

Pengenalan Citra Tanda Tangan Menggunakan Metode 2D-LDA dan Euclidean Distance

Signature Image Recognition 2DLDA Method and Euclidean Distance

Danar Putra Pamungkas*¹, Fajar Rohman Hariri²

^{1,2}Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *danar@unpkediri.ac.id, dosendes@gmail.com

Abstrak

Kelemahan sistem manual dalam identifikasi tanda tangan adalah si pemeriksa tanda tangan harus teliti dalam melakukan pencocokan untuk menghindari kesalahan. Oleh karena itu untuk mengatasi kelemahan pencocokan tanda tangan secara manual, proses pencocokan tanda tangan perlu dilakukan secara otomatis dengan sistem komputer sehingga diharapkan mempermudah dalam identifikasi tanda tangan seseorang. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode 2DLDA dan Euclidean Distance untuk pengenalan tanda tangan dengan sistem komputer. Metode 2DLDA untuk ekstraksi fitur citra tanda tangan dan metode Euclidean Distance untuk klasifikasi citra tanda tangan. Data citra tanda tangan yang digunakan berukuran 50x50, 100x100, 150x150, 200x200 dan 250x250 piksel. Hasil dari uji coba penelitian ini adalah akurasi pengenalan citra tanda tangan menggunakan metode 2DLDA mencapai 88% dan rata-rata akurasi 81%. Akurasi optimal pengenalan citra tanda tangan dengan metode 2DLDA terjadi pada penggunaan data citra berukuran 50x50 piksel dengan akurasi 88% dan kecepatan 0.20126 detik.

Kata Kunci — tanda tangan, 2DLDA, Euclidean Distance

Abstract

The manual system in the identification of the examiner's signature is the signature must be meticulous in doing matching to avoid mistakes. Therefore, to overcome the disadvantages of signature matching manually, signature matching process needs to be done should automatically with a computer system that is expected to facilitate the identification of a person's signature. In this study, researchers used a method 2DLDA and Euclidean Distance to the introduction of a signature with a computer system. 2DLDA methods to extract image features the signature and Euclidean Distance method for image classification signature. The image data signature used measuring 50x50, 100x100, 150x150, 200x200 and 250x250 pixels. The results of this research trial is a signature image recognition accuracy using 2DLDA reaches 88% and an average accuracy of 81%. Optimum accuracy signature image recognition method 2DLDA occurs in the use of image data size of 50x50 pixels with 88% accuracy and speed 0.20126 seconds

Keywords — signature, 2DLDA, Euclidean Distance

1. PENDAHULUAN

Tanda tangan adalah hasil proses menulis seseorang yang bersifat khusus sebagai substansi simbolik. Tanda tangan merupakan bentuk yang paling banyak digunakan untuk identifikasi seseorang [1]. Pada umumnya pengenalan tanda tangan dilakukan secara manual oleh seseorang dengan mencocokkan secara langsung tanda tangan yang sah dengan tanda tangan yang dilakukan saat itu. Contoh-contoh tanda tangan setiap orang umumnya identik namun tidak sama, artinya tanda tangan seseorang sering berubah-ubah setiap waktu. Perubahan ini menyangkut posisi, ukuran maupun faktor tekanan tanda tangan [2]. Kelemahan sistem manual dalam identifikasi tanda tangan adalah si pemeriksa tanda tangan harus teliti dalam melakukan pencocokan untuk menghindari kesalahan. Oleh karena itu untuk mengatasi kelemahan pencocokan tanda tangan secara manual, proses pencocokan tanda tangan perlu dilakukan secara otomatis dengan sistem komputer sehingga diharapkan mempermudah dalam identifikasi tanda tangan seseorang.

Pengenalan citra tanda tangan merupakan salah satu bidang pengenalan pola (pattern recognition). Secara umum proses pengenalan pola dengan mengekstraksi suatu citra untuk mendapatkan ciri citra tersebut, salah satu metode untuk ekstraksi citra adalah *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Pada tahun 1991 diperkenalkan metode LDA oleh Cheng dkk. Metode LDA berusaha untuk memisahkan antar kelas dengan meminimalkan jarak antar matrik sebaran *within class*. Jika dimensi data jauh lebih tinggi daripada jumlah sampel *training* maka menyebabkan *within class* menjadi *singular* yang merupakan kelemahan dari LDA [3]. Metode *Two Dimensional Linear Discriminant Analysis* (2DLDA) dikembangkan untuk mengatasi kelemahan dari metode tersebut. Metode 2DLDA merupakan metode pengembangan dan varian baru dari metode LDA. Performa metode 2DLDA lebih baik dari metode LDA pada penggunaan data *training* yang sedikit [4].

