

APLIKASI IDENTIFIKASI MOTIF BATIK MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI FITUR GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) BERBASIS ANDROID

BATIK'S PATTERN IDENTIFICATION THROUGH FEATURE EXTRACTION METHOD, GRAY LEVEL CO – OCCURRENCE MATRIX (GLCM), BASED ON ANDROID

Yaltha Rullist¹, Budhi Irawan, S.Si., M.T.², Andrew Brian Osmond, S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

yaltharullist@gmail.com¹, bir@telkomuniversity.ac.id², abosmond@telkomuniversity.ac.id³

ABSTRAK

Penetapan Batik ke dalam daftar Representatif Budaya Tak Benda Warisan Manusia oleh badan Perserikatan Bangsa – Bangsa (PBB) dalam bidang pendidikan dan budaya *United Nations Educational Scientific Cultural Organization* (UNESCO) merupakan pengakuan dunia terhadap budaya bangsa Indonesia^[4]. Dengan adanya aplikasi Android tentang Batik tentunya sangat membantu manusia dalam menambah ilmu pengetahuan dan juga memperkenalkan Batik kepada orang banyak, baik bagi para wisatawan lokal maupun mancanegara dan diharapkan bias membangkitkan pariwisata Indonesia.

Tekstur unik pada motif batik memiliki ekstraksi ciri yang dapat diambil dan diidentifikasi dengan menggunakan metode ekstraksi fitur GLCM. Informasi yang terdapat pada sebuah citra batik berupa nilai – nilai ciri statistik. Berdasarkan nilai ekstraksi ciri itu, motif batik yang diakuisisi dari kamera dapat dikelompokkan dengan metode KNN..

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan akurasi tertinggi mencapai 81% pada pasangan orientasi sudut 45° dengan jarak piksel 2 pada parameter GLCM, pada parameter $k = 1$ pada KNN didapatkan akurasi sebesar 82% dan menurun secara signifikan jika parameter k bertambah besar, akurasi 80% didapatkan pada jarak akuisisi 10cm terhadap objek dan menurun jika jarak akuisisi bertambah jauh, pemberian cahaya pada *outdoor* dan *indoor* dengan perbedaan daya lampu pada *indoor* memberikan akurasi 80% namun menurun jika daya lampu kecil dari 8Watt. Perbedaan parameter resolusi kamera *smartphone* Android juga memberikan tingkat akurasi yang berbeda yaitu maksimum pada 80% dengan resolusi 13MP dan menurun jika resolusi lebih kecil lagi. Waktu komputasi rata – rata pada *smartphone* Android dengan RAM 512MB dan 2GB adalah 163ms dan 29.25ms.

Kata kunci : Batik, *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), *K – Nearest Neighbor* (KNN), Android.

ABSTRACT

The establishment of Batik into the Intangible Cultural Heritage Lists by United Nations Educational Scientific Cultural Organization (UNESCO) represents an international acknowledgement towards Indonesian culture^[5]. Pertaining to this, the development of Android application on Batik may certainly enable people to explore their knowledge about Batik as well as make it known publicly, either to the national or international tourists that may contribute to the growth of Indonesian tourism.

The unique texture on the extracted batik motif can be identified by using GLCM feature extracting method. The information included in a feature of batik is reflected in statistical feature values. Based on the feature, the motives acquired from camera can be classified by using KNN method.

The test shows that the highest accuracy was at 81% on angular orientation pair of 45° with pixel distance of 2 in GLCM parameter. The test with k parameter = 1 in KNN shows the accuracy of 82% and it decreased significantly if the k parameter increased. An 80% accuracy was obtained at the acquisition distance of 10 cm taken from the object and it decreased if the acquisition distance increased. The light either in outdoor and indoor where light power difference was set for indoor shows accuracy of 80% yet it decreased if the light power was less than 8Watt. The parameter difference in Android smartphone resolution was also resulted in different accuracy level, i.e. maximum at 80% if the resolution was 13 MP and it decreased as the resolution decreased. The average computing time on Android smartphone with RAM of 512 MB and 2 GB was 163 ms and 29.95 ms.

