

PERBAIKAN KUALITAS CITRA IRIS MATA UNTUK PENGENALAN POLA (*BIOMETRIC*)

Dadang Heksaputra, Dhina Puspasari Wijaya, Sri Nilawati
Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Indonesia

RINGKASAN

Mata merupakan bagian dari kelima panca indra dari tubuh manusia. Mata mempunyai salah satu bagian disebut iris mata. Iris adalah salah satu organ bagian dalam dari mata terletak di belakang kornea dan di depan lensa. Fungsi utama dari iris mata adalah mengatur ukuran (besarnya) pupil. Banyaknya cahaya masuk ke dalam pupil jatuh pada retina mata dan diatur oleh otot-otot dalam iris. Iris mata setiap manusia memiliki pola berbeda sehingga dapat digunakan untuk kepentingan identifikasi seseorang. Iris mata manusia bisa menjadi salah satu cara untuk mengidentifikasi atau membuktikan jati diri seseorang, cara ini biasa dikenal dengan biometric.

Aplikasi ini nantinya diharapkan bisa mengidentifikasi bagian dari iris mata serta bentuk pola iris mata seseorang. Sehingga bisa dilanjutkan untuk kepentingan biometrik kedepannya. Metode digunakan adalah metode Histogram Equalization untuk perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) dan metode Circle Midpoint Algorithm, daugman's rubber sheet, dan Co-occurrence Matrices and Feature untuk mengidentifikasi bentuk pola iris mata. Metode tersebut diharapkan dapat mengidentifikasi iris mata seseorang dan untuk mengetahui apakah dapat mengidentifikasi dengan baik maka sistem akan melalui pengujian data.

Kata kunci: Histogram Equalization, Circle Midpoint Algorithm, daugman's rubber sheet, dan Co-occurrence Matrices and Feature, image enhancement, iris, Biometrik.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Biometrik adalah karakter-karakter manusia yang dapat digunakan untuk

membedakan antara orang yang satu dengan yang lainnya. Salah satu pemanfaatan karakter / organ tubuh pada setiap manusia yang digunakan untuk identifikasi (pengenalan) adalah dengan memanfaatkan wajah. Contoh

lain dari karakteristik biometrik selain identifikasi wajah adalah ucapan, sidik jari, retina, dan lainnya [5].

Sistem forensik di Indonesia telah meniti jejak ke arah bagian tubuh terhadap panca indra salah satunya bola mata. Bola mata terdiri dari beberapa bagian, yaitu sclera, pupil, iris. Terdapat bagian yang menjadi ciri khusus untuk melakukan pengenalan terhadap sistem forensik yang mempunyai pola seperti halnya iris mata. Iris mata adalah daerah berbentuk gelang pada mata yang dibatasi oleh pupil dan **sclera** (bagian putih dari mata). Kelebihan dari iris mata adalah iris mata memiliki tingkat penerimaan kesalahan sangat kecil, karena itu iris mata dapat menjadi alat biometrik aplikasi identifikasi yang baik, dan iris sangat unik serta sulit untuk digandakan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi pola iris mata untuk kepentingan **biometric**.

Fungsi iris memberi warna pada mata. Seperti sidik jari, iris merupakan bagian tubuh manusia yang dapat digunakan sebagai pengenal seseorang dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Iris bersifat unik, karena pada satu individu memiliki tekstur iris mata berbeda antara sebelah kanan dan sebelah kirinya. Bahkan pada dua individu kembar identik pun, pola iris juga berbeda. Karena itu, Ciri iris merupakan salah satu ciri yang disimpan pada KTP Elektronik yang akan diimplementasikan secara

nasional. Namun demikian, selama ini ekstraksi ciri iris berdasar gelombang singkat (GS), belum menggunakan GS khusus yang menyesuaikan dengan karakteristik sinyal iris maupun berdasar analisis terhadap sifat-sifat GS itu sendiri [7].

