik pengolahan citra tingkat rendah memisahkan objek dari *backgrounds*. Metode *Multilevel Otsu's Thresholding* merupakan metode terbaik untuk mensegmentasi gambar, metode Otsu memiliki kompleksitas komputasi tingkat tinggi ketika dilanjutkan ke permasalahan *multilevel thresholding* [2].

Berdasarkan penjelasan yang dipaparkan, maka penelitian ini menggunakan algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* sebagai proses segmentasi pada citra sayatan tipis batuan beku untuk diketahui kelimpahan mineral yang dikandung dan penamaan batuan beku berdasarkan hasil segmentasi. Penelitian ini juga menggunakan metode k-means pada *preprocessing* agar mempermudah dalam mensegmen citra sayatan tipis.

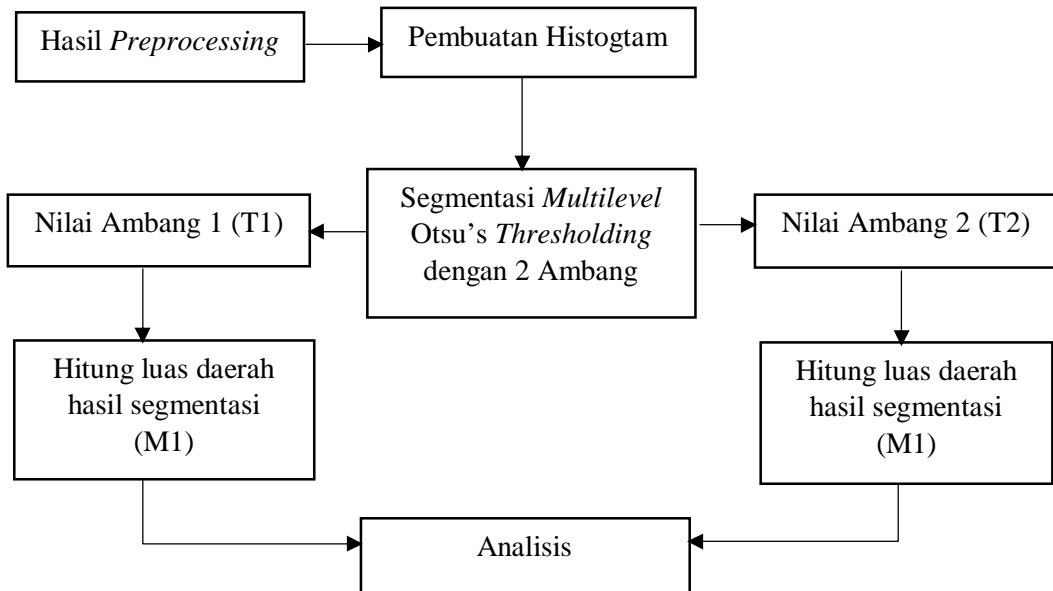
## 2. METODE PENELITIAN

Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam beberapa diagram alur sebagai berikut:



Gambar 1. Alur *Preprocessing*

Hasil dari *cropping* citra yang diambil kemudian dilakukan pengolahan dengan dua cara yaitu yang pertama k-means dengan *grayscale* yang kedua dengan *grayscale* saja, adapun di proses pengolahan dengan k-means menggunakan nilai  $k= 5,6$  dan  $7$  dengan tujuan untuk mempermudah dalam pengolahan selanjutnya.



Gambar 2. Alur Pengolahan

Hasil yang telah diperoleh dari proses sebelumnya digunakan untuk mensegmen dengan cara dibuat terlebih dahulu histogram citra yang akan disegmen, segmentasi yang dilakukan menggunakan algoritma *multilevel otsu's thresholding* dengan 2 ambang *threshold* yang digunakan untuk mensegmen mineral-mineral yang ada di batuan beku. Setelah didapatkan hasil

segmentasi kemudian di hitung luasan hasil segmentasi yang merupakan perwakilan dari kelimpahan mineral yang tersegmen.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis dengan menggunakan perhitungan *Relative Foreground Area Error* (RAE) dari hasil segmentasi untuk mengetahui tingkat *relative error* yang terdapat pada setiap objek pengujian dengan hasil yang diberikan oleh seorang ahli. Tahap selanjutnya dihitung keakuratan dari metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *confution matrix*.

