

# KLASIFIKASI JENIS BATUAN BEKU MELALUI CITRA BERWARNA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LOCAL BINARY PATTERN* DAN *K-NEAREST NEIGHBOR*

Muhammad Irvan Sultoni<sup>1</sup>, Bambang Hidayat<sup>2</sup>, Andri Slamet Subandrio<sup>3</sup>,

<sup>1, 2</sup>Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

<sup>1</sup>irvansultoni@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>bhidayat@telkomuniversity.co.id,

<sup>3</sup>andrisssm@gmail.com

---

## Abstrak

Batuan merupakan hasil dari pembentukan ilmiah. Dari proses pembentukannya, umumnya batuan dibagi menjadi tiga yaitu, batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Perlunya batuan batuan ini diklasifikasikan selain tujuan edukasi atau keilmuan, adalah untuk tujuan seperti menyediakan data untuk dasar acuan komunikasi antara ahli geologi dengan *engineer* serta memperoleh data kuantitatif sebagai acuan untuk membuat kebijakan desain suatu proyek. Oleh karena itu, pada karya ilmiah ini penulis telah melakukan penelitian untuk membuat sistem yang dapat mempermudah ahli geologi untuk melakukan klasifikasi batuan, menggunakan metode *Local Binary Pattern* dan *K-Nearest Neighbor*. Dari hasil pengujian diperoleh nilai akurasi dari sistem. Dengan menggunakan metode ekstraksi *Local Binary Pattern* dengan ukuran *blocksize* = 1 diperoleh nilai akurasi sebesar 78,57% untuk data *parallel nicol* dan akurasi sebesar 71,3% untuk data *cross nicol*. Sedangkan proses klasifikasi K-NN aturan jarak paling baik yang digunakan adalah *euclidean* yang menghasilkan nilai akurasi terbaik 78,57% untuk data *parallel nicol* dan 71,3% untuk data *cross nicol* dengan paramater yang terbaik pada nilai K = 9.

**Kata Kunci:** *Batuan, Local Binary Pattern, K-Nearest Neighbor*

---

## Abstract

Rock is the result of scientific formation. From the process of its formation, generally rocks are divided into three, namely, igneous rocks, sedimentary rocks, and metamorphic rocks. The need for these rocks to be classified in addition to educational or scientific purposes, is for purposes such as providing data for the basis of reference communication between geologists with engineer and obtaining quantitative data as a reference for making project design policies. Therefore, in this scientific work the author has conducted research to create a system that can facilitate geologists to carry out rock classifications, using the *Local Binary Pattern* and *K-Nearest Neighbor* methods. From the test results obtained the value of accuracy of the system. By using the *Local Binary Pattern* extraction method with the size of *blocksize* = 1, the accuracy value is 78.57 % for data *parallel nicol* and accuracy of 71.3 % for data *cross nicol*. Whereas the best K-NN classification process used is *euclidean* which produces the best accuracy value of 78.57 % for data *parallel nicol* and 71.3 % for data *cross nicol* with the best parameters at K = 9.

**Key Words:** *Rocks, Local Binary Pattern, K-Nearest Neighbor*

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Batuan merupakan agregat padat yang terbentuk akibat dari proses ilmiah. Dimana batuan ini sendiri umumnya mengandung mineral atau mineraloid. Pada dasarnya batuan yang berada dipermukaan bumi terbagi atas tiga jenis, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Batuan beku merupakan batuan yang

terbentuk oleh magma yang mengalami proses pendinginan. Batuan sedimen terbentuk oleh material material sedimen yang terkompaksi, mengeras, dan mengalami litifikasi. Material sedimen sendiri berasal dari lapukan batuan yang lebih dahulu terbentuk yang mengalami erosi, dan lapukan ini diangkut oleh air maupun udara yang kemudian diendapkan dan berakumulasi di dalam cekungan endapan. Batuan beku

dan batuan sedimen ini kemudian dapat berubah bentuk karena menerima perubahan temperatur dan mendapat tekanan dalam waktu yang sangat lama, dan akhirnya membentuk batuan metamorf.

