

IDENTIFIKASI POLA IRIS MATA MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE* DENGAN EKSTRAKSI CIRI *HUE SATURATION VALUE* (HSV) *HISTOGRAM, GABOR FILTER* DAN *WAVELET TRANSFORM*

Arie Pramana Herman Putra¹, Endina Putri Purwandari², Desi Andreswari³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(Telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹dhank.arie@gmail.com
²endinaputri@unib.ac.id
³desiandreswari@unib.ac.id

Abstrak: Pengenalan pola (*pattern recognition*) merupakan bidang dalam pembelajaran mesin dan dapat diartikan sebagai "tindakan mengambil data mentah dan bertindak berdasarkan klasifikasi data". Pengenalan pola bisa didefinisikan sebagai cabang kecerdasan yang menitik-beratkan pada metode pengklasifikasian objek ke dalam kelas - kelas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu. Salah satu aplikasinya adalah pengenalan suara, klasifikasi teks dokumen dalam kategori, pengenalan tulisan tangan, pengenalan kode pos secara otomatis pada sampul surat, atau sistem pengenalan wajah manusia. Salah satu objek yang dimanfaatkan dalam pengenalan biometrik adalah iris mata. Penggunaan citra iris mata dikarenakan iris mata memiliki karakteristik yang unik, sulit dipalsukan dan cenderung stabil. Penelitian ini membangun sebuah sistem identifikasi pola iris mata menggunakan metode *Support vector machine* dan dengan ekstraksi ciri *Hue Saturation Value* (HSV) *Histogram, Gabor Filter*, dan *Wavelet Transform*. Citra yang digunakan sebagai objek penelitian adalah citra iris mata yang diambil langsung secara acak pada mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Aplikasi ini dibangun dalam bahasa pemrograman Matlab dan dirancang dengan *Data Flow Diagram* (DFD). Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *prototyping*. Hasil nilai tingkat kesuksesan atau *Genuine Acceptance Rate* (GAR) yang didapatkan adalah sebesar 73.4% untuk pengujian citra uji terhadap citra latih.

Kata Kunci : *Pattern recognition*, Biometrik, Iris Mata, HSV, *Gabor Filter*, *Wavelet Transform*, *Support vector machine*.

Abstract: Pattern recognition is a field in machine learning and can be interpreted as "the act of taking raw data and acting on the basis of data classification". Pattern recognition can be defined as a branch of intelligence that emphasizes the method of classifying objects into certain classes to solve certain problems. One application is speech recognition, document text classification in categories, handwriting recognition, automatic

introduction of postal codes on letter covers, or human face recognition systems. One of the objects used in the introduction of biometrics is the iris. The use of iris images because the iris has unique characteristics, is difficult to fake and tends to be stable. This study builds an iris pattern identification system using the Support vector machine method and with the extraction of Hue Saturation Value (HSV) Histograms, Gabor Filters, and Wavelet Transforms. The image used as the object of research is the iris image taken directly randomly at the students of the Faculty of Engineering, University of Bengkulu. This application is built in the Matlab programming language and is designed with Data Flow Diagrams (DFD). The system development method used is prototyping. The value of the success rate or Genuine Acceptance Rate (GAR) obtained is 73.4% for testing test images of training images.

Keywords: Pattern recognition, Biometrics, Iris, HSV, Gabor Filter, Wavelet Transform, Support vector machine.

I. PENDAHULUAN

Istilah pengenalan pola atau juga sering disebut dengan *pattern recognition* telah berkembang pesat dalam penelitian komputasi terutama untuk komputasi citra. Istilah “pola” erat hubungannya dengan objek yang mempunyai banyak ciri sedangkan istilah “pengenalan” erat hubungannya dengan pengelompokan dari suatu objek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki. Suatu objek lebih mudah dikenali jika mempunyai nilai pembeda yang besar dengan objek-objek lain. Untuk mengenali suatu objek, maka standar ciri yang disyaratkan harus sama. [1]

Perkembangan teknologi biometrik semakin berkembang saat ini, dimana sistem pengenalan menggunakan bagian tubuh seperti sidik jari, retina mata, wajah, DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*) ataupun perilaku seseorang seperti suara, tanda tangan, dan cara berjalan. Cara kerja biometrika adalah dengan mengukur karakteristik pembeda pada tubuh atau perilaku seseorang terhadap identitas seseorang tersebut dengan membandingkan karakteristik sebelumnya yang tersimpan pada suatu *database*. Pengenalan biometrik ini diharapkan mampu meminimalisasi kelemahan-kelemahan yang ada pada sistem identifikasi konvensional.