### 2.1 Grayscale

Citra *grayscale* hanya memiliki informasi tentang intensitas dari cahaya, tidak berupa warna yang terkandung dalam citra. Ada 256 tingkat keabuan dalam citra *grayscale* dan setiap *pixel* memiliki intensitas dari 0 hingga 255, dengan 0 menjadi hitam dan 255 menjadi putih. Adapun rumus yang digunakan dalam melakukan *grayscale* sebagai berikut:

$$Gray = \frac{R + G + B}{3} \quad (1)$$

Dimana *Gray* merupakan hasil *grayscale*, R merupakan nilai dari warna merah yang diambil intensitasnya dari suatu *pixel*, G merupakan nilai dari warna hijau yang diambil intensitasnya dari suatu *pixel* dan B merupakan nilai dari warna biru yang diambil intensitasnya dari suatu *pixel*, yang kemudian dibagi dengan konstantan 3 yang sudah merupakan ketentuan agar menjadi *grayscale* suatu citra tersebut [3].

### 2.2 K-means

Secara umum metode *k-means* memiliki langkah-langkah sebagai berikut [5]:

1. Inisialisasi nilai *k cluster* dan titik tengah.
2. Untuk setiap *pixel*, dihitung jarak *Euclidean d*, diantara titik tengah dan setiap titik *pixel* dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$d = \|p(x,y) - c_k\| \quad (2)$$

3. Menetapkan semua *pixel* ke pusat terdekat berdasarkan jarak *d*.
4. Setelah semua *pixel* telah ditetapkan, menghitung ulang posisi baru dari pusat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$c_k = \frac{1}{k} \sum_{y \in c_k} \sum_{x \in c_k} p(x,y) \quad (3)$$

5. Ulangi proses sampai memenuhi toleransi untuk nilai *error*.
6. Membentuk ulang *pixel* hasil *cluster* hingga menjadi gambar.

### 2.3 Metode Segmentasi

Metode yang digunakan dalam mensegmen citra hasil pengolahan sebelumnya yaitu multilevel *otsu's thresholding* dengan langkah-langkah sebagai berikut [2]:

$$p_i = \frac{f_i}{N}, p_i \geq 0, \sum_{i=0}^{L-1} p_i = 1 \quad (4)$$

Dimana  $L$  merupakan tingkat keabuan  $(0,1, \dots, L-1)$ . Jumlah *pixel* pada  $i$  dinotasikan dengan  $f_i$ , dan  $N$  merupakan penjumlahan dari semua *pixel*  $N = f_0 + f_1 + \dots + f_{L-1}$ .

$$w_k = \sum_{i \in C_k} p_i \text{ dan } \mu_k = \sum_{i \in C_k} i \cdot p_i / w_k, k \in \{0,1, \dots, K-1\} \tag{5}$$

Dimana  $w_k$  merupakan kumulatif probabilitas dan  $\mu_k$  merupakan *mean* dari tingkat keabuan untuk setiap  $C_k$ (Cluster).

Intensitas *mean* dari sebuah citra  $\mu_T$  dan  $\sigma_B^2$  merupakan varian diantara *class* yang masing-masing ditentukan sebagai berikut:

$$\mu_T = \sum_{k=0}^{k-1} i \cdot p_i = \sum_{k=0}^{k-1} \mu_k w_k \tag{6}$$

Dan

$$\sigma_B^2 = \sum_{k=0}^{k-1} w_k (\mu_k - \mu_T)^2 = \sum_{k=0}^{k-1} w_k \mu_k^2 - \mu_T^2 \tag{7}$$

*Threshold* optimal  $\{t_0^*, t_1^*, \dots, t_{K-2}^*\}$  dapat ditentukan nilai maksimal antara varian *class*-nya sebagai berikut:

$$t_0^*, t_1^*, \dots, t_{K-2}^* \{ \} = \underset{0 \leq t_0 < \dots < t_{K-2} < L-1}{arg \max} \{ \sigma_B^2(t_0, t_1, \dots, t_{K-2}) \} \tag{8}$$

#### 2.4 Relative Foreground Area Error (RAE)

RAE merupakan perbandingan yang didasarkan pada pengukuran daerah hasil segmentasi. *Relative Foreground Area Error* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RAE = \frac{A_0 - A_T}{A_0}, \text{ jika } A_T < A_0 \tag{9}$$

Atau

$$RAE = \frac{A_T - A_0}{A_T}, \text{ jika } A_T \geq A_0 \tag{10}$$

Dimana  $A_0$  adalah daerah referensi dari citra, sedangkan  $A_T$  merupakan daerah hasil *thresholding* citra. Sebaiknya untuk kecocokan daerah hasil yang bagus, nilai *RAE* adalah 0[6].