Beragam jenis batuan dapat diklasifikasikan berdasarkan tekstur serta warnanya, dan hanya para ahli geologi-lah yang dapat melakukannya. Namun mata para ahli geologi pun memiliki tingkat ketelitian tertentu, maka diperlukan suatu alat bantu untuk mengidentifikasi jenis batuan sesuai dengan ketentuan geologi. Dari permasalahan ini penulis akan melakukan penelitian untuk menciptakan alat bantu yang berfungsi untuk melakukan identifikasi jenis batuan berdasarkan warna dan tekstur dari sebuah citra digital batuan.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *Local Binary Pattern* (LBP) untuk mendapatkan karakteristik ciri dari citra digital, karena LBP merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk mengklasifikasi objek berdasarkan tekstur dan kemudian akan diklasifikasikan menggunakan metode *K-Nearest Neighbour* (KNN). Dari penelitian ini telah dihasilkan sebuah alat bantu klasifikasi batuan yang sesuai dengan ketentuan geologi serta memiliki keakuratan tinggi dan waktu komputasi yang singkat.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan penulis adalah

1. Merancang sistem identifikasi jenis batuan yang dapat membantu para ahli geologi dalam melakukan klasifikasi batuan.
2. Merancang sistem identifikasi jenis batuan menggunakan metode *Local Binary Pattern* dan *K-Nearest Neighbor*.
3. Menganalisa performansi sistem identifikasi berdasarkan hasil akurasi yang dihasilkan.

## 1.3 Rumusan Masalah

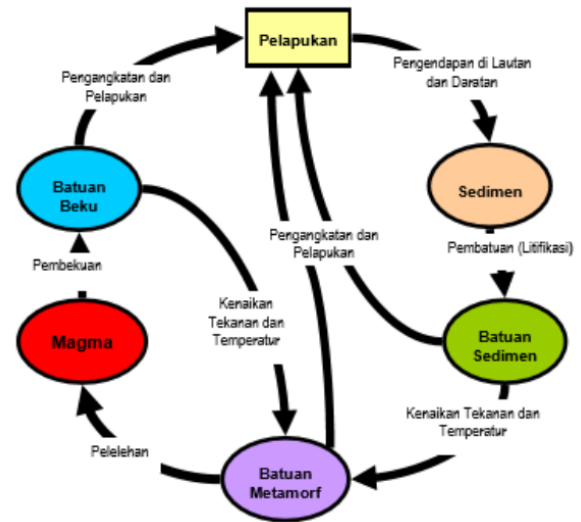
Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperoleh beberapa masalah, yaitu

1. Bagaimana merancang sebuah sistem identifikasi batuan yang dapat membantu para ahli geologi untuk mengklasifikasikan batuan?
2. Bagaimana merancang suatu sistem identifikasi batuan beku menggunakan metode *Local Binary Pattern* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*.
3. Bagaimana menganalisis performansi sistem berdasarkan hasil akurasi yang dihasilkan?
4. Parameter apa saja yang mempengaruhi nilai akurasi dari sistem?

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Batuan

Batuan merupakan agregat padat yang terbentuk oleh mineral mineral yang telah membeku dari proses



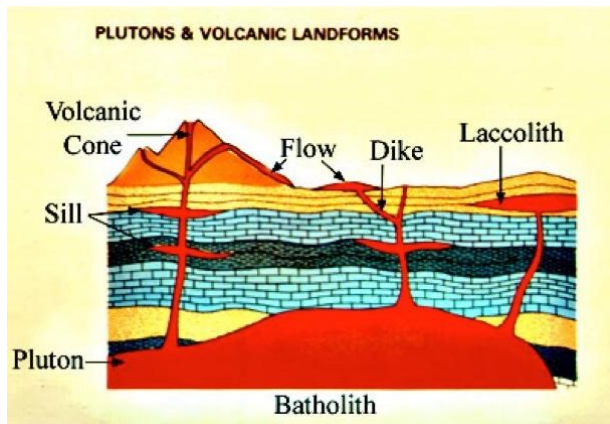
Gambar 1. Siklus Daur Batuan.