Keywords : Batik, *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), *K – Nearest Neighbor* (KNN), Android.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan terhadap teknologi saat ini tidak bisa dipungkiri semakin meningkat disertai dengan meningkatnya perkembangan teknologi beberapa tahun terakhir. Perkembangan teknologi pada *mobile*, khususnya *smartphone*,

terlebih lagi dengan sistem operasi Android juga semakin berkembang ditandai dengan semakin banyak aplikasi – aplikasi yang dapat diunduh oleh pengguna *smartphone*. Aplikasi yang dapat dikembangkan lebih jauh adalah aplikasi pada bidang pariwisata dan kebudayaan. Salah satu contohnya adalah aplikasi yang dapat memberikan pengetahuan secara langsung kepada wisatawan mancanegara maupun lokal tentang Batik.

Terutama di Indonesia, Batik adalah identitas bangsa yang telah ditetapkan sebagai warisan budaya yang sah dan diakui oleh UNESCO dimana telah ditetapkan pada tanggal 2 Oktober 2009. Oleh karena itu melalui Keputusan Presiden No.33 Tahun 2009 diputuskan bahwa setiap tanggal 2 Oktober diperingati sebagai hari Batik nasional^[5].

Penelitian terkait pengenalan motif batik telah dilakukan sebelumnya namun tidak menghasilkan ketepatan pengenalan serta klasifikasi yang diinginkan, dengan kata lain metode yang dipakai dinilai tidak cocok untuk pengenalan dan klasifikasi motif Batik. Oleh karena itu pada penelitian kali ini akan dibangun aplikasi pengenalan serta klasifikasi motif Batik dengan metode lain. Untuk metode ekstraksi ciri digunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan untuk metode klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* (K-NN).

Tugas Akhir ini menghasilkan aplikasi yang dapat memberikan pengetahuan tentang pengenalan motif Batik serta klasifikasinya yang dapat digunakan baik bagi para wisatawan mancanegara maupun lokal. Dengan adanya aplikasi ini juga diharapkan memberikan kemudahan kepada para wisatawan sehingga mendorong wisatawan lain untuk datang ke Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dapat melakukan proses ekstraksi ciri motif Batik masukan sehingga dapat diteruskan pada proses selanjutnya, yaitu klasifikasi jenis motif.
2. Bagaimana metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dapat melakukan proses klasifikasi motif Batik.
3. Bagaimana metode ekstraksi ciri GLCM serta metode klasifikasi KNN dapat diimplementasikan sebagai aplikasi identifikasi motif Batik dalam *platform smartphone* android secara waktu nyata.
4. Berapa besar tingkat performansi (tingkat akurasi dan waktu komputasi) aplikasi yang dapat dihasilkan.

1.3. Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sebuah aplikasi identifikasi motif Batik secara waktu nyata pada *platform smartphone* android.
2. Menganalisa kinerja sistem dengan metode GLCM sebagai metode ekstraksi ciri dan KNN sebagai metode klasifikasi ciri.
3. Mengetahui dan menganalisa hasil keluaran sistem yang dihasilkan dari masukan citra yang berbeda

1.4. Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya pembahasan, maka dapat diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Motif Batik yang akan diteliti dibatasi sebanyak lima jenis motif Batik yaitu Kawung, Truntum, Parang, Megamendung dan Gurda.
2. Citra motif Batik yang menjadi masukan sistem adalah citra dengan format JPG.
3. Kain Batik yang dijadikan objek akuisisi citra tidak terhalang oleh noda apapun.
4. Menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) sebagai metode klasifikasi motif Batik.
5. Menggunakan bahasa pemrograman Java beserta *plug-in* ADT pada Eclipse IDE.
6. Aplikasi bersifat Android *mobile-based* dengan spesifikasi sistem operasi minimum Android versi 2.3 (*Gingerbread*)

II. LANDASAN TEORI

2.1. Dasar Pengolahan Citra Digital

Merupakan citra dengan fungsi kontinu yang diubah ke dalam bentuk diskrit untuk menyatakan intensitas cahaya dan informasi citra warna dalam bidang dua dimensi, x dan y . Bagian terkecil citra disebut piksel (*pixel/px*) yang digunakan dalam pengolahan citra digital untuk proses lebih lanjut.^[8]

2.2. Citra RGB

Setiap piksel terdiri dari tiga warna dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* dimana setiap warna memiliki nilai antara 0 – 255 (8 *bit*). Kombinasi setiap nilainya menghasilkan warna yang berbeda.^[6]

2.3. Citra Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya ($Red = Green = Blue$). Tersimpan dalam format 8 *bit* untuk setiap piksel dan memungkinkan sebanyak 256 nilai intensitas.

