

## PENGENALAN IRIS MATA MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR DIMENSI FRAKTAL *BOX COUNTING*

**Chusnul Khotimah**

(S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya)  
e-mail: chusnul.khotimah@mhs.unesa.ac.id

**Dwi Juniati**

(Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya)  
e-mail: dwi\_juniati@yahoo.com

### Abstrak

Biometrika adalah ilmu yang sekarang sedang berkembang pesat. Ciri khas biometrika yang mengambil keunikan ciri dari tubuh manusia membuat biometrika berkembang untuk sistem keamanan modern. Biometrika dibagi menjadi dua, yaitu *behavioral* (cara berjalan, cara mengetik, dll) dan *physical* (iris, retina, wajah, sidik jari, telapak tangan, dll). Iris dipilih karena setiap manusia memiliki ciri yang khusus yaitu setiap individu berbeda dan iris mata dilindungi oleh kornea sehingga akan memiliki bentuk yang tetap. Pada sistem pengenalan iris mata ini dilakukan 3 tahap yaitu, pra-pemrosesan data, ekstraksi ciri dan pencocokan. Pada proses pra-pemrosesan digunakan transformasi Hough untuk mencari daerah iris mata dan *Daugman's rubber sheet model* untuk normalisasi dataset iris mata menjadi blok persegi panjang. Kemudian untuk mencari ciri dari iris mata ini digunakan metode *box counting* untuk mendapatkan nilai dimensi. Dimensi-dimensi dengan jarak *euclidean* yang berdekatan berarti berada pada kelas yang sama, teori ini dikenal dengan *K-Nearest Neighbor* sebagai klasifikasi data. Data yang digunakan 60 data dari 10 kelas. Dalam penelitian menggunakan *5-fold cross validation* sehingga diperoleh nilai akurasi terbesar  $92,632 \pm 0.561\%$  untuk nilai  $K=3$  pada metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*.

**Kata Kunci:** Biometrika, Pengenalan Iris, Dimensi Fraktal.

### Abstract

Biometrics is a science that is now growing rapidly. The distinctive features of biometrics that take on the distinctive features of the human body make biometrics thrive for modern security systems. Biometrics is divided into two, namely behavioral (how to walk, how to type, etc.) and physical (iris, retina, face, fingerprint, palms, etc.). Iris is chosen because every human has a special feature that each individual is different and the iris is protected by the cornea so that it will have a fixed shape. In this iris recognition system is done 3 stages namely, pre-processing of data, feature extraction and matching. In the process of pre-processing Hough transformation is used to locate the iris area and Daugman's rubber sheet model to normalize the iris dataset into rectangular blocks. Then to find the characteristics of the iris this is used box counting method to get the dimension value. Dimensions with Euclidean distance mean being in the same class, this theory be familiar with K-Nearest Neighbor as the data classification. The data used 60 data from 10 classes. In the research, used 5-fold cross validation with the result that the biggest accuracy value  $92,632 \pm 0.561\%$  for  $K=3$  value on K-Nearest Neighbor (KNN) method

**Keywords:** Biometrics, Iris Recognition, Fractal Dimension.

### PENDAHULUAN

Bagian Biometrika telah berkembang dengan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Karakteristik manusia yang unik dan khas menjadikan biometrika dipilih banyak peneliti dan para bidang akademisi sebagai sistem identifikasi yang efektif dan efisien. Ada dua jenis biometrika yaitu *physiological* atau fisik yang meliputi wajah, sidik jari, tangan, DNA, iris serta retina dan *behavioral* atau

perilaku yang meliputi tanda tangan, suara, serta cara berjalan. (Putra, 2009:21)

Salah satu bagian yang unik pada tubuh adalah iris mata atau selaput pelangi. Iris mata dipilih untuk identifikasi karena memiliki pola yang unik dan relatif stabil sepanjang usia. Beberapa metode telah digunakan untuk sistem pengenalan iris mata. Perbedaan utama dari beberapa sistem pengenalan iris tersebut adalah metode-metode yang digunakan yaitu cara mengekstraksi dan menganalisis fitur iris. Terdapat banyak penelitian

tentang pengenalan iris. Daugman adalah orang pertama yang memperkenalkan algoritma untuk pengenalan iris yang akurat dan efisien dengan artikel yang berjudul “High Confidence Visual Recognition of Persons by A Test Of Statistical Independence” pada tahun 1993. Pada artikel ini, Daugman mengadopsi filter Gabor 2D untuk ekstraksi fitur dan menggunakan jarak Hamming.

