

KLASIFIKASI MOTIF BATIK BANYUWANGI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI CIRI WAVELET DAN METODE KLASIFIKASI FUZZYLOGIC

Classification of Structure Banyuwangi's Batik using Wavelet Feature Extraction Method and Fuzzy Logic Classification Method

Kharisma Meccasia¹, Bambang Hidayat², Unang Sunarya³

Electrical Engineering Faculty – Telkom University

Jl. Telekomunikasi No.1, Dayeuh Kolot, Bandung 40257 Indonesia kaycasia@telkomuniversity.ac.id¹,
bhidayat@telkomuniversity.ac.id², unangsunarya@telkomuniversity.ac.id³

ABSTRAK

Batik Indonesia memiliki beragam corak motif dan modelnya yang pada tiap daerah berbeda-beda dan menjadi ciri khas daerah tersebut. Dari berbagai corak tersebut ada yang memiliki bentuk yang hampir sama sehingga dapat diklasifikasikan ke dalam suatu jenis batik tertentu. Hal inilah yang menjadi latar belakang topik penelitian ini yaitu klasifikasi motif batik. Seperti kita ketahui perkembangan teknologi dibidang pengolahan citra digital sudah sangat pesat tepatnya teknik pengenalan pola suatu citra digital sehingga digunakan pengolahan citra digital untuk mengklasifikasikan sebuah citra batik.

Penelitian ini membahas mengenai teknik untuk mengklasifikasikan motif batik dengan menggunakan pengolahan citra digital. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Sedangkan metode klasifikasi yang digunakan adalah *Fuzzy Logic*. Proses terdiri dari input citra, *preprocessing*, ekstraksi ciri *Wavelet DWT*, dan proses klasifikasi *Fuzzy Logic* untuk menentukan motif dari sebuah foto pola batik yang menjadi input perangkat lunak.

Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian terhadap parameter ekstraksi ciri DWT, dan parameter klasifikasi *Fuzzy Logic*. Parameter terbaik dari pengujian sistem perangkat lunak ini adalah parameter ukuran parameter level dekomposisi DWT : 6, parameter filter DWT : LL dan nilai *epoch* pada klasifikasi *Fuzzy Logic* : 20. Parameter terbaik menghasilkan akurasi sebesar 74% terhadap jumlah data uji sebanyak 50 data.

Kata Kunci: Batik, *Discrete Wavelet Transform* (DWT), Klasifikasi, *Fuzzy Logic*.

ABSTRACT

Indonesian batik motifs have various shades and styles in each region are different and characteristic of the area. Of various shades are there that have almost the same shape so that it can be classified into a certain type of batik. This is the background of this research topic that classification motif. As we all know developments in the field of digital image processing technology has been very rapid precise pattern recognition techniques that use a digital image digital image processing to classify an image of batik.

Research is to discuss the techniques for classifying motif using digital image processing. Feature extraction method used is the Discrete Wavelet Transform (DWT). Classification method used is the Fuzzy Logic. The process consists of the input image, preprocessing, feature extraction Discrete Wavelet Transform (DWT), and Fuzzy Logic classification process to determine the motive of a photo batik patterns that become the input software.

Tests were conducted consisted the characteristic parameter extraction of DWT, and the characteristic parameter classification of Fuzzy Logic. Is the best parameter level decomposition of DWT : 6, filter of DWT : LL and epoch of fuzzy logic : 20. Best parameters generate an accuracy of 74 % on the amount of test data with the data as much as 50.

Keywords : Batik, *Discrete Wavelet Transform* (DWT), Classification, *Fuzzy Logic*.