2.4. Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

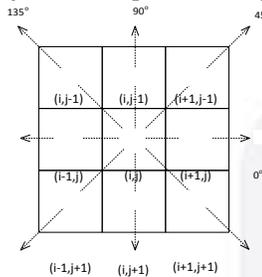
GLCM didefinisikan sebagai tabulasi dari data piksel citra dimana digambarkan seberapa sering kombinasi yang berbeda pada nilai keabuan yang muncul pada citra^[2]. Langkah – langkah metode ini sebagai berikut.

a) *Quantization*

Merupakan konversi nilai *grayscale* (256 nilai keabuan) citra kedalam rentang nilai tertentu. Tujuannya adalah mengurangi angka perhitungan dan meringankan proses komputasi, terutama pada android

b) *Co-occurrence*

Kookurensi berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai intensitas piksel bertetangga dengan satu level intensitas piksel lain dalam jarak (*distance*) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut 45°, yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135°. sedangkan jarak antar piksel ditetapkan sebesar satu piksel.



Gambar 2.1 Hubungan ketetangaan antar piksel sebagai fungsi orientasi sudut dan jarak.^[7]

c) *Symmetric*

Symmetric diartikan sebagai kemunculan posisi piksel yang sama. Misalkan terdapat piksel (2,3). Maka secara orientasi horizontal piksel (2,3) sama dengan piksel (3,2). Oleh karena itu, dijumlahkan matrik kookurensi dengan matrik transpose-nya sendiri.^[2]

d) *Normalization*

Setelah *symmetric*, masih ada satu langkah lagi sebelum ciri tekstur dihitung. Langkah ini menghitung probabilitas matrik. Misalkan terdapat hubungan ketetangaan piksel (2,2) dan sangat mirip dengan hubungan ketetangaan piksel (2,3). Kemunculan piksel (2,2) adalah 6 kali dari, misalnya, 24 kombinasi horizontal. Sedangkan piksel (2,3) hanya satu kali. Maka normalisasi berperan sebagai membedakan antara piksel (2,2) dan (2,3) yang mirip dengan cara membagi jumlah kemunculan piksel tersebut dengan jumlah kemungkinan yang muncul. Piksel (2,2) memiliki angka kemungkinan muncul sebesar 0.25 sedangkan piksel (2,3) sebesar 0.042. Maka normalisasi adalah membagi jumlah kemunculan ketetangaan piksel tertentu dengan jumlah seluruh piksel ketetangaan yang mungkin muncul.^[2]

e) *Feature Extraction*

Berdasarkan penelitian oleh Haralick^[5] diusulkan 14 jenis ciri tekstural. Namun tidak semua ciri dapat diterapkan, karena diantara ciri teksutral tersebut terdapat beberapa ciri yang bisa menjadi ciri pengacau terhadap obyek yang diteliti. Berikut beberapa persamaan ciri tekstural tersebut diantaranya.^[3]

1) *Angular Second Moment (Uniformity / Energy)*.

$$U_{pq} = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} \{f(i,j)\}^2 \quad (2.1)$$

2) *Contrast*.

$$C_{pq} = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i-j)^2 f(i,j) \quad (2.2)$$

3) *Inverse Difference Moment (Homogeneity)*.

$$H_{pq} = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} \frac{1}{1 + (i-j)^2} f(i,j) \quad (2.3)$$

4) *Entropy*.

$$E_{pq} = - \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} f(i,j) \log_2 f(i,j) \quad (2.4)$$

5) *Dissimilarity*.

