

## Ekstraksi Pola Iris Mata Berwarna Biru dan Cokelat dengan Metode *GrayLevel Cooccurrence Matrix*

Yunia Mentari<sup>a)</sup>, Nurhasanah<sup>a)</sup>, Iklas Sanubary<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup>Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura  
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia  
\*Email : nurhasanah@physics.untan.ac.id

### Abstrak

Penelitian ekstraksi pola iris mata berwarna biru dan cokelat dengan metode *graylevel cooccurrence matrix* (GLCM) telah dilakukan untuk mengetahui perbedaan pola setiap fitur pada GLCM terhadap perbedaan warna iris mata. Penelitian ini menggunakan data citra iris mata terdiri dari 10 citra iris mata berwarna biru dan 10 citra iris mata berwarna cokelat. Tahap *preprocessing* dimulai dengan memotong citra kemudian dilanjutkan dengan mengubah citra dalam bentuk aras keabuan, membuat histogram dan ekualisasi histogram untuk memperbaiki kualitas citra. Proses selanjutnya menghitung ciri statistik menggunakan *gray level cooccurrence matrix* (GLCM) 4 arah ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$ ) dengan jarak  $d=1$ . Parameter yang digunakan ada 8 yaitu *energy*, *contrast*, *variance*, *correlation*, *sum average*, *sum entropy*, *sum variance*, *maximum probability*. Hasil yang diperoleh pada citra iris mata biru memiliki tingkat keabuan lebih besar dibandingkan dengan citra iris mata cokelat (fitur *maximum probability*). Tingkat perbedaan level keabuan terlihat lebih besar pada citra iris mata biru dari pada citra iris mata cokelat (*sum variance*). Citra iris mata biru mempunyai tingkat keabuan rata-rata paling tinggi dibandingkan citra iris mata cokelat (*variance*). Citra iris mata biru memiliki nilai keseragaman lebih tinggi sedangkan pada citra iris mata cokelat memiliki tingkat keabuan yang konstan (*energy*). Pada citra iris mata biru warna yang dihasilkan citra lebih gelap dibandingkan dengan citra iris mata cokelat citra terlihat lebih terang (*contrast*). Tekstur yang dimiliki citra iris mata biru lebih halus dari pada citra iris mata cokelat karena memiliki nilai kerapatan piksel yang lebih tinggi (*sum average*). Citra iris mata cokelat terlihat hubungan yang linear antara tingkat keabuan dari pasangan piksel dari pada citra iris mata biru (*correlation*). Citra iris mata cokelat memiliki level keabuan yang acak atau nilai ketidakseragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra iris mata biru (*sum entropy*). Tekstur yang dimiliki citra iris mata cokelat lebih besar dari pada citra iris mata biru. Maka, citra iris mata berwarna biru dan cokelat dapat dibedakan menggunakan ekstraksi ciri GLCM.

**Kata kunci :** Ekstraksi Pola, Citra Iris Mata, GLCM

### 1. LatarBelakang

Iris merupakan sebuah organ internal yang dilindungi, terletak di belakang *kornea* dan *aqueous*, serta berada di depan lensa mata. Iris merupakan satu-satunya organ internal tubuh yang dapat terlihat dari luar. Iris dapat terlihat cukup jelas pada jarak 1 meter. Warna iris manusia sangat beraneka ragam, tergantung dari ras dan etnik. Beberapa ahli iridologi mengklasifikasikan warna iris yang menjadi hitam, cokelat, emas, biru tua, hijau, biru muda dan abu-abu. Kesemuanya itu dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu: biru, cokelat dan campuran. Warna biru dan cokelat merupakan warna iris murni. Bagian depan iris memiliki tekstur yang tidak teratur, cenderung kasar serta memiliki alur yang tidak rata. Lapisan ini dibentuk oleh lapisan yang terdiri dari sel pigmen dan *fibroblast*, di bagian ini terdapat pigmen yang mengatur warna iris mata[1].