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah telah diuraikan, perumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengenali pola iris mata ?
2. Bagaimana mengekstraksi pola iris mata ?
3. Apakah iris mata kiri dan iris mata kanan berbeda ?
4. Apa faktor fitur tekstur paling berpengaruh terhadap tingkat perbedaan iris mata ?
5. Bagaimana hasil akhir nilai global dari faktor terhadap tingkat perbedaan iris mata ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah menjadi acuan dalam pengembangan sistem dari penelitian pengenalan pola iris mata ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan 102 gambar citra mata dari 51 orang, dengan satu orang 2 buah foto iris mata kanan dan mata kiri.
2. Format citra iris mata adalah jpg.
3. Citra yang digunakan untuk sampel didapat dari CASIA *database* dapat diunduh dari internet (<http://biometrics.idealtest.org/>).

4. Data tes citra menggunakan jenis CASIA-Iris-Thousand.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem yang nantinya dapat mengidentifikasi iris mata seseorang dengan tujuan kepentingan biometrik dengan menggunakan teknik pencitraan.

1.5. Luaran yang diharapkan

Luaran yang diharapkan dari pelaksanaan program ini adalah sistem untuk mengidentifikasi iris mata seseorang dengan tujuan kepentingan biometrik dengan menggunakan teknik pencitraan.

1.6. Manfaat Program

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat bagi peneliti yaitu peneliti dapat mengaplikasikan secara nyata ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan terutama tentang teknik pencitraan. Manfaat bagi peneliti lain yaitu dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk penelitian lebih lanjut dan lebih kompleks terkait dengan penggunaan pencitraan dalam kepentingan biometrik.

1.7. Gambaran singkat dari penulis lain tentang topik yang sama

Dalam penelitian sebelumnya [12] baru dilaksanakan sampai pengenalan pola tepi iris mata belum dilakukan pengenalan pola pada iris mata, maka

dari itu kami mengajukan proposal ini guna pengembangan sistem pengenalan pola iris mata yang ditujukan untuk kepentingan biometrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Iris

Iris mata (selaput pelangi) merupakan daerah berbentuk gelang pada mata yang dibatasi oleh pupil dan sclera (bagian putih dari mata). Struktur permukaan mata disajikan pada Gambar 2.1. Tekstur visual dari iris terbentuk dari proses "*chaotic morphogenetic*" selama proses perkembangan embrio [8]. Iris mata berfungsi untuk mengendalikan cahaya yang masuk melalui pupil. Ukuran rata-rata diameter iris mata adalah 12 mm dan ukuran pupil bisa bervariasi dari 10% sampai 80% diameter iris mata [3]. Iris berbeda dan unik setiap orang, termasuk yang kembar identik [8]. Salah satu fitur iris yang penting adalah iris mata terletak dibelakang kornea mata sehingga sangat sulit untuk dimodifikasi atau dipalsukan karena beresiko merusak organ mata.

2.2 Citra

Sebuah piksel adalah sampel dari pemandangan yang mengandung intensitas citra yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Sebuah citra 2D adalah kumpulan piksel piksel yang disusun dalam larik dua dimensi [1].

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan

menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya baik. Umumnya, operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila [11] :

5. Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk

$$S_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k P_r(r_j) = \frac{L-1}{MN} \sum_{j=0}^k n_j \quad k = 0,1,2, \dots, L - 1 \quad (2.1)$$

equalization adalah dengan *stretch* histogram.

variabel MxN menunjukkan total jumlah piksel, L jumlah tingkat abu-abu, dan $P_r(r_j)$ jumlah piksel dalam gambar masukan dengan intensitas nilai r_j . Rentang nilai input dan output abu-abu berada di kisaran 0,1,2,...,L-1. Kemudian, transformasi histogram

$$[h_x] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} [h_y] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

vertikal [1]. Dalam kasus ini menggunakan *sobel gradien filter*.

2.6 Metode Otsu

Metode Otsu digunakan untuk segmentasi berdasarkan histogram citra. Metode Otsu ini didasarkan pada histogramnya. Histogram menunjukkan sebaran nilai intensitas dari tiap piksel pada citra dalam 1 dimensi. Jadi sumbu x biasanya menyatakan level intensitas yang berbeda sedangkan sumbu y menyatakan

menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra,

6. elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur,
7. sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain.

2.4 Metode Histogram Equalization

Konsep dasar dari histogram

equalization memetakan input nilai r_k (di mana $k = 0,1,2, \dots, L-1$) hingga nilai output S_k [2].