$$D_{pq} = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} f(i,j) |i-j| \quad (2.5)$$

2.5. K-Nearest Neighbour (KNN)

KNN (*K – Nearest Neighbour*) merupakan metode klasifikasi terhadap sekumpulan data berdasarkan pembelajaran data yang sudah terklasifikasi sebelumnya. Algoritma ini menggunakan konsep ketetangaan sebagai

nilai prediksi dari *query instance* yang baru^[10]. Jarak ketetanggaan,dekat atau jauhnya, dihitung dengan persamaan jarak KNN jenis *Sum of Absolute Differences* sebagai berikut.

$$D = \sum_{i=0}^{N-1} |P_i - Q_i| \tag{2.6}$$

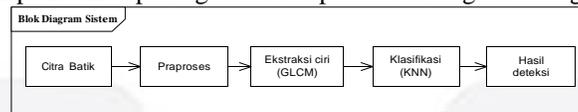
N = jumlah dimensi vektor
 P = nilai ciri teksutral dari pengujian
 Q = nilai ciri tekstural dari *database* pelatihan

Data latih dengan jarak terdekat dikatakan sebagai tetangga (*Nearest Neighbor*) kemudian diurutkan dari jarak terdekat sampai terjauh. Setiap tetangga dapat berbeda satu sama lain ataupun sejenis. Tetangga sejenis dengan jumlah terbanyak di antara K tetangga terdekat adalah data latih yang sesuai dengan objek yang diklasifikasikan^{[1][9][10]}.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1. Blok Diagram Sistem

Secara umum tahap – tahap sistem dapat digambarkan pada blok diagram sebagai berikut.

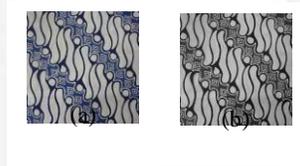


Gambar 3.1 Blok diagram sistem

3.2. Proses Ekstraksi Ciri

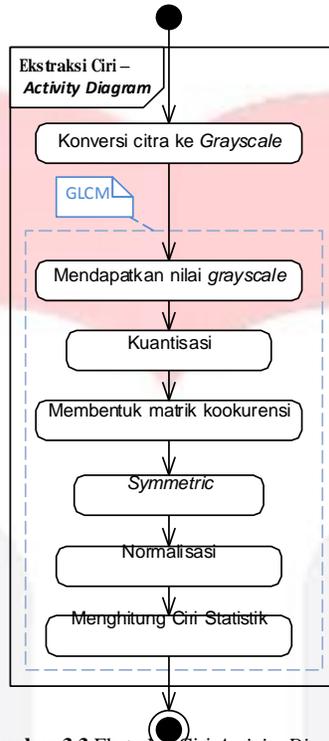
Sebelum dilakukan proses ekstraksi ciri, citra yang telah diakuisisi dikonversi terlebih dahulu ke *grayscale*. Perbedaan sebelum dan sesudah proses *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 3.2.

$$G = \frac{R + G + B}{3} \tag{3.1}$$



Gambar 3.2 (a) sebelum *grayscale* (RGB), (b) setelah *grayscale*

Berikut alur proses secara keseluruhan tahap ekstraksi ciri dalam bentuk *activity diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Ekstraksi Ciri Activity Diagram.

