

# PENGENALAN TANDA TANGAN DENGAN METODE MODIFIED DIRECTION FEATURE (MDF) DAN EUCLIDEAN DISTANCE

Fitri Damayanti

D3 Manajemen Informatika Universitas Trunojoyo  
Jl. Raya Telang, PO BOX 2, Kamal, Bangkalan - 69162  
fitri2708@yahoo.com

Wahyudi Setiawan

D3 Manajemen Informatika Universitas Trunojoyo  
Jl. Raya Telang, PO BOX 2, Kamal, Bangkalan - 69162  
wsetiawan.ok@gmail.com

**Abstrak** — Tanda tangan merupakan suatu skema untuk memvalidasi suatu transaksi maupun proses tertentu yang bersifat personal dan sudah umum digunakan. Dahulu sistem validasi atau proses pengenalan terhadap tanda tangan seseorang mungkin hanya dilakukan dengan proses pemantauan secara langsung dengan menggunakan mata telanjang. Dengan semakin majunya teknologi serta ilmu pengetahuan yang mendukungnya, maka sangat dimungkinkan untuk mengenali suatu tanda tangan secara komputersisasi.

Penelitian ini membangun sistem pengenalan tanda tangan secara *offline* dimana proses ekstraksi ciri menggunakan metode *Modified Direction Feature (MDF)* untuk mendapatkan ciri pada setiap karakter masukan. Ekstraksi ciri pada metode *Modified Direction Feature (MDF)* merupakan teknik hasil pengembangan dari metode *Direction Feature (DF)*. Teknik ini menggabungkan antara teknik *Direction Feature (DF)* dan *Transition Feature (TF)*. *Modified Direction Feature (MDF)* akan menghasilkan vektor ciri dengan pedoman arah horizontal dan vertikal, kemudian melakukan penggabungan untuk menghasilkan vektor ciri yang spesifik, selanjutnya dilakukan perhitungan klasifikasi dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* untuk mengenali tanda tangan.

Dari uji coba yang dilakukan pada sistem, hasil terbaik untuk pengenalan citra tanda tangan diperoleh dengan jumlah data pelatihan sebanyak 100 citra dan data uji coba sebanyak 25 citra. Hasil akurasi sistem yang didapatkan tertinggi sebesar 72 %.

**Kata Kunci** — Tanda Tangan; *Modified Direction Feature*; *Euclidean Distance*

## I. Pendahuluan

Pengenalan pola masih menjadi kajian yang menarik bagi para peneliti, termasuk penelitian tentang pengenalan pola tanda tangan. Di perkantoran maupun industri, sidik jari, pola geometri telapak tangan, suara ataupun wajah digunakan sebagai mesin absensi. Di dunia perbankan, untuk melakukan transaksi keuangan digunakan tanda tangan sebagai alat validasi. Di dunia kedokteran, iris mata digunakan untuk identifikasi adanya faal pada organ tubuh, pupil mata untuk identifikasi tingkat kelelahan seseorang. Pemilihan topik penelitian ini berdasarkan pengamatan pada beberapa proses yang membutuhkan tanda tangan untuk dijadikan sebagai bukti autentifikasi dari seseorang. Pada proses tersebut, pengecekan tanda tangan dilakukan secara manual, dimana

proses pengecekan ini hanya melihat kemiripan tanda tangan sekarang dengan tanda tangan sebelumnya.

Tjokorda Agung BW, I Gede Rudy Hermanto, Retno Novi D dengan paper yang berjudul "*Pengenalan Huruf Bali Menggunakan Metode Modified Direction Feature (MDF) Dan Learning Vector Quantization (LVQ)*", melakukan penelitian tentang pengenalan huruf Bali. Pada penelitian ini ditemukan bahwa konfigurasi parameter MDF yang menghasilkan akurasi terbaik adalah: ukuran normalisasi 100x50 piksel, jumlah transisi 4, dan tidak dilakukan pembagian gambar menjadi beberapa bagian. Hal ini dapat dilihat dari hasil persentase pengujian yang memiliki tingkat akurasi di atas 70% pada data uji dengan penulis yang berbeda dan di atas 80% dengan penulis yang tulisannya pernah menjadi data pelatihan (*training*) [1].