2.5 Metode Sobel

Sebuah gambar mempunyai dua variabel fungsi atau lebih. Untuk kasus 2 dimensi dapat menggunakan filter horizontal dan vertikal yang dapat dikombinasikan dari keduanya. Jika digunakan h_x untuk mendefinisikan horizontal dan h_y untuk mendefinisikan

jumlah piksel yang memiliki nilai intensitas tersebut. Pengelompokan ini didasarkan pada nilai ambang batas atau *threshold*. Nilai *threshold* ini menjadi objektif atau tujuan dari metode Otsu. Dasar dari metode Otsu adalah perbedaan intensitas dari piksel-piksel yang dipisahkan dalam kelas-kelas tertentu [6].

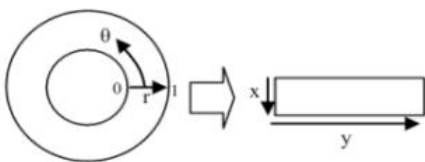
1.1 Metode Circle Midpoint Algorithm

Iris mata berbentuk lingkaran di dalam sclera. Untuk mengambil bagian

iris mata yang berbentuk lingkaran maka diperlukan pemotong antara iris dan sclera. Pengambilan iris digunakan metode *Circle Midpoint*. Algoritma Lingkaran Midpoint juga disebut algoritma lingkaran Bressenham. Bressenham mengembangkan generator lingkaran yang cukup efisien. Algoritma yang digunakan membentuk semua titik berdasarkan titik pusat dengan penambahan semua jalur sekeliling lingkaran. Algoritma ini diturunkan dari algoritma Midpoint untuk pembentukan garis. Dalam hal ini hanya diperhatikan bagian 45° dari suatu lingkaran dan menggunakan *CirclePoints* untuk menampilkan titik dari seluruh lingkaran [10].

1.1 Metode daugman’s rubber sheet

Fitur iris yang memuat konten penting yaitu garis-garis, bintik-bintik. Fitur ini yang menjadikan referensi untuk dijadikan tekstur dari iris mata. Ekstraksi fitur menggunakan algoritma yang bermacam-macam. Daugman menyarankan dari diagram kartesian normal ke bentuk transformasi polar yang dipetakan dari piksel di dalam area iris mata ke dalam pasangan koordinat polar [4].



Gambar 2.1 Ilustrasi Daugman Rubber Sheet Model

1.1 Metode Co-occurrence Matrices and Feature

Tekstur adalah bagian lain dari fitur yang dapat membantu segmentasi gambar ke dalam bagian wilayah yang penting. Matriks intensitas *co-occurrence* adalah suatu matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak dan arah tertentu dalam citra. Setelah matriks *cooccurrence* dibentuk sifat-sifat tekstur ini dapat dihitung berdasarkan matriks tersebut. Fitur yang biasa digunakan dalam analisis tekstur adalah *energy, entropy, contrast* dan *homogeneity*. Analisis tekstur dan analisis permukaan dapat digunakan mean dan standar deviasi [1].

1. Contrast/Kontras

$$\sum_{i_1} \sum_{i_2} P_{i_1, i_2} (i_1 - i_2)^2 \tag{2.3}$$

2. Homogeneity

$$\sum_{i_1} \sum_{i_2} \frac{P_{i_1, i_2}}{1 + |i_1 - i_2|} \tag{2.4}$$

3. Energi

$$Energy = \sum_{i_1} \sum_{i_2} P_{i_1, i_2}^2 \tag{2.5}$$

4. Entropy $\sum_{i_1} \sum_{i_2} P_{i_1, i_2} (-\ln P_{i_1, i_2})$ $\tag{2.6}$

1.1 Metode Statistik Pengujian Tabel T

Pernyataan yang menunjukkan dugaan tentang hubungan antara dua variabel atau lebih. Rumusan hipotesis:

- Tidak ada hubungan antara jumlah fitoplankton dengan hasil tangkapan. $H_0: \rho = 0$ $H_a: \rho \neq 0$
- Tidak ada pengaruh penambahan jumlah ABK terhadap kuantitas

hasil tangkapan. $H_0: \rho = 0$ $H_a: \rho \neq 0$ [9].