Sistem biometrik saat ini telah mencapai perkembangan yang luar biasa dalam

menggantikan sistem verifikasi konvensional. Pemanfaatan anggota tubuh secara unik untuk membedakan antara satu orang dengan orang lain, telah banyak bukti memberikan hasil yang lebih akurat dalam pengidentifikasian. Penggunaan iris mata, telapak tangan, sidik jari, bentuk wajah sampai kepada suara telah dikembangkan untuk keperluan tersebut[2]. Pengenalan tekstur cukup memegang peranan penting dalam pengolahan citra digital karena dikembangkan dengan tujuan agar komputer dapat memahami serta mengenali tekstur, sama seperti yang dilakukan manusia. Ciri atau karakteristik tekstur diperoleh melalui proses ekstraksi ciri dengan berbagai bentuk metode seperti metode GLCM[3], *run length*[4], dan lain sebagainya.

Metode yang dapat digunakan dalam menganalisis tektur adalah metode *graylevel cooccurrence matrix* (GLCM). Metode GLCM adalah matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak ( $d$ ) dan orientasi

arah dengan sudut ( $\theta$ ) tertentu dalam citra [5]. Metode *graylevel cooccurrence matrix* dibentuk dari suatu citra dengan piksel-piksel yang berpasangan yang memiliki intensitas tertentu. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ganis., *et.al* (2008) yang menganalisis tekstur pada lima kelas biji-bijian menggunakan metode GLCM sebagai metode pengenalan tekstur mendapatkan hasil akurasi sebesar 99% dengan nilai  $k=1$ [3]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hanifah., *et. al* (2015) yang melakukan pendeteksian dini terhadap kanker payudara dengan mengekstrak ciri energi dari wavelet dekomposisi "haar" level 3, entropi, dan juga 5 ciri dari metode GLCM yaitu IDM, ASM, korelasi, entropi, kontras. Dilakukan klasifikasi berbasis statistik yaitu dengan regresi logistik untuk mendeteksi apakah citra mammogram termasuk normal atau abnormal, untuk pengujian dilakukan dengan algoritma k-fold validation. Pada fold-11 didapatkan nilai akurasi 81,45%, sensitivitas 82% dan spesifisitas 77,78%[6].

Penelitian ini melakukan pengenalan tekstur pada iris mata dengan mengekstraksi pola iris untuk menggali informasi pada pigmen-pigmen yang mengatur warna iris mata. Pengenalan tekstur tersebut menggunakan metode *gray level cooccurrence matrix* (GLCM) sebagai proses identifikasi pola warna iris mata dari 8 jenis fitur GLCM. Metode GLCM digunakan karena metode ini merupakan ekstraksi ciri yang dapat menghasilkan akurasi hingga 99%[3]. Penelitian ini diharapkan kedepannya dapat membedakan pola warna iris mata biru dan cokelat serta mengembangkan sistem yang nantinya dapat digunakan untuk kepentingan ilmi biometrik dengan menggunakan teknik pencitraan.

## 2. Metodologi

### 2.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah foto citra iris mata yang didapat dari *website CASIA database*[7]. Citra terdiri dari 10 citra iris mata warna biru dan 10 citra iris mata warna cokelat.

### 2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra atau *preprocessing* merupakan sebuah sistem yang melakukan proses dengan masukan berupa citra dan keluaran juga berupa citra yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas tampilan citra agar memiliki format yang lebih baik sehingga citra lebih mudah diolah lebih lanjut. Secara umum citra yang dapat diolah dan dihasilkan oleh komputer yaitu citra biner, *grayscale* dan citra berwarna.

Proses pengolahan citra terdiri dari[8]:

#### 1. Pemotongan Citra

Citra dikonversi ke dalam citra digital, setelah itu dilakukan pemotongan citra untuk mengambil area *input* yang akan diamati. Pemotongan citra tersebut diawali dengan menampilkan citra kemudian dilakukan *cropping*. *Cropping* adalah penghapusan bagian sudut dari suatu gambar untuk memotong, mengambil, mengeluarkan sebagian isi dari gambar guna memperoleh hasil yang diinginkan.