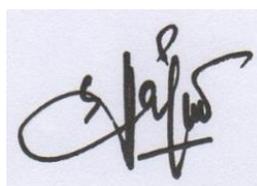
Penelitian pengenalan pola menggunakan metode 2DLDA dengan objek citra senyuman oleh Wahyuningrum. Penelitian tersebut menghasilkan akurasi pengenalan citra senyuman berdasar *Aesthetic Dentistry* sebesar 96,67% [5]. Akurasi pengenalan citra wajah menggunakan metode 2DLDA dan digabungkan dengan metode *Support Vector Machine* mencapai 84,18% sampai 100% [6]. Penelitian mengenai pencocokan tanda tangan secara otomatis dilakukan oleh Johannes Putra Abri Sipahutar. Penelitian tersebut menggunakan metode *Backpropagation* dan *Kohonen* sebagai pembanding. Kedua metode tersebut diterapkan pada alat *Smartcard-RFID* dan *pen-tablet*. Penggunaan metode *Backpropagation* lebih baik dibandingkan dengan metode *Kohonen* yaitu diatas rata-rata 75% [7]. Tidak konsistennya pengguna dalam memasukkan tanda tangan dalam *pen-tablet* menyebabkan rendahnya akurasi. Metode 2DLDA mempunyai rata-rata akurasi untuk pengenalan tanda tangan menggunakan ukuran citra 100x100 piksel adalah 78,27% dan rata-rata kecepatan proses pengenalan yaitu 0.2605504 detik 74,33% [8]. Pada penelitian tersebut menggunakan data citra tanda tangan dengan enam kondisi yang berbeda dan hanya menggunakan data citra berukuran 100x100 piksel. Penelitian tersebut menyarankan menggunakan ukuran citra yang lebih besar untuk mengetahui perbandingan tingkat akurasi dengan ukuran data citra yang digunakan. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui perbandingan tingkat akurasi metode 2DLDA terhadap ukuran data citra tanda tangan yang digunakan.

Peneliti menggunakan data citra tanda tangan yang bervariasi yaitu 50x50, 100x100, 150x150, 200x200 dan 250x250 piksel dan hanya menggunakan kondisi citra tanda tangan yaitu kertas putih polos. Peneliti juga akan membandingkan akurasi dengan kecepatan pengenalan citra tanda tangan untuk mengetahui akurasi yang optimal dalam penggunaan data citra tanda tangan. Penelitian ini membutuhkan suatu *prototype* yang akan digunakan untuk melakukan uji coba. *Prototype* yang dibuat memiliki fungsionalitas yang terbatas tidak menggunakan *Graphical User Interface* hanya menggunakan jendela *command line* pada software Matlab 2013a. Untuk mengetahui kecepatan proses pengenalan citra tanda tangan peneliti menggunakan fungsi *tic* dan *toc* pada Matlab 2013a. Proses *threshold* menggunakan metode *Otsu*

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Tanda Tangan

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 1000. Data tanda tangan tersebut diambil dari mahasiswa di lingkungan Universitas Nusantara PGRI Kediri. Jumlah responden sepuluh, setiap responden diambil data tanda tangan sebanyak 20. Tanda tangan dilakukan menggunakan *ball point* warna hitam dengan ketebalan antara 0.5 mm sampai 1 mm pada kertas putih polos A4 yang sudah dipetakan. Kemudian dilakukan *scanning* dan pemotongan gambar, setelah itu dilakukan *resize* untuk data citra tanda tangan berukuran 50x50 piksel, 100x100 piksel, 150x150 piksel, 200x200 piksel dan 250 x250 piksel. Gambar 1 merupakan salah satu contoh data citra tanda tangan hasil pemotongan dari citra *scan*.