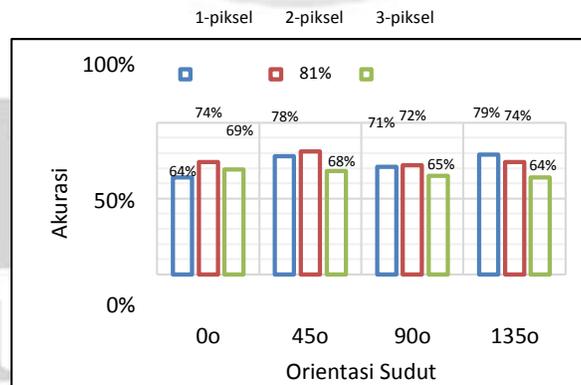
3.3. Proses Klasifikasi

Proses identifikasi diawali dengan menentukan ekstraksi ciri citra masukan dengan menghitung nilai fitur citra dengan formula yang telah termasuk dalam metode GLCM seperti COM, DIS, HOM, dan sebagainya. Setelah itu nilai fitur citra tersebut akan dibandingkan dengan nilai fitur yang telah didapatkan sebelumnya pada proses pelatihan citra. Perbandingan dilakukan dengan metode KNN. Pada metode KNN ini digunakan perhitungan Jarak *Sum of Absolute Differences*. Hasil yang ditampilkan berupa tampilan motif Batik hasil identifikasi motif yang benar serta penjelasan singkat berkaitan dengan motif tersebut.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Pengaruh Jarak (distance) dan Arah (Orientation) Pada GLCM

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai akurasi dari kombinasi antara jarak piksel dan arah yang telah ditetapkan pada metode GLCM, kemudian dianalisis untuk mendapatkan kombinasi terbaik. Rangkuman hasil pengujian dapat digambarkan pada Gambar 4.1 berikut.



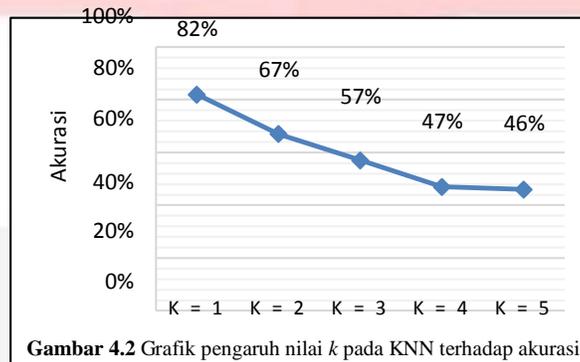
Gambar 4.1 Grafik pengaruh pasangan orientasi sudut dan jarak piksel pada GLCM terhadap akurasi

Berdasarkan grafik diatas, setiap sudut orientasi memiliki tingkat akurasi yang tidak begitu berbeda secara signifikan. Setiap pasangan sudut orientansi dan jarak piksel memiliki angka akurasi dalam rentang antara 60% – 80%.

Angka akurasi paling bagus pada jarak piksel dua dan pada orientasi sudut 45°. Terdapat penurunan akurasi pada piksel ke-tiga dan juga pada piksel ke-satu. Dari hasil pengujian didapatkan akurasi tertinggi pada orientasi sudut 45° dengan jarak piksel ke-dua. Akurasi mencapai 81% dari 12 kali pasangan pengujian. Pasangan orientasi sudut 45° dengan jarak piksel ke-dua ini akan dipakai sebagai parameter tetap pada pengujian selanjutnya.

4.2 Pengujian Pengaruh Nilai k Pada KNN

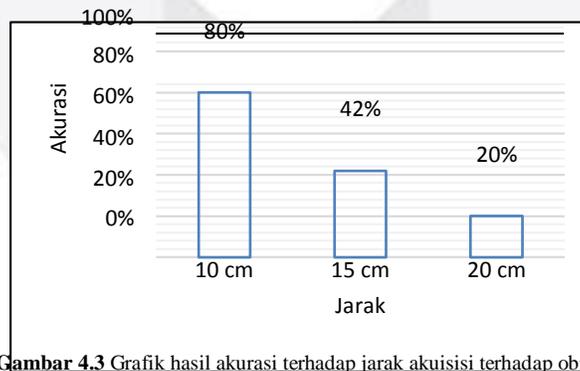
Tujuan pengujian ini adalah mendapatkn nilai k terbaik pada metode KNN berdasarkan tingkat akurasi. Hasilnya akan dianalisis dan akan ditentukan nilai k terbaik. Rangkuman grafik hasil pengujian dapat digambarkan pada **Gambar 4.2** berikut.



Berdasarkan hasil pengujian diatas maka didapatkan akurasi terbesar adalah pada $k = 1$ dengan akurasi 82%, maka parameter nilai k pada KNN dengan $k = 1$ ditetapkan sebagai parameter tetap untuk pengujian selanjutnya. Dengan nilai k yang lebih kecil memungkinkan hasil akurasi yang lebih tinggi, begitu juga sebaliknya.