Pada penelitian berjudul "*Pengenalan Pola Huruf Jepang (Kana) Menggunakan Direction Feature Extraction dan Learning Vector Quantization*" oleh Tjokorda Agung Budi Wirayuda, Maria Ludovika Dewi Kusuma Wardhani, menggabungkan metode *Direction Feature Extraction* dan *Learning Vector Quantization* untuk pengenalan pola tulisan tangan. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi yang cukup baik. Untuk kasus dengan data yang terbatas dimana data pelatihan (*training*) hanya dua data tulisan tangan dihasilkan akurasi mencapai 66%, sedangkan untuk data pelatihan (*training*) 10 data tulisan tangan diperoleh akurasi yang mencapai 75% [2].

Mehdi Radmehr, Seyed Mahmoud Anisheh, Mohsen Nikpour, Abbas Yaseri dengan paper yang berjudul "*Designing an Offline Method for Signature Recognition*", melakukan penelitian tentang pengenalan tanda tangan menggunakan metode *Radon Transform*, *Fractal Dimension (FD)* dan *Support Vector Machine (SVM)*. Pada penelitian ini menghasilkan akurasi yang cukup tinggi.[3]

Pada penelitian berjudul "*Hand Written Signature Recognition & Verification Using Neural Network*" oleh Pradeep Kumar, Shekhar Singh, Ashwani Garg, Nishant Prabhat melakukan penelitian menggunakan metode *Backward Propagation Artificial Neural Network (ANN)* untuk pengenalan tanda tangan. Tingkat akurasi pada penelitian ini 82,66%. [4]

*Modified Direction Feature* (MDF) merupakan salah satu metode ekstraksi *feature* yang sesuai digunakan untuk mengekstrak fitur pada penelitian ini. Ekstraksi fitur pada metode *Modified Direction Feature* (MDF) merupakan teknik hasil pengembangan dari metode *Direction Feature* (DF). Teknik ini menggabungkan antara teknik *Direction Feature* (DF) dan *Transition Feature* (TF). *Modified Direction Feature* (MDF) akan menghasilkan vektor ciri dengan pedoman arah horizontal dan vertikal, kemudian melakukan penggabungan untuk menghasilkan vektor ciri yang spesifik, selanjutnya dilakukan perhitungan klasifikasi dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* untuk mengenali tanda tangan.

II. METODE

A. *Modified Direction Feature* (MDF)

*Modified direction Feature* (MDF) merupakan teknik hasil pengembangan dari metode *Direction Feature* (DF). Teknik ini menggabungkan antara teknik *Direction Feature* (DF) dan *Transition Feature* (TF). *Direction Feature* (DF)

*Direction Feature* (DF) adalah pencarian nilai *feature* berdasarkan *label* arah dari sebuah piksel [5]. Pada metode ini setiap piksel *foreground* pada gambar memiliki arah tersendiri dimana arah yang digunakan terdiri dari 4 arah dan masing-masing arah diberikan nilai atau label yang berbeda [5]. Arah yang digunakan pada pelabelan arah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Label dan Arah pada DF

Arah	Nilai	Bentuk
Vertikal	2	
Diagonal Kanan	3	↘
Horizontal	4	—
Diagonal Kiri	5	↙

Untuk melakukan pelabelan arah pada masing-masing piksel dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Lakukan pengecekan secara raster dari kiri ke kanan

Apabila menemukan sebuah piksel *foreground* maka lakukan pengecekan dengan melihat tetangga dari piksel tersebut.