Gambar 1. Contoh data citra tanda tangan

2.2. 2DLDA

Metode 2DLDA merupakan pengembangan dari metode LDA. Alur kerja dari metode 2DLDA hampir sama dengan metode LDA, perbedaan utama antara metode LDA dan 2DLDA adalah cara representasi data, jika LDA data direpresentasikan menjadi vector atau matrik satu dimensi maka metode 2DLDA direpresentasikan menjadi matrik dua dimensi [9]. Langkah pertama adalah mencari *mean* dari beberapa data, misal ada dua data citra x_1 dan x_2 dengan persamaan 1. [10]

$$\mu_1 = \frac{1}{N_1} \sum_{x \in \omega_1} x, \mu_2 = \frac{1}{N_2} \sum_{x \in \omega_2} x \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan 2 digunakan untuk mencari matrik covarian dari kedua data setelah *mean* didapatkan [10].

$$S_2 = \sum_{x \in \omega_2} (x - \mu_2)(x - \mu_2)^T \dots \dots \dots (2)$$

Kemudian setelah mendapatkan matrik covarian, langkah selanjutnya mencari *within class scatter matrix* dengan persamaan 3 [10].

$$S_w = S_1 + S_2 \dots \dots \dots (3)$$

Persamaan 4 digunakan untuk mencari *between class scatter matrix* [9].

$$S_B = (\mu_1 - \mu_2)(\mu_1 - \mu_2)^T \dots \dots \dots (4)$$

Kemudian membentuk matrik proyeksi (W) yang digunakan untuk proyeksi data baru (data testing) menggunakan persamaan 5 [10].

$$S_w^{-1} S_B W = \lambda W \dots \dots \dots (5)$$

2.3. Euclidean Distence

Proses klasifikasi data tanda tangan menggunakan metode klasifikasi tetangga terdekatnya (Euclidean Distance). Metode Euclidean Distance menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor (root square different between 2 vectors) [11]. Rumus penghitungan jarak ditulis sebagai berikut:

$$d_e = \sqrt{\sum_{k=1}^m (fd_{i,k} - k_j)^2} \dots\dots\dots(6)$$

- Keterangan :
- d_e : jarak euclidean
 - fd_i : bobot citra pelatihan
 - k_j : data bobot wajah test
 - m : jumlah data pelatihan

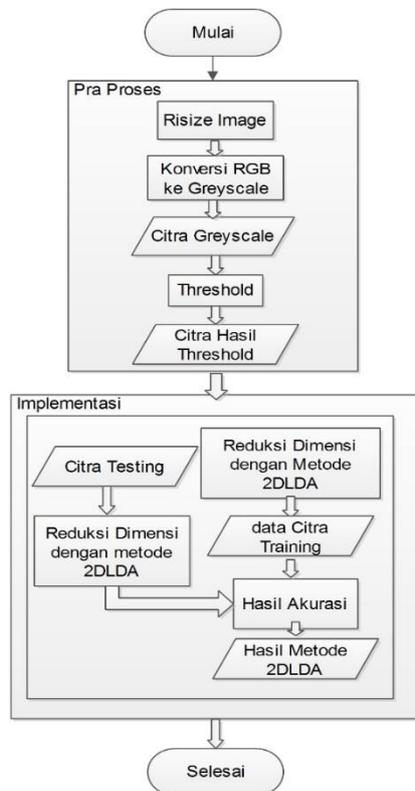
Bobot paling kecil dari *Euclidean* (d_e) akan digunakan sebagai nilai fitness dari sebuah citra tanda tangan yang digunakan untuk pengenalan citra tanda tangan. Untuk mencari nilai akurasi dengan cara membandingkan jumlah data tanda tangan yang berhasil dikenali dengan jumlah data *testing* yang digunakan, kemudian dikalikan 100% seperti persamaan 7.

$$Na = \frac{Dt - Er}{Dt} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

- Keterangan :
- Na : nilai akurasi
 - Er : jumlah kesalahan pengenalan citra
 - Dt : jumlah data *testing*