1. PENDAHULUAN

Batik adalah salah satu warisan budaya Indonesia yang menjadi ciri khas bangsa. Batik merupakan seni membuat motif desain berupa gambar di atas kain yang menjadi salah satu kebudayaan bangsa yang harus dilestarikan dan dikembangkan. Batik Indonesia memiliki beragam corak motif dan model, yang berbeda-beda pada tiap daerahnya dan menjadi ciri khas daerah tersebut. Dari berbagai corak tersebut ada yang memiliki bentuk motif yang hampir sama sehingga dapat diklasifikasikan ke dalam suatu jenis batik tertentu. Hal ini yang menjadi latar belakang tugas akhir yaitu klasifikasi motif batik. Seperti kita ketahui kemajuan teknologi dibidang pengolahan citra digital sudah berkembang, tepatnya teknik pengenalan pola suatu citra digital sehingga digunakan pengolahan citra digital untuk mengklasifikasikan sebuah citra batik.[1]

Pada penelitian pengenalan motif batik sebelumnya, dilakukan oleh Haffiz Wahyu dengan judul **“Perancangan Sistem Perangkat Lunak Untuk Mengklasifikasikan Motif Batik Menggunakan Metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbour*”** mendapatkan akurasi sebesar 87,5%. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Wavelet* dan metode klasifikasi yang digunakan adalah *Fuzzy Logic*.

Penelitian ini merupakan bagian awal dari tahapan untuk merancang perangkat lunak yang dapat mengklasifikasikan motif batik, serta menguji metode tersebut sehingga menghasilkan teknik klasifikasi dengan akurasi yang baik. Perancangan perangkat lunak yang dapat mengklasifikasikan motif batik menggunakan metode *Fuzzy Logic* dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan bertujuan untuk mendapatkan fitur-fitur penting hasil proses ekstraksi ciri yang akan menjadi masukan untuk tahap pengujian. Tahap pengujian bertujuan untuk melihat bagaimana perangkat lunak berjalan dari awal sampai akhir dengan beberapa parameter pengujian. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menghasilkan perangkat lunak yang dapat mengklasifikasikan motif batik dengan akurasi yang baik dengan penggunaan metode yang tepat.

2. DASAR TEORI

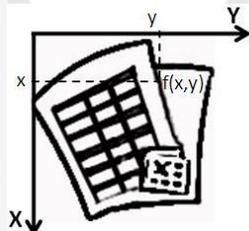
2.1 Batik

Batik merupakan salah satu karya seni kekayaan Indonesia. Batik bukan hanya sekedar kain yang bermotif, yang digunakan sebagai hiasan dan dikerjakan dengan teknik yang khas. Lebih jauhnya lagi, batik sebagai salah satu seni tradisional Indonesia, menyimpan konsep artistik yang tidak dibuat semata-mata hanya untuk keindahan. Batik tidak hanya sekedar indah, tetapi juga bermakna. Keindahan batik bukan hanya pemuas mata, melainkan gambaran nilai-nilai moral, adat, agama, dan lain sebagainya. Keindahan tersebut tersirat pada motif-motif yang digunakan pada seni batik ini. [2]

2.2 Teori Dasar Citra Digital

Citra dapat diartikan sebagai suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya (x,y) dalam bidang dua dimensi, dengan (x,y) menyatakan suatu koordinat spasial dan nilai f pada setiap titik (x,y) menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan atau derajat keabuan (*brightness/gray level*). Dimana secara matematis dapat dirumuskan bahwa $0 < f(x,y) < \infty$. Dalam bidang pengolahan citra (*image processing*), citra yang diolah adalah citra digital, yaitu citra kontinu yang telah diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat ruangnya maupun intensitas (kecerahan) cahayanya melalui proses *sampling* dan kuantisasi. [3]

Sebuah citra digital dapat dinyatakan sebagai suatu matriks dengan indeks baris dan kolom menyatakan koordinat sebuah titik pada citra tersebut dan nilai masing-masing elemen menyatakan intensitas cahaya pada titik tersebut. Suatu titik pada sebuah citra digital sering disebut sebagai *image element*, *picture element*, *pixel*. [3]



Gambar 1 Citra Digital [3]

