



Penentuan Jenis Batubara Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Logika Fuzzy

¹Yuslena Sari*, ²Husnul Khatimi, ³Novi Rusiana

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Alamat Surat

Email: yuzlena@ulm.ac.id*; h.khatimi@ulm.ac.id; novirusiana@gmail.com

Article History:

Received: 07-Juli-2020; Received in Revised: 25-Oktober-2020; Accepted: 27-Oktober-2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penentuan jenis batubara. Seiring dengan perkembangan kecepatan komputasi perangkat komputer, cara-cara mengklasifikasikan/ menggolongkan objek telah banyak dikembangkan, salah satunya dengan berbasis pengolahan citra digital. Data atau sampel penelitian ini adalah data citra batubara pada PT Laskar Semesta Alam. Data tersebut diolah dengan menggunakan metode logika fuzzy. Dalam hal ini, percobaan dilakukan untuk menggolongkan jenis batubara kedalam tiga kualitas, yaitu: high, medium, dan low. Dalam percobaan ini, metode logika fuzzy digunakan untuk menggolongkan data citra batubara agar dapat mengenali jenis batubara berdasarkan kualitasnya, sehingga pada saat pengujian dapat mengenali data citra batubara. Dari hasil pengujian data citra batubara dari masing-masing data citra high sebanyak 35 data, medium sebanyak 30 data, dan low sebanyak 35 data, maka total keseluruhan adalah 100 data citra batubara. Kemudian data yang berhasil di uji adalah 74 data citra batubara, dengan nilai akurasi adalah 74% dari 100 data citra batubara yang di uji. Dengan demikian, untuk nilai akurasi bisa tinggi dan bisa juga rendah, tergantung berapa banyak data citra batubara yang di uji. Karena dari jumlah data citra batubara yang di uji pun juga berpengaruh terhadap nilai akurasinya.

Kata kunci: Pengolahan citra digital; Logika fuzzy; Kualitas: Batubara

ABSTRACT

This study aims to analyze the determination of coal types. Along with developing computer devices' development, ways to classify objects have been developed, one of them with digital image processing. Data or sample of this research is coal image data at PT Laskar Semesta Alam. The data is processed by using the fuzzy logic method. In this case, experiments were conducted to classify coal types into three qualities: high, medium, and low. In this experiment, the fuzzy logic method is used to classify coal image data to recognize coal type based on its quality so that testing can recognize coal image data at the time of testing. From the test data of coal image from each data high image of 35 data, medium as many as 30 data, and low as 35 data, the total is 100 coal image data. Data that successfully tested is 74 data of coal image, with accuracy value being 74% from 100 coal image data. Therefore, accuracy can be high and may also below, depending on how much coal image data is tested. The amount of coal image data in the test also affected the value of accuracy.

Keywords: Digital image processing; Fuzzy logic; Quality; Coal.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini batubara merupakan suatu kekayaan alam yang paling banyak di temui di Indonesia. Pada tahun 2015 lalu Indonesia masuk kedalam sepuluh besar produsen batubara terbanyak berdasarkan BP Statistical Review of World Energy 2016 yaitu menduduki urutan kelima

dengan hasil 1827.0 Mt – 241.1 Mt [1]. Batubara merupakan sebuah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan (D. F. Haryati, et.al 2016) Di provinsi Kalimantan Selatan Batubara tersebar di beberapa kabupaten, seperti Kabupaten Tapin, Tanah Bumbu, Tabalong, bahkan di Kabupaten Balangan yang baru aktif beroperasi mulai tahun 2010 yaitu Balangan Coal. Pada Balangan Coal tersebut didalamnya ada tiga (3) PT yang beroperasi, Dari ketiga PT tersebut penelitian ini dilakukan pada PT Laskar Semesta Alam dikarenakan belakangan ini pada PT LSA hasil produksi yang terus melesat dan tentunya klasifikasi jenis batubara yang beragam yang dihasilkan dari PT LSA tersebut.