Pada tahun 2013, Chen dkk mempublikasikan artikelnya yang berjudul “Iris Recognition Based on Bidimensional Empirical Mode Decomposition and Fractal Dimension”. Pada artikel ini menjelaskan lokalisasi iris mata menggunakan Transformasi Hough. Transformasi Hough adalah metode yang dapat digunakan untuk mencari bentuk-bentuk teratur, seperti garis atau lingkaran pada sebuah gambar. Selanjutnya untuk menormalisasi dataset iris yang berbentuk *annular* menjadi persegi panjang menggunakan *Daugman’s rubber sheet model*. *Daugman’s rubber sheet model* memetakan kembali setiap titik dalam daerah iris *annular* ke koordinat polar semu  $(r, \theta)$ . Pada artikel ini juga menggunakan metode baru untuk ekstraksi fitur, yaitu menggunakan BEMD dan dimensi fraktal. Iris mata yang telah dinormalisasi juga diperlakukan berbeda dengan penelitian sebelumnya, yaitu iris mata yang telah dinormalisasi dengan ukuran  $64 \times 512$  dipotong menjadi ukuran  $32 \times 512$  untuk menghilangkan *noise* berupa bulu mata.

Pada tahun 2015, Patil mempublikasikan artikelnya yang berjudul “Iris Classification based on Fractal Dimension Box Counting Method”. Pada artikel ini menjelaskan klasifikasi iris dengan menggunakan ekstraksi fitur *box counting*. *Box counting* atau perhitungan kotak adalah perhitungan dimensi fraktal untuk obyek yang kompleks dengan bentuk tidak reguler. Pada jurnal ini iris yang telah dinormalisasi dibagi menjadi 16 daerah dan dihitung dimensi fraktalnya dengan metode *box counting*, nilai dimensi tersebut kemudian dicari rata-ratanya. Kemudian digunakan dua nilai *threshold* (nilai ambang batas) untuk mengklasifikasikan nilai rata-rata dimensi fraktal dari iris mata ke empat kategori. Pada penelitian ini, metode *box counting* dinilai mampu meningkatkan performa dalam klasifikasi iris mata.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menggunakan *box counting* sebagai ekstraksi fitur dinilai mampu meningkatkan performa, sehingga pada skripsi ini akan menggunakan transformasi Hough dan algoritma Daugman untuk segmentasi iris, metode ini dipilih karena memiliki performa yang baik untuk segmentasi iris. Selanjutnya untuk ekstraksi fitur dipilih dimensi fraktal metode *box counting* karena *box counting* dapat menghitung dimensi fraktal pola yang *irregular*. Kemudian dataset dibagi menjadi *training data* dan

*testing data* menggunakan *k-fold cross-validation* dengan nilai  $k=5$ . *K-fold cross-validation* adalah algoritma yang membagi data menjadi  $k$  partisi dengan masing-masing segmen memiliki jumlah yang sama atau hampir sama. Setelah dibagi menjadi *training data* dan *testing data* dilakukan klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk melakukan pengenalan pada iris. *K-Nearest Neighbor (KNN)* adalah metode untuk melakukan klasifikasi objek berdasarkan *training data* yang paling dekat dengan obyek tersebut. Pada penelitian ini digunakan nilai  $K=1...10$  untuk mengetahui  $K$  terbaik.

## LANDASAN TEORI

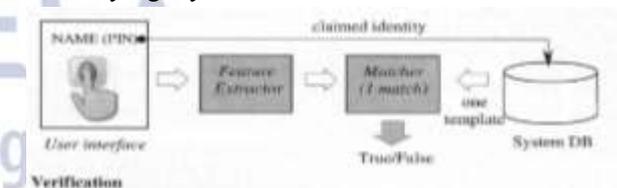
### A. Biometrika

Secara harfiah, biometrika atau *biometrics* berasal dari kata *bio* dan *metrics*. *Bio* berarti sesuatu yang hidup, dan *metrics* berarti mengukur. Biometrika berarti ilmu yang mengukur karakteristik pembeda (*distinguishing traits*) pada tubuh atau perilaku seseorang yang digunakan untuk melakukan pengenalan secara otomatis terhadap identitas seseorang, dengan cara membandingkan dengan karakteristik yang telah disimpan pada suatu *database*. Sedangkan sistem biometrika adalah teknologi pengenalan identitas yang menggunakan karakteristik pada tubuh atau perilaku seseorang. (Putra, 2009:21)

Secara umum terdapat beberapa sistem biometrika, yaitu sistem verifikasi dan sistem identifikasi.