Beberapa sistem biometrika telah dikembangkan dalam beberapa tahun. Namun, beberapa dari sistem tersebut memiliki kekurangan masing-masing. Sebagai contoh, dikabarkan bahwa 2% dari populasi dunia tidak bisa menggunakan sidik jarinya untuk pengenalan dan juga sangat sulit untuk memperoleh sidik jari dengan kualitas terbaik dari pekerja bangunan/pertambangan dan orang yang sudah tua. Pengenalan wajah adalah biometrika yang paling populer tapi tidak kuat terhadap variasi cahaya, sudut wajah, dan pose. [2]

Citra digital sangat rentan mendapatkan serangan *noise*. Sampai saat ini, banyak metode yang telah dicoba untuk mengurangi banyaknya *noise* pada citra digital dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas citra tersebut, diantaranya adalah *median filter*. Dengan metode *median filter* ini diharapkan dapat mengurangi *noise* yang timbul pada sebuah citra digital, sehingga gambar yang dihasilkan dapat lebih baik.

Citra sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai

karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Ada sebuah peribahasa yang berbunyi “sebuah gambar bermakna lebih dari seribu kata” (*a picture is more than a thousand words*). Maksudnya tentu sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak daripada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata. [3]

Metode pengklasifikasian menggunakan *Support vector machine* (SVM) merupakan suatu metode *pattern recognition* yang memetakan suatu data pada konsep tertentu yang telah di definisikan sebelumnya. Dalam hal ini SVM mengklasifikasikan ciri - ciri yang telah terekstraksi menjadi dua buah kelas sesuai dengan hyperplane terbaik.

Secara harafiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi dan, digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik. [4]

Untuk itu maka penulis akan melakukan penelitian yang memfokuskan pada masalah relevansi dan kecepatan komputasi deteksi iris mata dengan menggunakan metode *Support vector machine* dengan ekstraksi ciri *Hue Saturation Value* (HSV) *Histogram*, *Gabor Filter* dan *Wavelet Transform*.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengenalan Citra

Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Era teknologi informasi saat ini tidak dapat dipisahkan dari multimedia. Situs web (*website*) di Internet dibuat semenarik mungkin dengan menyertakan visualisasi berupa gambar atau video yang dapat diputar. Beberapa waktu lalu istilah SMS (*Short Message Service*) begitu populer bagi pengguna telepon genggam (*handphone* atau HP). Tetapi, saat ini orang tidak hanya dapat mengirim pesan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat mengirim pesan berupa gambar maupun video, yang dikenal dengan layanan MMS (*Multimedia Message Service*). [5]

B. Pengenalan Pola

Pengenalan pola (*pattern recognition*) merupakan bidang dalam pembelajaran mesin dan dapat diartikan sebagai "tindakan mengambil data mentah dan bertindak berdasarkan klasifikasi data". Dengan demikian, ia merupakan himpunan kaidah bagi pembelajaran diselia (*supervised learning*).

Pengenalan pola bisa didefinisikan sebagai cabang kecerdasan yang menitik-beratkan pada metode pengklasifikasian objek ke dalam klas - klas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu. Salah satu aplikasinya adalah pengenalan suara, klasifikasi teks dokumen dalam kategori, pengenalan tulisan tangan, pengenalan kode pos secara otomatis pada sampul surat, atau sistem pengenalan wajah manusia. Aplikasi ini

kebanyakan menggunakan analisis citra bagi pengenalan pola yang berkenaan dengan citra digital sebagai input ke dalam sistem pengenalan pola [6]

C. *Support vector machine*

Support vector machine merupakan suatu teknik untuk melakukan prediksi, baik prediksi dalam kasus regresi maupun klasifikasi. Teknik *Support vector machine* digunakan untuk mendapatkan fungsi pemisah (*hyperplane*) yang optimal untuk memisahkan observasi yang memiliki nilai variabel target yang berbeda. *Hyperplane* ini dapat berupa *line* pada *two dimension* dan dapat berupa *flat plane* pada *multiple dimension*.