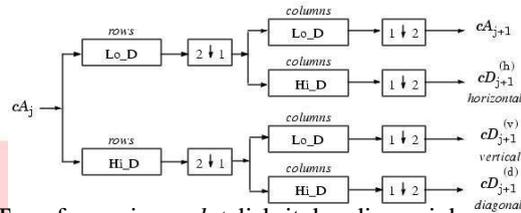
2.3 Transformasi Wavelet

Transformasi *Wavelet* merupakan fungsi matematis untuk merepresentasikan data atau fungsi sebagai alternatif transformasi-transformasi matematika yang lahir sebelumnya untuk menangani masalah resolusi. Sebuah *wavelet* merupakan gelombang singkat (*small wave*) yang energinya terkonsentrasi pada suatu selang waktu untuk memberikan kemampuan analisis transien, ketidakstasioneran, atau fenomena berubah terhadap waktu (*time varying*). Karakteristik dari *wavelet* antara lain adalah beresolusi singkat, translasi (pergeseran), dan dilatasi (skala). [6]

Tahap pertama analisis *wavelet* adalah menentukan tipe *wavelet* atau *mother wavelet* yang akan digunakan. Hal ini perlu dilakukan karena fungsi *wavelet* sangat bervariasi. Beberapa contoh *mother wavelet* adalah *Haar*, *Daubechies*, *Biortogonal*, *Coiflets*, *Symlets*, *Morlet*, *Mexican Hat*, *Bior* dan *Meyer*. Setelah pemilihan *mother wavelet*, tahap selanjutnya adalah membentuk basis *wavelet* yang akan digunakan untuk mentransformasikan sinyal. Analisis data pada transformasi *wavelet* dilakukan dengan mendekomposisikan suatu sinyal ke dalam komponen frekuensi yang berbeda-beda dan selanjutnya masing-masing komponen frekuensi tersebut dapat dianalisis sesuai dengan skala resolusinya atau level dekomposisinya. Hal seperti ini seperti proses *filtering*, dimana sinyal dalam domain waktu dilewatkan ke dalam *High Pass Filter* dan *Low Pass Filter* untuk memisahkan komponen frekuensi tinggi dan frekuensi rendah. [6]

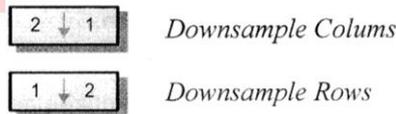
2.3.1 Discrete Wavelet Transform

Transformasi *wavelet* diskrit secara umum merupakan dekomposisi citra pada frekuensi *subband* citra tersebut dimana komponennya dihasilkan dengan cara penurunan level dekomposisi. Implementasi transformasi *wavelet* diskrit dapat dilakukan dengan cara melewatkan sinyal frekuensi tinggi atau *highpass filter* dan frekuensi rendah atau *lowpass filter*. [4]



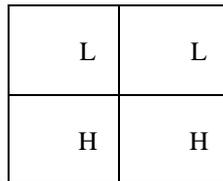
Gambar 2 Transformasi *wavelet* diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu[4]

Gambar di atas ini adalah gambar dari transformasi *wavelet* diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu, dimana :



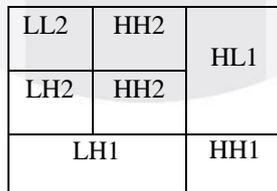
Seperti yang terlihat pada gambar diatas, jika suatu citra dilakukan proses transformasi *wavelet* diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu, maka akan menghasilkan empat buah *subband*, yaitu :

1. Koefisien Aproksimasi (CA_{j+1}) atau disebut juga *subband* LL
2. Koefisien Detil Horisontal ($CD^{(h)}_{j+1}$) atau disebut juga *subband* HL
3. Koefisien Detil Vertikal ($CD^{(v)}_{j+1}$) atau disebut juga *subband* LH
4. Koefisien Detil Diagonal ($CD^{(d)}_{j+1}$) atau disebut juga *subband* HH