O adalah piksel yang akan dicek, kemudian pengecekan dilakukan dari x1 – x8. Apabila pada posisi tetangga dari x1 sampai x8 ditemukan piksel *foreground*, maka ubahlah nilai O menjadi nilai arah berdasarkan aturan sebagai berikut:

- Jika pada posisi x1 atau x5 maka nilai arah adalah 5
- Jika pada posisi x2 atau x6 maka nilai arah adalah 2
- Jika pada posisi x3 atau x7 maka nilai arah adalah 3
- Jika pada posisi x4 atau x8 maka nilai arah adalah 4

Matrik ketetanggaan dalam penentuan nilai label dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matrik Ketetanggaan Dalam Penentuan Nilai Label

X1	X2	X3
X8	O	X4
X7	X6	X5

*Transition Feature* (TF)

Ide dari *Transition Feature* (TF) adalah menghitung posisi transisi dan jumlah transisi pada bidang vertikal dan horizontal dari gambar [1]. Transisi adalah posisi dimana terjadinya perubahan piksel dari *background* menjadi *foreground* tetapi tidak sebaliknya. Nilai pada TF didapat dari pembagian antara posisi transisi dengan panjang ataupun lebar dari suatu gambar. Nilai TF ini akan diambil dari 4 arah yaitu kiri ke kanan, kanan ke kiri, atas ke bawah, dan bawah ke atas.

Menentukan Nilai Transisi

Dalam menentukan nilai transisi hal pertama yang dilakukan yaitu melakukan pemindaian pada masing-masing piksel dari masing-masing arah. Nilai transisi (TF) adalah nilai dari pembagian antara posisi dari transisi dengan panjang atau lebar dari gambar[5]. Apabila pemindaian dilakukan dari kiri ke kanan atau dari kanan ke kiri maka nilai transisi diambil dari pembagian posisi transisi dengan lebar gambar. Apabila proses pemindaian dari atas ke bawah atau dari bawah ke atas maka nilai transisi diambil dari pembagian posisi transisi dengan panjang gambar.

Menentukan Nilai Arah

DF ini diambil dari pembagian label arah pada posisi ditemukan transisi dengan nilai pembagi. Pada penelitian ini nilai pembagi yang digunakan adalah 10 seperti yang tercantum dalam referensi [5]. Apabila jumlah transisi yang ditemukan kurang dari jumlah transisi yang digunakan maka DF sisanya diberikan nilai 0.

Setelah semua nilai DF dan TF dari 4 arah dicari akan dilanjutkan dengan melakukan normalisasi vektor ciri yang didapat pada setiap arah pencarian yang semula dengan dimensi jumlah\_transisi x panjang\_image atau jumlah\_transisi x lebar\_image. Normalisasi dilakukan dengan merata-ratakan nilai vektor ciri [6].

B. Pengenalan Dengan *Euclidean Distance*

*Euclidean Distance* merupakan suatu metode yang digunakan untuk menghitung jarak antara dua data, metode ini yang digunakan untuk menghitung jarak antara data uji dengan jarak data latih, dimana jarak terkecil merupakan anggota kelas tersebut, persamaan 1 adalah rumus *Euclidean Distance* dalam proses pengenalan citra uji dengan citra latih [7].

$$d(p,q) = d(q,p) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : p = data uji  
q = data latih

C. Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi menggunakan persamaan (2).

$$GAR = 1 - FRR, \text{ atau } GAR = 1 - FNMR \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

GAR (*Genuine Acceptance Rate*) : tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrika (bukan tingkat kesalahan).