ilmiah. Umumnya batuan merupakan gabungan dari 2 mineral atau lebih. Mineral merupakan suatu zat anorganik yang mempunyai komposisi kimia tertentu. Batuan mempunyai komposisi mineral, sifat sifat fisik, dan umur yang bermacam macam. Pada dasarnya batuan yang terdapat dipermukaan bumi terdiri dari 3 (tiga) jenis, berdasarkan dari cara pembentukan batuan tersebut, yaitu: batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Sebenarnya tiga jenis batuan ini saling berhubungan dalam proses pembentukannya. Ketiga jenis batuan ini membentuk siklus daur batuan seperti pada Gambar 1. Batuan pertama yang terbentuk dari magma adalah jenis batuan beku. Kemudian batuan batuan beku ini mengalami pelapukan, hasil dari lapukan ini lalu mengendap bisa pada wilayah daratan ataupun lautan. Endapan inilah yang kemudian mengeras dan terbentuklah batuan sedimen. Batuan beku dan batuan sedimen yang mengalami perubahan bentuk akibat dari tekanan maupun temperature menghasilkan jenis batuan metamorf.

### 2.1.1 Batuan Beku

Batuan beku [1] terbentuk akibat cairan magma yang membeku, baik itu magma yang telah keluar dari perut bumi ataupun magma yang masih berada di dalam bumi. Umumnya magma terbentuk akibat dari lelehan sebagian batuan/lapisan pada mantel bumi bagian atas. Pelelehan batuan dapat terjadi karena perubahan 3 parameter dasar yaitu, tekanan, temperatur/suhu, dan komposisi kimia. Magma akan keluar dari dalam bumi melalui *pluton*. *Pluton* sendiri terbagi menjadi beberapa saluran tergantung dari ukuran dan posisinya seperti, *dike*, *sill*, *laccolith*, dan lain-lain. Seperti yang tampak pada Gambar 2.

Batuan beku terbagi menjadi beberapa jenis



**Gambar 2. Saluran Magma.**

berdasarkan proses pembentukannya. Berdasarkan proses pembentukannya batuan beku terbagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Batuan beku luar (Ekstrusif): proses pembekuan dari magma relatif cepat, karakteristik tekstur kristal batuan sangat halus.
2. Batuan beku dalam (Intrusif): proses pembekuan dari magma membutuhkan waktu yang sangat lama, bisa mencapai jutaan tahun, karakteristik kristal batuan berukuran besar.

## 2.2 Citra

Citra, atau yang dalam bahasa Inggris disebut image adalah suatu kombinasi antara titik, garis, bidang, tekstur, dan warna yang menciptakan suatu imitasi dari sebuah objek tertentu. Citra dapat berwujud dua dimensi seperti gambar (*Picture*) dapat juga berwujud tiga dimensi seperti patung. Citra terbagi tiga berdasarkan elemen warna [2] ada citra biner, citra berwarna, dan citra *greyscale*. Citra biner adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. Citra biner ini dibutuhkan untuk keperluan seperti logo instansi yang hanya warna hitam dan putih, citra kode batang / barcode, citra hasil pemindaian dokumen teks, dan lain lain [3]. Citra berwarna umumnya lebih kaya dibandingkan citra biner. Citra berwarna menampilkan warna objek seperti warna aslinya. Warna yang diterima oleh mata dari sebuah objek ditentukan oleh warna sinar yang dipantulkan oleh objek tersebut. Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red (R), green (G), dan blue (B). Ketiga warna tersebut dinamakan warna pokok (primaries), dan sering disingkat sebagai warna dasar RGB [3]. Jenis citra yang ketiga yaitu citra *greyscale*, jika pada citra biner derajat keabuannya hanya memiliki 2 (dua) nilai yaitu: 0 untuk warna hitam dan 1 untuk warna putih, pada citra

*greyscale* ini nilai derajat keabuannya memiliki rentang nilai antara 0-255. Nilai 0 untuk hitam dan 255 untuk putih.