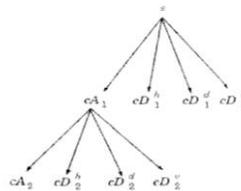


Gambar 3 *Subband* transformasi *wavelet* diskrit dengan level dekomposisi satu[4]

Subband hasil dari dekomposisi dapat didekomposisikan lagi karena level dekomposisi *wavelet* bernilai dari 1 sampai n atau disebut juga transformasi *wavelet* multilevel. Jika dilakukan dekomposisi dengan level dekomposisi dua maka *subband* LL akan menghasilkan empat buah *subband* baru, yaitu *subband* LL2 (Koefisien Aproksimasi 2), HL2 (Koefisien detil Horisontal 2), LH2 (Koefisien Detil Vertikal 2), dan HH2 (Koefisien Detil Diagonal 2). Dan begitu juga seterusnya jika dilakukan dekomposisi lagi.[4]



Gambar 4 *Subband* transformasi *wavelet* diskrit dengan level dekomposisi dua[4]
Penggunaan Level Dekomposisi 2 dapat juga dilihat seperti gambar *wavelet tree* pada gambar 5

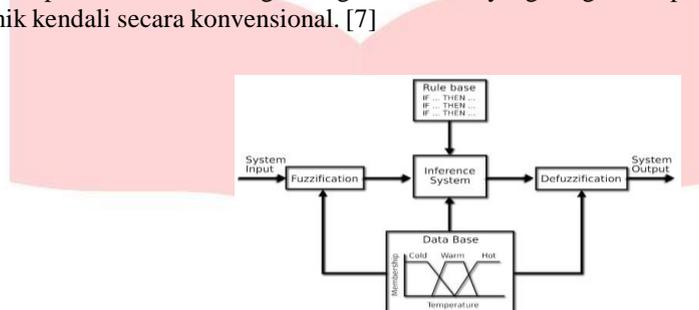


Gambar 5 *Wavelet Tree*[4]

2.4 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* merupakan sebuah teori yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Prof. lotfi A. Zadeh. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*, dimana peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut. Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam informasi yang lebih baik. [7]

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Dalam perkembangannya, logika *fuzzy* banyak digunakan di berbagai bidang karena konsepnya yang mudah dimengerti dan sangat fleksibel serta memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Selain itu, logika *fuzzy* juga mampu memodelkan fungsi-fungsi *nonlinear* yang sangat kompleks dan dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. [7]



Gambar 6 Contoh Arsitektur Fuzzy Logic [7]

2.4.1 Neuro Fuzzy

Neuro Fuzzy adalah gabungan dari dua sistem logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan. Sistem *neuro fuzzy* berdasar pada sistem *fuzzy* yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang diturunkan dari sistem jaringan syaraf tiruan. Dengan kemampuannya untuk belajar, maka sistem *neuro fuzzy* ini sering disebut dengan ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*). [5]

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan *fuzzy* (*fuzzy inference system*). Dengan penggunaan suatu prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping *input-output* yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan *fuzzy if-then*) dengan fungsi keanggotaan yang tepat. [5]

Sistem kesimpulan *fuzzy* yang memanfaatkan aturan *fuzzy if-then* dapat memodelkan aspek pengetahuan manusia yang kualitatif dan memberi *reasoning processes* tanpa memanfaatkan analisa kuantitatif yang tepat. Ada beberapa aspek dasar dalam pendekatan ini yang membutuhkan pemahaman lebih baik, secara rinci:

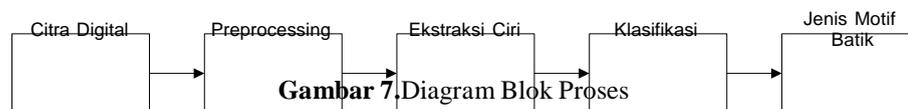
1. Tidak ada metoda baku untuk men-*transform* pengetahuan atau pengalaman manusia ke dalam aturan dasar (*rule base*) dan database tentang *fuzzy inference system*.
2. Ada suatu kebutuhan bagi metoda efektif untuk mengatur (tuning) fungsi keanggotaan (*membership function/MF*) untuk memperkecil ukuran kesalahan keluaran atau memaksimalkan indeks pencapaian.