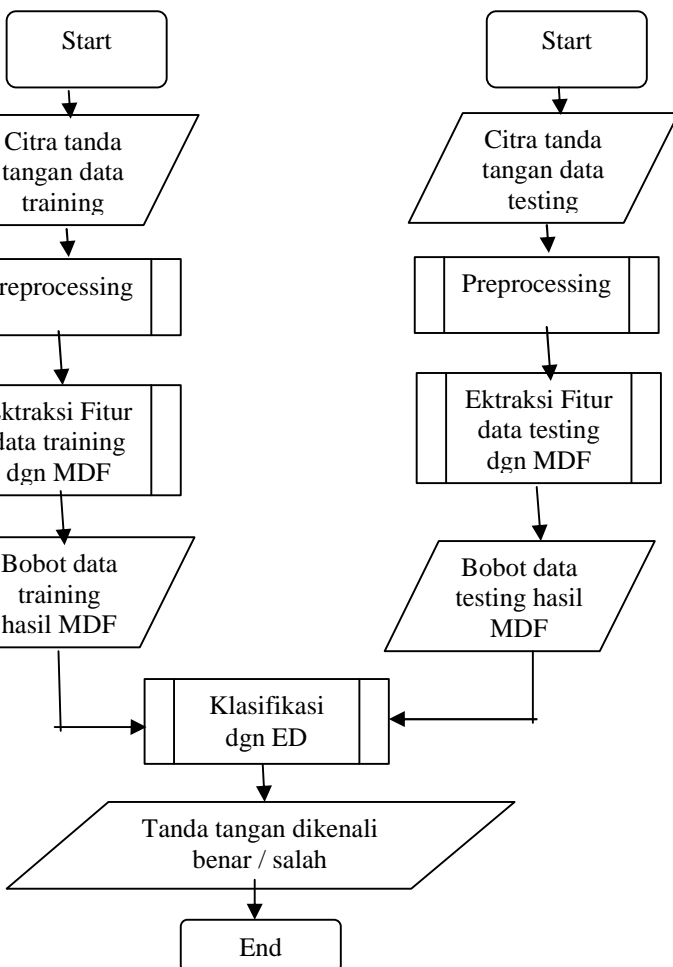
FRR (*False Reject Rate*) : kesalahan dimana sistem menolak orang yang sah.  
FNMR (*False Non Match Rate*) : Probabilitas sampel dari pengguna tidak cocok dgn acuan lain yang diberikan pengguna yang sama.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Deskripsi Sistem

Dalam penelitian ini dibangun sistem pengenalan tanda tangan dengan menggunakan metode *Modified Direction Feature* untuk proses ekstraksi fitur, dan *Euclidean Distance* untuk proses klasifikasi. Proses pertama untuk mendapatkan *feature vector* suatu citra adalah konversi citra *true color* ke citra biner, setelah itu dilakukan proses penipisan (*thinning*) dilanjutkan dengan proses ekstraksi fitur pada citra biner. Dari hasil proses ekstraksi fitur, dilanjutkan dengan proses klasifikasi untuk mendapatkan pengenalan.

Proses-proses diatas dilakukan pada data *training* dan data *testing*. Kemudian dilakukan proses pencocokan antara data *testing* dengan bobot dari data *training*. Secara umum, diagram dari sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

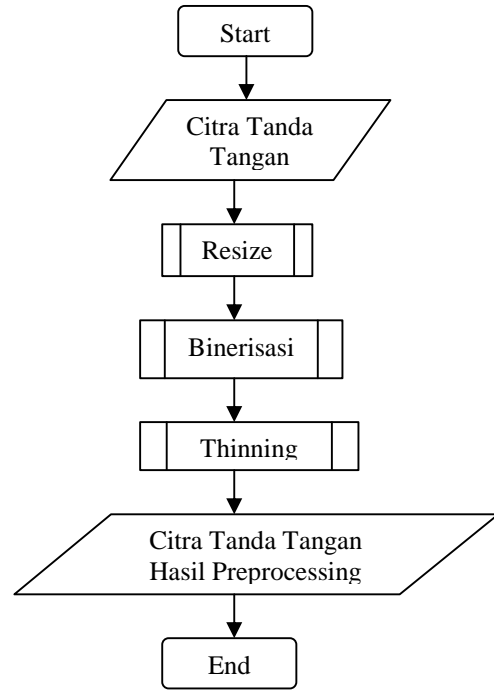


Gambar 1. Desain Sistem Secara Umum

Garis besar sistem dibagi menjadi dua yakni proses perhitungan untuk data *training* dan data *testing*.