4.3 Pengujian Pengaruh Jarak Akuisisi Terhadap Objek

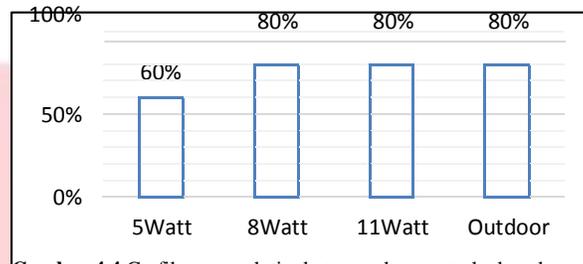
Tujuan pengujian ini adalah mengetahui akurasi sistem dengan akuisisi citra dengan berbagai jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Gambar 4.3** sebagai berikut.



Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa jarak pengambilan citra atau akuisisi terhadap objek yang terlalu jauh dapat terjadi kesalahan deteksi. Hal ini disebabkan karena jika jarak akuisisi citra terlalu jauh, maka bagian – bagian yang tidak termasuk kedalam ciri motif Batik itu sendiri juga akan dikomputasi oleh sistem. Jika ciri lain yang bukan ciri motif Batik itu sendiri termasuk dalam perhitungan sistem maka memungkinkan sekali terjadinya kesalahan hasil perhitungan dan kesalahan deteksi serta menurunkan akurasi. Akurasi terendah didapatkan pada jarak 20 cm dimana tingkat akurasinya hanya 20% sedangkan akurasi tertinggi pada jarak 10cm yaitu 80%. Akuisisi citra juga tergantung pada corak motif itu sendiri. Jika motif Batik yang ukurannya terlalu kecil akan memungkinkan untuk mengakuisisi lebih dekat begitu juga sebaliknya.

4.4 Pengujian Pengaruh Pencahayaan

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat akurasi sistem apabila diberikan parameter berupa perbedaan tingkat pencahayaan. Rangkuman hasil pengujian dapat digambarkan pada **Gambar 4.4** berikut.

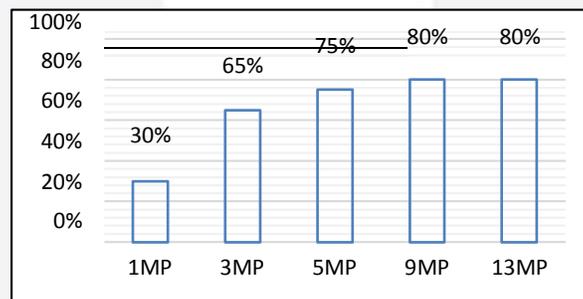


Gambar 4.4 Grafik pengaruh tingkat pencahayaan terhadap akurasi.

Pemberian tingkat cahaya yang berbeda pada sebuah objek dapat memberikan nilai warna yang berbeda sehingga akan menghasilkan tingkat nilai yang berbeda juga setelah dilakukan konversi ke *grayscale*. Sehingga juga berpengaruh pada ekstraksi ciri serta klasifikasi. Berdasarkan pengujian deteksi terendah didapat pada kondisi pencahayaan 5Watt yaitu sebesar 60% pada kondisi *indoor*.

4.5 Pengujian Pengaruh Resolusi Kamera dan RAM

Tujuan pengujian ini adalah mengukur peformansi sistem berdasarkan resolusi kamera dan *Random Access Memory (RAM)* yang dimiliki *smartphone* Android. Rangkuman hasil pengujian dapat digambarkan pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Grafik pengaruh resolusi kamera terhadap akurasi.