#### 1. Sistem Verifikasi

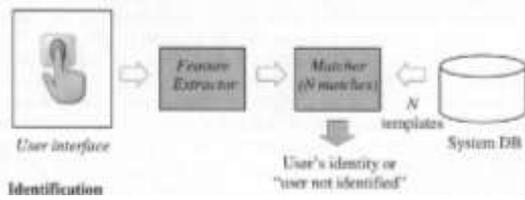
Sistem verifikasi adalah sistem biometrika yang bertujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang. Diperlukan pencocokan “satu ke satu” dari sampel yang diberikan terhadap identitas yang di klaim yang terdapat pada *database*. Sistem, verifikasi biasanya menjawab pertanyaan “apakah identitas saya sama dengan identitas yang saya klaim?”



Gambar 1. Ilustrasi Sistem Verifikasi (Dessimoz, 2006)

#### 2. Sistem Identifikasi

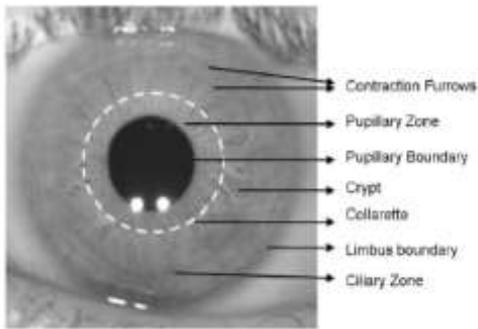
Sistem identifikasi adalah sistem biometrika yang bertujuan untuk memecahkan identitas seseorang. Diperlukan pencocokan “satu ke banyak”, yaitu pencarian ke seluruh *database* identitas terdaftar. Sistem identifikasi biasanya menjawab pertanyaan “identitas siapakah ini?”. (Putra, 2009:24)



Gambar 2. Ilustrasi Sistem Identifikasi (Dessimoz, 2006)

**B. Iris Mata**

Iris adalah bagian mata yang berwarna, terletak diantara pupil dan bagian putih dari mata (*sclera*) dan dalam berbagai warna seperti, biru, hijau, coklat dan lain-lain. Iris adalah salah satu organ internal yang transparan. (Jampur, 2012)



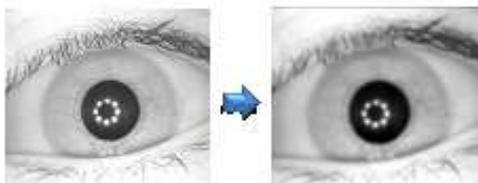
Gambar 3. Anatomi Mata (Jain, 2011)

**C. Deteksi Tepi Canny**

Deteksi tepi adalah proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek citra. Tepi gambar (*edge*) adalah perubahan signifikan dari nilai keabuan pada suatu citra. Tepi gambar berada pada perbatasan antara dua daerah piksel yang memiliki warna yang kontras. Tujuan deteksi tepi adalah untuk mengekstraksi fitur penting pada suatu citra, misalnya garis, lingkaran, lengkungan, ujung. Pada intinya deteksi tepi ini berguna untuk mengetahui batas-batas antara suatu obyek dengan latar belakang obyek gambar.

Pada iris mata, deteksi tepi Canny ini dilakukan untuk mendeteksi citra iris dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghilangkan gangguan (*noise*) citra mata menggunakan filter Gaussian dengan standart deviasi ( $\sigma$ ) yang telah ditentukan. Proses ini akan menghasilkan citra tampak sedikit buram, dengan kata lain proses ini bertujuan agar garis-garis halus pada gambar tidak dideteksi sebagai tepi.

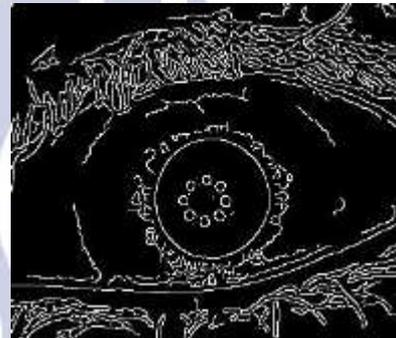


Gambar 4. Gambar mata hasil filtering Gaussian

2. Menghitung intensitas gradien dari citra yaitu dengan cara menentukan arah gradien ke suatu arah

tertentu. Arah tersebut yaitu vertikal , horizontal, diagonal kiri dan diagonal kanan. Salah satu metode yang sering digunakan dalam menentukan gradien adalah operator Sobel.