Citra di dalam dunia teknologi dan informasi terdapat 2 (dua) macam, yaitu citra digital dan citra analog.

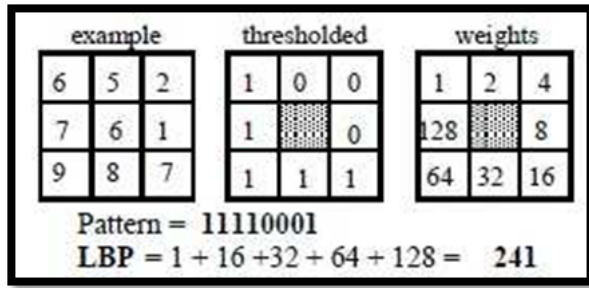
### 2.2.1 Citra Digital

Citra digital adalah gambar pada bidang dua dimensi (dwimatra) yang dapat diolah oleh komputer. Secara matematis, citra merupakan sebuah fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Ketika sebuah objek terpapar oleh cahaya, maka objek tersebut memantulkan kembali sebagian cahaya. Pantulan cahaya ini kemudian ditangkap oleh alat pengindra optik, contohnya seperti mata manusia, kamera, cermin, *scanner* dan lain-lain. Ketika alat pengindra optik yang digunakan merupakan mesin digital, contohnya kamera digital, maka citra yang dihasilkan merupakan citra digital. Bayangan objek akan direkam sesuai dengan cahaya yang dipantulkannya oleh kamera digital. Kontinuitas dari intensitas cahaya akan dikuantisasi sesuai resolusi dari alat perekam.

### 2.2.2 Citra Analag

Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu, seperti gambar pada sebuah layar monitor, foto pada sebuah kertas foto, hasil foto *X-ray*, gambar yang terekam pada sebuah pita kaset, sebuah lukisan, dan lain sebagainya. Citra analog ini tidak dapat diolah langsung oleh komputer. Oleh sebab itu, harus dilakukan proses konversi citra analog ke citra digital agar citra tersebut dapat diolah oleh komputer. Alat alat yang dapat menghasilkan citra analog contohnya video kamera analog, kamera foto analog, *CT Scan*, *USG System*, *Ultrasound Sensor*, dan lain lain.

**Local Binary Pattern** *Local Binary Pattern* (LBP) [4] merupakan metode untuk melakukan ekstraksi ciri yang digunakan untuk mendapatkan fitur tekstur dari sebuah citra. Metode ini bekerja dengan menjadikan satu piksel gambar sebagai *threshold* untuk dibandingkan dengan tetangga dari piksel tersebut. Parameter terpenting operator LBP dalam aplikasi dunia nyata adalah invarian terhadap perubahan tingkat abu abu monotonik yang disebabkan oleh iluminasi variasi. Metode *local binary pattern* yang pertama kali diperkenalkan oleh Ojala, didasarkan pada asumsi bahwa tekstur memiliki 2 aspek, yaitu pola dan kekuatannya. Operator ini bekerja pada lingkup matriks 3x3 dengan menggunakan nilai tengah sebagai ambang batas. Kode LBP didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian nilai ambang batas dengan nilai piksel yang bersesuaian. Karena piksel yang bersesuaian ada 8 maka akan



Gambar 3. Perhitungan LBP.

diperoleh  $2^8 = 256$  label berbeda tergantung pada nilai abu abu realtif dari pusat dan piksel di sekitarnya.