#### 2. Konversi Citra RGB Menjadi Aras Keabuan

Citra berwarna diubah menjadi citra beraras keabuan atau *grayscale*. Nilai 0 sampai 255 digunakan untuk menunjukkan nilai intensitas. Nilai 0 untuk warna hitam, nilai 255 untuk warna putih dan nilai di antara 0 sampai 255 untuk warna abu-abu. Perubahan citra kearas keabuan tersebut dilakukan dengan menampilkan kembali citra warna yang telah *dicropping* kemudian citra tersebut diubah aras keabuannya. Proses mengubah citra warna menjadi citra *grayscale* digunakan dalam *image processing* untuk menyederhanakan model citra. Citra berwarna terdiri dari 3 layer matriks yaitu R-layer, G-layer, B-layer. Untuk melakukan proses-proses selanjutnya perlu diperhatikan 3 layer diatas, jika setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan 3 layer maka dilakukan 3 perhitungan yang sama. Mengubah 3 layer diatas menjadi 1 layer matrik *grayscale*. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing r, g, b menjadi citra *graycale* dengan nilai s. Konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai r, g, dan b sehingga dapat dituliskan menjadi persamaan (1) berikut:

$$s = \frac{r+g+b}{3} \quad (1)$$

Dengan, s : Nilai derajat keabuan

r : Nilai warna merah

g : Nilai warna hijau

b : Nilai warna biru

Dalam program untuk melakukan konversi citra dari RGB menjadi *grayscale* dapat dilakukan dengan mempergunakan fungsi `rgb2gray`.

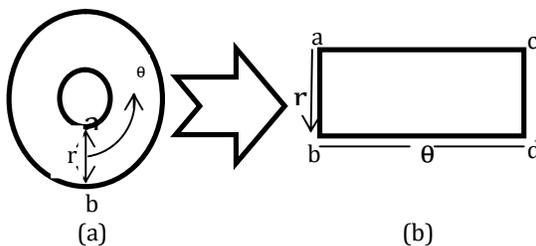
#### 3. Histogram dan ekualisasi histogram

Histogram dibuat untuk mengetahui nilai sebaran keabuan sebuah citra yang kemudian digunakan untuk mengetahui rentang piksel antara iris mata dengan *background*. Ekualisasi histogram bertujuan untuk menghasilkan histogram citra yang seragam. Teknik ini melakukan distribusi ulang terhadap distribusi intensitas dari histogram awal. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi

kemunculan nisbi (relatif) dari intensitas pada citra tersebut. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan dan kontras dari sebuah gambar. Puncak histogram menunjukkan intensitas piksel yang signifikan. Lebar dari puncak menunjukkan rentang kontras dari gambar. Citra yang mempunyai kontras terlalu terang dan tidak terlalu terang memiliki histogram yang sempit. Histogramnya terlihat hanya menggunakan setengah dari derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap nilai intensitas piksel.

**2.3 Konversi Citra Iris Bentuk Polar Ke Persegi Panjang**

Pupil adalah bagian mata yang bertugas mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk ke dalam mata. Oleh karena itu, diameternya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang masuk. Untuk mengatasi permasalahan ini, citra pupil dan iris mata yang berbentuk lingkaran diubah menjadi bentuk persegi panjang ( $r, \theta$ ) dengan ukuran yang tetap [9]. Parameter lingkaran dibutuhkan untuk pembentukan citra persegi panjang, yaitu titik pusat dan jari-jari dari iris mata. Titik pusat dan jari-jari diperlukan sebagai referensi dalam mentransformasikan citra berbentuk lingkaran ke dalam bentuk persegi panjang. Parameter-parameter yang telah dihitung dapat digunakan untuk mengubah bentuk citra iris yang berbentuk lingkaran ke dalam bentuk persegi panjang. Citra ditransformasikan ke dalam bentuk persegi panjang dengan titik pusat sebagai acuannya. Lebar data citra hasil transformasi adalah sebesar  $a-b$  dan panjang data citra sebesar  $c-d$ . Lebar citra sangat tergantung kepada besar jari-jari dalam dan jari-jari luar lingkaran. Sedangkan panjang data citra tergantung kepada besarnya pengambilan piksel tiap derajat lingkaran. Proses transformasi dapat diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 1. Proses perubahan ke bentuk persegi panjang (a). Bentuk polar (b). Bentuk persegi panjang