Selama ini pada PT LSA untuk mengklasifikasi jenis batubara dilakukan dengan uji lab. Selain dilakukan uji lab, juga dilakukan pengujian secara manual. Secara manual disini, dilihat dari segi warna batubara itu sendiri yang dilakukan dengan mata telanjang secara langsung dilokasi penambangan batubara tersebut, dan itulah masalah sulitnya untuk menentukan kadar kualitas dalam kalori untuk penggolongan jenis batubara secara manual atau kasat mata (A. Riyadi, *Interviewee*, 2016). Stephen Marshak menyebutkan dalam “Chapter 14: Squeezing Power From a Stone: Energy Resources” bahwa rank batubara digolongkan kedalam beberapa jenis, seperti pada Gambar 1 berikut.

Material	% Carbon	Energy Content ¹	Rank
Peat	50	1,500 kcal/kg	
Lignite	70	3,500 kcal/kg	Low-rank coal
Bituminous coal	85	6,500 kcal/kg	Mid-rank coal
Anthracite coal	95	7,500 kcal/kg	High-rank coal

¹1 kcal (kilocalorie) = 1,000 calories. A calorie is the heat needed to raise the temperature of 1 gram of water by 1°C. 1 kg (kilogram) = 2.2 pounds.

Gambar 1 Rank batubara berdasarkan Stephan Marshak

Gambar 1 tersebut merupakan rank batubara dari Stephan Marshak yang digolongkan menjadi beberapa peringkat. Terlihat jelas peringkat yang ada pada Gambar 1 berdasarkan Carbon dan Energy Content (S. Marshak). Penelitian dilakukan di PT Laskar Semesta Alam dan untuk data-data peringkat tentunya yang berdasarkan pada PT Laskar Semesta Alam. Pada PT Laskar Semesta Alam penggolongan jenis batubara yang digolongkan kedalam beberapa kategori, seperti kategori Sim A, untuk Sim A terdiri dari Sim A-A, Sim A-B, Sim A-C, Sim A-D, Sim A-E, Sim A-F, dan Sim A-G, dan Sim B(A. Riyadi, *Interviewee*, 2016). Pada penelitian ini menggunakan metode pengolahan citra digital dimana nantinya didukung dengan sistem komputerisasi yang akan menginputkan data-data citra batubara pada PT Laskar Semesta Alam. Maka berdasarkan uraian tersebut dan tentunya mengacu pada penelitian sebelumnya dapat disimpulkan, solusi yang dapat diberikan pada PT Laskar Semesta Alam yang selama ini dilakukan dengan sistem manual dan uji lab dalam penentuan jenis batubara itu tergolong dalam kualitas high, medium, dan low.

2. METODE

Bagian ini meliputi: jenis penelitian atau pendekatan yang digunakan, populasi dan sampel (subjek penelitian/responden), teknik pengumpulan data dan analisis data.

2.1. BAHAN DAN PENELITIAN

2.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini mencakup hasil survei dan obeservasi yang telah dilakukan. Bahan-bahan penelitian adalah material batubara, dalam hal ini adalah citra batubara.

2.1.2 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah berupa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Adapun hardware yang digunakan dalam penelitian ini seperti:

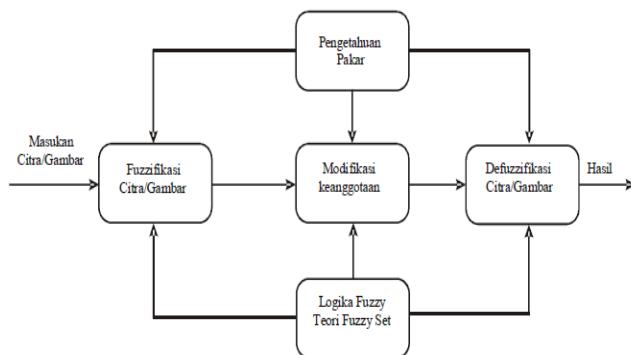
- Komputer / laptop, dengan spesifikasi minimal Dual Core, RAM 2GB.
- Kamera Nikon D3100.