2.4. Perancangan Sistem

Penelitian ini terbagi menjadi dua proses yaitu pra proses dan implentasi. Pra proses meliputi mengubah ukuran data citra tanda tangan (*resize image*), konversi data citra RGB ke *Grayscale* dan melakukan *threshold* pada citra tanda tangan *grayscale*. Pada implementasi meliputi reduksi dimensi data citra, pembentukan data citra *training*, memasukkan data citra *testing*, reduksi dimensi data citra *testing* dan pencocokan data citra tanda tangan yang menghasilkan akurasi dari metode 2DLDA. Alur proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

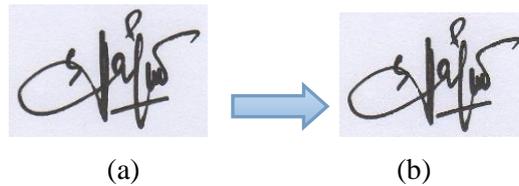


Gambar 2. Alur penelitian

2.5. Pra Proses

2.5.1. Resize Image

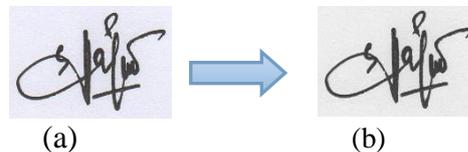
Sebelum data digunakan data harus dilakukan tahap pra proses untuk memudahkan langkah selanjutnya. Pada tahap ini proses yang dilakukan adalah mengubah ukuran gambar data tanda tangan dari ukuran asli menjadi 50x50 piksel, 100x100 piksel, 150x150 piksel, 200x200 piksel dan 250x250 piksel. Untuk mempermudah merubah ukuran citra tanda tangan sebanyak 1000 data pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Caesium Image Compressor 1.7 Portable*. Misalnya pada Gambar 3(a) data tanda tangan yang diambil dari kertas putih polos berukuran 300 x 300 piksel dilakukan proses *resize image* menjadi Gambar 3(b) berukuran 150x150 piksel.



Gambar 3. Resize Image
Gambar (a) Citra ukuran asli
Gambar (b) Citra hasil resize

2.5.2. Konversi RGB ke Grayscale

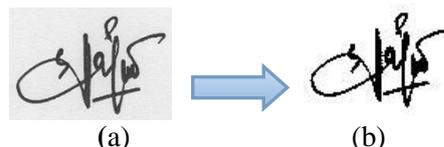
Setelah data melalui proses *resize image* langkah selanjutnya konversi gambar *true color* yang memiliki tiga atribut yaitu *Red Green Blue* (RGB) menjadi gambar keabuan (Grayscale) yang memiliki satu atribut. Misalnya diketahui gambar hasil proses resize pada Gambar 4(a) memiliki tiga atribut Red, Green dan Blue maka akan dilakukan proses konversi gambar menjadi *grayscale* pada Gambar 4(b).



Gambar 4. Konversi Grayscale
Gambar (a) Citra RGB
Gambar (b) Citra *Grayscale*

2.5.3. Threshold

Setelah data citra sudah menjadi *grayscale* selanjutnya dilakukan *thresholding* atau mengubah gambar dari derajat keabuan menjadi gambar hitam putih. Metode *threshold* yang digunakan adalah metode Otsu. Misalnya diketahui data Gambar 5(a) hasil konversi *grayscale* kemudian dilakukan proses *threshold* menjadi data gambar hitam putih seperti pada Gambar 5(b).



Gambar 5. Proses Threshold
Gambar (a) Citra *Grayscale*
Gambar (b) Citra hitam putih

2.6. Implementasi

2.6.1. Pembentukan Matrik Data Latih

Setiap data latih pada tahap ini dilakukan pembentukan matrik ($m \times n$) sebanyak jumlah data latih yang digunakan. Misalnya jika data latih yang digunakan sebanyak 100 dan setiap data citra berukuran 100×100 piksel maka data yang terbentuk adalah $100 \times 100 \times 100$. Tabel 1 merupakan cuplikan matrik data latih ttd001.jpg dari kolom ke-1 sampai 10 dan baris ke-1 sampai 10. Setiap *cell* mempunyai nilai antara 0 – 255, nilai 0 representasi dari warna hitam sedangkan nilai 255 representasi dari warna putih. Semakin redah nilainya semakin gelap warnanya atau mendekati warna hitam. Matrik data latih tersebut yang akan digunakan untuk membentuk matrik proyeksi pada metode 2DLDA.