3. Proses *Non Maximum Suppression* untuk meredam piksel yang tidak layak menjadi titik tepi dengan mengacu pada arah sudut yang telah ditentukan sehingga menghasilkan garis tepi yang diinginkan.
4. Proses *Hysteresis Thresholding* atau proses memperkecil garis tepi yang muncul sehingga menghasilkan garis tepian yang akurat. Dengan kata lain proses ini megubah nilai piksel menjadi nol jika dianggap tidak layak menjadi sebuah tepi. Proses pengembangan ini menggunakan dua nilai ambang  $T_2$  (*low threshold*) dan  $T_1$  (*high threshold*). Proses ini diawali dengan menentukan nilai  $T_2$  (*low threshold*) dan  $T_1$  (*high threshold*) dari Citra *Non Maximum Suppression* kemudian mengecek setiap piksel terhadap nilai  $T_1$  dan  $T_2$ .



Gambar 5. Gambar mata hasil deteksi tepi

**D. Segmentasi Iris Menggunakan Transformasi Hough**

Transformasi Hough adalah metode yang dapat digunakan untuk mencari bentuk-bentuk dari gambar yang teratur, seperti garis, lingkaran dalam sebuah gambar dan bentuk yang lain. Lingkaran Transformasi Hough dapat digunakan untuk menyimpulkan radius, pusat koordinat pupil dan daerah iris. (Masek, 2003) Transformasi Hough didefinisikan sebagai berikut:

$$H(x_c, y_c, r) = \sum_{j=1}^n h(x_j, y_j, x_c, y_c, r) \quad (2.1)$$

dengan  $(x_j, y_j)$  adalah poin tepi dan nilai  $j = 1, 2, \dots$  dimana

$$h(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = \begin{cases} 1, & \text{jika } g(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = 0 \\ 0, & \text{untuk kondisi yang lain} \end{cases}$$

limbus dan pupil masing-masing dimodelkan sebagai lingkaran dan  $g$  didefinisikan sebagai:

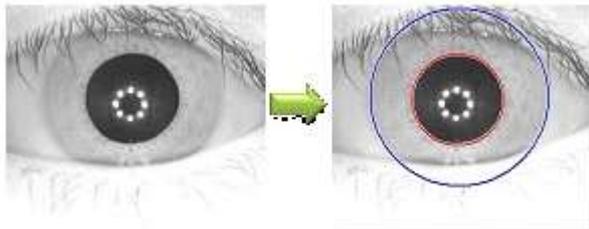
$$g(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = (x_j - x_c)^2 + (y_j - y_c)^2 - r^2 \quad (2.2)$$

Sehingga diperoleh,

$$(x_j - x_c)^2 + (y_j - y_c)^2 = r^2 \quad (2.3)$$

Dalam proses Transformasi Hough, terdapat 3 tahap. Tahap pertama adalah deteksi tepi menggunakan deteksi tepi Canny. Tujuan dari deteksi tepi adalah menurunkan

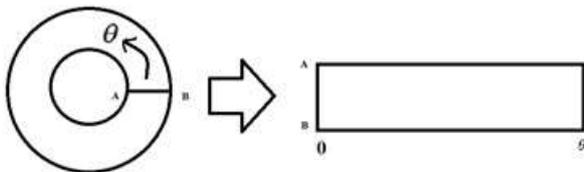
jumlah titik dalam citra gambar. Ketika titik tepi telah ditemukan, transformasi Hough akan bekerja pada titik tersebut. Tahap kedua adalah mendapatkan lingkaran iris dan menghasilkan ROI (*Region of Interest*) iris. Transformasi Hough membentuk lingkaran sepanjang tepian yang ditemukan dengan jari-jari sebesar  $r$ . Selanjutnya, tahap ketiga adalah mencari lingkaran pupil pada ROI iris yang telah didapat pada tahap kedua.



Gambar 6. Penerapan transformasi Hough pada pencarian lingkaran pupil dan lingkaran limbus

**E. Normalisasi Dataset Iris**

Normalisasi dataset iris merupakan tahap dimana iris *annular* yang telah diperoleh dari hasil segmentasi dinormalkan menjadi blok persegi panjang dua dimensi. Pupil mata setiap individu berbeda ukuran, oleh karena itu dilakukan konversi dari koordinat *Cartesius* ke normalisasi koordinat pseudo-polar. Fungsi normalisasi iris ini untuk menghasilkan daerah iris yang memiliki ukuran yang sama sehingga mempermudah untuk menghitung nilai teksturnya. (Prasetyo, 2011: 292)



