

## PENGUJIAN KLASIFIKASI POLA TELAPAK TANGAN DENGAN MENGUNAKAN RANGKAIAN MATRIKS SENSOR CAHAYA

Esa Prakasa<sup>1</sup>, Herlan<sup>2</sup>, Ade Ramdan<sup>3</sup>

Bidang Komputer<sup>1,2</sup>, Bidang Sarana<sup>3</sup>

Pusat Penelitian Informatika LIPI

Jln. Sangkuriang Gd. 20, Cisitu, Bandung, Indonesia, 40135

e-mail: {esa\_prakasa, herlan, ade}@informatika.lipi.go.id

### ABSTRAKSI

Proses pengenalan atas seseorang dapat dilakukan dengan cara mengamati serta mengukur berbagai ciri fisik serta perilaku yang selalu melekat di dalam dirinya. Dengan dukungan kemajuan teknologi, metode yang dikenal dengan nama biometrik ini telah berhasil meningkatkan kualitas baca serta akurasi pengenalan atas seorang individu. Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa telapak tangan bisa dipakai sebagai sumber data pada sistem biometrik. Paper ini menjelaskan bagaimana proses identifikasi telapak tangan seseorang, dengan menggunakan rangkaian sistem, yang terdiri atas matriks sensor cahaya LDR (Light Dependant Resistor), modul akuisisi data berbasis mikrokontroler, serta aplikasi pengenalan pola pada PC. Variasi intensitas cahaya pada sensor LDR mampu direkam dan dikirim ke PC dalam bentuk digital. Hasil rekam tiap individu disimpan sebagai database pola telapak tangan. Algoritma klasifikasi yang diterapkan adalah algoritma fungsi jarak (*distance function*). Variasi intensitas mampu merepresentasikan ciri telapak tangan seseorang. Hal ini terbukti berdasarkan 2 kali pengujian, tingkat keakuratan sistem mencapai 80% dan 100%. Namun demikian, masih perlu pengembangan lanjutan untuk mengatasi masalah kualitas sensor, pencahayaan eksternal, serta pembuatan landasan sensor yang lebih menjamin akurasi pengambilan data.

**Kata kunci:** biometrik, pola telapak tangan, sensor cahaya, *distance function*

### 1. PENGANTAR

Teknologi biometrik saat ini sudah lazim diterapkan pada berbagai bidang aplikasi. Dengan memanfaatkan kemampuan dalam melakukan pengenalan secara otomatis berdasarkan ciri fisik maupun tingkah laku yang ada pada seseorang, maka teknologi biometrik menawarkan keunggulan dalam akurasi dan kenyamanan penggunaan sistem.

Berbagai ciri yang melekat pada manusia dan relatif mudah dilihat secara langsung seperti pola sidik jari, bentuk wajah, pola telapak tangan (*palm print*), bentuk telapak tangan hingga yang perlu peralatan khusus seperti iris mata, pola pembuluh darah, dan distribusi suhu tubuh, telah dimanfaatkan sebagai data primer yang mampu merepresentasikan identitas seseorang.

Tulisan ini akan memaparkan hasil kegiatan penelitian mengenai salah satu bentuk proses identifikasi seseorang dengan menggunakan bentuk geometrik telapak tangan. Pakar biometrik, Arun Ross dan Anil Jain pernah menyatakan bahwa bentuk geometrik tangan bisa digunakan sebagai pelengkap sistem autentikasi atas identitas seseorang, sehingga diperoleh sistem verifikasi yang lebih handal. Tidak sebagaimana sidik jari, bentuk telapak tangan manusia tidak *unique*, namun bisa digunakan untuk proses verifikasi. Keunggulan yang bisa diraih data bentuk telapak tangan mudah diperoleh sehingga nyaman bagi pengguna. Selain itu identifikasi telapak tangan cocok untuk penggunaan dengan frekuensi transaksi identifikasi yang cukup tinggi [1].

Kegiatan penelitian ini menetapkan beberapa hipotesis yang menjadi panduan dalam mengarahkan kegiatan penelitian. Hipotesis tersebut antara lain: (1) Ditemukan fakta bahwa perubahan intensitas mampu direkam oleh modul berbasis mikrokontroler

untuk selanjutnya dikirimkan ke PC dalam bentuk besaran-besaran digital. (2) Pola bentuk geometrik telapak tangan bisa digunakan sebagai ciri seseorang pada sistem biometrik. (3) Adanya pengaruh kondisi eksternal pengambilan data (bentuk landasan sensor, intensitas dan warna cahaya) yang cukup penting terhadap kemampuan baca sensor LDR (Light Dependant Resistor).