**2.4 Ekstraksi Ciri**

Ekstraksi ciri adalah proses mengambil ciri-ciri atau pola yang terdapat pada obyek di dalam citra. Ekstraksi ciri yang digunakan adalah

*gray level cooccurrence matrix* (GLCM). Penelitian ini menggunakan aplikasi yang menampilkan hasil dari ekstraksi ciri dari fitur-fitur GLCM, dengan memasukkan semua data citra yang telah didapat untuk membentuk GLCM 4 arah ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$  dan  $135^\circ$ ) dan jarak  $d=1$  yang akan menentukan koordinat arah. Kemudian membentuk matriks kookurasi dengan cara menghitung frekuensi munculnya pasangan nilai keabuan piksel referensi dan piksel tetangga pada jarak dan arah yang ditentukan. Selanjutnya menjumlahkan semua elemen untuk menghitung probabilitas setiap elemen dengan cara membagi setiap elemen GLCM dengan total semua elemen [10]. Kemudian dapat dilanjutkan dengan menghitung ciri statistik dari fitur GLCM yang terdiri dari *energy, contrast, variance, correlation, sum average, sum entropy, sum variance, maximum probability* [11].

Perhitungan nilai fitur GLCM menggunakan persamaan 2 sampai persamaan 9 [11].

1. *Energy* juga disebut keseragaman. *Energy* bertujuan untuk mendeteksi gangguan pada tekstur. *Energy* mencapai nilai maksimum jika bernilai satu. Nilai *energy* yang tinggi terjadi ketika tingkat abu-abu memiliki bentuk konstan atau periodik [12]. Perhitungan *energy* ( $E$ ) menggunakan persamaan (2).

$$E = \sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} P(i, j)^2 \tag{2}$$

Dengan,  $I$  = nilai pixel keabuan baris ke- $i$

$j$  = nilai level keabuan kolom ke- $j$

$p(i, j)$  = peluang nilai level keabuan pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$ .

2. *Contrast* digunakan untuk menghitung *range* perbedaan derajat keabuan dalam sebuah citra, semakin jauh perbedaan derajat keabuan setiap pasangan piksel, semakin tinggi (terang) nilai *contrast*. Demikian sebaliknya, jika perbedaan derajat keabuan setiap pasangan piksel tidak signifikan, nilai *contrast* akan rendah (gelap) [12]. Perhitungan *contrast* ( $Con$ ) menggunakan persamaan (3).

$$Con = \sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} p_{i, j} (i - j)^2 \tag{3}$$

Dengan,  $p(i, j)$  = Peluang nilai level keabuan pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$

3. *Sum of Square Variance / Variance* adalah ukuran heterogenitas atau variasi elemen-elemen matriks. *Variance* meningkat ketika nilai tingkat keabuan berbeda dari rata-ratanya dengan kata lain, citra dengan tingkat keabuan kecil akan memiliki *variance* yang kecil pula [12].

Perhitungan *sum of square variance* (SSV) menggunakan persamaan (4).

$$SSV = \sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} p_{i,j} (i - \mu)^2 \quad (4)$$

Dengan,  $p(i,j)$  = Peluang nilai level keabuan pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$ .

4. *Correlation* digunakan untuk mengukur ketergantungan linear derajat keabuan di sekitar piksel. Nilai-nilai korelasi tinggi (mendekati 1) menyiratkan sebuah hubungan yang linear antara tingkat abu-abu dari pasangan piksel[12]. Perhitungan *correlation*(*Corr*) menggunakan persamaan (5).

$$Corr = \frac{\sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} \{ijp_{i,j}\} - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (5)$$

Dengan,  $p(i,j)$  = peluang nilai level keabuan pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$

$$\mu_x = \sum_{i,j} \{ijp_{i,j}\} \text{ atau rata-rata dari } p_x$$

$$\mu_y = \sum_{i,j} \{ijp_{i,j}\} \text{ atau rata-rata dari } p_y$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_{i,j} \{i - \mu_x\}^2 p_{i,j}} \text{ standardeviasi dari } p_x$$

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{i,j} \{i - \mu_y\}^2 p_{i,j}} \text{ standar deviasi dari } p_y$$

5. *Sum Average*(*SA*) adalah fitur yang menunjukkan seberapa banyak nilai rata-rata piksel yang ada dalam citra[12]. Perhitungan *sum average* (*SA*) menggunakan persamaan (6).

$$SA = \sum_{k=2}^{2Ng} \{k(p_{x+y(k)})\} \quad (6)$$

Dengan :  $p_{x+y(k)} = \sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} p_{i,j} ; i + j = k ; k = 2, 3, \dots, 2Ng$ .