Tabel 1. Cuplikan matrik data latih

255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255

2.6.2. Pembentukan Matrik Fitur Data Latih 2DLDA

Pada tahap ini metode 2DLDA melakukan ekstraksi fitur dari matrik data latih yang terbentuk sebelumnya. Proses ini menghasilkan dua matrik baru yaitu matrik *score* dengan ukuran (100×100) yang merupakan matrik fitur data *training* dan matrik proyeksi berukuran ($100 \times 9 \times 100$). Potongan matrik *score* kolom ke-1 sampai ke-5 dan baris ke-1 sampai ke-8 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Cuplikan matrik ekstraksi fitur 2DLDA

-0.39089	0.268732	0.400849	0.004235	-0.29972
-0.39566	-0.0485	0.254505	-0.16986	0.072051
-0.27052	-0.23852	-0.01041	0.02423	0.005641
-0.00509	-0.01733	-0.12564	-0.02425	-0.02275
0.193496	0.015791	-0.16074	0.104413	0.06198
0.130382	0.087024	0.100192	-0.04531	-0.03477
0.012737	-0.00382	0.096129	-0.02561	0.00724
0.023266	-0.03101	0.037281	-0.03834	0.026967

Pada Tabel 3 merupakan potongan matrik proyeksi 2DLDA dari kolom ke-1 sampai ke-5 dan baris ke-1 sampai ke-10. Matrik proyeksi merupakan matrik yang digunakan untuk melakukan proyeksi data baru atau data *testing*. Kemudian melakukan pengukuran matrik *score* dengan matrik *testing* yang telah diproyeksikan sebelumnya dengan metode *Euclidian distance*.

Tabel 3. Cuplikan matrik proyeksi 2DLDA

-1.682	37.6073	16.7712	41.2119	5.0326
-24.8189	28.6349	13.0532	147.0046	-25.6913
-14.357	-192.787	17.6591	136.7384	-18.9352
-8.0792	-224.545	24.6203	81.4338	-1.7556
-1.5696	-36.6184	-270.555	77.4675	-1.8411
-10.807	-1.7556	-325.218	154.5588	-1.8795
-14.1752	-1.8411	-298.355	121.5123	-4.6702
-6.7397	-1.8795	-77.6568	152.0819	2.7524
-14.7255	1.3203	-9.9997	106.2377	0.9111
-9.4815	0.8487	7.37	85.8592	-43.721

2.6.3. Pengukuran Jarak dengan Euclidean Distance

Tahap akhir adalah melakukan pengukuran jarak antara matrik *score* dengan matrik proyeksi data *testing* yang sebelumnya sudah diproyeksi dengan matrik proyeksi data *training*. Jumlah data citra tanda tangan yang mempunyai kemiripan paling besar tiap kelasnya akan dihitung presentase dengan jumlah data *testing* yang digunakan. Untuk pengukuran jarak terdekat menggunakan persamaan 6. Pada Tabel 4 merupakan cuplikan data hasil perhitungan *Euclidean Distance* enam data dari 100 data *testing* yang digunakan. Semakin kecil nilainya maka semakin dekat jarak dengan citra yang dicocokkan.

Tabel 4. Cuplikan data hasil Euclidean Distance

Data ke-1	Data ke-2	Data ke-3	Data ke-4	Data ke-5
14875.84	15270.4	15854.21	15141.99	14600.88

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Skenario Uji Coba

Metode analisa data hasil penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisa statistik. Data sampel penelitian menggunakan data citra tanda tangan sebanyak 1000 yang didapat dari 10 partisipan, masing-masing 20 data diambil dari kertas putih polos, kemudian dilakukan *scanning*, pemotongan dan mengubah ukuran citra menjadi 50x50, 100x100, 150x150, 200x200 dan 250x250 piksel. Untuk mendapatkan hasil analisa maka dibuatlah skenario uji coba yang akan digunakan untuk analisa data, setiap skenario menggunakan 200 data. Berikut adalah skenario uji coba yang dirujuk pada Tabel 5.