BAB III METODE PENELITIAN

Berikut ini langkah-langkah untuk menjamin proses perbaikan kualitas citra iris mata untuk pengenalan pola dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah:

a. Pengumpulan Data

Data adalah foto iris mata dari CASIA *database* yang digunakan untuk data tes diunduh dari <http://biometrics.idealtest.org/> sebanyak 100 buah. Masukan data berupa data citra iris mata yang didapat dari CASIA *database* versi Thousand. Citra iris mata berupa citra 2 dimensi dengan ukuran 640 x 480.

b. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem aplikasi yang bertujuan untuk mengembangkan sistem yang nantinya dapat mengidentifikasi iris mata seseorang dengan tujuan kepentingan biometrik dengan menggunakan teknik pencitraan. Citra iris mata akan dilakukan proses perbaikan citra dengan Metode Histogram Equalization dan untuk mendapatkan tekstur pola iris mata dengan menggunakan lima metode diantaranya, Metode Sobel, Metode Otsu, Metode Mid Point, Metode Daughman Rubber Sheet, Metode Matriks Co-Occurrence dan Fitur. Setelah dilakukan proses

dengan metode tersebut maka akan mendapatkan segmentasi pola iris dan nilai tekstur dari pola iris mata. Pengembangan sistem ini menggunakan bahasa pemrograman Java.

c. Ekstraksi ciri

Pada tahap ini dilakukan proses segmentasi pada daerah citra bagian iris mata. Segmentasi citra mempunyai peran untuk membagi

suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan yang tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya. Proses segmentasi bertujuan untuk mengidentifikasi beberapa wilayah dalam suatu citra yang memiliki kesamaan corak. Teknik klasterisasi yang ditemui dalam literatur pengenalan pola memiliki kesamaan objek dan dapat diterapkan untuk segmentasi citra. Hasil yang didapat dari segmentasi dilakukan normalisasi dengan metode daughman rubber sheet kemudian dihitung menggunakan fitur tekstur.

d. Uji Sistem

Pada tahap ini akan menjelaskan dan menggambarkan alur kerja dari sistem yang akan dibuat untuk identifikasi atau bug dari sistem yang dibuat serta sistem *error free*. Analisis menggunakan step uji ketepatan segmentasi citra iris matatanpa adanya kelopak mata yang ikut tersegmentasi, uji pola iris mata menggunakan pengujian statistik tabel t.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

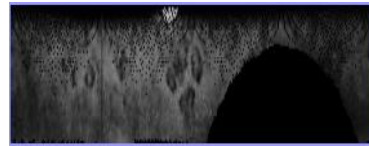
Pada penelitian ini dilakukan analisis anatar dua data citra mata dari satu orang yaitu data mata kanan dan mata kiri. Penelitian ini menggunakan sampel dari 51 orang dengan total keseluruhan citra terdapat 102 data. Setelah citra mata berhasil dikenali untuk tujuan segmentasi iris dilakukan langkah pengenalan pola iris dengan menggunakan metode normalisasi daughman rubber sheet model. Setelah berhasil dilakukan normalisasi citra mata dilakukan langkah untuk membaca fitur tekstur dari normalisasi citra iris. Berikut ini pengujian segmentasi dari analisis kebutuhan



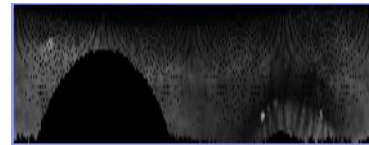
Gambar 4.1 Hasil Identifikasi Daerah Iris Mata