$Ng$  = banyak tingkat abu-abu yang diperoleh dari citra.

6. *Sum entropy* menunjukkan seberapa banyak level keabuan yang acak[12]. Perhitungan *sum entropy* (*SE*) menggunakan persamaan (7).

$$SE = - \sum_{k=2}^{2Ng} p_{x+y(k)} \log \{p_{x+y(k)}\} \quad (7)$$

Dengan :  $p_{x+y(k)} = \sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} p_{i,j} ; i + j = k ; k = 2, 3, \dots, 2Ng$ ,

$Ng$  = banyak tingkat abu-abu yang diperoleh dari citra.

7. *Sum variance* menunjukkan seberapa banyak level keabuan yang bervariasi dari nilai rata-rata[12]. Perhitungan *sum variance* (*SV*) menggunakan persamaan (8).

$$SV = \sum_{k=2}^{2Ng} i - SE^2 p_{x+y(k)} \quad (8)$$

Dengan :  $SE$  = nilai sum entropy.

$Ng$  = banyak tingkat abu-abu yang diperoleh dari citra.

8. *Maximum probability* menunjukkan tingkat abu-abu yang memenuhi relasi pada persamaan entropi[12]. Perhitungan *maximum probability* (*MP*) menggunakan persamaan (9).

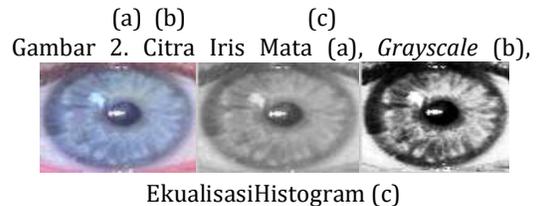
$$MP = \max_{i,j} \{p(i,j)\} \quad (9)$$

Dengan :  $p(i,j)$  = peluang nilai level keabuan pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$ .

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### 3.1 Pengolahan Citra

Tahap pengolahan citra dimulai dari pemotongan citra yang bertujuan untuk mengambil bagian yang diperlukan, dapat dilihat pada Gambar 2a. Selanjutnya citra tersebut diubah menjadi citra *grayscale* (Gambar 2b) dan setelah diketahui tingkat keabuan dari setiap citra dibuat kedalam bentuk histogram untuk mengetahui bentuk grafik dari setiap citra. Kemudian, dilakukan proses perbaikan citra dengan melakukan peningkatan kontras menggunakan ekualisasi histogram (Gambar 2c) untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik.



#### 3.2 Konversi Citra Iris Bentuk Polar Menjadi persegi Panjang

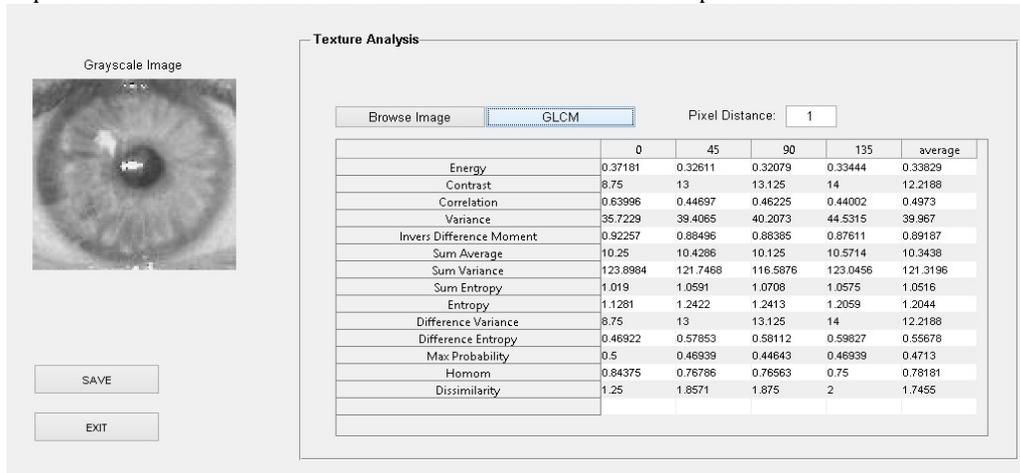
Pengubahan citra polar menjadi bentuk persegi panjang dilakukan untuk memisahkan antara bagian iris dan pupil yang akan dianalisis. Pengubahan citra polar menjadi persegi panjang seperti yang terlihat pada gambar 3.