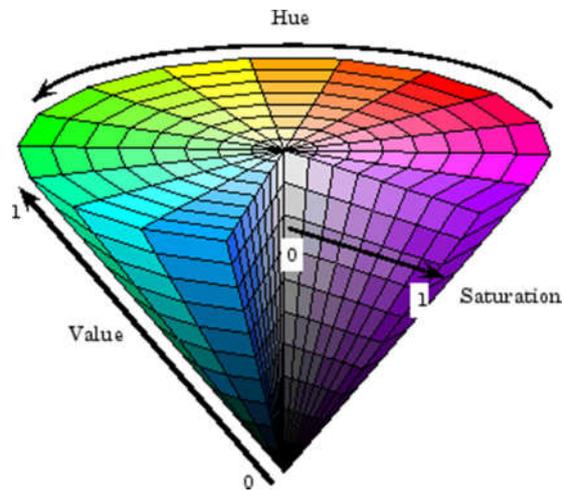
Karakteristik *Support Vector Machine* secara umum dirangkum sebagai berikut:

- 1) Secara prinsip SVM adalah *linear classifier*.
- 2) *Pattern recognition* dilakukan dengan mentransformasikan data pada ruang input (*input space*) ke ruang yang berdimensi lebih tinggi (*feature space*), dan optimisasi dilakukan pada ruang *vector* yang baru tersebut. Hal ini membedakan SVM dari solusi *pattern recognition* pada umumnya, yang melakukan optimisasi parameter pada hasil transformasi yang berdimensi lebih rendah daripada dimensi *input space*.
- 3) Menerapkan strategi *Structural Risk Minimization* (SRM).
- 4) Prinsip kerja SVM pada dasarnya hanya mampu menangani klasifikasi dua kelas, namun telah dikembangkan untuk klasifikasi

lebih dari dua kelas dengan adanya *pattern recognition*. [7]

D. *Hue Saturation Value (HSV) Histogram*

Hue Saturation Value mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation* dan *Value*. Keuntungan HSV adalah terdapat warna-warna yang sama dengan yang ditangkap oleh indra manusia. Sedangkan warna yang dibentuk model lain seperti RGB merupakan hasil campuran dari warna-warna primer yang terlihat pada gambar 1 berikut. [8]



(sumber : google.com/karakteristik HSV)

Gambar 1. Karakteristik HSV

E. *Gabor Filter*

Sebuah *filter Gabor* adalah *filter linier* yang *impulse response* didefinisikan oleh fungsi harmonik dikalikan dengan fungsi Gaussian. Daugman menemukan bahwa sel-sel yang sederhana dalam visual korteks otak mamalia dapat dimodelkan oleh fungsi Gabor, sehingga analisis citra oleh *filter Gabor* mirip dengan persepsi dalam sistem visual manusia. [9]

F. *Wavelet Transform*

Wavelet Transform adalah metode transformasi yang mengadopsi metode *Fourier Transform* dan *Short Time Fourier Transform* (STFT). Seperti halnya STFT, *Wavelet Transform* mentransformasi signal dalam domain waktu menjadi signal dalam domain waktu dan frekuensi (yang dalam hal ini dibentuk menjadi domain translation and scale). *Translation* adalah sebuah bentuk transformasi dari domain waktu. *Translation* terkait dengan lokasi dari *window function*, di mana *window* dipindah-pindahkan sepanjang sinyal yang masuk. *Scale* adalah bentuk transformasi dari frekuensi, dimana nilai *scale* berbanding terbalik dengan nilai frekuensi. [10]

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara mempelajari kajian-kajian teoritis, sumber-sumber tertulis, dan implementasi pemograman yang berhubungan dengan penelitian ini, umumnya diperoleh dari internet dan buku.