Perbedaan parameter resolusi kamera *smartphone* Android juga memberikan tingkat akurasi yang berbeda yaitu maksimum pada 80% dengan resolusi 13MP dan menurun jika resolusi lebih kecil lagi. Waktu komputasi rata – rata pada *smartphone* Android dengan RAM 512MB dan 2GB adalah 163ms dan 29.25ms.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berasarkan pada perancangan dan pengujian pada bab – bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- Objek Batik dapat berhasil dilakukan ekstraksi ciri dengan menggunakan metode GLCM dan hasil ekstraksi ciri diklasifikasikan menggunakan metode KNN dengan cara menentukan hasil terbaik berdasarkan kemiripan jarak citra dan jumlah kelas yang sama.
- Perancangan dengan menggunakan ekstraksi ciri GLCM serta klasifikasi KNN dapat diterapkan pada perangkat *smartphone* Android dalam bentuk aplikasi. Berdasarkan pengujian *Beta* dinyatakan bahwa sebanyak 43.40% responden memberikan penilaian bahwa aplikasi dapat membantu pengguna dalam mengenali jenis motif Batik.
- Akurasi tertinggi mencapai 81% pada pasangan orientasi sudut 45° dengan jarak piksel 2 pada parameter GLCM, pada penggunaan parameter $k = 1$ pada KNN didapatkan akurasi sebesar 82% dan menurun secara signifikan jika parameter k bertambah besar, akurasi 80% pada jarak akuisisi 10cm terhadap objek dan menurun jika jarak akuisisi bertambah jauh, pemberian cahaya pada *outdoor* dan *indoor* dengan perbedaan daya lampu pada *indoor* memberikan akurasi 80% namun menurun jika daya lampu kecil dari 8Watt. Perbedaan parameter resolusi kamera *smartphone* Android juga memberikan tingkat akurasi yang berbeda yaitu maksimum pada 80% dengan resolusi 13MP dan menurun jika resolusi lebih kecil lagi. Waktu komputasi rata – rata pada *smartphone* Android dengan RAM 512MB dan 2GB adalah 163ms dan 29.25ms.

5.2. Saran

Adapun saran yang bias dikembangkan berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan penelitian dengan menggunakan metode metode klasifikasi JST (Jaringan Syaraf Tiruan) serta metode ekstraksi ciri yang lain seperti, metode SURF (*Speeded Up Robust Features*),
2. Mengembangkan penelitian serupa dengan menggunakan bahasa pemrograman yang terbilang cukup baru dan belum pernah atau banyak digunakan sebelumnya pada objek Batik seperti Python, R, Swift atau Ruby. Mengembangkan juga pada perangkat mobile dengan sistem operasi yang berbeda seperti Windows Phone atau iOS.
3. Mengembangkan sistem keamanan dengan melibatkan Batik sebagai kunci pengamanan dengan cara mengolah serta ekstraksi ciri citra Batik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathani, Julian. 2014. *Aplikasi Identifikasi dan Konversi Mata Uang Kertas Asing dengan Metoda Local Binary Pattern (LBP) Berbasis Android*. Tugas Akhir pada Telkom University: tidak diterbitkan.
- [2] Hall-Beyer, Mryka. 2008, *Gray Level Co – occurrence Matrix*, [online], (http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/the_glcmm.html), diakses November 2014).
- [3] Idestio, Barsyah Dwi. 2013. *Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan Threshold-based Marking dan GLCM*. Tugas Akhir pada Telkom University: tidak diterbitkan.
- [4] Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2009 Tentang Hari Batik Nasional. 17 November 2009. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- [5] M. Haralick, Robert. 1973. *Textural Features for Image Classification*. IEEE. USA.
- [6] Novianty, Eka. 2014. *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Klasifikasi Dan Identifikasi Motif Batik*. Tugas Akhir pada Telkom University: tidak diterbitkan.
- [7] Otekqu, 2011, Analisis Tekstur dengan Metode GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix), [online], (<http://utekqu.wordpress.com/2011/01/23/analisis-tekstur-dengan-metode-glcmm/>), diakses tanggal 6 oktober 2014).
- [8] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Edisi Pertama. Penebit Andi. Yogyakarta.
- [9] Robi, Firmanda. 2014. *Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Motif Batik Berbasis Pengolahan Citra Digital Pada Platform Android*. Tugas Akhir pada Telkom University: tidak diterbitkan
- [10] Surya Mulyana, Baskara. 2015. *Identifikasi Jenis Bunga Anggrek Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode KNN*. Tugas Akhir pada Telkom University: tidak diterbitkan.