ANFIS dapat bertindak sebagai suatu dasar untuk membangun satu kumpulan aturan *fuzzy if-then* dengan fungsi keanggotaan yang tepat, yang berfungsi untuk menghasilkan pasangan input-output yang tepat. [5]

3. PEMBAHASAN

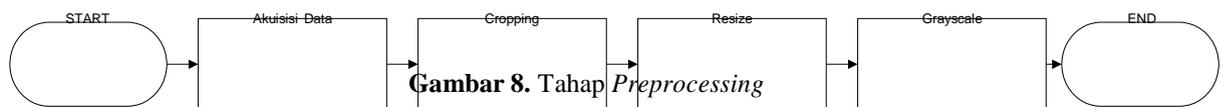
3.1 Diagram Sistem

Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan adalah *Wavelet* untuk ekstraksi ciri dan *Fuzzy Logic* untuk klasifikasi. Secara garis besar, proses yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



3.1.1 Proses Pre-Processing

Tahap-tahap dari *pre-processing* adalah sebagai berikut :



3.1.2 Ekstraksi Ciri Wavelet

Proses selanjutnya adalah ekstraksi ciri yang menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform*. Teknik ini menggunakan *low pass filter* (LPF) dan *high pas filter* (HPF). Keluaran dari filter-filter ini digunakan sebagai masukan diproses dekomposisi tingkat berikutnya. Pada kasus ini diawali dengan dekomposisi level satu pada ukuran citra 512x512. Citra tersebut akan diproses secara baris untuk semua baris dan dilanjutkan secara kolom untuk semua kolom. Hasilnya akan didapatkan koefisien *wavelet* level 1. Proses ini diulang sampai dekomposisi ke enam. Setelah proses dekomposisi selesai, maka akan dihitung energi setiap *sub-band* pada setiap levelnya sebagai hasil akhir dari ekstraksi ciri.

3.1.3 Klasifikasi Fuzzy Logic

Semua parameter hasil ekstraksi ciri DWT digunakan untuk melakukan deteksi batik dengan klasifikasi menggunakan *fuzzy logic*. Sistem *fuzzy* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sistem ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) yang berupa jaringan adaptif berbasis sistem kesimpulan *fuzzy* (*fuzzy inference system*). Pada tahap latih hasil dari ekstraksi ciri disimpan dalam sebuah *database*. Hasil dari ciri uji dibandingkan dengan *database* ciri latih kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan *anfis fuzzy logic*.

Proses klasifikasi *anfis* pada tugas akhir ini menggunakan *toolbox anfis* yang telah tersedia pada Matlab. Beberapa parameter *anfis* pada Matlab perlu diatur demi mencapai hasil yang kualitatif dan akurat. Parameter yang di-*set* untuk klasifikasi *anfis* adalah nilai iterasi (*epoch*). Parameter ini diatur secara manual melalui perintah pada matlab. Nilai *epoch* yang digunakan pada tugas akhir ini antara lain 10 sampai dengan 100.

4. HASIL PENGUJIAN

4.1 Hasil Analisis Pengujian Sistem

4.1.1 Hasil Pengujian Pengaruh Parameter Level Dekomposisi terhadap Klasifikasi Motif Batik

Berikut ini adalah data hasil pengujian untuk mencari nilai level pada proses ekstraksi ciri DWT yang paling tepat. Tabel 1 merupakan hasil akurasi dan waktu komputasi dari klasifikasi motif batik dengan 50 citra uji. Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter *resize* 512x512 filter DWT LL dan *epoch* 10.