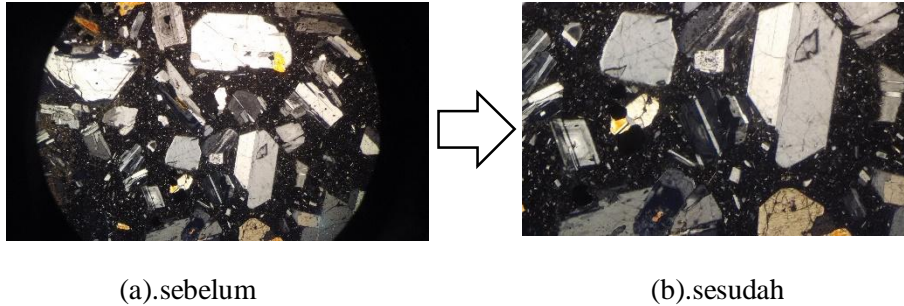
#### 2.5 Confusion Matrix

*Confusion Matrix* adalah matriks yang disajikan oleh jumlah benar dan tidak benar yang diprediksi oleh sebuah model yang di bandingkan dengan data aktual. *Confusion Matrix* terbentuk dari  $N \times N$  matriks, dimana  $N$  merupakan merupakan jumlah label (*classes*). Jika kolom merupakan *class* yang diprediksi, maka baris merupakan *class* aktual. Dengan menggunakan matriks ini dapat dicari *class* mana yang rancu dengan *class* yang lain.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

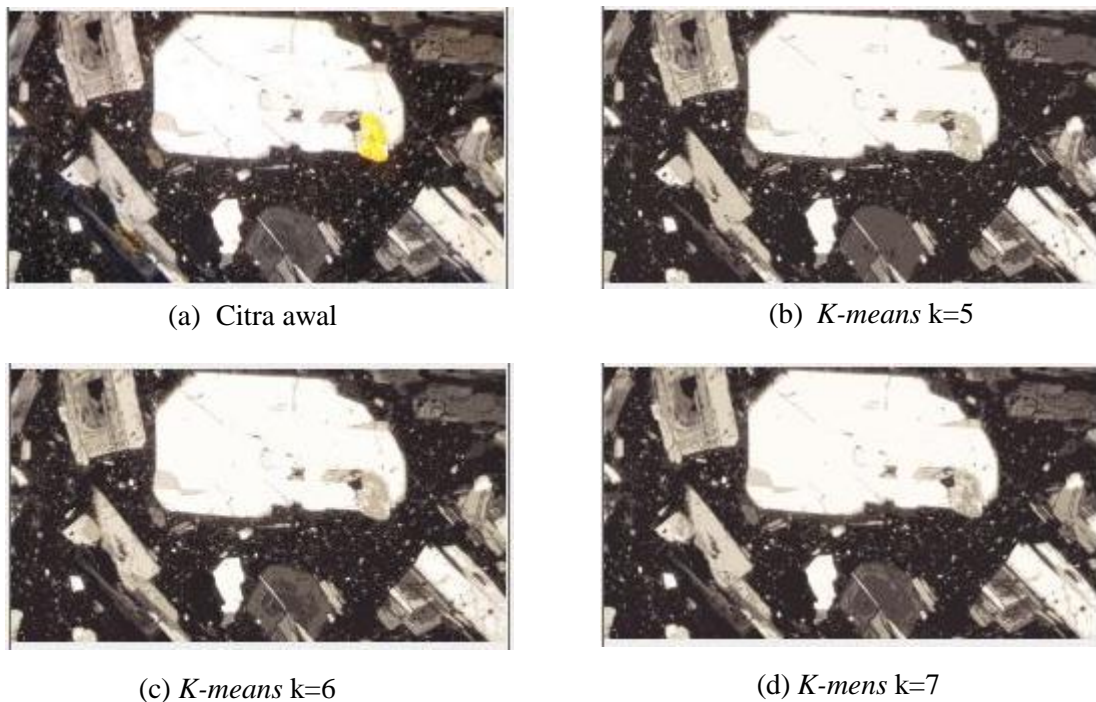
Pengujian citra sayatan tipis batuan beku dengan menggunakan algoritma *multilevel Otsu's thresholding* ini menggunakan pemrograman C# dengan menggunakan Visual Studio 2013. Langkah pertama yang dilakukan adalah pengambilan citra sayatan tipis batuan beku

dengan menggunakan alat batu mikroskop polarisasi dengan perbesaran 10x. Dari hasil pengambilan cirtra sayatan tipis tersebut dilakukan proses *cropping* yang bertujuan untuk menghilangkan bingkai bulat hitam dari hasil pengambilan gambar dengan mikroskop polarisasi