Gambar 4.2 Hasil Segmentasi Kelopak Terpotong Sempurna



Gambar 4.3 Hasil Pola Iris dari hasil Segmentasi



Gambar 4.4 Hasil Identifikasi Daerah Iris Mata



Gambar 4.5 Hasil Segmentasi Kelopak Terpotong tidak Sempurna



Gambar 4.6 Hasil Pola Iris dari hasil Segmentasi

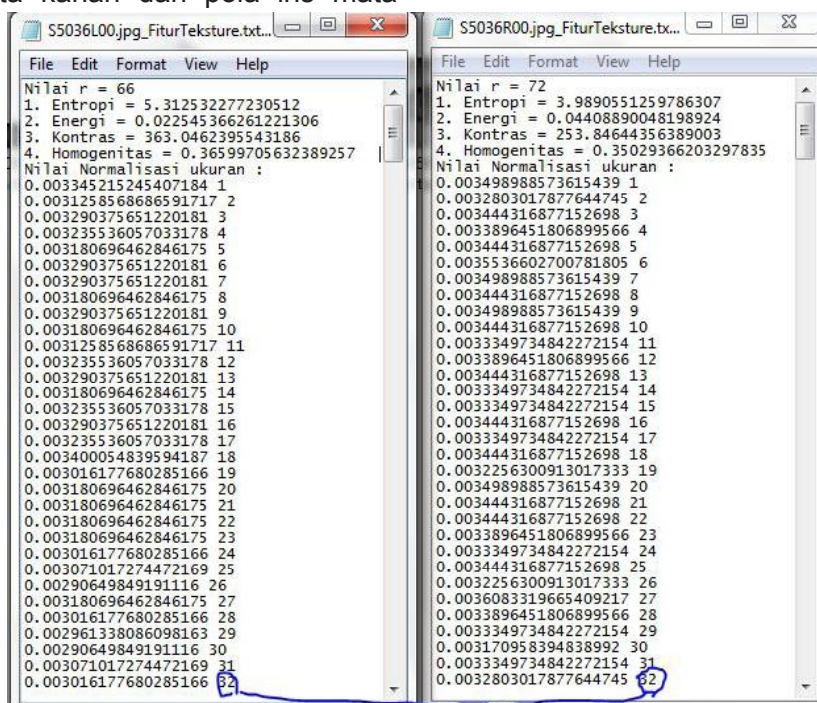
sistem :

4.2 Pengujian perbedaan pola iris mata kanan dan mata kiri

Pengujian untuk mengetahui perbedaan iris mata kanan dan iris mata kiri menggunakan normalisasi dari representasi bentuk model daughman rubber sheet. Normalisasi dilakukan guna memberikan model relative untuk

mencegah bila diketahui terdapat nilai jari - jari yang berbeda diantara iris mata kanan dan iris mata kiri. Setelah diujikan terhadap 51 pasang mata dari dataset diperoleh hasil bahwa pola iris mata kanan dan pola iris mata

kiri mempunyai pola hasil normalisasi yang relatif berbeda. Hal ini ditunjukkan dari hasil normalisasi tiap sudut dari representasi daughman rubber sheet mempunyai nilai yang berbeda.



Gambar 4.7 Perbandingan Pola Iris Mata Kanan dan Kiri

Berikut ini contoh dari dataset :

Pada gambar 4.7 merupakan hasil perbandingan pola iris mata kanan dan kiri dari dataset seri S5036. Gambar 4.7 menunjukkan terdapat perbedaan jari-jari. Iris mata kiri mempunyai jari-jari 66 piksel sedangkan pada iris mata kanan mempunyai jari-jari 72 piksel. Contoh perbedaan dapat diamati dari tanda berwarna biru menunjukkan bahwa sudut 32, bagian iris mata kiri dan kanan mempunyai nilai yang relatif berbeda, bagian kanan merupakan sudut dari representasi bentuk daughman rubber

sheet kemudian bagian kiri adalah hasil nilai normalisasi. Apabila hasil normalisasi tersebut dijumlahkan mempunyai nilai 1 pada bagian iris mata kiri dan bagian iris mata kanan hasil normalisasi mempunyai total nilai 1, sehingga mempunyai kriteria perbandingan yang sama. Setelah didapatkan hasil dari normalisasi kemudian menghitung jarak perbedaan antara iris mata kiri dan iris mata kanan menggunakan Euclidean Distance, serta menghitung korelasi antara iris mata kiri dan iris mata kanan.

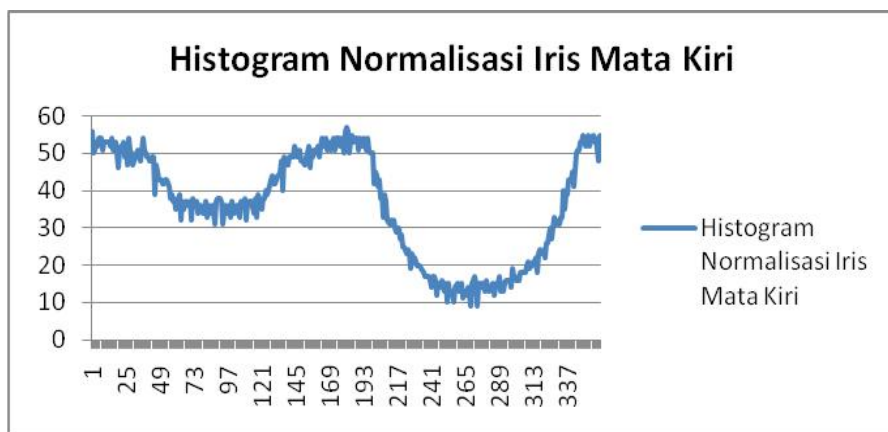
Tabel 4.1 Tabel Jarak dan Korelasi Iris Mata Kiri dan Kanan