Tabel 5. Skenario Uji Coba

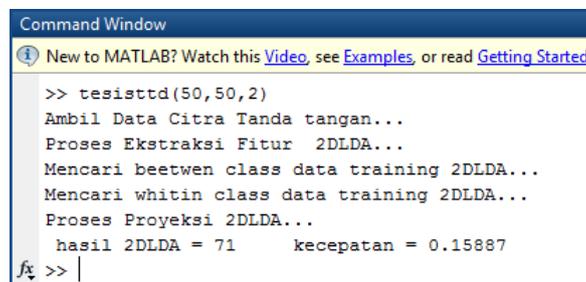
Skenario	Ukuran data citra (piksel)	Training % : testing %
1	50 x 50	50 : 50
2	100 x 100	50 : 50
3	150 x 150	50 : 50
4	200 x 200	50 : 50
5	250 x 250	50 : 50

Untuk mengukur kecepatan pengenalan penulis menggunakan fungsi *tic* dan *toc* pada Matlab. Fungsi *tic* pada matlab adalah untuk memulai pencatatan waktu sedangkan *toc* untuk

membaca waktu pencatatan. Fungsi *tic* diletakan pada awal *source code* metode 2DLDA dan fungsi *toc* diletakan pada akhir *source code* metode *Euclidean Distance* sehingga bisa didapatkan waktu eksekusi pengenalan citra tanda tangan. Waktu yang didapat dari *toc* digunakan untuk mengetahui berapa kecepatan pengenalan citra tanda tangan.

3.2. Implementasi

Prototype dibangun menggunakan software Matlab 2013a. Laptop yang digunakan untuk ujicoba menggunakan sistem operasi Windows 7 Profesional *Service Pack 1* dengan spesifikasi RAM 4GB CPU Intel Core i3 2,4 GHz. Cara penggunaannya yaitu mengetikan `tesisttd(a,b,c)` dimana 'a' adalah presentasi data *training*, 'b' adalah presentase data *testing* dan 'c' merupan nomor skenario. Setelah menuliskan perintah `tesisttd(a,b,c)` kemudian tekan *Enter*, sistem secara otomatis melakukan pengambilan data *training* dan *testing*, pembentukan data training metode 2DLDA, ekstraksi fitur, mencari kemiripan menggunakan *Euclidean Distance*. *Prototype* akan menampilkan hasil akurasi pengenalan citra tanda tangan dan kecepatan proses pengenalan seperti pada Gambar 6.



```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

>> tesisttd(50,50,2)
Ambil Data Citra Tanda tangan...
Proses Ekstraksi Fitur 2DLDA...
Mencari beetwen class data training 2DLDA...
Mencari whitin class data training 2DLDA...
Proses Proyeksi 2DLDA...
hasil 2DLDA = 71    kecepatan = 0.15887
fx >> |

```

Gambar 6. Contoh ujicoba skenario 2

Pada Gambar 6 merupakan contoh uji coba menggunakan skenario nomor 2 dengan ukuran data citra 100x100 piksel dan menggunakan data *training* sebanyak 100 (50%) *testing* 100 (50%). Pada hasil uji coba tersebut akurasi pengenalan citra tanda tangan menggunakan metode 2DLDA 71% dengan kecepatan proses pengenalan 0.15887 detik.

3.3. Analisa Hasil Uji Coba

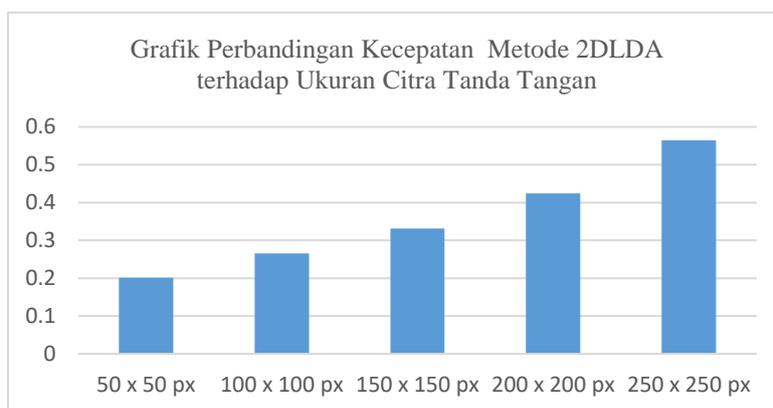
Setelah dilakukan uji coba dengan skenario pada Tabel 6, akurasi tertinggi menggunakan data berukuran 50x50 piksel yaitu 88% dengan kecepatan 0.20126 detik. Sedangkan akurasi terendah menggunakan data citra berukuran 100x100 piksel yaitu akurasi 71% dan kecepatan 0.26515 detik. Hasil uji coba keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6. Rata-rata akurasi dari lima skenario uji coba adalah 81%. Dari hasil uji coba ternyata ukuran citra tanda tangan mempengaruhi akurasi pengenalan. Semakin besar ukuran citra tanda tangan belum tentu semakin tinggi akurasi pengenalan citra tanda tangan.