Sedangkan software yang digunakan pada penelitian ini seperti software-software penunjang yang diperlukan dalam pembuatan sistem, seperti Framework Laravel (HTML, PHP, CSS)

2.2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode logika *fuzzy*. Dimana logika *fuzzy* ini digunakan untuk memprediksi penggolongan jenis batubara yang diteliti. Namun, pada penelitian ini juga berbasis pengolahan citra digital karena yang diteliti merupakan citra batubara pada PT Laskar Semesta Alam. Meskipun demikian biasanya akan memperoleh hasil yang tidak pasti, itu semua dikarenakan citra tersebut tidak mengarah ke sifat acak melainkan ke sifat ambiguitas, dimana terdapat kecacatan dalam pemrosesan citra, seperti ketidakjelasan informasi pada citra, kekaburuan geometri, dan juga ambiguitas pada skala keabuan. Keterbiasaan dalam penelitian citra ini, biasa pada aplikasi tertentu akan sulit dalam menentukan perbedaan antar batas warna secara jelas, seperti batas warna antara jingga dan kuning. Namun, dengan menggunakan logika *fuzzy*, citra yang diproses menjadi lebih alami. (Nataliani and A. Kurniawan, 2009). Kemudian citra tersebut akan dibaca oleh komputer, dikarenakan citra digital itu merupakan sebuah citra yang sudah dikonversi kedalam format biner, dan untuk memproses dan mengolah piksel-piksel pada citra digital yang digunakan untuk tujuan tertentu dinamakan *digital image processing* atau yang sering kita sebut dengan proses pengolahan citra digital. Penelitian yang melakukan penganalisaan terhadap citra ini tentunya akan menghasilkan sebuah informasi yang gunanya untuk menetapkan sebuah keputusan, dimana ini erat hubungannya dengan bidang ilmu *Artificial Intelegent(AI)* atau kita bisa menyebut dengan kecerdasan buatan (Nataliani and A. Kurniawan, 2009).

Pada penelitian untuk menentukan jenis batubara yang ada pada PT Laskar Semesta Alam, digunakan juga metode logika *fuzzy*, karena logika *fuzzy* ini sering dipakai dalam berbagai bidang, termasuk juga dalam pengolahan citra. Berbagai pendekatan *fuzzy* ini nantinya digunakan untuk memahami, mempresentasikan, segmen citra, mengolah citra, serta bagian dari himpunan *fuzzy*. Pada *fuzzy image processing* ada beberapa tahapan utama, diantaranya proses fuzzifikasi, manipulasi nilai keanggotaan, dan defuzzifikasi. Namun dengan demikian tahapan memanipulasi nilai keanggotaan merupakan tahapan yang paling dianggap penting karena dari proses tersebut akan mendapatkan hasil yang sesuai. Adapun proses-proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Struktur dasar dalam *fuzzy image processing*

2.3. PERANCANGAN SISTEM

Pada penelitian ini sistem yang akan dikembangkan merupakan sebuah *website* penentuan jenis batubara. Identifikasi masukan(*input*) dan keluaran(*output*) data yang akan di proses adalah data citra batubara dari PT Laskar Semesta Alam adalah sebagai berikut.

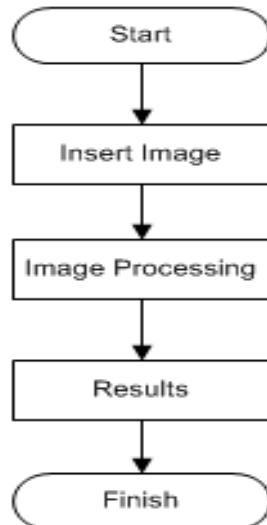
1. Identifikasi Masukan Data

Penelitian ini membangun sebuah *website* penentuan jenis batubara ini, data yang dimasukkan pada sistem berupa data citra batubara pada PT Laskar Semesta Alam.

2. Identifikasi Keluaran Data

Setelah pengguna memasukan data citra batubara tersebut, maka sistem akan mengolah data tersebut dan mendapatkan hasil sebuah kesimpulan dari data citra batubara tersebut yang berupa informasi jenis batubara.