No	Jarak	Korelasi
1	0.042407854	0.991574299
2	0.142392044	0.971026455
3	0.166289735	0.938110242
4	0.117019267	0.990419782
5	0.066451847	0.989048135
6	0.144537457	0.833333474
7	0.041161506	0.989407568
8	0.078164457	0.904588851
9	0.049719047	0.994241789
10	0.174256137	0.805413416
11	0.158912153	0.928051036
12	0.260082606	0.896340771
13	0.083023666	0.967939474
14	0.29877006	0.799715958
15	0.146359361	0.94284462
16	0.268317394	0.751897614
17	0.309972955	0.810497121
18	0.288824648	0.419319536
19	0.250376848	0.70492666
20	0.192202647	0.762384039
21	0.339090173	0.037395825
22	0.2043833	0.968082421
23	0.035756822	0.995950486
24	0.262212993	0.932941887
25	0.039418942	0.996899809
26	0.082618816	0.967081537
27	0.081942589	0.964079886
28	0.114393203	0.969020788
29	0.228521425	0.906997285
30	0.100517667	0.938924258
31	0.584687253	-0.438006322
32	0.023453918	0.855472834
33	0.102666784	0.968026558
34	0.466291895	-0.028149069
35	0.073905333	0.976532816
36	0.101834378	0.964507347
37	0.220245609	0.905568872
38	0.241076559	0.880246739
39	0.163508296	0.960835879
40	0.246189862	0.781200039
41	0.153269312	0.933532434
42	0.052704685	0.993863895
43	0.195491237	0.943453324
44	0.084609211	0.969678528
45	0.042484673	0.992267962
46	0.296471164	0.676835752
47	0.079936656	0.938194674
48	0.046041427	0.994345093
49	0.125132262	0.942750344
50	0.138962679	0.955845291
51	0.136609016	0.92607007

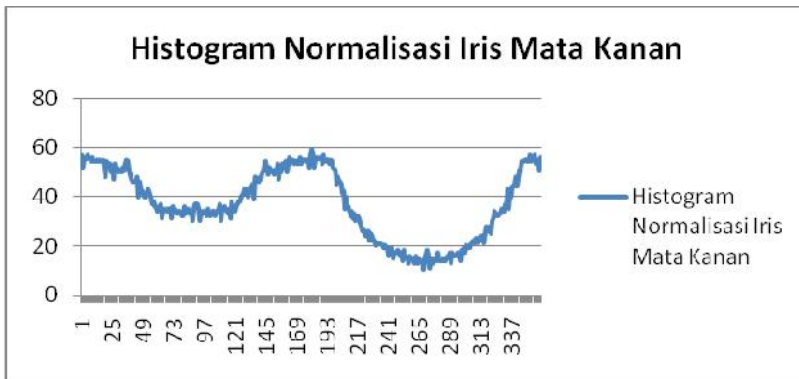
Tabel 4.1 menunjukkan nilai jarak antara iris mata kiri dengan iris mata kanan. Perhitungan jarak dihitung rata-rata (*mean*) mempunyai nilai 0.163601369 dan nilai standar deviasi sebesar 0.113744785. Rata-rata berfungsi memberi informasi mengenai nilai tengahan dari sebaran data yang ada. Standar deviasi berfungsi memperlihatkan pola sebaran data, gap, dan variasi sebaran antar data. Korelasi positif pada table 4.1 memiliki presentase sebesar 96,08 % sedangkan korelasi negative memiliki presentase 3,92 %. Untuk mencari hubungan antara variable mata iris kiri dan mata iris kanan maka dilakukan dengan menghitung korelasi antar variabel yang akan dicari hubungannya. Korelasi merupakan angka yang menunjukkan arah dan