Gambar 7. Ilustrasi proses normalisasi

**F. Geometri Fraktal**

Benoît Mandelbrot mulai menyelidiki mengenai keserupaan diri pada beberapa tulisannya *Les Object Fractals* pada tahun 1960-an. Kemudian pada tahun 1975 Mandelbrot mengenalkan kata Fraktal atau *Fractus* yang berasal dari bahasa Latin yang berarti rusak, untuk menggambarkan benda-benda yang terlalu teratur agar dapat dipelajari pada pengaturan geometri tradisional. Definisi intuitif fraktal adalah sebuah himpunan yang menunjukkan ketidakteraturan tetapi memiliki keserupaan diri pada banyak atau semua skala. Keserupaan diri berarti bahwa bagian sebuah objek serupa dengan bagian lain atau serupa dengan objek tersebut secara keseluruhan. Fraktal adalah benda geometris yang kasar pada segala skala, dan terlihat dapat dibagi-bagi dengan cara yang radikal. Beberapa fraktal bisa dipecah menjadi beberapa bagian yang semuanya mirip dengan fraktal aslinya. Fraktal dikatakan memiliki detail yang tak hingga dan dapat

memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Pada banyak kasus, sebuah fraktal bisa dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola, biasanya dalam proses rekursif atau iteratif (Barnsley, 1993).

**G. Dimensi Fraktal**

Dimensi fraktal tidak seperti dimensi *Euclidean* pada umumnya yaitu titik berdimensi 0, garis berdimensi 1, bidang persegi berdimensi 2, dan bangun kubus berdimensi 3. Dimensi fraktal mempunyai dimensi dengan bilangan non-integer, contohnya dimensi fraktal digunakan untuk mengukur dimensi garis pantai Britania yaitu dengan hasil berdimensi 1,2. Banyak metode yang digunakan untuk mencari dimensi fraktal antara lain metode *hausdorff*, *richardson*, *eksponen hurst*, dan *box-counting*. Dalam penelitian ini digunakan metode *box-counting* untuk menentukan dimensi citra iris.

Perhitungan dimensi suatu citra dengan menggunakan metode *box-counting*, dilakukan dengan menutupi area obyek dengan kota-kotak persegi (*box*) dengan ukuran yang bervariasi. (Juniati dan Budayasa, 2016: 169)

Berikut ini persamaan perhitungan dimensi fraktal menggunakan metode *box-counting*:

$$Dim = \frac{\log(N(r))}{\log(\frac{1}{r})} \tag{2.4}$$

Dimana,  $N(r)$  adalah jumlah kotak yang berisi citra,  $r$  adalah rasio panjang segmen yang diganti dengan segmen pengganti atau dengan kata lain  $r$  adalah skala. Berikut ini merupakan algoritma untuk mencari nilai dimensi fraktal menggunakan metode *box-counting* (Backes, A.R., dkk. 2008):

1. Menutup area obyek dengan kotak-kotak persegi dimana tiap persegi dibuat bervariasi untuk tiap iterasi dengan membagi menjadi  $r$  bagian. Nilai  $r$  berubah dari 1 sampai  $2^n$ , dengan  $n = 0,1,2, \dots$  Jika obyek berukuran  $2m \times 2m$ , maka nilai  $2^n$  tidak boleh lebih dari  $2m$ .
2. Menghitung nilai  $N(r)$  yaitu jumlah kotak yang terisi obyek.
3. Menghitung nilai  $\log(\frac{1}{r})$  dan nilai  $\log(N(r))$
4. Membuat garis lurus dari nilai-nilai  $\log(\frac{1}{r})$  dan  $\log(N(r))$
5. Menghitung kemiringan garis lurus dengan persamaan sebagai berikut:

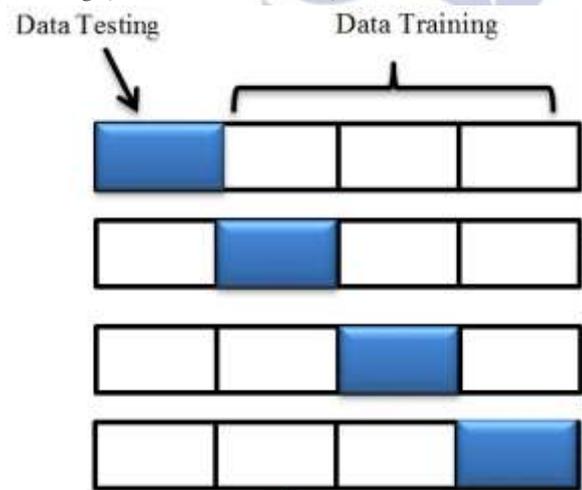
$$\alpha = \frac{(\sum_{k=1}^n xy) \frac{(\sum_{k=1}^n x)(\sum_{k=1}^n y)}{n}}{(\sum_{k=1}^n x^2) \frac{(\sum_{k=1}^n x)^2}{n}} \tag{2.5}$$

Dimana  $x = \log\left(\frac{1}{r}\right)$ ,  $y = \log(N(r))$ ,  $n =$  banyaknya data yang digunakan, dan  $\alpha$  adalah kemiringan (slope) sedangkan nilai dimensi fraktal =  $-\alpha$ .