Tabel 6. Hasil Uji Coba

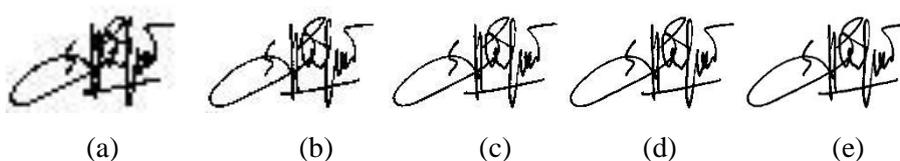
No	Resolusi gambar	Akurasi	Kecepatan (detik)
1	50 x 50 px	88%	0.20126
2	100 x 100 px	71%	0.26515
3	150 x 150 px	87%	0.33126
4	200 x 200 px	76%	0.42402
5	250 x 250 px	83%	0.56439

Kecepatan proses pengenalan citra tanda tangan adalah 0.20126 detik pada skenario satu menggunakan ukuran data citra 50x50 piksel, sedangkan paling lambat adalah 0.56439 detik pada

skenario lima menggunakan data citra 250x250 piksel. Semakin besar ukuran citra tanda tangan proses pengenalan semakin lama, karena matrik yang terbentuk pada proses *training* dan *testing* semakin besar membuat komputasi lebih lama. Pada Gambar 7 terlihat jelas perbedaan kecepatan proses pengenalan citra tanda tangan dengan ukuran data citra tanda tangan yang berbeda. Dari data hasil uji coba pada Tabel 6, akurasi optimal pengenalan citra tanda tangan dengan metode 2DLDA terjadi pada penggunaan data citra berukuran 50x50 piksel. Hal itu bisa disimpulkan karena akurasinya paling tinggi dibanding penggunaan data citra 100x100, 150x150, 200x200 dan 250x250 piksel yaitu 88% dan kecepatannya juga paling cepat yaitu 0.20126 detik. Hal ini terjadi karena metode 2D-LDA memiliki kemampuan mengoptimalkan diskriminan data yaitu dapat memisahkan data-data yang ada, mengelompokkan vektor data dari suatu kelas yang sama dan memisahkan dari suatu kelas data yang berbeda. Meskipun data yang digunakan mempunyai dimensi yang kecil yaitu 50x50 piksel mampu menghasilkan akurasi pengenalan citra tanda tangan lebih baik dari citra yang berukuran dimensi lebih besar karena vektor data dari kelas yang sama semakin banyak terbentuk. Jika semakin besar dimensi data yang digunakan maka semakin banyak kelas data yang berbeda terbentuk maka semakin banyak pemisahan data yang terjadi dan semakin banyak vektor data kelas yang berbeda terbentuk yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi pengenalan citra tanda tangan. Pada gambar 8 merupakan perbandingan citra tanda tangan hasil metode Otsu mulai dari 50x50 piksel sampai dengan 250x250 piksel.



Gambar 7. Grafik perbandingan kecepatan.



Gambar 8. Perbandingan hasil threshold Otsu

Gambar 8(a). Citra 50x50 piksel

Gambar 8(b). Citra 100x100 piksel

Gambar 8(c). Citra 150x150 piksel

Gambar 8(d). Citra 200x200 piksel

Gambar 8(e). Citra 250x250 piksel

4. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan seperti berikut ini:

1. Akurasi pengenalan citra tanda tangan menggunakan metode 2DLDA mencapai 88% dan rata-rata akurasi 81%
2. Akurasi optimal pengenalan citra tanda tangan dengan metode 2DLDA terjadi pada penggunaan data citra berukuran 50x50 piksel dengan akurasi 88% dan kecepatan 0.20126 detik.