kuatnya hubungan antar variable dinyatakan dalam bentuk hubungan positif atau negatif, sedangkan kuatnya hubungan dinyatakan dalam besarnya koefisien korelasi. Berikut ini hasil pengelompokan nilai korelasi dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu tinggi, sedang, rendah, dan berkebalikan. Korelasi tinggi dengan nilai batas ambang 0,8 sampai dengan 1, korelasi sedang mempunyai batas ambang 0,5 sampai dengan 0,8, korelasi rendah memiliki batas ambang 0,01 sampai dengan 0,5, dan korelasi berkebalikan mempunyai nilai -0,01 sampai dengan -1. Berikut ini hasil dari pengelompokan nilai korelasi :

Berikut ini contoh grafik hasil dataset dari korelasi tinggi :



Gambar 4.8 Grafik Histogram Normalisasi Iris Mata Kiri

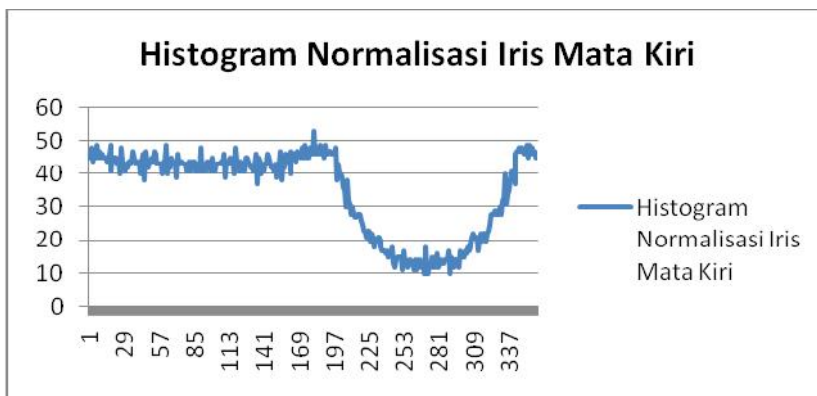


Gambar 4.9 Grafik Histogram Normalisasi Iris Mata Kanan

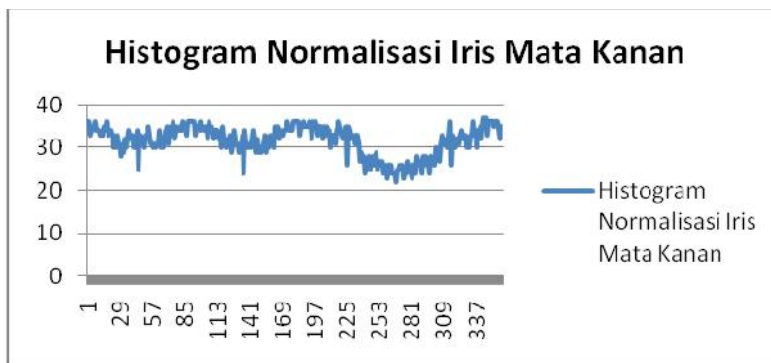
Pengelompokan korelasi tinggi terjadi karena antar variabel iris mata kiri dan iris mata kanan mempunyai hubungan yang kuat karena nilai koefisien korelasi mendekati nilai 1. Pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 dilihat dari

grafik tersebut korelasi antar variabel mendekati tingkat kemiripan kuat karena koefisien korelasinya tergolong tinggi.

Berikut ini contoh grafik hasil dataset dari korelasi sedang :



Gambar 4.10 Grafik Histogram Normalisasi Iris Mata Kiri



Gambar 4.11 Grafik Histogram Normalisasi Iris Mata Kanan

Pengelompokan korelasi sedang terjadi karena antar variabel iris mata kiri dan iris mata kanan mempunyai hubungan yang hampir mirip antar variabel. Pada gambar 4.10 dan gambar 4.11 dilihat dari grafik tersebut korelasi antar variabel mendekati tingkat kemiripan hampir mirip karena

koefisien korelasinya tergolong sedang.