#### 3.3 Ekstraksi Ciri

Setelah semua citra yang telah diolah masuk kedalam *database*, maka aplikasi siap dijalankan dengan mengklik *menubrowser* untuk memilih citra, kemudian klik menu *GLCM* pada aplikasi dan akan muncul nilai-nilai fitur

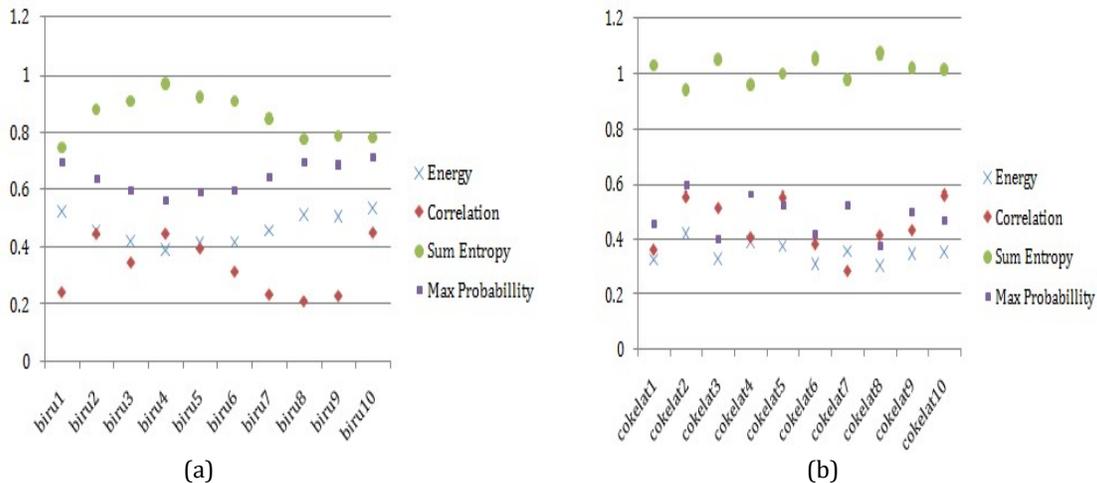
GLCM pada citra tersebut. Pada Gambar 4 terlihat tampilan GUI ekstraksi ciri GLCM.



Gambar 4. Tampilan GUI ekstraksi ciri GLCM

### 3.4 Klasifikasi Karakteristik Fitur-Fitur GLCM

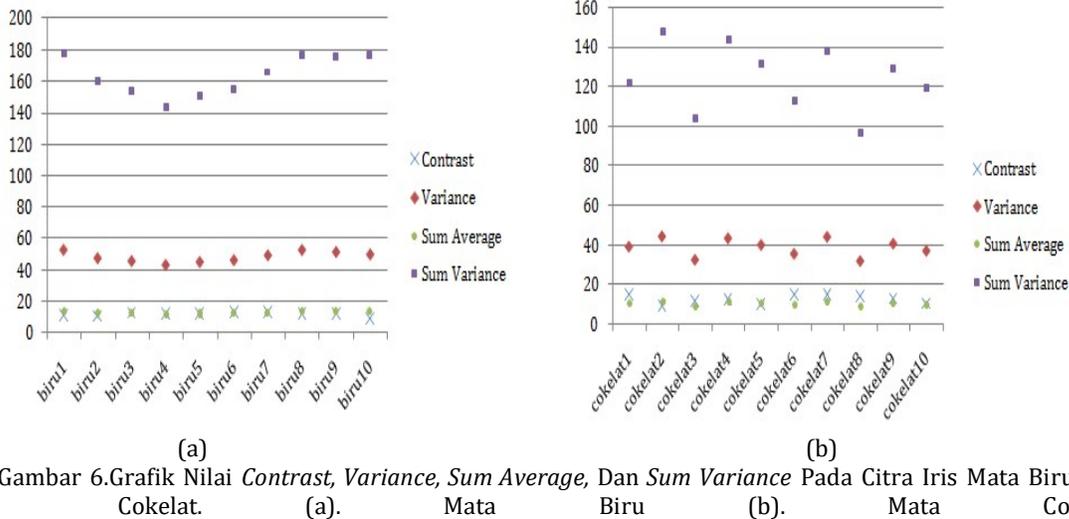
Dilakukan klasifikasi karakteristik fitur-fitur GLCM pada setiap citra iris mata berwarna biru dan coklat.