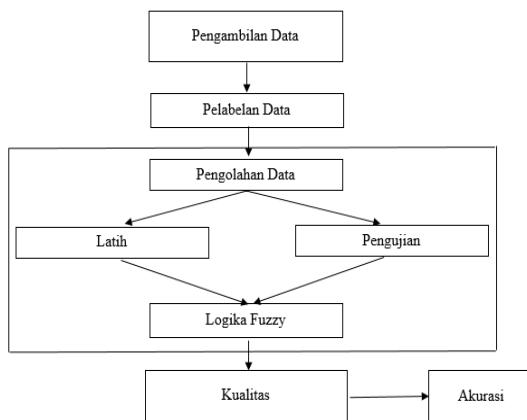
Kemudian sistem akan yang dikembangkan ini dapat pula digambarkan dalam bentuk sebuah *flowchart*, dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 *Flowchart* sistem yang akan dikembangkan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan tahapan yang dilakukan setelah mendapatkan citra batubara pada PT Laskar Semesta Alam, dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



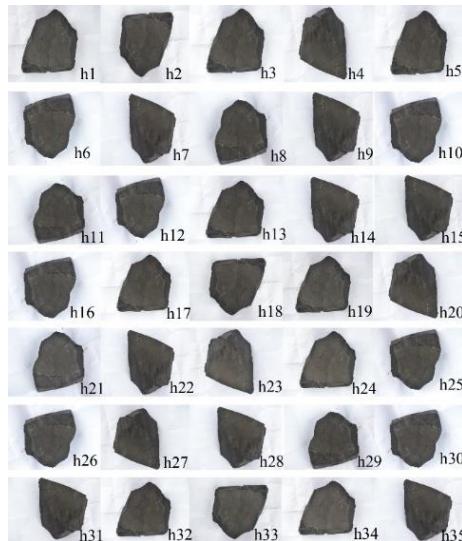
Gambar 4 Alur pengolahan data citra batubara

3.1. PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data pada PT Laskar Semesta Alam. Citra batubara yang diambil adalah citra batubara yang berada di areal Sim A. Citra batubara yang diambil berdasarkan kualitas batubara dari *high, medium dan low*.

3.2. PELABELAN DATA

Pada penelitian ini sebelum melakukan pengolahan data dilakukan di sistem yang akan dibuat (*website*) terlebih dahulu dilakukan pelabelan data. Data-data citra batubara yang telah didapatkan pada PT Laskar Semesta Alam diberikan label masing-masing jenis guna mempermudah dalam pengolahan data citra batubara tersebut.



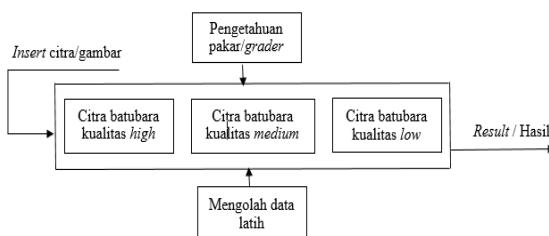
Gambar 5 Data citra batubara kualitas *high*

3.3. PENGOLAHAN DATA

Pada proses sebelumnya adalah pelabelan data kemudian data-data citra batubara tersebut akan diolah kedalam sistem sebagai data uji.

1. Pengolahan data latih

Pada bagian ini merupakan proses pengolahan data latih yang diperoleh pada PT Laskar Semesta Alam yang kemudian diolah kedalam suatu sistem. Dimana pada bagian ini akan menentukan parameter terlebih dahulu sebelum data-data citra diolah kedalam sistem.



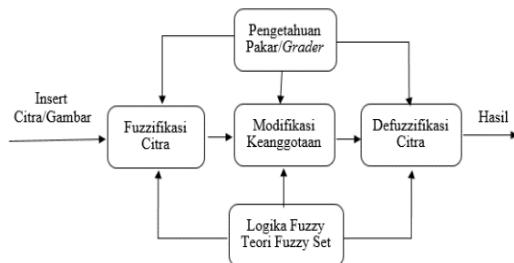
Gambar 6 Alur untuk mengolah data latih

Tabel 1 Hasil parameter masing-masing kualitas

<i>Brigtness</i>	Jenis Batubara
<90	<i>High</i>
<190	<i>Medium</i>
>90 & <190	<i>Low</i>