2. Studi Lapangan

Metode ini dilakukan dengan cara turun ke lapangan dalam mempelajari dan mengumpulkan data. Data yang dipelajari dan dikumpulkan adalah berupa foto dan identitas dari sampel iris mata yang akan di simpan ke dalam sistem identifikasi pola iris mata ini.

B. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah dengan pendekatan *prototyping*. *Prototyping* adalah pengembangan yang cepat dan pengujian terhadap model kerja (*prototype*) dari aplikasi baru melalui proses interaksi dan

berulang-ulang yang biasa digunakan ahli sistem informasi.

Proses pengembangan sistem dengan pendekatan *prototype* dilakukan dengan langkah-langkah :

1) Perencanaan

Perencanaan dimulai dengan menentukan sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini, yaitu perbandingan metode *support vector machine* dan *linear discriminant analysis* untuk identifikasi pola iris mata.

2) Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan bertujuan untuk mendefinisikan format seluruh perangkat lunak, mengidentifikasi semua kebutuhan, dan garis besar sistem yang akan dibuat. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis kebutuhan dengan menentukan batasan dari sistem yang akan dibuat, menentukan kemampuan, dan fungsi sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta fasilitas-fasilitas yang merupakan nilai tambah yang ada pada sistem yang dibangun. Adapun analisis kebutuhan sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- a. Kebutuhan data masukan. Data masukan yang dibutuhkan dalam sistem ini adalah 55 citra iris mata manusia terdiri dari 40 data latih dan 15 data uji.
- b. Kebutuhan data luaran. Data luaran yang dibutuhkan adalah keakuratan sistem dalam mengidentifikasi citra iris mata yang di deteksi dengan data yang telah berada di dalam *database*
- c. Kebutuhan antarmuka. Kebutuhan antarmuka pada sistem adalah kemudahan dan kenyamanan pengguna saat mengakses sistem sesuai dengan masalah yang menjadi topik penelitian.

3) Perancangan Sistem

Perancangan adalah tahap konseptualisasi yang mengharuskan analisis dalam perancangan perangkat lunak untuk benar-benar mengetahui hal-hal yang menjadi kebutuhan dan harapan pengguna sehingga dapat memuaskan kebutuhan dan harapannya. Diagram yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah diagram DFD.

4) Membangun *Prototyping*

Membangun *prototyping* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian kepada pengguna (misalnya dengan membuat format masukan dan keluaran). Tahap ini dilakukan setelah membuat analisis dan perancangan dasar.

5) Evaluasi *Prototyping*

Evaluasi *prototyping* dilakukan untuk mengetahui apakah *prototyping* yang sudah dibangun telah sesuai dengan keinginan. Jika sudah sesuai maka dilanjutkan dengan implementasi sistem. Jika tidak *prototyping* direvisi dengan mengulang langkah sebelumnya dimulai dari analisis kebutuhan.

6) Implementasi

Tahap ini merupakan tahapan nyata dalam pengerjaan sistem berdasarkan *prototyping* yang telah disepakati.

7) Pengujian

Pengujian sistem yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian fungsional dan teknis pada sistem yang dibangun, apakah sesuai dengan tujuan dari penelitian ini