B. Preprocessing

Gambar 2. Menjelaskan secara umum proses *preprocessing*.



Gambar 2. Preprocessing

C. Thinning

Algoritma berikut adalah algoritma untuk *thinning* dengan metode *Zhang Suen* [8]:

- 1) Tandai *contour point* p untuk dihapus jika semua kondisi ini dipenuhi:
  - (a)  $2 \leq N(p1) \leq 6$ ;
  - (b)  $S(p1) = 1$ ;
  - (c)  $p2 \cdot p4 \cdot p6 = 0$ ;
  - (d)  $p4 \cdot p6 \cdot p8 = 0$ ;
 dimana *contour point* adalah setiap *pixel* dengan nilai 1 dan memiliki setidaknya satu *8-neighbour* yang memiliki nilai 0,  $N(p1)$  adalah jumlah tetangga dari  $p1$  yang tidak 0; yaitu,  $N(p1) = p2 + p3 + \dots + p8 + p9$  dan  $S(p1)$  adalah jumlah dari transisi 0-1 pada urutan  $p2, p3, \dots, p8, p9$ .
- 2) Dan pada langkah kedua, kondisi (a) dan (b) sama dengan langkah pertama, sedangkan kondisi (c) dan (d) diubah menjadi:
  - (c')  $p2 \cdot p4 \cdot p8 = 0$ ;
  - (d')  $p2 \cdot p6 \cdot p8 = 0$ ;

Langkah pertama dilakukan terhadap semua *border pixel* di citra. Jika salah satu dari keempat kondisi di atas tidak dipenuhi atau dilanggar maka nilai piksel yang bersangkutan tidak diubah. Sebaliknya jika semua kondisi tersebut dipenuhi maka piksel tersebut ditandai untuk penghapusan.

Piksel yang telah ditandai tidak akan dihapus sebelum semua *border points* selesai diproses. Hal ini berguna untuk

mencegah perubahan struktur data. Setelah langkah 1 selesai dilakukan untuk semua *border points* maka dilakukan penghapusan untuk titik yang telah ditandai (diubah menjadi 0). Setelah itu dilakukan langkah 2 pada data hasil dari langkah 1 dengan cara yang sama dengan langkah 1 sehingga, dalam satu kali iterasi urutan algoritmanya terdiri dari:

- 1) Menjalankan langkah 1 untuk menandai *border points* yang akan dihapus,
- 2) Hapus titik-titik yang ditandai dengan menggantinya menjadi angka 0,
- 3) Menjalankan langkah 2 pada sisa *border points* yang pada langkah 1 belum dihapus lalu yang sesuai dengan semua kondisi yang seharusnya dipenuhi pada langkah 2 kemudian ditandai untuk dihapus,
- 4) Hapus titik-titik yang ditandai dengan menggantinya menjadi angka 0.

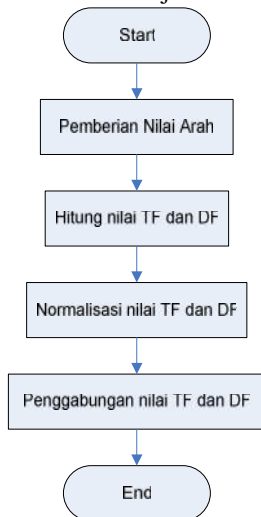
Prosedur ini dilakukan secara iteratif sampai tidak ada lagi titik yang dapat dihapus, pada saat algoritma ini selesai maka akan dihasilkan skeleton dari citra awal.