Gambar 3 merupakan contoh komputasi LBP pada matriks ukuran 3x3:

Setiap pixel memiliki nilai hasil grayscale, kemudian dilakukan *threshold* berpusat pada titik tengah. Pixel yang memiliki nilai sama atau lebih dibandingkan dengan titik tengah diberi nilai 1 selain itu diberi nilai 0. Kemudian nilai LBP didapat dari penjumlahan dua pangkat nilai angka yang bernilai satu. Perhitungan LBP dapat dilihat dari persamaan (1) dan persamaan (2) [5]:

$$LBP_{PR} = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_e)2^p, \quad (1)$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \geq 0; \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

2.3 K-Nearest Neighbor

*K-Nearest Neighbor* [6] atau K-NN merupakan algoritma *instance based learning* atau *case based reasoning*. Maksud dari case based reasoning adalah bahwa algoritma ini digunakan sebagai metode untuk mengklasifikasikan kejadian kelompok serupa dalam database besar. Algoritma K-NN ini sering kali digunakan pada aplikasi seperti *image processing*, *data mining*, *recognition*, dan lain lain. Algoritma K-NN menggunakan *neighborhood classification* sebagai nilai prediksi dari nilai instance yang baru, kemudian hasil dari instance yang baru ini diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori K-Neighbor terdekat, oleh karena itu algoritma ini juga dapat disebut algoritma supervised learning. Tujuan dari algoritma *K-Nearest Neighbor* ini adalah untuk mengklasifikasikan objek baru berdasarkan atribut / ciri dari sampel sampel data latih. K-Nearest Neighbor bekerja berdasarkan jarak minimum dari data baru ke data latih. Adapun beberapa aturan jarak yang dapat digunakan pada metode KNN, yaitu [7]:

1. Euclidean Distance

$$L_2(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (X_i - Y_i)^2}, \quad (3)$$

2. Cityblock

$$L_1(X, Y) = \sum_{i=1}^d |X_i - Y_i|, \quad (4)$$

3. Cosine

$$\cos(di, dj) = \frac{\sum_k a_{i,k} \cdot a_{j,k}}{\sqrt{\sum_k a_{i,k}^2} \sqrt{\sum_k a_{j,k}^2}}, \quad (5)$$

4. Correlation

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{(\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum_{k=1}^n (x_{jk} - \bar{x}_j)^2)^{\frac{1}{2}}}, \quad (6)$$

dimana,

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik}, \quad (7)$$

dan

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk}. \quad (8)$$

3. Perancangan Sistem

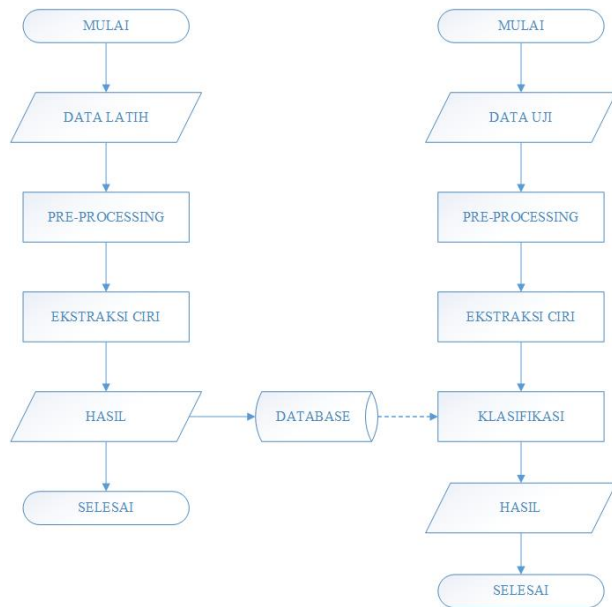
3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem yang dibuat oleh penulis berupa aplikasi berbasis Matlab, penulis telah melakukan penelitian mengenai parameter parameter yang menghasilkan nilai akurasi terbaik dalam melakukan klasifikasi jenis batuan beku. Dalam melakukan klasifikasi batuan, ada 2 proses yang harus dilakukan terlebih dahulu yaitu, yang pertama membuat database batuan beku berdasar pada data citra latih menggunakan metode *Local Binary Pattern* untuk mendapat ciri batuan. Dan yang kedua mencari ciri batuan menggunakan metode *Local Binary Pattern* pada data citra uji kemudian diklasifikasikan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Namun sebelum data citra latih atau uji dapat diproses, data data tersebut sebelumnya harus melawati tahap *pre-processing* terlebih dahulu. Data uji dan data latih yang digunakan ada 2 macam yaitu *Parallel Nicol* dan *Cross Nicol*. Data yang digunakan sebanyak 204 citra latih digital *cross nicol* dan 204 citra latih digital *parallel nicol*, serta data uji sebanyak 115 citra digital *cross nicol* dan 112 citra digital *parallel nicol*.