5. SARAN

Dari hasil ujicoba pengenalan citra tanda tangan dengan menggunakan 2DLDA untuk saran-sarannya adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan data yang mempunyai *noise* banyak.
2. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan presentase data training yang berbeda pada setiap skenario untuk mengetahui penggunaan data training yang optimal.
3. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan data tanda tangan dengan kemiringan yang berbeda untuk mengetahui akurasi optimal pada penggunaan toleransi derajat kemiringan tanda tangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abbas, R., 1994, Backpropagation Networks Prototype for Off-Line Signature Verification, www.cs.rmit.edu.au/~vc/papers/abbas-mbc.ps.gz, diakses tanggal 10 Oktober 2014
- [2] Djunaidy, A., Soelaiman, R., Rusdianah, R., 2000, Verifikasi Tanda Tangan Berdasarkan Interpretasi Struktural dari Arah Gerak dan Tekanannya, http://repository.gunadarma.ac.id/1195/1/VERIFIKASI%20TANDA%20TANGAN%20BERDASARKAN%20INTERPRETASI%20STRUKTURAL%20BERDASARKAN%20INTERPEST%20STRUKTURAL%20DARI%20ARAH%20GERAK%20DAN%20TEKANANNYA_UG.pdf, diakses tanggal 7 September 2014
- [3] Belhumeur, P. N., Hespanha J. P., Kriegman D. J., 1997, Eigenfaces vs Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection, vision.ucsd.edu/kriegman-grp/papers/pami97.pdf, diakses tanggal 4 November 2014
- [4] Zheng, W. S., Lai, J.H., Li, S. Z., 2007, 1D-LDA versus 2D-LDA: When Is Vector-based Linear Discriminant Analysis Better than Matrix-based?, http://www.eecs.qmul.ac.uk/~jason/Research/PreprintVersion/1D-LDA_vs._2D-LDA_Preprint.pdf, diakses tanggal 13 April 2015
- [5] Wahyuningrum, R.T., Damayanti, F., 2010, Studi Perbandingan Pengenalan Citra Senyuman Berdasarkan Aesthetic Dentistry Menggunakan Metode 2D-PCA Dan Metode 2D-LDA, http://kursor.trunojoyo.ac.id/wp-content/uploads/2012/03/vol5_no4_p2.pdf diakses tanggal 3 April 2014
- [6] Damayanti, F., Arifin, A. Z., Soelaiman, R., 2010, Pengenalan Wajah Berbasis Metode Two-Dimensional Linear Discriminant Analysis, *Jurnal Kursor*, Vol 5, No. 3, Hal 147-156.
- [7] Sipahutar, J. P. A., Setiawardhana, Basuki, D. K., 2011, Sistem Identifikasi Smartcard-RFID dan Pengenalan Tanda Tangan Menggunakan Metode Backpropagation Dengan Kohonen Sebagai Pembanding, *The 13th Industrial Electronics Seminar 2011*, Surabaya, 26 Oktober 2016.
- [8] Pamungkas, D. P., Utami, E., Amborowati, A., 2015. Komparasi Pengenalan Citra Tanda Tangan dengan Metode 2D-PCA dan 2DLDA. *Jurnal CITEC*, Vol 2, No 4, Hal 341-354.

-
- [9] Ye, J., Janardan, R., Li, Q., 2005, Two-dimensional linear discriminant analysis, <http://papers.nips.cc/paper/2547-two-dimensional-linear-discriminant-analysis.pdf>, diakses tanggal 13 April 2015
- [10] Farag, A. A., Elhabian, S. Y., 2008, A Tutorial on Data Reduction LDA, <http://www.di.univr.it/documenti/OccorrenzaIns/matdid/matdid437773.pdf>, diakses tanggal 11 April 2015
- [11] Putra, D., 2009, *Sistem Biometrika*, Penerbit ANDI, Yogyakarta