**D. Proses Ekstraksi Fitur dengan metode Modified Direction Feature**

*Modified direction Feature* (MDF) merupakan teknik hasil pengembangan dari metode *Direction Feature* (DF). Teknik ini menggabungkan antara teknik *Direction Feature* (DF) dan *Transition Feature* (TF) [9]. Gambar 3 menunjukkan proses ekstraksi fitur dengan metode *Modified Direction Feature*.

Berikut perincian proses metode MDF :

- a. Input citra hasil preprocessing
- b. Ganti nilai piksel *foreground* (objek) dengan nilai arah
- c. Hitung nilai TF dan DF
- d. Normalisasi nilai TF dan DF sesuai masing-masing arah
- e. Gabungkan nilai TF dan DF menjadi satu vektor

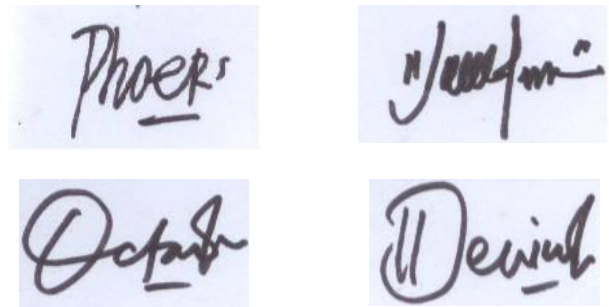


Gambar 3. Flowchart MDF

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Data Uji Coba**

Data uji coba merupakan citra tanda tangan dari 25 responden. Masing-masing responden terdiri dari 5 tanda tangan, sehingga jumlah data uji coba sebanyak 125 citra tanda tangan. Data uji coba yang digunakan tidak memakai tanda tangan pemalsu. Contoh citra yang digunakan pada data uji coba dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Contoh Data Uji Coba Yang Diambil Dari Responden

**B. Skenario Uji Coba**

Skenario uji coba merupakan perlakuan yang dilakukan untuk melakukan uji coba data *testing* terhadap data *training*. Skenario uji coba yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Skenario Uji Coba

Skenario Uji Coba	Total Data Pelatihan	Total data Uji coba
1	50 Citra Tanda Tangan	75 Citra Tanda Tangan
2	75 Citra Tanda Tangan	50 Citra Tanda Tangan
3	100 Citra Tanda Tangan	25 Citra Tanda Tangan

**Skenario 1**

- a. Data pelatihan adalah citra tanda tangan sebanyak 50 citra. Masing-masing kelas terdiri dari 2 citra tanda tangan.
- b. Data uji coba adalah sebanyak 75 citra tanda tangan. Masing-masing kelas terdiri dari 3 citra tanda tangan.

**Skenario 2**

- a. Data pelatihan adalah citra tanda tangan sebanyak 75 citra. Masing-masing kelas terdiri dari 3 citra tanda tangan.
- b. Data uji coba adalah sebanyak 50 citra tanda tangan. Masing-masing kelas terdiri dari 2 citra tanda tangan.