Tabel 1 Akurasi dan Waktu Komputasi Perbandingan Level Dekomposisi

Level Dekomposisi	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
1	15	30 %	219,2552 s
2	17	34 %	219,7253 s
3	18	36 %	219,8762 s
4	20	40 %	220,2350 s
5	22	44 %	220,8420 s
6	34	68 %	225,8420 s

Berdasarkan tabel 1, akurasi terbesar di dapatkan pada saat level dekomposisi 6 yaitu 68% dengan waktu komputasi 225,9949s dan akurasi terkecil sebesar 30% di level dekomposisi 1 dengan waktu komputasi 219,2552s. Hasil ini dikarenakan semakin besar level dekomposisi DWT, maka semakin besar waktu komputasi yang diperlukan oleh sistem dan bagian citra batik yang akan dianalisis oleh sistem semakin kecil, sehingga bagian yang dianalisis menjadi lebih detail, dan membuat sistem perangkat lunak lebih mudah untuk memberikan ciri yang lebih baik dari citra batik disetiap kelasnya.

4.1.2 Hasil Pengujian Pengaruh Parameter Filter DWT terhadap Klasifikasi Motif Batik

Selanjutnya dilakukan percobaan terhadap perubahan parameter filter DWT pada proses ekstraksi ciri. Dari hasil tabel 1 nilai level dekomposisi paling baik adalah level dekomposisi 6. Pengujian pada tahap ini menggunakan 50 data uji dengan *resize* 512x512, level dekomposisi 6 dan nilai *epoch* 10. Pada pengujian ini hasil pengujian ditampilkan pada tabel 2

Tabel 2 Akurasi dan Waktu Komputasi Perbandingan Filter DWT

Jenis Filter	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
LL	34	68 %	225,8420 s
LH	17	34 %	220,4401 s
HL	18	36 %	218,4167 s
HH	19	38 %	220,2665 s

Berdasarkan tabel 2 akurasi terbesar di dapatkan pada saat filter DWT LL yaitu 68% dengan waktu komputasi 225,8420s dan akurasi terkecil sebesar 34% dengan filter DWT LH dengan waktu komputasi 220,4401s. Hasil ini dikarenakan filter DWT LL meloloskan citra batik di frekuensi yang rendah, dimana filter tersebut berisi komponen frekuensi rendah dari citra asli sehingga untuk keluaran cirinya mirip seperti citra aslinya, sehingga akan memudahkan sistem perangkat lunak untuk mengetahui ciri dari citra yang terbaik, antar kelasnya.

4.1.3 Hasil Pengujian Pengaruh Parameter *Epoch* terhadap Klasifikasi Motif Batik

Selanjutnya dilakukan percobaan terhadap perubahan parameter *epoch* pada proses klasifikasi. Dari hasil tabel 2 akurasi terbaik didapatkan pada saat menggunakan filter DWT LL. Pengujian pada tahap ini menggunakan 50 data uji dengan resize 512x512, level dekomposisi 6 dan filter dwt LL. Pada pengujian ini hasil pengujian ditampilkan pada tabel 3

Tabel 3 Akurasi dan Waktu Komputasi parameter nilai *Epoch*

Nilai <i>Epoch</i>	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
10	34	68 %	225, 8420 s
20	37	74 %	229, 4505 s
30	37	74 %	344, 4108 s
40	35	70 %	458, 5410 s
50	33	66 %	640, 1428 s
60	33	66 %	688, 8343 s
70	33	66 %	748, 2509 s
80	33	66 %	813, 3964s
90	34	68 %	894, 3107 s
100	34	68 %	950, 9149 s

Berdasarkan tabel 3 akurasi terbesar di dapatkan pada saat nilai *epoch* 20 yaitu sebesar 74% dengan waktu komputasi 229,4505s dan akurasi terkecil sebesar 66% dengan waktu komputasi 640,1428s. Hasil ini dikarenakan interval nilai *epoch* yang diuji tidak terlalu jauh sehingga menghasilkan nilai akurasi yang *relative* tetap. Pada pengujian ini digunakan nilai *epoch* antara 10-100 karena lebih efisien dalam akurasi dan waktu komputasi dibandingkan dengan nilai *epoch* yang lainnya.