Gambar 3. *Cropping* Citra

Selanjutnya data siap untuk dijadikan inputan pada *prototype* yang telah dibuat. Langkah pertama yang dilakukan adalah di *klastering* menggunakan *k-means* dengan nilai  $k=5,6$  dan  $7$  yang bertujuan untuk menyamakan intensitas keabuan berdasarkan nilai  $k$  yang di inputkan. Tahap awal dari *k-means* yaitu inialisasi nilai  $k$  dan titik tengah, dilanjutkan dengan menghitung jarak *Euclidean* ( $d$ ) dengan persamaan [2] setelah itu ditetapkan semua *pixel* ke titik pusat terdekat berdasarkan jarak  $d$ , setelah semua *pixel* telah ditetapkan, dilakukan perhitungan ulang posisi baru dari pusat titik menggunakan persamaan [3]. Kemudian ulangi proses sampai memenuhi toleransi nilai *error*. Tahap terakhir membentuk ulang *pixel* hasil *cluster* hingga menjadi gambar seperti gambar awal sebelum pengolahan *k-means* tetapi berbeda pada intensitas keabuan citra yang di hasilkan.



Gambar 4. Hasil Pengolahan *K-means*

Gambar 4(b), 4(c) dan 4(d) merupakan hasil dari proses *k-means*, perbedaan dari semua gambar yang diolah adalah dari nilai  $k$  yang diujikan. Nilai  $k$  akan berpengaruh pada banyaknya

jumlah *centroid* pada pengolahan *k-means*, sehingga mempengaruhi jumlah banyaknya tingkat keabuan dari citra hasil uji sesuai dengan nilai *k* yang dimasukkan. Tingkat keabuan dari citra hasil pengolahan *k-means* dapat terlihat bahwa intensitas keabuan citra yang dihasilkan lebih merata dari citra awal atau Gambar 4 (a).

Hasil dari *k-means* dilakukan *grayscale* yang nantinya digunakan untuk membuat histogram yang digunakan untuk proses penentuan *thresholding* untuk segmentasi. Segmentasi yang digunakan adalah *multilevel Otsu's thresholding*, dari hasil segmentasi menghasilkan dua nilai ambang *thresholding* yang digunakan untuk menentukan besar kandungan mineral yang terdapat pada sayatan tipis batuan beku.

Tabel 1. Nilai *Threshold*

Objek	<i>Multi otsu</i>		<i>Multi otsu + k-means k=5</i>		<i>Multi otsu + k-means k=6</i>		<i>Multi otsu + k-means k=7</i>	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Batu 1	73	154	66	122	47	132	73	149
Batu 2	94	158	52	138	88	162	85	158
Batu 3	69	136	57	91	48	106	61	117
Batu 4	67	140	55	93	45	107	54	110
Batu 5	84	168	77	175	62	137	71	140
Batu 6	90	185	42	144	76	167	67	144
Batu 7	96	180	65	189	71	157	70	159
Batu 8	77	157	67	115	55	136	69	143
Batu 9	66	146	50	146	42	111	57	123
Batu 10	88	177	39	132	70	159	63	137
Batu 11	71	149	57	151	46	112	56	117
Batu 12	55	136	45	90	35	106	48	116

Tabel 1 merupakan hasil dari perhitungan Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* dengan dua titik ambang yang akan digunakan sebagai batas *threshold* dan pada daerah hasil segmentasi merupakan nilai kelimpahan dari mineral. Pada ambang kedua (T2) merupakan nilai ambang yang digunakan untuk mencari nilai kelimpahan dari mineral *plagioclase* karena mineral *plagioclase* memiliki karakteristik warna putih dan nada juga yang berwarna keabu-abuan dan kecoklat-coklatan karena terkena pelapukan pada mineral *plagioclase* tersebut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Mineral