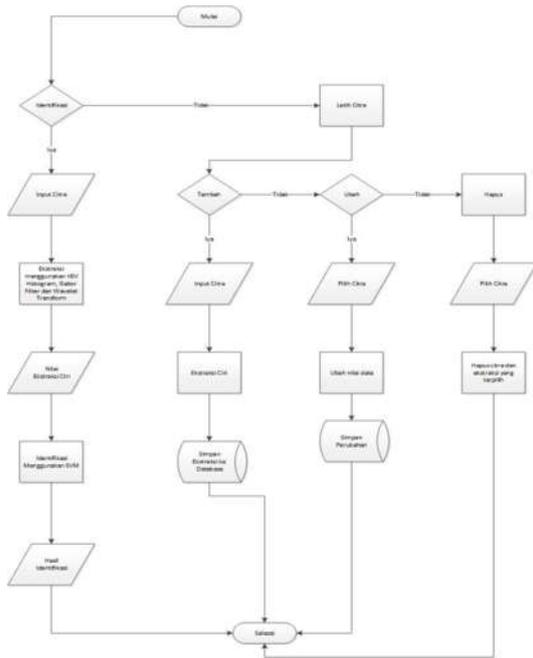
IV. ANALISA DAN DISKUSI

A. Analisis Sistem

Analisis sistem bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang program yang akan dibuat. Program yang akan dibuat adalah sebuah sistem yang dapat melakukan proses identifikasi pola iris mata serta dapat menampilkan informasi dari iris mata berdasarkan dari data sampel yang telah diperoleh selama penelitian. Metode yang digunakan untuk melakukan identifikasi citra iris mata adalah *Support vector machine* dengan ekstraksi ciri *Hue Saturation Value (HSV) Histogram, Gabor Filter* dan *Wavelet Transform*

B. Alur Sistem

Alur sistem merupakan analisis tahapan kerja sistem yang akan dibangun. Alur ini dimulai dari user memasukkan input berupa citra iris mata dan data pribadi yang disimpan pada database kemudian dilakukan identifikasi pola iris mata menggunakan metode *support vector machine* dengan ekstraksi ciri *Hue Saturation Value (HSV) Histogram, Gabor filter* dan *wavelet transform*.



Gambar 2. Diagram Alur Sistem

Proses dimulai dengan dua pilihan yaitu Latih citra dan Identifikasi. Jika *database* belum terisi maka pilihan Latih citra terlebih dahulu untuk menginputkan data latih dengan citra iris mata berukuran 256 x 256. Citra iris mata kemudian di ekstraksi dengan HSV, *Gabor filter* dan *Wavelet transform* yang lalu file *image* citra dan nilai ekstraksi disimpan didalam *database*. Setelah menginputkan minimal 3 data, barulah pengguna dapat melakukan identifikasi pola iris mata.

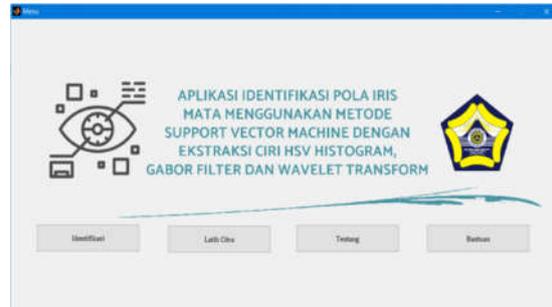
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Antar Muka

1) Halaman Utama

Menu utama merupakan halaman pertama yang akan diakses saat sistem dijalankan. Pada menu utama ini terdapat judul dari sistem yang telah dibuat serta terdapat beberapa tombol akses

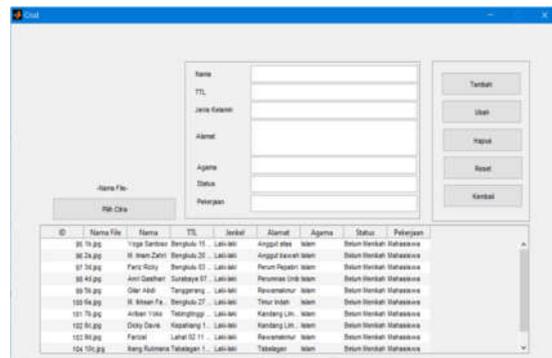
menu lainnya yaitu tombol Identifikasi, tombol Latih Citra, tombol Tentang, dan tombol Bantuan.



Gambar 3. Halaman Utama

2) Menu Latih Citra

Menu latih citra berfungsi untuk menambah citra latih kedalam database, mengubah dan menghapus citra latih yang terdapat didalam database.