3.2 Diagram Alir Sistem

3.3 Pre-processing

Sebelum data latih dan data uji dapat diolah untuk diambil karakteristik cirinya menggunakan metode *Local Binary Pattern* terlebih dahulu harus melewati proses *pre-processing*. Pada proses ini data data latih dan uji akan di *resize* kemudian dikonversi dari citra RGB (berwarna) menjadi citra *grayscale*.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem.

### 3.4 Ekstraksi Ciri

Pada proses ekstraksi ciri ini, citra yang dihasilkan dari proses pre-processing akan dicari karakteristik teksturnya menggunakan metode local binary pattern. Metode ini bekerja dengan konsep matriks, setiap piksel pada citra akan diproses dengan melihat piksel disekitarnya. Satu piksel sebagai pusat dan piksel tetangganya yang akan menjadi parameter, dan pada akhirnya akan didapatkan matriks ciri, yang berisi hasil hasil piksel yang telah diproses.

### 3.5 Klasifikasi K-Nearest Neighbor

Setelah dari proses ekstraksi ciri kemudian masuk kepada proses klasifikasi. Pada proses klasifikasi ini penulis memanfaatkan metode K-Nearest Neighbor. Karakteristik ciri dari citra batuan beku yang diuji akan dibandingkan dengan karakteristik ciri dari citra data latih di database, menggunakan ketentuan jarak seperti euclidean distance, cityblock / manhattan distance, cosine, dan correlation.

## 4. Analisis dan Hasil Performansi

### 4.1 Pengujian dan Analisis Pengaruh Ukuran Citra

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari ukuran citra terhadap nilai akurasi sistem dalam mengklasifikasikan batuan beku. Ukuran citra yang digunakan adalah 171x256, 342x512, dan 684x1024. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa ukuran citra yang paling baik digunakan adalah 342x512 karena dapat menghasilkan nilai akurasi sebesar 71,3 % dan waktu komputasi sebesar 204,53 s untuk ekstraksi dan 2,26 s untuk klasifikasi pada data *cross nicol*. Sedangkan pada data

Tabel 1. Hasil Pengujian Ukuran Citra.

Ukuran Gambar	K	Cross Nikol			Paralel Nikol		
		Akurasi (%)	Ekstraksi (s)	Klasifikasi (s)	Akurasi (%)	Ekstraksi (s)	Klasifikasi (s)
171x256	1	51,30	190,29	2,99	58,04	136,96	2,22
	3	58,26	186,27	2,93	61,61	136,58	2,17
	5	60,87	147,96	2,33	67,86	137,23	2,17
	7	61,74	143,00	2,34	67,86	138,83	2,19
342x512	1	62,61	148,70	2,38	68,75	137,11	2,15
	3	56,52	247,39	2,70	63,39	199,36	2,15
	5	65,22	246,53	2,76	72,32	200,64	2,14
	7	66,95	228,70	2,48	71,43	200,26	2,15
684x1024	1	70,43	207,50	2,26	76,78	199,96	2,11
	3	71,30	204,53	2,26	78,57	199,47	2,16
	5	53,04	498,64	2,46	56,25	450,01	2,17
	7	60,00	487,17	2,42	68,75	451,59	2,16
	1	63,45	476,35	2,29	70,53	450,01	2,17
	3	61,74	466,41	2,26	73,21	454,41	2,23
	5	61,74	468,97	2,28	71,43	452,10	2,20
	7	61,74	468,97	2,28	71,43	452,10	2,20

Tabel 2. Hasil Pengujian Ukuran Blocksize.