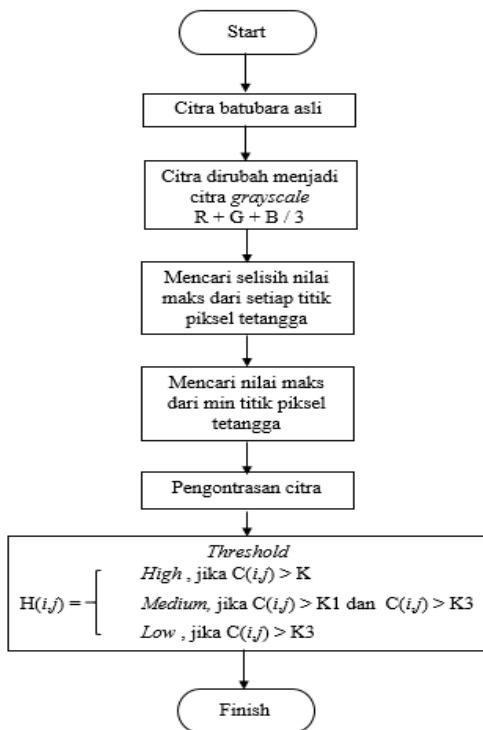
2. Pengolahan data uji

Pada bagian ini, citra dimasukkan kedalam sistem untuk dilakukan pengujian, kemudian masuk kedalam tahapan pengolahan citra *fuzzy*, yaitu proses fuzzifikasi, manipulasi nilai keanggotaan, dan defuzzifikasi [18].



Gambar 6 Struktur dasar dalam pengolahan citra fuzzy

Selanjutnya merupakan bagaimana proses sehingga menghasilkan *output* adalah dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 7 Proses penentuan jenis citra batubara

Proses tersebut juga merupakan alur algoritma menggunakan aturan *fuzzy*. Adapun uraian dari proses penentuan jenis citra batubara sebagai berikut.

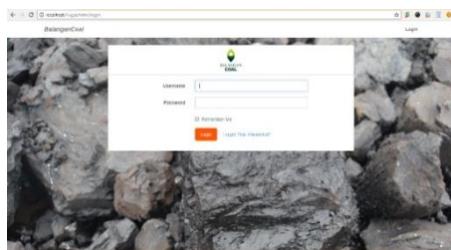
1. Citra yang digunakan pada penelitian ini adalah merupakan citra asli batubara yang merupakan citra warna(RGB).
 2. Citra asli tersebut kemudian dirubah menjadi citra *grayscale* dengan perhitungan $R + G + B / 3$.
 3. Barulah kemudian melakukan deteksi tepi dengan cara membandingkan nilai *grayscale* pada sebuah titik terhadap suatu titik tetangganya. Selisih sebuah titik dengan titik tetangganya adalah derajat keanggotaan tepi. Dalam hal ini pada setiap titik, mempunyai delapan titik tetangga yang kemudian membentuk matriks 3x3. Kemudian dari hasil operasi tersebut akan menghasilkan nilai 0 – 190 dengan pusat konsentrasi berada disekitar nilai 90.
 4. Proses berikutnya adalah mendeteksi tepi yang menggunakan delapan aturan *fuzzy* sederhana.
 5. Kemudian untuk memperbaiki hasil yang telah didapatkan, maka berikutnya dilakukan sebuah operasi, yaitu operasi pengontrasan yang berdasarkan persamaan:
 6. Pada tahapan terakhir setelah dilakukan tahapan pengontrasan, guna memperjelas hasil yang diperoleh maka dilakukan lagi proses *threshold*(pengambangan).
- Berikut merupakan operasi pengambangan ini dilakukan berdasarkan persamaan:

$$H(i,j) = \begin{cases} High, & \text{jika } C(i,j) > K1 \\ Medium, & \text{jika } C(i,j) > K1 \text{ dan } C(i,j) > K3 \\ Low, & \text{jika } C(i,j) > K3 \end{cases}$$

3.4. IMPLEMENTASI

Pada bagian kualitas ini akan menampilkan hasil dari pengolahan data citra batubara yang telah diolah pada proses sebelumnya.