Objek	<i>Multi otsu</i>		<i>Multi otsu + k-means k=5</i>		<i>Multi otsu + k-means k=6</i>		<i>Multi otsu + k-means k=7</i>		Ahli	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Batu 1	58.14	23.9	63.6	36.39	55.75	33.51	63.29	28.01	10	45
Batu 2	40.06	36.12	31.76	52.39	45.18	40.86	43.74	42.95	5	70
Batu 3	52.02	19.85	55.78	44.21	46.92	34.93	55.39	29.62	3	50
Batu 4	50.46	20.06	30.71	44.35	24.32	35.57	34.75	33.76	1	45
Batu 5	49.82	23.36	35.47	26.26	27.53	35.52	36.25	34.07	5	60
Batu 6	49.69	31.88	39	42.71	52.2	38.4	47.51	41.62	5	70
Batu 7	53.26	23.17	35.47	24.9	35.47	24.9	27.81	33.42	10	40
Batu 8	52.69	22.3	36.78	40.68	51.35	32.91	41.95	30.38	10	70
Batu 9	58.77	15.59	36.46	20.44	29.69	28.24	46.52	24.07	15	25
Batu 10	52.44	24.08	33.81	32.66	33.81	32.66	49.84	37.4	5	32

Objek	Multi otsu		Multi otsu + k-means k=5		Multi otsu + k- means k=6		Multi otsu + k- means k=7		Ahli	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Batu 11	55.63	17.02	31.98	21.86	23.08	31.86	37.01	29.2	10	30
Batu 12	69.39	12.58	53.39	25.13	44.97	20.14	59.72	17.92	10	35

Tabel 2 merupakan tabel hasil perhitungan yang dilakukan pada 12 citra sayatan tipis batuan beku kolom ahli merupakan hasil pengamatan yang dilakukan ahli secara manual yang nantinya akan di bandingkan dengan hasil yang diperoleh dari perhitungan *prototype*. Dari hasil yang didapatkan kemudahan diberi nama sesuai dengan kandungan mineral *plagioclase* yang dikandung.

Nilai M2 merupakan nilai dari kelimpahan mineral *plagioclase* yang dikandung pada sayatan tipis batuan beku, seperti pada sayatan tipis batu 1 memiliki kandungan mineral *plagioclase* sebanyak 23.9% pada perhitungan menggunakan *multilevel otsu's thresholding*, sedangkan pada perhitungan menggunakan *multilevel otsu's thresholding* dengan pengolahan k-means dengan nilai k=5 menghasilkan 36.39% kandungan mineral *plagioclase*, dan jika menggunakan pengolahan *multilevel otsu's thresholding* dengan pengolahan k-means dengan nilai k=6 menghasilkan 33.51% mineral *plagioclase*, dan pada pengolahan *multilevel otsu's thresholding* dengan pengolahan k-means dengan nilai k=7 menghasilkan 28.01% mineral *plagioclase*.

Tabel 3. Hasil Penamaan Batuan Gabbro

Objek	Multi otsu			Multi otsu + k-means k=5			Multi otsu + k-means k=6			Multi otsu + k-means k=7			Ahli		
	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3
Batu 1	√				√		√			√				√	
Batu 2		√			√			√			√				√
Batu 3	√				√		√			√				√	
Batu 4	√				√			√		√				√	
Batu 5	√			√				√		√				√	
Batu 6	√				√			√			√				√
Batu 7	√			√			√			√				√	
Batu 8	√				√		√			√					√
Batu 9	√			√			√			√			√		
Batu 10	√			√			√				√		√		
Batu 11	√			√			√			√			√		
Batu 12	√			√			√			√			√		

Keterangan:

K1 = untuk mengklasifikasikan jenis batuan masuk kedalam golongan Leuco-Gabbro.

K1 = untuk mengklasifikasikan jenis batuan masuk kedalam golongan Gabbro.

K1 = untuk mengklasifikasikan jenis batuan masuk kedalam golongan Mela-Gabbro.

Tabel hasil penamaan batuan gabbro hanya diambil dari Perhitungan *Prototype* dengan *k-means* k=5 dan Perhitungan *Prototype* dengan *k-means* k=6 karena pada komposisi termasuk memiliki nilai rata-rata RAE yang kecil dibandingkan dengan komposisi yang lainnya. Penamaan nama batuan berdasarkan standar klasifikasi batuan beku gabbro IUGS dengan ketentuan. Jika kandungan mineralnya kurang dari 35% , nama batuan dapat diawali dengan **leuco-** yang berarti terang. Jika kandungan mineralnya lebih dari 65% , maka penamaan batuan dapat diawali dengan **mela-** yang berarti gelap, dan jika diantara 65%-35% maka batuan tersebut di berinama Gabbro.