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai acuan perbandingan berikut ini beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan terkait dengan sistem verifikasi geometri telapak tangan. Yaroslav Bulatov, dkk mengumpulkan data geometri telapak tangan dengan menggunakan *scanner* dokumen biasa. *User* meletakkan tangannya senyaman mungkin dengan batasan tanpa saling merapatkan jari. Setiap vektor telapak tangan terdiri atas 30 elemen, berasal dari: panjang dan lebar jari-jari tangan serta luas dan keliling beberapa bagian telapak tangan. Hasil akhir menunjukkan bahwa dengan proses verifikasi dan identifikasi bisa menggunakan geometri bentuk telapak tangan [2].

Arun Ross, Anil Jain dan Sharat Pankanti memanfaatkan kamera serta susunan cermin agar bisa merekam bentuk telapak tangan bagian atas serta tampilan dari arah samping. Ukuran yang dipakai sebagai acuan yaitu lebar serta panjang jari-jari pada beberapa lokasi. Hasil ukur disimpan sebagai vektor pola yang merepresentasikan seseorang [3].

Erdem Yörük, Ender Konukoğlu, Bülent Sankur, dan Jérôme Darbon melakukan riset pengenalan individu berbasis bentuk telapak tangan Sistem menggunakan citra tangan kanan seseorang, yang diperoleh dengan menggunakan *flatbed scanner* pada kondisi tangan bebas dan resolusi 45

dpi. Dua metode yang digunakan untuk klasifikasi adalah jarak Hausdorff pada kontur telapak tangan dan *independent component analysis* pada siluet citra telapak tangan. Kedua metode klasifikasi menunjukkan hasil yang sangat memuaskan [4].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Boreki dan Zimmer, mereka membuat sistem akses kendali yang utuh berbasis pada kode biometrik yang dibentuk oleh variasi ciri-ciri geometrik citra telapak tangan. Ekstraksi pola diperoleh dari analisis profil tepian objek telapak tangan. Sistem ini tidak terpengaruh oleh rotasi dan translasi telapak tangan. Kompleksitas data diperoleh ketika para *user* memutar sedikit telapak tangan serta membuka tutup jari-jemarinya [5].

Gholamreza Amayeh dkk, menggunakan momen Zernike ordo tinggi untuk merepresentasikan geometri telapak tangan untuk menghindari kesulitan dalam ekstraksi ciri utama pada telapak tangan seperti saat menemukan buku-buku jari. Sistem menggunakan citra siluet telapak tangan tanpa dibatasi oleh pasak-pasak pembatas. Momen Zernike sangat ampuh karena tidak dipengaruhi oleh translasi, rotasi, dan perubahan skala pada objek yang diamati [6].

Penelitian memafaatkan matriks sensor cahaya pada aplikasi biometrik pernah dilakukan oleh Robert K. Rowe, Stephen P. Corcoran, dan Kristin Nixon. Mereka memanfaatkan spektroskopi permukaan kulit manusia. Sensor yang dipakai adalah rangkaian 32 LED (Light Emitting Diode) serta 5 *silicon photodetector*. Sensor akan mengukur sifat-sifat optik kulit pada jari, tangan, dan bagian tubuh yang lain. Data hasil ukur diakuisisi dengan ADC (Analog Digital Converter) dan mikrokontroler 8-bit untuk kemudian dikirimkan ke PC melalui *port* serial RS 232 [7].

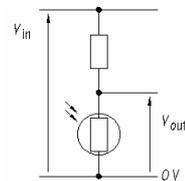
Kontur telapak tangan antar individu juga mempunyai peluang menjadi indikator pembeda antar individu. Esa Prakasa menemukan fakta bahwa titik berat kontur telapak tangan mempunyai kehandalan yang lebih baik jika dipilih sebagai pola acuan yang membedakan antar satu individu dengan individu lainnya [8].

Prinsip kerja sebagian besar sistem biometrik menggunakan *scanning optik*. Perangkat *scanning* yang paling sering digunakan adalah sensor CCD (Charge Coupled Device). Sensor ini terdiri atas matriks dioda peka cahaya. Setiap sensor merekam seberapa besar cahaya yang mengenainya untuk kemudian dikirim sebagai satu kumpulan data [9]. Prinsip kerja matriks LDR mirip dengan CCD, namun CCD mempunyai keunggulan dalam hal tingkat resolusi rekam data per satuan luas.