Gambar 5. Grafik Nilai *Energy*, *Correlation*, *Sum Entropy*, dan *Maximum Probability* Pada Citra Iris Mata Biru dan Cokelat. (a). Mata Biru (b). Mata Cokelat

Gambar 5. menunjukkan 4 fitur GLCM citra iris mata biru dan coklat bernilai <1. Citra iris mata biru memiliki nilai *energy* rata-rata 0,465 dan coklat 0,351 ditunjukkan pada garis biru, ini menunjukkan nilai *energy* pada citra iris mata coklat terlihat lebih konstan dari iris mata biru yang berarti iris mata biru memiliki tingkat keseragaman paling tinggi dibandingkan dengan citra iris mata biru. Fitur *correlation* citra iris mata biru bernilai rata-rata 0,332 dan citra iris mata coklat bernilai 0,445 yang ditunjukkan pada garis merah, nilai tersebut memperlihatkan bahwa iris mata coklat memiliki nilai tingkat linearitas paling tinggi dibandingkan dengan iris mata berwarna biru.

Citra iris mata biru pada fitur *sum entropy* memiliki nilai rata-rata 0.852 dan iris mata coklat bernilai 1,014 yang ditunjukkan pada garis berwarna hijau, yang berarti kebalikan dari fitur *energy* yakni citra iris mata berwarna coklat memiliki nilai ketidakteraturan paling tinggi atau mempunyai level keabuan acak dibandingkan dengan iris mata biru. Pada fitur *maximum probability* citra iris mata biru memiliki nilai rata-rata 0.641 dan coklat bernilai 0.482 yang ditunjukkan pada garis berwarna ungu yang menggambarkan citra iris mata biru memiliki tingkat keabuan yang lebih tinggi dari pada iris mata coklat.



Pada gambar 6 menunjukkan 4 fitur GLCM bernilai >10 pada citra iris mata berwarna biru dan cokelat, yaitu fitur *contrast*, *variance*, *sum average*, dan *sum variance*. Pada fitur *contrast* citra iris mata biru memiliki nilai rata-rata 11.612 dan citra iris mata cokelat bernilai 12.715 ditunjukkan pada garis berwarna biru, nilai tersebut menggambarkan citra iris mata biru mempunyai nilai perbedaan derajat keabuan setiap piksel yang tidak signifikan yang berarti citra akan terlihat lebih gelap dibandingkan citra iris mata cokelat. Citra iris mata biru memiliki nilai *variance* 48.555 dan cokelat 38.697 yang ditunjukkan pada garis merah, nilai tersebut menunjukkan citra iris mata biru memiliki nilai tingkat keabuan berbeda dari rata-rata lebih tinggi dibandingkan dari citra iris mata cokelat. Fitur *sum average* pada setiap citra iris mata biru memiliki nilai rata-rata 12.640 dan cokelat bernilai 10.517 yang ditunjukkan pada garis berwarna hijau, maka pada tekstur citra iris mata biru terlihat lebih halus dibandingkan dengan citra iris mata cokelat. Pada fitur *sum variance* pada setiap citra iris mata biru memiliki nilai rata-rata bernilai 163.208 dan cokelat bernilai rata-rata 124.371 yang ditunjukkan pada garis berwarna ungu, artinya citra iris mata biru memperlihatkan nilai level keabuan yang bervariasi dari nilai rata-rata lebih tinggi dari nilai citra iris mata cokelat.