**H. Cross-validation**

Cross-validation adalah metode statistik untuk mengevaluasi serta membandingkan algoritma learning dengan membagi data menjadi dua segmen, satu segmen digunakan untuk melatih model dan yang lain digunakan untuk memvalidasi model. Pada cross-validation, himpunan data training dan data validation (testing) harus bersilangan satu sama lain dalam giliran berturut-turut sedemikian hingga setiap titik data tervalidasi secara berlawanan. Dalam komputasi, cross-validation bertujuan untuk menghindari tumpang tindih pada data testing.

Bentuk lain cross-validation adalah kasus khusus k-fold cross-validation. Pada k-fold cross-validation data dipartisi menjadi sebanyak k segmen  $D_1, D_2, D_3, \dots, D_k$  dengan masing-masing segmen memiliki jumlah yang sama (atau hampir sama). Selanjutnya, proses testing dan training dilakukan sebanyak k kali. Dalam iterasi ke-i partisi  $D_i$  akan menjadi data testing dan sisanya menjadi data training (Refaeilzadeh, 2008).



Gambar 5. Ilustrasi 4-fold cross-validation

**I. K-Nearest Neighbor (KNN)**

Klasifikasi merupakan proses untuk menemukan model atau fungsi yang membedakan konsep atau kelas data dengan tujuan dapat memperkirakan kelas suatu objek yang belum diketahui labelnya. K-Nearest Neighbor (KNN) adalah salah satu metode untuk melakukan klasifikasi objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Untuk menentukan jarak antara kedua titik yaitu titik pada data

testing(x) dan titik pada data training(y) digunakan rumus jarak Euclidean, didefinisikan sebagai berikut :

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{2.6}$$

Dimensi D adalah jarak titik pada data training x dan titik pada data testing y yang akan diklasifikasi, sedangkan  $x_i$  dan  $y_i$  adalah besaran skalar untuk dimensi ke-i dalam ruang vektor n dimensi. (Ndaumanu dkk., 2014).

Berikut merupakan langkah-langkah menghitung algoritma K-nearest neighbor.

- a. Menentukan parameter K yang merupakan jumlah tetangga terdekat.
- b. Menghitung kuadrat jarak Euclidean masing-masing objek terhadap data sampel yang diberikan
- c. Mengurutkan objek-objek tersebut ke dalam kelompok yang mempunyai jarak Euclidean terkecil.
- d. Mengumpulkan kategori Y (klasifikasi Nearest Neighbor).
- e. Menggunakan kategori Nearest Neighbor yang paling mayoritas dapat diprediksi nilai jarak Euclidean yang telah dihitung.

**METODE PENELITIAN**

**A. Data Penelitian**

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah CASIA V4-Interval. Pada dataset ini ada 249 individu yang berbeda dengan jumlah 2639 gambar. Pada penelitian ini iris mata yang dipilih diambil menggunakan Casia close up iris camera beresolusi 280 x 320 piksel. Setiap individu memiliki gambar iris dengan perbedaan posisi, oleh sebab itu untuk setiap individu diambil gambar iris dalam jumlah yang sama yaitu 6 gambar. Sehingga, dataset yang digunakan adalah 10 individu berbeda dan setiap individu diambil gambar iris matanya 6 kali.

**B. Rancangan Penelitian**

Berikut merupakan rancangan penelitian pada pengenalan iris mata menggunakan ekstraksi fitur dimensi fraktal box counting yang dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Pra-pemrosesan Iris Mata
 

Pra-pemrosesan iris mata pada penelitian ini terdiri dari dua langkah yaitu lokalisasi iris dan normalisasi iris.

  - a. Lokalisasi Iris
 

Lokalisasi iris adalah pencarian daerah iris mata pada gambar input mata. Tahap lokalisasi ini dibagi menjadi tiga bagian yang terdiri dari deteksi tepi, deteksi batas pupil dan iris.