Blocksize LBP	K	Cross Nikol			Paralel Nikol		
		Akurasi (%)	Ekstraksi (s)	Klasifikasi (s)	Akurasi (%)	Ekstraksi (s)	Klasifikasi (s)
1	1	56,52	247,39	2,70	63,39	199,36	2,15
	3	65,22	246,53	2,76	72,32	200,64	2,14
	5	66,95	228,70	2,48	71,43	200,26	2,15
	7	70,43	207,50	2,26	76,78	199,96	2,11
	9	71,30	204,53	2,26	78,57	199,47	2,16
2	1	60,00	222,73	2,66	53,57	208,47	2,16
	3	59,13	227,80	2,39	58,92	205,02	2,23
	5	60,00	243,15	2,43	61,61	204,96	2,16
	7	62,61	239,55	2,39	62,50	204,74	2,15
	9	57,39	241,27	2,44	62,50	214,53	2,30
3	1	58,26	238,23	2,40	55,36	232,02	2,42
	3	60,87	226,18	2,27	52,68	237,25	2,47
	5	64,35	231,96	2,29	54,46	235,80	2,47
	7	62,61	226,16	2,25	61,61	238,62	2,52
	9	66,08	225,53	2,26	64,28	238,20	2,44

*parallel nicol* diperoleh nilai akurasi terbaik sebesar 78,57% dan waktu komputasi sebesar 199,47 s untuk ekstraksi dan 2,16 s untuk klasifikasi. Durasi waktu komputasi adalah keseluruhan dari pengujian data sebanyak 115 citra digital *cross nicol* dan 112 citra digital *parallel nicol*.

### 4.2 Pengujian dan Analisis Pengaruh Ukuran Blocksize Metode Local Binary Pattern

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari ukuran *Blocksize* metode *Local Binary Pattern* terhadap nilai akurasi sistem. Nilai dari *blocksize* yang digunakan ada 3 yaitu: 1, 2, dan 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa ukuran *blocksize* terbaik yang dapat digunakan adalah *blocksize* dengan ukuran = 1. Pada ukuran ini nilai akurasi yang dihasilkan adalah 71,3 % serta waktu komputasi sebesar 204,53 s untuk ekstraksi dan 2,26 s untuk klasifikasi pada data *cross nicol*. Sedangkan pada data *parallel nicol* diperoleh nilai akurasi sebesar 78,57% dan waktu komputasi sebesar 199,47 s untuk ekstraksi dan 2,16 s untuk klasifikasi.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Aturan Jarak K-NN.**

Distance	K	Cross Nicol			Parralel Nicol		
		Akurasi (%)	Ekstraksi (s)	Klasifikasi (s)	Akurasi (%)	Ekstraksi (s)	Klasifikasi (s)
Euclidean	1	56,52	247,39	2,70	63,39	199,36	2,15
	3	65,22	246,53	2,76	72,32	200,64	2,14
	5	66,95	228,70	2,48	71,43	200,26	2,15
	7	70,43	207,50	2,26	76,78	199,96	2,11
	9	71,30	204,53	2,26	78,57	199,47	2,16
Cityblock	1	53,91	217,47	2,20	58,93	203,97	2,14
	3	66,09	211,08	2,17	69,64	196,21	2,13
	5	68,69	210,81	2,24	69,64	208,56	2,13
	7	70,04	215,76	2,32	73,90	210,49	2,24
	9	69,56	200,68	2,15	73,79	198,94	2,07
Cosine	1	42,61	201,43	2,19	56,25	204,69	2,18
	3	53,04	200,67	2,12	54,46	200,42	2,15
	5	58,26	201,51	2,15	57,12	203,67	2,20
	7	57,39	200,75	2,10	57,14	200,00	2,13
	9	59,13	202,18	2,17	61,60	200,89	2,16
Correlation	1	14,78	202,60	2,16	10,71	199,86	2,18
	3	14,78	201,97	2,13	9,82	201,95	2,20
	5	14,78	201,24	2,19	9,82	200,49	2,15
	7	16,52	202,27	2,15	9,82	200,34	2,18
	9	17,39	200,95	2,12	13,39	201,79	2,17