1. Halaman login



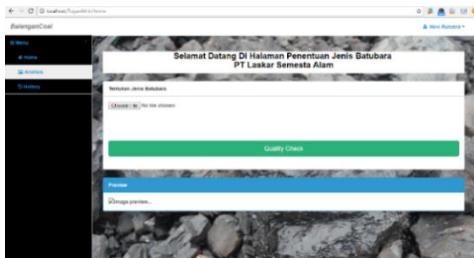
Gambar 8 Implementasi halaman

2. Halaman homepage admin

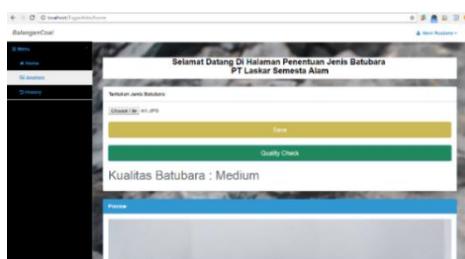


Gambar 9 Implementasi halaman *homepage* admin

3. Halaman analisis



Gambar 10 Implementasi halaman analisis



Gambar 11 Implementasi halaman hasil analisis kualitas batubara *medium*

4. Halaman history

Gambar 12 Implementasi halaman *history*

3.5. HASIL AKURASI

Tabel 2 *Sample* hasil dari 100 data citra batubara yang di uji

No	Citra	Hasil	Keterangan
1	h1	<i>high</i>	TRUE
2	h2	<i>high</i>	TRUE
3	h3	<i>high</i>	TRUE
4	h4	<i>high</i>	TRUE
5	h5	<i>high</i>	TRUE
6	h6	<i>high</i>	TRUE
7	h7	<i>high</i>	TRUE
8	h8	<i>high</i>	TRUE
9	h9	<i>high</i>	TRUE
10	h10	<i>high</i>	TRUE

Keterangan:

- *h* : *High*
- *m* : *Medium*
- *l* : *Low*
- Data lengkap ada di lampiran.

Dengan demikian dari data-data citra batubara kategori *high*, *medium*, dan *low* yang sudah di uji coba kedalam sistem tersebut, maka dapat disimpulkan dari hasil pengujian citra batubara kualitas *high*, *low*, dan *low* sebagai berikut.

$$\begin{array}{ll}
 \text{High:} & \frac{31}{31} \quad X 100\% \quad 31 + 4 \\
 & \quad X 100\% \quad 35 \\
 & \quad 0.8857 X 100 \% = 88,57\% \\
 \text{Medium:} & \frac{18}{30} \quad X 100\% \quad 18 + 12 \\
 & \quad \frac{18}{30} \quad X 100\% \\
 & \quad 0.6 X 100 \% = 60\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{Low:} & \frac{25}{35} \quad X 100\% \quad 25 + 10 \\
 & \quad \frac{25}{35} \quad X 100\% \\
 & \quad 0.7142 X 100 \% = 71,42\%
 \end{array}$$

Berdasarkan data-data pada tebel 5, untuk bagian keterangan diberikan nilai (*TRUE*) jika data citra batubara yang di analisis sesuai, dan sebaliknya diberikan nilai (*FALSE*). Kemudian jumlah data citra batubara yang benar dikenali dalam kualitas *high* (*true positive high*) adalah 31 data, kualitas *medium* (*true positive medium*) adalah 18 data, dan kualitas *low* (*true positive low*) adalah sebanyak 25 data. Selanjutnya jumlah dari ketiga data tersebut dibandingkan dengan total keseluruhan jumlah data citra batubara yang di uji sebanyak 100 data. Dengan demikian dari data-data citra batubara yang sudah di uji coba kedalam sistem tersebut, maka dapat disimpulkan nilai akurasinya, sebagai berikut:

$$\begin{array}{l} \text{Akurasi: } \frac{31 + 18 + 25}{74} \times 100\% \\ \qquad\qquad\qquad \frac{35 + 30 + 35}{100} \\ 0.74 \times 100 \% = 74\% \end{array}$$