No	Citra Iris	Kelas	No	Citra Iris	Kelas
1		Mata 1	6		Mata 6
2		Mata 2	7		Mata 7

b. Normalisasi Iris

Setelah lokalisasi iris, dilanjutkan dengan proses normalisasi iris. Iris yang dinormalisasi memiliki ukuran yang sama yaitu  $64 \times 512$  piksel. Meskipun semua iris template normal menjadi ukuran yang sama, bulu mata dan kelopak mata masih akan terlihat pada template, ini akan mengurangi kinerja pengenalan iris. Oleh karena itu, ROI (*Region Of Interest*) dipilih untuk menghilangkan

pengaruh bulu mata dan kelopak mata, dengan mengekstraksi fitur hanya dari setengah bagian yaitu menjadi ukuran  $32 \times 512$  piksel. Bagian yang dipilih yaitu daerah yang paling dekat dengan pupil, karena menyimpan informasi paling diskriminatif (unik atau berbeda-beda tiap individu).

2. Ekstraksi Ciri

Pada penelitian ini, sebelum dilakukan ekstraksi ciri pada gambar iris mata yang telah dinormalisasi dilakukan perhitungan dimensi fraktalnya menggunakan metode *box counting*.

3. Model Klasifikasi

Sebelum dilakukan proses klasifikasi, data nilai dimensi fraktal yang telah diperoleh diacak dengan *k-fold cross validation* menjadi *k* partisi dengan ketentuan data dapat membagi keseluruhan jumlah data dan setiap partisi memuat masing-masing kelas. Nilai dimensi fraktal iris mata terbagi menjadi dua yaitu *training data* dan *testing data* atau sering disebut data uji dan data latih.

4. Pengujian Model

- a. Pada tahap ini akan dilakukan perbandingan antara data uji dengan data latih dengan cara menghitung jarak minimum.
- b. Hasil dikatakan sesuai apabila dari keseluruhan data antara data uji dan data latih memiliki jarak minimum.

5. Akurasi

Hasil pengenalan iris tersebut dihitung untuk mengevaluasi penelitian. Setiap data uji akan dilihat nilai kebenaran identifikasinya.

$$ACC_{akhir} = \frac{\sum_{i=1}^k ACC_i}{k} \quad (2.7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pra-pemrosesan Data

Pra-pemrosesan data dimulai dengan input data citra yang diambil dari dataset CASIA interval-V4 sejumlah 10 kelas dimana masing-masing kelas memiliki 6 citra yang berukuran  $280 \times 320$  piksel..

3		Mata 3	8		Mata 8
4		Mata 4	9		Mata 9
5		Mata 5	10		Mata 10

Pra-pemrosesan pada pengenalan iris diawali dengan mencari lingkaran iris mata. Pada proses ini menggunakan Transformasi Hough untuk mencari antara lingkaran batas iris mata luar dan limbus serta lingkaran batas iris mata dalam dan pupil. Langkah awal adalah mengubah citra menjadi *grayscale*. Kemudian iris mata dideteksi tepi menggunakan Canny. Piksel-piksel tepi yang telah didapatkan dari iris yang telah dideteksi menggunakan deteksi tepi Canny ini digunakan untuk memperoleh iris mata dengan menggunakan *Hough Transform* atau transformasi Hough. Untuk mendeteksi batas pupil dan iris mata dilakukan dua kali. Transformasi Hough yang pertama digunakan untuk menghasilkan lingkaran iris dan menghasilkan daerah iris. Selanjutnya transformasi kedua pada daerah iris untuk mendapatkan lingkaran pupil. Setelah lingkaran iris mata sudah ditemukan maka dilanjutkan ke proses normalisasi dataset iris. Normalisasi ini bertujuan untuk memudahkan proses ekstraksi ciri dan menyamakan ukuran iris mata yang tidak sama. ukuran iris yang tidak sama disebabkan oleh besar kecilnya pupil per individu berbeda. Iris mata yang berbentuk *annular* dinormalisasi menjadi blok persegi ukuran  $64 \times 512$  piksel. Setelah itu untuk menghilangkan *noise* yang berupa bulu mata maka hasil normalisasi dipotong menjadi  $32 \times 512$  piksel. Daerah yang diambil adalah daerah yang dekat dengan pupil karena mengambil informasi yang penting.

B. Ekstraksi Ciri

Setelah citra iris dinormalisasi lalu dilakukan perhitungan dimensi fraktal. Berikut tabel perlakuan pada data iris normalisasi. Berikutnya, dilakukan deteksi tepi ‘Canny’ sebelum dilakukan perhitungan dimensi fraktal

menggunakan *box counting*. Hasil dimensi fraktal yang diperoleh 1.25522 – 1.386147.