4.3 Pengujian Seleksi Fitur

Pengujian seleksi fitur dilakukan dengan menggunakan alat bantu tools Weka 3.6, berikut ini hasil seleksi fitur Attribute Evaluator : ClassifierSubsetEval

Tabel 4.2 Tabel Keakuratan Seleksi Fitur

No	Classifier	ROC Area	Atribut
1	NaiveBayes	0.644	Entropi, Energi, Kontras, Homogenitas
2	Bagging	0.642	Entropi, Energi, Homogenitas
3	AttributeSelectedClassifier	0.605	Entropi
4	ClassificationViaClustering	0.542	Kontras, Homogenitas
5	ClassificationViaRegression	0.644	Entropi, Energi, Kontras, Homogenitas
6	AdaBoostM1	0.579	Energi
7	NaiveBayesMultinomialUpdateable	0.603	Entropi, Kontras
8	Naive BayesUpdateable	0.644	Entropi, Energi, Kontras, Homogenitas

Tabel 4.2 menunjukkan hasil konsistensi dan tingkat keakuratan ROC Area yang sama dan paling tinggi pada tiga buah metode Naive Bayes, Classification Via Regression, dan Naive Bayes Updateable dengan nilai 0,644.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dari bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Mengenali pola iris mata dengan menerapkan metode sobel, otsu,

- dan circle midpoint sehingga didapatkan hasil segmentasi iris mata.
2. Pola iris mata dapat diekstraksi menggunakan hasil normalisasi dari bentuk representasi model daughman rubber sheet.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara pola iris mata kiri dan mata kanan pada seseorang.
4. Faktor fitur paling berpengaruh dalam pola iris mata adalah entropi, energi, kontras, dan homogenitas karena perbandingan keakuratan ROC Area dari 3 buah metode menunjukkan konsistensi hasil serta paling tinggi.

5. Hasil akhir nilai global dari faktor berpengaruh terhadap pola iris mata :
 - a. Entopi : range antara -18.5 sampai dengan 4.3
 - b. Energi : range antara -0.307 sampai dengan 0.071
 - c. Kontras : range antara -1405 sampai dengan 328
 - d. Homogenitas : range antara -1.78 sampai dengan 0.41

1.1 Saran

Berdasarkan keterbatasan maka disarankan sebagai berikut:

1. Dapat memilih kernel yang lebih optimal dalam melakukan pemotongan kelopak mata.
2. Menggunakan data citra dari e-KTP Indonesia.
3. Hasil pemotongan tinggi jari-jari pada model daughman rubber sheet dapat melakukan pemotongan jari-jari sama antara iris mata kanan dan iris mata kiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Usman. 2005. Pengolahan Citra Digital. Penerbit:Graha Ilmu.
- C.G.Ravichandran, Magudeeswaran .V. 2012. An Efficient for Contrast Enhancement in Still Image Using Histogram Modification Framework. Journal of Computer Science 8(5): 775-779, 2012. ISSN 1549-3636.
- Canny, John. 1986. A Computational Approach to Edge Detection. IEEE Transaction On Pattern Analysis and Machine Inteligent., vol PAMI -8.
- Daugman, J. 2002. How iris recognition works. IEEE Transactions On CircuitsAnd Systems For Video Technology, Vol. 14, No. 1.
- Fadlil, Abdul. 2006. Materi Kuliah Machine Learning. Universitas Islam Indonesia: Jurusan Teknik Informatika.
- Gonzalez R.C. 1987.Digital Image Processing. Additison – Wesley Publishing Company, USA.
- Gusti. 2013, 31 Mei. Iris Mata Potensial Sebagai Tanda Pengenal Paling Akurat.Berita.Tersedia:http://www.ugm.ac.id/id/berita/7863iris.mata.potensial.sebagai.tanda.pengenal.paling.akurat. diakses pada : 10 April 2014.
- Ian T. Young, Jan J. Gerbrands, Lucas J. van Vliet. 1995. Fundamentals of Image Processing. The Netherlands at the Delft University of Technology.
- Ledhyane Ika Harlyn, M.Sc. 2012. Uji Hipotesis. Statistik(MAM4137): University of Brawijaya
- M.Pauline Baker and Donald Hearn. 1992. Computer graphicsNj. Prentice-Hall.
- Munir, Rinaldi. 2004. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik.Bandung:Informatika.
- Wibiyanto dan Muhimmah I. 2012. Segmentasi Iris Mata. Skripsi : Universitas Islam Indonesia.