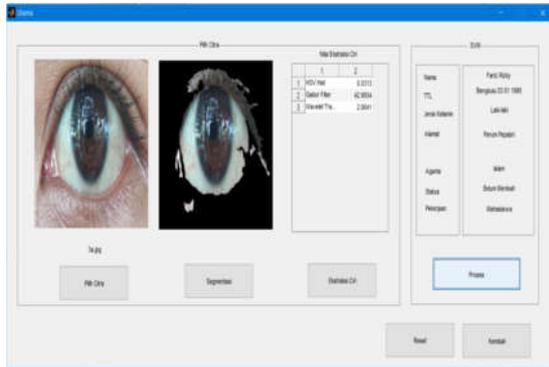
Gambar 4. Menu Latih Citra

B. Hasil Pengujian

1) Identifikasi citra uji terhadap citra latih

Pengujian yang pertama adalah pengujian terhadap metode *Support vector machine* dengan menggunakan 55 citra, terdiri dari 40 citra latih dan 15 citra uji. Pengujian ini ditujukan untuk melakukan proses pencocokan citra iris mata yang telah dipilih sebelumnya pada menu latih citra yang kemudian diinputkan kedalam sistem. Inputan yang diuji merupakan citra uji dengan

berbagai variasi keadaan. Gambar 5 berikut merupakan hasil dari citra uji yang berhasil dikenali dengan tepat terhadap citra latih :



Gambar 5 Identifikasi citra uji terhadap citra latih

Setelah 15 citra uji dilakukan proses identifikasi, maka didapatkan hasil perhitungan nilai ekstraksi ciri *Hue Saturation Value*, *Gabor Filter*, dan *Wavelet Transform* seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi citra uji terhadap citra latih

No	Nama file citra uji	Cocok dengan citra latih	Nilai HSV Histogram	Nilai Gabor Filter	Nilai Wavelet Transform	Kesimpulan
1	1a	1b	0,0313	17,1789	1,2369	Cocok
2	1c	1b	0,0313	28,1372	1,7059	Cocok
3	2e	2a	0,0313	89,0623	3,1851	Cocok
4	3a	3d	0,0313	44,0498	2,0971	Cocok
5	3b	3d	0,0313	35,7269	1,8557	Cocok
6	3c	3d	0,0313	36,6589	2,4386	Cocok
7	4a	4d	0,0313	72,3045	3,9851	Cocok
8	5c	5b	0,0313	56,1756	4,9512	Cocok
9	6b	9d	0,0313	50,7398	3,8621	Tidak Cocok
10	7a	3d	0,0313	33,9205	1,6639	Tidak Cocok
11	8b	1b	0,0313	24,5346	1,6849	Tidak Cocok
12	9e	9d	0,0313	50,3075	4,2953	Cocok
13	10b	10b	0,0313	50,3617	1,6491	Tidak Cocok
14	11b	11e	0,0313	56,1756	4,9512	Cocok
15	11d	11e	0,0313	62,6460	5,1028	Cocok

Tabel 2. Daftar citra latih

No	File	Nama File	Nilai HSV Histogram	Nilai Gabor Filter	Nilai Wavelet Transform
1		1b	0,03125	16,9463	1,4467
2		2a	0,03125	90,7077	4,1997
3		3d	0,03125	35,2229	2,2721
4		4d	0,03125	79,0545	3,8494
5		5b	0,03125	79,0545	3,84943
6		6a	0,03125	78,087	3,2828
7		7b	0,03125	39,4949	1,9721
8		8c	0,03125	21,9629	1,8895
9		9d	0,03125	50,0956	4,4107
10		10c	0,03125	54,2557	1,6675
11		11e	0,03125	60,1685	4,9515

Berdasarkan hasil pengujian, pada 15 citra uji yang dilakukan proses identifikasi didapatkan hasil 11 citra cocok dan 4 citra tidak cocok. Kesimpulan yang didapat dari hasil proses pengujian adalah sebagai berikut:

1. Proses pengidentifikasian menggunakan metode *Support vector machine* dengan mencocokkan hasil perhitungan nilai ekstraksi citra uji terdekat terhadap citra latihan
2. *False Matching Rate* (FMR) atau Rasio kesalahan pencocokan dari hasil pengujian sebesar 26.6% dengan perhitungan sebagai berikut:

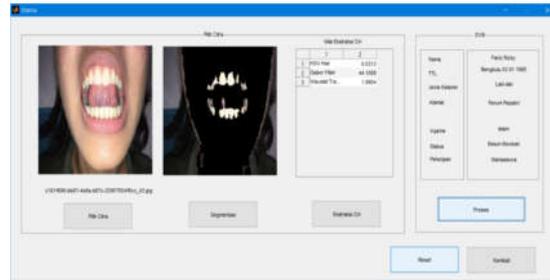
$$\begin{aligned}
 \text{FMR/Rasio Kesalahan Pencocokan} &= \frac{\sum \text{Kesalahan}}{\sum \text{Keseluruhan Citra}} \times 100 \% \\
 &= \frac{4}{15} \times 100 \\
 &= 26.6\%
 \end{aligned}$$