**4. Kesimpulan**

Pada citra iris mata biru memiliki tingkat keabuan lebih besar dibandingkan dengan citra iris mata cokelat (fitur maximum probability). Tingkat perbedaan level keabuan terlihat lebih besar pada citra iris mata biru dari pada citra iris mata cokelat (*sum variance*). Citra iris mata biru mempunyai tingkat keabuan rata-rata paling tinggi dibandingkan citra iris mata

cokelat (*variance*). Citra iris mata biru memiliki nilai keseragaman lebih tinggi sedangkan pada citra iris mata cokelat memiliki tingkat keabuan yang konstan (*energy*). Pada citra iris mata biru warna yang dihasilkan citra lebih gelap dibandingkan dengan citra iris mata cokelat citra terlihat lebih terang (*contrast*). Tekstur yang dimiliki citra iris mata biru lebih halus dari pada citra iris mata cokelat karena memiliki nilai kerapatan piksel yang lebih tinggi (*sum average*). Citra iris mata cokelat terlihat hubungan yang linear antara tingkat keabuan dari pasangan piksel dari pada citra iris mata biru (*correlation*). Citra iris mata cokelat memiliki level keabuan yang acak atau nilai ketidakseragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra iris mata biru (*sum entropy*). Tekstur yang dimiliki citra iris mata cokelat lebih besar dari pada citra iris mata biru. Maka, citra iris mata berwarna biru dan cokelat dapat dibedakan menggunakan ekstraksi ciri GLCM.

**Daftar Pustaka**

- [1] Fahmi. Perancangan Algoritma Pengolahan Citra Mata Menjadi Citra Polar Iris Sebagai Bentuk Antara Sistem Biometrik. Medan: Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara; 2007.
- [2] Setiawan B. Identifikasi Iris Mata dengan Menggunakan Metode Hidden Markov Model. Depok: Jurusan Teknik Elektro; 2009.
- [3] Ganis K Y. Klasifikasi Citra dengan Matriks Ko-Okurensi Aras Keabuan (Gray Level Co-Occurrence Matrix- Glcm) Pada Lima Kelas Biji-bijian. Depok: Universitas Diponegoro; 2008.
- [4] Indriani M. Klasifikasi Tekstur

- Menggunakan Metode LDA dan KNN Berdasarkan Pencirian Metode Run-Length. Depok: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro; 2007.
- [5] Hartadi R. Deteksi Potensi Kanker Payudara pada Mammogram Menggunakan Metode Gray Level Co- occurrence Matrices. Semarang: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro; 2011.
- [6] Fajrin , Hanifah R, Nugroho HA, Soesanti I. Ekstraksi Ciri Berbasis Wavelet dan GLCM untuk Deteksi Dini Kanker Payudara pada Citra Mammogram. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada; 2015.
- [7] <http://biometrics.idealstest.org/>. [Online]; 2017 [cited 2017 31 Juli Senin].
- [8] Pangestu P. Penerapan Histogram Equalization pada Optical Character Recognition Preprocessing. *Ultimatics*, 2015; 7(1): p. 27-33.
- [9] Eskaprianda A, Isnanto RR, Santoso I. Deteksi Kondisi Organ Pankreas Melalui Iris Mata menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan Balik dengan Pencirian Matriks Ko-Okurensi Aras Keabuan. *Transmisi*. 2011; 13(1): p. 33-38.
- [10] Anggoro W. Implementasi Ekstraksi Fitur Tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) untuk Pengelompokkan Citra Tenun Menggunakan Algoritma K-Means. Semarang: Jurusan Teknik Informatika, FIK UDINUS; 2016.
- [11] Patgar SV, Vasudav T. An Unsupervised Intelligent System to Detect Fabrication in Photocopy Document Using Geometric Moments and Gray Level Co-Occurrence Matrix. *International Journal of Computer Application*. 2013; 74(12): p. 32.
- [12] Gadkari D. Image Quality Analysis Using GLCM. Orlando: University of Central Florida; 2004.