**4.3 Pengujian dan Analisis Pengaruh Jenis Distance Metode K-Nearest Neighbor**

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh dari aturan jarak metode *K-Nearest Neighbor* terhadap nilai akurasi sistem. Aturan jarak yang digunakan untuk pengujian ada 4 macam yaitu: *euclidean*, *cityblock*, *cosine*, dan *correlation*. Berikut hasil dari pengujian yang dilakukan:

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa jenis aturan jarak metode K-NN yang paling baik digunakan adalah *euclidean*. Karena menghasilkan nilai akurasi sebesar 78,57 % dengan waktu komputasi selama 199,47 s untuk ekstraksi dan 2,16 s untuk klasifikasi pada data *parallel nicol*. Untuk data *cross nicol* diperoleh nilai akurasi sebesar 71,3 % dengan waktu komputasi selama 204,53 s untuk ekstraksi dan 2,26 s untuk klasifikasi.

**5. Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan analisis diatas maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Penerapan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dalam sistem klasifikasi batuan beku dapat menghasilkan nilai akurasi terbaik sebesar 71,3 % untuk data jenis *cross nicol* dan 78,57 % untuk data jenis *parallel nicol*.
2. Tingkat akurasi terbaik dicapai ketika ukuran citra yang digunakan adalah 342x512, *blocksize* LBP yang digunakan berukuran 1, jenis aturan *distance* pada K-NN yang digunakan adalah *euclidean*, dan parameter K yang digunakan sama dengan 9.
3. Jenis ukuran citra yang digunakan tidak terlalu

signifikan dalam mempengaruhi nilai akurasi sistem, namun sangat mempengaruhi waktu komputasi sistem. Semakin besar ukuran citra maka waktu komputasi akan semakin lama, sebaliknya semakin kecil ukuran citra maka waktu komputasi semakin cepat.

4. Ukuran *blocksize* LBP tidak terlalu mempengaruhi nilai akurasi sistem, maupun waktu komputasi sistem, namun diperoleh nilai akurasi yang paling baik adalah ketika *blocksize* yang digunakan bernilai sama dengan 1.
5. Jenis aturan jarak / *distance* sangat mempengaruhi nilai dari akurasi sistem, namun aturan jarak yang paling baik digunakan adalah jenis *euclidean*.
6. Nilai dari parameter K pada metode K-NN mempengaruhi nilai akurasi, berdasarkan dari hasil pengujian, semakin besar nilai parameter K maka nilai akurasi sistem relatif semakin besar. Namun parameter K tidak terlalu berpengaruh terhadap waktu komputasi.

**Daftar Pustaka**

- [1] S. P. Nandi, "Handout geologi lingkungan, bandung," 2010.
- [2] S. Madenda, "Pengolahan citra & video digital," *Jakarta: Erlangga*, vol. 16, 2015.
- [3] R. Munir, "Pengolahan citra digital dengan pendekatan algoritmik," *Informatika, Bandung*, pp. 183–196.
- [4] T. Ojala, M. Pietikáinen, and D. Harwood, "A comparative study of texture measures with classification based on featured distributions," *Pattern recognition*, vol. 29, no. 1, pp. 51–59, 1996.
- [5] Z. Guo, L. Zhang, and D. Zhang, "Rotation invariant texture classification using lbp variance (lbpv) with global matching," *Pattern recognition*, vol. 43, no. 3, pp. 706–719, 2010.
- [6] D. Enda, "K-nearest neighbor," <http://depandienda.it.student.pens.ac.id/>, 2014.
- [7] I. Saini, D. Singh, and A. Khosla, "Delineation of ecg wave components using k-nearest neighbor (knn) algorithm: Ecg wave delineation using knn," in *2013 10th International Conference on Information Technology: New Generations*. IEEE, 2013, pp. 712–717.