### 3. LANDASAN TEORI

Beberapa hal yang menjadi landasan teori dalam penelitian ini adalah pemanfaatan sensor yang peka cahaya, akuisisi data, serta implementasi algoritma pengenalan pola. Komponen LDR disusun sedemikian rupa menjadi sebuah matriks sensor cahaya. Dengan menggunakan matriks sensor ini, diharapkan dapat diperoleh pemetaan intensitas cahaya yang berubah akibat halangan dari bidang telapak tangan. LDR merupakan komponen resistor

yang nilai resistansinya tergantung oleh cahaya yang mengenainya. Jika intensitas tinggi maka resistansi rendah demikian pula sebaliknya jika intensitas rendah maka resistansi tinggi. Untuk rangkaian LDR sebagai pembagi tegangan dapat dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebuah LDR sebagai sensor cahaya.

Persamaan yang berlaku adalah:

$$V_{out} = \frac{R_{LDR}}{R_{LDR} + R} \times V_{in}$$

$V_{in}$  adalah tegangan masukan,  $V_{out}$  sebagai tegangan keluaran yang dipengaruhi resistansi LDR,  $R$  nilai resistansi tetap resistor, dan  $R_{LDR}$  nilai resistansi LDR yang dipengaruhi cahaya.

Pemilihan LDR sebagai komponen sensor di tengah pelaksanaan penelitian disadari tidak cukup terstandarisasi secara baik. Sensor LDR mempunyai keunggulan dari sisi harga dan ketersediaan komponennya. Dengan menggunakan LDR diharapkan diperoleh variasi tegangan keluaran pada titik koordinat tertentu. Untuk selanjutnya besaran tegangan merepresentasikan besar intensitas.

Data analog dapat diubah menjadi data digital setelah melalui modul ADC. Khusus bagian akuisisi data pada penelitian ini lebih lengkap dijelaskan pada paper yang lain, referensi [10]. Pemetaan intensitas yang diperoleh dalam bentuk tegangan menjadi vektor pola telapak tangan. Nilai vektor ini diidentifikasi dengan acuan pola telapak tangan yang sudah tersimpan pada basis data. Algoritma klasifikasi pola yang dipakai adalah fungsi jarak (*distance function*) pada *single prototype*. Misal terdapat  $M$  kelompok pola, dan setiap kelompok diwakili oleh pola *prototype*  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ . Jarak Euclidean antara sembarang vektor pola  $\bar{x}_i$  dengan *prototype* ke- $i$  dituliskan pada

$$D_i = \|\bar{x}_i - \bar{z}_i\| = \sqrt{(\bar{x}_i - \bar{z}_i) (\bar{x}_i - \bar{z}_i)}$$

Pengklasifikasi jarak minimum akan menghitung jarak vektor pola  $\bar{x}$  (yang belum diketahui kelompoknya) dengan semua vektor pola *prototype* yang tersedia. Jika semua jarak sudah dihitung maka vektor pola  $\bar{x}$  akan termasuk ke dalam suatu kelompok yang menghasilkan jarak Euclidean minimum. Dalam bentuk persamaan matematika bisa dituliskan sebagai:  $\bar{x}$  akan termasuk ke dalam kelompok  $\omega_i$ , jika  $D_i < D_j$  untuk semua  $j \neq i$ .

### 4. METODE PENELITIAN

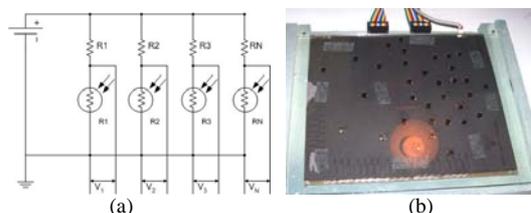
#### 4.1 Integrasi Sistem

Bahan dan peralatan yang digunakan terdiri atas bahan elektronika yang dirangkai menjadi

sebuah modul akuisisi data dan bahan non elektronika pendukung yang diperlukan dalam pembuatan landasan sensor telapak tangan. Bahan elektronika yang digunakan antara lain: IC AT89C51, MAX232, 74LS244, ADC0808, LM311, dan komponen elektronika lainnya seperti: Capacitor, Elco, IC Regulator, Resistor ¼ Watt, LDR, RVar Multitune, Transistor, Xtal Pasif, LED, Dioda Bridge, Trafo, Micro Switch, Terminal Power, Jumper, DB9, IDC, dan Header.

Peralatan yang dibutuhkan, terdiri atas peralatan kerja elektronika, mekanik dan perangkat-lunak. Peralatan perangkat-lunak untuk membuat aplikasi yang ditanam pada komponen elektronika serta aplikasi yang bertugas mengumpulkan serta mengolah data di dalam komputer PC dengan menggunakan aplikasi Matlab 7 dilengkapi fungsi pembaca *port serial* dan fasilitas pembangun GUI.