3. Tingkat kesuksesan pengenalan atau *Genuine Acceptance Rate* (GAR) yang didapat sebesar 73,4% dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{GAR} &= 1 - \text{FMR} \\
 &= 1 - 26.6\% \\
 &= 73.4\%
 \end{aligned}$$

2) Pengujian Citra Bukan Iris Mata sebagai Citra Uji

Pada pengujian ini, citra uji yang digunakan adalah citra mulut, dimana tidak terdapat unsur iris mata sama sekali. Proses pengujian citra bukan iris mata sebagai citra uji terhadap citra latihan terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengujian citra bukan iris mata

Setelah dilakukan pengujian, didapat hasil bahwa sistem tetap dapat melakukan proses segmentasi, menghitung nilai ekstraksi dan mengidentifikasi sebagai salah satu pemilik data iris mata walaupun terjadi kesalahan proses segmentasi dikarenakan sistem tidak dapat menemukan pola iris mata pada citra tersebut.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan hasil yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh, pada penelitian ini telah menghasilkan sebuah aplikasi Identifikasi Pola Iris Mata menggunakan metode *Support vector machine* dengan ekstraksi ciri *HSV Histogram*, *Gabor Filter* dan *Wavelet Transform*.

Identifikasi Pola Iris Mata menggunakan Metode *Support vector machine* dengan ekstraksi ciri *Hue Saturation Value Histogram*, *Gabor Filter* dan *Wavelet Transform* memiliki tingkat kesuksesan pengenalan atau *Genuine Acceptance Rate* (GAR) sebesar 73,4%. Rasio kesalahan pencocokan atau *False Matching Rate* (FMR) pada sistem sebesar 26.6%

Faktor yang menyebabkan adanya kesalahan identifikasi iris mata adalah terdapat

citra latih lain yang memiliki nilai kemiripan yang lebih dekat dengan citra uji.

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan pada penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan dalam pengembangan penelitian ini kedepannya, penambahan metode lain kedalam sistem dengan penggabungan dua metode untuk meningkatkan akurasi identifikasi citra sangat dianjurkan.

Pengembangan sistem untuk identifikasi secara *real time* dengan mengidentifikasi iris yang diambil langsung dari perangkat kamera oleh sistem, serta penambahan fungsi *image enhancement* yang bisa meningkatkan akurasi pencocokan iris.

REFERENSI

- [1] Muntasa, A. (2015). *Pengenalan Pola*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Chandra, A., & Calderon, T. G. (2003). *Toward a Biometric Security Layer*. *Journal of Information Systems*, 51-70.
- [3] Sulistyoy, Y. R. (2009). *Analisis Penerapan Metode Median Filter Untuk Mengurangi Noise Pada Citra Digital*. Bali: Konfrensi Nasional Sistem dan Informatika.
- [4] Ching-Tang Hsieh and Chia-Shing Hu. (2014) *Fingerprint recognition by multi-objective optimization pso hybrid with svm*. *Journal*
- [5] Wijaya, M. C., & Prijono, A. (2007). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*. Bandung: Informatika.
- [6] Masek, L. (2003). *Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification*. Australia: University of Western Australia.
- [7] Byun H., Lee S.W. (2003). *A Survey on Pattern recognition Applications of Support vector machines*. *International Journal of Pattern recognition and Artificial Intelligence*, Vol.17, No.3
- [8] Anwar, A. (2016). *An Iris Detection and Recognition System to Measure The Performance of E-Security*. Dhaka, Bangladesh: Brac University.
- [9] Wijaya, M. C., & Prijono, A. (2007). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*. Bandung: Informatika.
- [10] Shamsudin. (2014). *Palm Vein Recognition based on 2D-Discrete Wavelet Transform and Linear Discrimination Analysis*