### C. Model Klasifikasi

Sebelum dilakukan pencocokan, terlebih dahulu dilakukan pembagian data secara acak menggunakan *k-fold cross-validation*. Nilai yang digunakan adalah  $k=5$ . Dari 5 partisi, selanjutnya akan dilakukan proses klasifikasi *K-nearest neighbor* dengan salah satu partisi menjadi data uji dan partisi yang lain menjadi data latih. Proses ini diulang sebanyak jumlah partisi, dalam hal ini dilakukan lima kali pengulangan (iterasi). Pada proses klasifikasi *K-nearest neighbor* akan dipilih dimensi sebanyak  $K$  dengan jarak terdekat. Nilai  $K$  yang dipilih adalah 1-10. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh akurasi sebesar  $92.632 \pm 0.56$  % dengan nilai 3-*NN* sebagai nilai  $K$  optimum.

## PENUTUP

### A. Simpulan

Pengenalan iris pada penelitian ini terdapat 3 proses, yaitu lokalisasi iris menggunakan Transformasi Hough, normalisasi dataset iris mata menggunakan Algoritma Daugman dan ekstraksi fitur menghitung dimensi fraktal metode *box counting*. Berdasarkan penelitian ini, dapat diketahui bahwa nilai dimensi fraktal iris mata seseorang berbeda-beda. Pengenalan iris mata menggunakan metode *box counting* memperoleh akurasi sebesar  $92.632 \pm 0.56$  % dengan nilai 3-*NN* sebagai nilai  $K$  optimum

### B. Saran

Pengenalan iris mata ini bisa dikembangkan menggunakan klasifikasi metode *Support Vectors Machine* (SVM) atau menggunakan *Fuzzy K-means*.

## DAFTAR PUSTAKA

Backes A.R, and Bruno, O.M. 2008. *A new Approach to Estimate Fractal Dimension of Texture Image*. Heidelberg: Springer.

Barsley, Michael F. 1993. *Fractal Everywhere Second Edition*. San Fransisco: Morgan Kaufmann.

Boles, W. W., and Boashash, B. 1998. "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform. *IEEE Transactions of Signal Processing*. Vol. 46(4).

Chen, Wei-kuei, dkk. 2013. "Iris Recognition based on bidimensional empirical mode decomposition and fractal dimension". *Information Science*. Hal. 439-

451. Daugman, John. 2004. "How Iris Recognition Works". UK: University of Cambridge.

Dessimoz, Damien., dan Richiardi, Jonas. 2006. *Multimodal Biometrics for Identity Document*. Switzerland: University of Lausanne.

Intitute of Automation, Chinese Academy of Science. *CASIA Iris Image Database*, (online), <http://biometrics.idealtest.org/>, diakses 12 januari 2017.

Jampour, Mahdi. 2012. "Toward A Fast Method for Iris Identification with Fractal and Chaos Game Theory". *International journal of pattern recognition and intelligence*. Vol.26, No.4.

Jain, Anil K., Ross, Arun A., & Nandakumar, Karthik. 2011. *Introduction to Biometrics*. UK: Springer.

Jain, Ramesh., Kasturi, Rangachar., Schunck, Brian G. 1995. *Machine Vision*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Juniati, Dwi dan Budayasa, I Ketut. 2016. *Geometri Fractal & Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.

Monro, Donald M., Rakshit, Soumyadip., and Zhang, Dexin. 2007. "DCT-Based Iris Recognition". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Vol. 29, No. 4.

Ndaumanu, Ricky Imanuel, Kusri, M.R. Arief. 2014. "Analisis Prediksi Tingkat Pengunduran Diri Mahasiswa dengan Metode *K-Nearest Neighbor*". *Jatiji*. Vol. 1 (1): hal. 1-15.

Patil, Pravin S. 2015. "IRIS Classification based on Fractal Dimension Box Counting Method". *International Journal of Computer Applications*. Vol 112(11).

Prasetyo, Eko. 2011 *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

Putra, Darma. 2009 *Sistem Biometrika*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

Refaeilzadeh, Payam, L. Tang, H. Liu. 2008. "Cross-Validation". Arizona State University.

Reitermanova, Z. 2010. "Data Splitting". Makalah disajikan dalam WDS' 10 Proceedings of Contributed Papers, Part I, hal. 31-36.

Wildes, Richard P. 1997. "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology". Makalah disajikan dalam proceeding of the IEEE, vol. 85, No. 9.