Landasan sensor yang akan membaca pola telapak tangan secara analog untuk kemudian diberikan kepada modul ADC. Sebanyak 32 LDR akan disebarkan pada beberapa titik sampel LDR. Setiap LDR terhubung secara paralel (untuk LDR sejumlah-N) seperti tampak pada Gambar 2. Matriks LDR ditempatkan pada bagian bawah landasan kaca dengan permukaan kaca rata. Setiap sensor dibungkus bahan plastik berbentuk tabung warna hitam, dengan tujuan cahaya lingkungan tidak mempengaruhi cahaya yang mengenai sensor.



**Gambar 2.** (a) Skema rangkaian paralel matriks LDR. (b) Landasan matriks LDR berbahan kaca.

#### 4.2 Integrasi Sistem

Integrasi sistem dilakukan dengan menghubungkan antara perangkat sensor berupa matriks LDR dengan komputer PC yang telah dilengkapi perangkat lunak, melalui antar-muka modul akuisisi data [10]. Pengujian yang dilakukan adalah menilai apakah data-data yang berasal dari sensor bisa atau tidak, terbaca dan terkirim hingga tersimpan sebagai variabel larik. Nilai-nilai resistansi potensiometer pembagi tegangan diatur sedemikian rupa sehingga mengeluarkan tegangan output pada mendekati seragam. Intensitas cahaya lampu sorot dipilih maksimum. Pengaturan nilai resistansi perlu dilakukan karena kondisi resistansi LDR yang tidak seragam. Nilai skala yang dipilih untuk kondisi cahaya terang maksimum adalah 240 sampai dengan 255 (kode data 8-bit).

Hal yang perlu dipertimbangkan juga bahwa pengaruh perubahan intensitas cahaya terhadap tegangan ternyata tidak linear. Sifat ini tergantung pada karakteristik masing-masing LDR, terutama nilai resistansinya pada kondisi pencahayaan yang sama. Sesuai dengan persamaan:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{(1 + R/R_L)}$$

Jika cahaya lingkungan terang sekali maka nilai  $R_L$  akan besar, dengan demikian nilai  $V_{in}$  akan mendekati nilai  $V_{out}$ . Sebaliknya jika lingkungan gelap maka keluaran tegangan  $V_{out}$  akan jauh lebih kecil dibandingkan  $V_{in}$ .

Perangkat-lunak yang digunakan untuk menerima data dari modul akuisisi data adalah Matlab yang telah dilengkapi dengan beberapa fungsi untuk membaca data dari *port serial*. Kode program (m-file) dengan nama *readport.m* untuk membaca *port serial* terdiri atas baris-baris perintah berikut ini.

```
global N;
clc;
s1 = serial('COM1');
fopen(s1);
s1.BaudRate = 1200;
fwrite(s1,'R');
s1.TimeOut = 5;
data = fscanf(s1);
cuplik = double(data);
N = length(cuplik);
fclose(s1);
```

Perintah global digunakan untuk mendeklarasikan variable  $N$  agar bisa dibaca oleh fungsi diluar fungsi *readport.m*. Variabel  $s1$  akan mengenggam tipe data *port*. Jenis komunikasi yang akan dipakai adalah komunikasi port serial pada COM1. Pemilihan port serial dan COM1 sebelumnya sudah diujikan dengan menggunakan aplikasi Hyper Terminal. Dengan aplikasi tersebut dapat dilihat apakah data-data yang dikirim melalui port serial merupakan data-data yang diinginkan.

Fungsi *fopen(s1)* akan membuka *port serial*, sebaliknya fungsi *fclose(s1)* untuk menutup *port*. Nilai kecepatan baca (1.200 baud atau 1.200 byte per detik) disesuaikan dengan kecepatan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Perintah agar modul ADC memerintahkan sensor LDR membaca data dan kemudian mengirimkannya ke *port serial* dipicu dengan mengirimkan karakter 'R'. Dengan demikian proses baca tidak berjalan secara otomatis, tapi dipicu oleh pengiriman karakter tersebut. Ditetapkan lama waktu untuk membaca data yaitu, 5 mili detik. Rentang waktu ini cukup untuk mengirimkan seluruh data (32 data dari 32 sensor yang dibaca secara berulang sebanyak 5 kali). Total data yang dikirim setiap kali eksekusi baca adalah  $32 \times 5 = 160$  data.