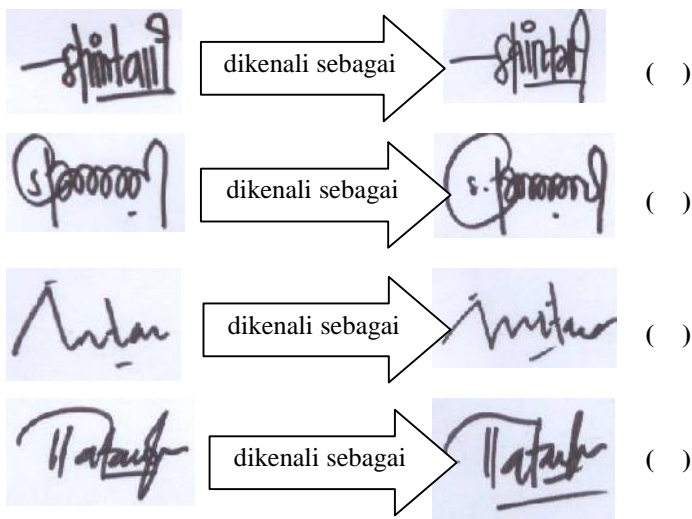
**Skenario 3**

- a. Data pelatihan adalah citra tanda tangan sebanyak 100 citra. Masing-masing kelas terdiri 4 citra tanda tangan
- b. Data uji coba adalah sebanyak 25 citra tanda tangan. Masing-masing kelas terdiri dari 1 citra tanda tangan.

**C. Contoh Hasil Uji Coba**

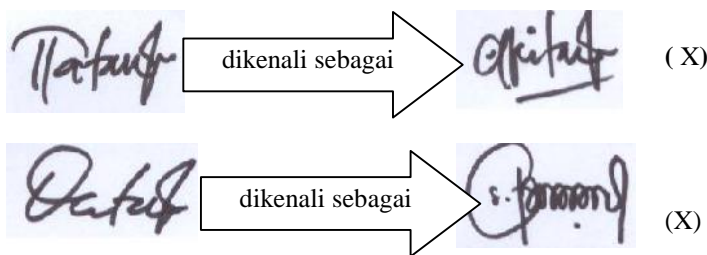
Gambar 5 adalah contoh hasil uji coba pada yang dikenali benar ( ), dengan jumlah data pelatihan sebanyak 50

citra tanda tangan, dan data uji coba sebanyak 75 citra tanda tangan.



Gambar 5. Contoh Hasil Uji Coba yang Dikenali Benar

Gambar 6 adalah contoh hasil uji coba pada yang dikenali salah (X), dengan jumlah data pelatihan sebanyak 50 citra tanda tangan, dan data uji coba sebanyak 75 citra tanda tangan.



Gambar 6. Contoh Hasil Uji Coba yang Dikenali Salah

D. Analisis Hasil Uji Coba

Setelah dilakukan uji coba terhadap pengenalan dengan beberapa kondisi, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Akurasi Uji Coba

Skenario Uji Coba	Total Data Pelatihan	Total data Uji coba	Tingkat Akurasi
1	50 Citra Tanda Tangan	75 Citra Tanda Tangan	51%
2	75 Citra Tanda Tangan	50 Citra Tanda Tangan	58%
3	100 Citra Tanda Tangan	25 Citra Tanda Tangan	72%
Rata-rata			60,3%

**Keterangan :**  
**Skenario 1**

Uji coba pada skenario 1 merupakan uji coba dengan menggunakan total data pelatihan sebanyak 50 citra tanda tangan dan data uji coba sebanyak 75 citra tanda tangan. Pada skenario ini memiliki tingkat akurasi sebesar 51%.

**Skenario 2**

Uji coba pada skenario 2 merupakan uji coba dengan menggunakan total data pelatihan sebanyak 75 citra tanda tangan dan data uji coba sebanyak 50 citra tanda tangan. Pada skenario ini memiliki tingkat akurasi sebesar 58%.

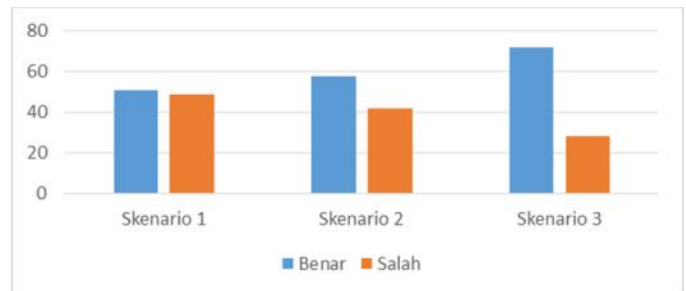
**Skenario 3**

Uji coba pada skenario 3 merupakan uji coba dengan menggunakan total data pelatihan sebanyak 100 citra tanda tangan dan data uji coba sebanyak 25 citra tanda tangan. Pada skenario ini memiliki tingkat akurasi sebesar 72%.