Tabel 4. Perhitungan *Confusion Matrix* dengan *Multilevel Otsu's Thresholding*

		Data Prediksi dari <i>Prototype</i>		
		Mela- gabbro	gabbro	Leuco- gabbro
Data Aktual dari Ahli	Mela- gabbro	4	0	0
	Gabbro	5	0	0
	Leuco- gabbro	2	1	0

Tabel 5. Perhitungan *Confusion Matrix* dengan *Multilevel Otsu's Thresholding* dan *k-means* dengan nilai  $k=5$

		Data Prediksi dari <i>Prototype</i>		
		Mela- gabbro	gabbro	Leuco- gabbro
Data Aktual dari Ahli	Mela- gabbro	0	0	0
	Gabbro	2	7	0
	Leuco- gabbro	0	3	0

Tabel 6. Perhitungan *Confusion Matrix* dengan *Multilevel Otsu's Thresholding* dan *k-means* dengan nilai  $k=6$

		Data Prediksi dari <i>Prototype</i>		
		Mela- gabbro	gabbro	Leuco- gabbro
Data Aktual dari Ahli	Mela- gabbro	4	0	0
	Gabbro	3	2	0
	Leuco- gabbro	1	2	0

Tabel 7. Perhitungan *Confusion Matrix* dengan *Multilevel Otsu's Thresholding* dan *k-means* dengan nilai  $k=7$

		Data Prediksi dari <i>Prototype</i>		
		Mela- gabbro	gabbro	Leuco- gabbro
Data Aktual dari Ahli	Mela- gabbro	3	1	0
	Gabbro	5	0	0
	Leuco- gabbro	1	2	0

#### 4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* menghasilkan akurasi yang cukup baik pada jenis batuan tertentu seperti pada penggunaan Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* tanpa *k-means* menghasilkan tingkat akurasi hingga 91,7% pada jenis batuan Mela-gabbro, sedangkan pada penggunaan Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* dan *k-means* dengan nilai  $k=7$  menghasilkan akurasi hingga 75% pada jenis batuan Mela-gabbro. Dan pada jenis batuan jenis gabbro menghasilkan akurasi tertinggi pada Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* dan *k-means* dengan nilai  $k=5$  menghasilkan akurasi hingga 58%, dan pada penamaan jenis batuan Leuco-gabbro memiliki tingkat akurasi tertinggi 20% dengan menggunakan Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* dan *k-means* dengan nilai  $k=7$ . Penggunaan *k-means* cukup berpengaruh banyak dalam pengolahan citra sayatan tipis pada jenis batuan gabbro dengan hasil terbaik dengan mengenali semua jenis batuan gabbro dengan tingkat akurasi 75% untuk batuan Mela-gabbro, 25% untuk batuan gabbro dan 20% untuk batuan Leuco-gabbro dengan nilai  $k=7$ , sedangkan pada Algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* tanpa menggunakan *k-means* tidak dapat mengenali semua jenis batuan gabbro kerana pada jenis batuan Leuco-gabbro memiliki akurasi 0%.

## 5. SARAN

Perlu dilakukan beberapa perbaikan pada penelitian yang telah dilakukan diantaranya melakukan pengujian terhadap batuan yang lain, melakukan optimalisasi pada algoritma *Multilevel Otsu's Thresholding* dan menambah jenis klasifikasi pada jenis batuan beku.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khoirul Umam dkk, 2014, *Segmentasi pada Citra Panoramik Gigi dengan Metode Two-Stage SOM dan T-Cluster*, *ULTIMA Computing*, pp. Vol. VI, No. 1.
- [2] Deng-Yuan Huang, 2011, *Automatic Multilevel Threshold Based on Two-Stage Otsu's Method with Cluster Determination by Valley Estimation*, *ICIC Internatioanal*, Volume 7, pp. hal.5631-5644.
- [3] Raju, P.Daniel Ratna, 2012, *Image Segmentation by using Histogram Thresholding*, *IJCSET*, Vol 2, Issue 1, hal 776-779.
- [4] Acharya, Tinku, 2005, *Image Processing: Principles and Applications / Tinku Acharya, Ajoy K. Ray*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Canada.
- [5] Kumar, Xindong Wu and Vipin, 2009, *The Top Ten Algorithms in Data Mining*, CRC Press, London.
- [6] Shofwatul, 'Uyun, Hartati Sri, Harjoko Agus, and Choridah Lina, 2015, *A Comparative Study of Thresholding Algorithms on Breast Area and Fibroglandular Tissue*, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, hal 120-124.