4.1.4 Hasil Pengujian Pengaruh Inputan Jenis Batik yang Salah terhadap Klasifikasi Motif Batik

Pada pengujian sebelumnya di dapatkan parameter terbaik pada saat level dekomposisi 6 menggunakan filter DWT jenis LL dan pada saat nilai epoch 20, parameter tersebut menjadi inputan untuk pengujian tahap empat ini. Dimana pada saat pengujian menggunakan 60 data uji, dengan 10 data uji jenis batik yang salah (bukan batik Banyuwangi). Pada pengujian ini didapatkan nilai akurasi sebesar 70% dengan waktu komputasi 280,4859 s. Hasil ini menandakan bahwa perangkat lunak memiliki performansi yang cukup bagus, karena bisa mengklasifikasikan dengan benar, ketika inputan yang dimasukan bukan merupakan batik Banyuwangi.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengujian terhadap pengaruh level dekomposisi DWT dan filter DWT akurasi tertinggi adalah 68% pada saat level DWT 6 dan filter DWT LL dengan waktu komputasi 225,8420 s, untuk banyak data ujinya 10 pada setiap kelas. Sehingga disimpulkan bahwa level dekomposisi dan jenis filter DWT sangat mempengaruhi kinerja dari proses ekstraksi ciri DWT.
2. Kemudian dilakukan pengujian terhadap parameter *epoch* pada proses klasifikasi menggunakan *fuzzylogic*. Dari skenario ini didapatkan hasil akurasi terbesar pada saat nilai *epoch* 20 dengan akurasi 74% dengan waktu komputasi 229, 4505 s. Sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter *epoch* juga mempengaruhi dalam mencari akurasi terbaik pada saat proses klasifikasi.
3. Ekstraksi ciri *Wavelet* DWT dan klasifikasi *Fuzzy Logic* sangat berpengaruh terhadap nilai akurasi pada klasifikasi batik dimana akurasi terbesar didapatkan dengan nilai 74% dengan parameter level dekomposisi 6, filter DWT LL dan nilai *epoch* 20 dengan waktu komputasi 229, 4505 s.

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk perkembangan penelitian Tugas Akhir selanjutnya, yaitu :

1. Pengambilan citra dilakukan secara *real-time*, pengambilan gambarnya secara langsung.
2. Menggunakan penambahan data dikelas jenis motif batik, misalnya sampai 10 kelas jenis motif batik untuk melihat kestabilan akurasi yang dihasilkan.
3. Tambahkan data jenis batik yang salah (bukan jenis batik yang akan diklasifikasikan)
4. Sistem yang sudah dirancang, di implementasikan di aplikasi berbasis android.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Wahyu, Hafiz, 2013. Perancangan Sistem Perangkat Lunak untuk Mengklasifikasikan Motif Batik Menggunakan Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbour, IT Telkom.
- [2] Prasetyo, Anindito. 2010. *Batik Karya Agung Warisan Budaya Dunia*. Yogyakarta: Pura Pustaka
- [3] Agus Priyono & Marvin Ch. Wijaya, 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*. Bandung : Informatika.
- [4] Sutarno. 2010. *Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet pada Pengenalan Citra Wajah*. Vol.5 No.2 (Juli 2010).
- [5] J.S.R. Jang, C. Sun dan E. Mizuntani, *Neuro Fuzzy and Soft Computing*, New Jersey: Prentice-Hall International, 1997.
- [6] Reza, Chandra. 2013. *Teknik Potensi Differensial Pada Transformasi Daya Fasa Menggunakan Transformasi Wavelet*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [7] E. K. Kaur, "FuzzyLogicBased Image Edge Detection Algorithm ini MATLAB," *International Journal Based Image Edge Detection Algorithm* ini 2010.