Berdasarkan grafik tingkat akurasi hasil uji coba pada Gambar 7, tingkat akurasi tertinggi ada pada skenario 3 yang mempunyai data pelatihan terbanyak. Sedangkan tingkat akurasi paling rendah ada pada skenario 1 yang memiliki data pelatihan paling sedikit. Semakin banyak data pelatihan yang digunakan, semakin tinggi tingkat akurasi yang diperoleh.

Tingkat akurasi yang tinggi, dapat diperoleh dengan memperbanyak data pelatihan serta menyamakan jenis data pelatihan. Jika jenis data pelatihan yang digunakan makin beragam, maka tingkat akurasi akan menurun. Data pelatihan dan uji coba harus mempunyai kesamaan, maksudnya dalam satu kelas atau satu orang pola tanda tangannya harus sama.

Selain itu penurunan nilai akurasi juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, pola dan bentuk tanda tangan yang hampir serupa, serta gaya atau cara penulisan yang berbeda dari tiap responden.



Gambar 7. Grafik Tingkat Akurasi Hasil Uji Coba Sistem

V. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan perancangan dan pembuatan sistem pada aplikasi *Pengenalan Tanda Tangan dengan Metode Modified Direction Feature dan Euclidean Distance* serta melakukan uji coba dan evaluasi, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada sistem pengenalan tanda tangan ini, dapat digunakan untuk mengenali citra tanda tangan dengan nilai akurasi tertinggi sebesar 72 % menggunakan pengukuran nilai kemiripan *Euclidean Distance*.
2. Jumlah data pelatihan sangat berpengaruh dalam proses pengenalan citra. Semakin banyak jumlah data pelatihan, semakin tinggi tingkat akurasi pengenalan citra uji coba.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIKTI dalam Penelitian Hibah Bersaing BOPTN Universitas Trunojoyo Madura Tahun 2013.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, T., Hermanto, I., G., R., Novi, R. 2009. "Pengenalan Huruf Bali Menggunakan Metode *Modified Direction Feature* (MDF) Dan *Learning Vector Quantization* (LVQ)". Konferensi Nasional Sistem dan Informatika. Fakultas Teknik Informatika Institut Teknologi Telkom.
- [2] Wirayuda, Tjokorda Agung Budi, dkk. 2008. Pengenalan Huruf Jepang (Kana) Menggunakan *Direction Feature Extraction* dan *Learning Vector Machine*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.
- [3] Radmehr M, Anisheh S. M, Nikpour M, Yaseri A, 2011. *Designing an Offline Method for Signature Recogniton*. Word Applied Sciences Journal 13 (30 : 438-443. ISSN 1818-4952.
- [4] Kumar P, Singh S, Garg A, Prabhat N. *Hand Written Signature Recognition & Verification Using Neural Network*. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. Vol 3. Issue 3. March 2013. ISSN 2277-128X.
- [5] Bagus, B. 2007. Image database Menggunakan Sistem *Content Base Image Retrieval* Dengan Ekstraksi Fitur Terstruktur. (TA) - Teknologi Informasi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [6] Munir, R. 2004. Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritma. Bandung: Penerbit Informatika.
- [7] Blumenstein, M., Liu, X., Y. 2003. *A Modified Direction Feature for Cursive Character Recognition*. Australia : School of Information Technology.
- [8] Trier, I. D., Jain, K., A., Taxt, T. 1995. "*Feature Extraction Methods for Character Recognition – A Survey*". Pattern Recognition Vol. 29. Michigan State University.
- [9] Liu, X., Y., Blumeinstein, M. 2003. *Experimental Analysis of the Modified Direction Feature for Cursive Character Recognition*. Australia : Griffith University.