Jadi, nilai akurasi setelah jumlah ketiga data tersebut dibandingkan dengan total jumlah data citra batubara keseluruhan yang berjumlah sebanyak 100 data sehingga dapat menghasilkan akurasi sebesar 74%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Telah melakukan analisa dan mempelajari hasil penggolongan jenis batubara pada PT Laskar Semesta Alam, yang digolongkan kedalam3 jenis kualitas, yaitu kualitas *high*, *medium*, dan *low*.
2. Analisis penentuan jenis batubara berdasarkan penggolongan kedalam tiga kategori telah berhasil dilakukan., yaitu kualitas *high*, *medium*, dan *low*. *High* <90, *low* >90 & <190, dan <190 *medium*.
3. Staf bagian geologis PT Laskar Semesta Alam terbantu dalam menggolongan jenis batubara.

Dengan aplikasi pengolahan citra digital penentuan jenis batubara menggunakan metode logika *fuzzy* yang berbentuk *website*, setelah dilakukan pengujian data, nilai akurasi yang didapatkan setelah melakukan pengujian terhadap data citra batubara kualitas *high*, *medium*, dan *low* sebesar 74% dari 100 data citra batubara yang di uji.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Newsletter, (2016) "Batubara Indonesia - Analisis Pertambangan Batubara," Indonesia Investments, 5 September. [Online]. Available: <http://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/batu-barra/item236?> [Accessed 30 November 2016].
- D. F. Haryati, G. Abdillah and A. I. Hadiana, (2016) "Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi," Klasifikasi Jenis Batubara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Backpropagation, p. 557,.
- A. Riyadi, Interviewee, (2016) Penggolongan Batubara PT Laskar Semesta Alam dan Sejarah Balangan Coal. [Interview]. 4 Oktober 2016.
- S. Marshak, "Coal Rank," in Chapter 14 Squeezing Power from a Stone: Energy Resources, Earth: Portrait of a Planet, 3rd Edition.
- G. L. Ranggi, B. Hidayat and S. Aulia, Simulasi dan Analisis Sistem Klasifikasi Batubara Menggunakan Fuzzy Color Histogram, Discrete Cosine Transform, dan K-Nearest Neighbor Pada Citra Digital, *Jurnal eproc* p. 1.
- D. Putra, (2010) *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi.
- R. Munir, (2002) *Pengolahan Citra Digital*, Bandung: Informatika Bandung.
- A. Kadir and A. Susanto, (2012) *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta.

- S. Kusumadewi, (2013) Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- S. P. Rathod and A. H. Soni, An Approach on Determination On Coal Quality using Digital Image Processing, *Journal of Engineering Research and Applications*, vol. V, no. 12, p. 38, 2015.
- K. G. S. U. o. Kentucky, "Classification and Rank of Coal," University of Kentucky, 1 August 2012. [Online]. Available: <http://www.uky.edu/KGS/about/contact.htm>. [Accessed 29 October 2016].
- R. Hidayat, (2010) *Cara Praktis Membangun Website Gratis*, Jakarta: Elex Media Komputindo.
- A. D. Kasman, (2015) *Framework Laravel 5, Panduan Praktis dan trik Jitu*, Cirebon: CV. ASFA.
- I. Betha Sidik and I. M. Husni Iskandar Pohan, (2014) *Pemrograman Web dengan HTML*, Bandung: Informatika Bandung.
- I. K. S. Buana, (2014) *Jago Pemrograman PHP*, Jakarta: Dunia Komputer.
- A. Saputra, Web Tips: PHP, HTML 5 dan CSS3, Jakarta: Jasakom, 2012.
- N. V. Innani and N. A. Charaniya, (2012), Analysis Of X-ray Images Of Coal Using Image Processing, *International Journal Of Scientific & Engineering Research* vol. III, no. 3.
- S. Y. J.P, Y. Nataliani and A. Kurniawan, (2009) Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Deteksi Tepi Aplikasi Computer Assistant Diagnosis Kanker Payudara, *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. VI.
- A. Dennis, B. H. Wixom and D. Tegarden, (2013), *System Analysis and Design with UML*, United States of America: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Y. Sari, (2016) *Neural Network Bakcpropagation Dalam Klasifikasi Grade Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Leutikaprio.
- S. Kusumadewi, (2003) *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Yogyakarta: Graha Ilmu.