Data sebanyak 160 elemen tersebut dibaca dan disimpan sementara pada variabel *data*. Karena masih berupa data karakter maka tipe data diubah terlebih dahulu ke dalam tipe bilangan (skala) dengan nilai skala antara 0 sampai dengan 255. Hasil dalam bentuk larik kemudian disimpan pada variabel *cuplik*. Variabel  $N$  untuk memastikan apakah sudah semua data ( $N = 160$ ) yang dikirimkan oleh modul ADC terbaca oleh komputer. Setelah proses baca selesai maka data pola telapak tangan selanjutnya bisa diolah atau pun disimpan dalam PC. Proses baca melalui modul ADC sudah tidak diperlukan lagi maka variabel *port serial*  $s1$  ditutup.

Kemudian dilakukan uji coba dengan pemancaran cahaya secara langsung pada papan matriks sensor LDR. Papan sengaja tidak ditutupi oleh benda apa pun sehingga cahaya dari lampu sorot langsung mengenai secara merata pada papan sensor. Untuk berbagai kondisi cahaya yang dipaparkan pada papan matriks sensor LDR bisa diperoleh distribusi nilai tegangan sebagaimana Tabel 1 berikut ini. Terlihat bahwa nilai tegangan rata-rata mengalami kenaikan ketika intensitas cahaya ditingkatkan.

**Tabel 1.** Tegangan output pada variasi cahaya.

LDR	Gelap	Sedang	Terang	LDR	Gelap	Sedang	Terang
1	194.80	246.00	249.20	17	33.80	106.80	185.00
2	116.20	240.80	247.00	18	146.20	239.80	245.40
3	78.20	225.60	237.40	19	93.80	208.40	216.80
4	124.00	235.60	243.20	20	122.00	234.00	241.40
5	95.00	231.60	241.40	21	163.40	232.80	238.40
6	136.40	227.40	234.40	22	217.40	253.60	255.00
7	117.80	226.40	234.60	23	122.00	239.20	246.20
8	63.40	216.40	232.40	24	78.80	228.00	235.00
9	54.00	175.60	195.80	25	166.20	239.40	244.00
10	120.80	241.60	246.80	26	221.60	252.00	253.00
11	118.40	228.00	237.40	27	169.00	248.00	251.20
12	162.60	230.60	236.00	28	119.40	236.60	244.00
13	164.60	247.60	251.40	29	67.40	201.60	215.80
14	110.40	230.20	238.00	30	109.40	226.20	235.40
15	206.40	251.40	253.00	31	208.40	251.60	253.40
16	216.60	253.00	254.00	32	126.60	245.00	250.00
Rata-rata untuk Setiap Kondisi Pencahayaan					<b>132.66</b>	<b>229.71</b>	<b>238.81</b>

## 5. HASIL PENELITIAN DAN PENGUJIAN

### 5.1 Pengujian LDR

Sebelum pembuatan matriks sensor cahaya berbahan LDR, dilakukan pengujian atas sifat-sifat LDR. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam menilai perbedaan intensitas cahaya yang diterima. Besar intensitas cahaya dan nilai resistansi LDR menjadi variabel bebas yang diterapkan pada sistem rangkaian pembagi tegangan. Nilai resistansi yang diuji antara lain 50, 100, 1.000, 2.000, 22.000 dan 44.000 ohm. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perubahan intensitas cahaya, lebih besar pada LDR dengan nilai resistansi yang lebih tinggi. Untuk nilai resistansi rendah perubahan tegangan sebagai akibat variasi intensitas cahaya sangat tipis, sehingga kurang cocok dipakai sebagai sensor cahaya.

### 5.2 Pengenalan Pola

Untuk pengujian sistem maka data pola yang telah diperoleh untuk setiap individu disimpan di dalam basis data komputer PC. Kemampuan pengenalan pola diuji dengan cara membandingkan antara data input dan data yang tersimpan di basis data. Setiap orang diwakili oleh matriks pola [32×1], demikian pula matriks pola yang tersimpan di dalam basis data.

Sesuai dengan persamaan jarak Euclidean,  $D_i = \|\bar{x}_i - \bar{z}_i\| = \sqrt{(\bar{x}_i - \bar{z}_i)'(\bar{x}_i - \bar{z}_i)}$  maka untuk setiap pola yang masuk (dibaca oleh sensor) harus diuji tingkat kemiripannya dengan data pola yang telah tersimpan pada basis data. Pola dianggap mirip dengan suatu pola yang lain jika nilai hitung jarak ini mencapai nilai minimum.

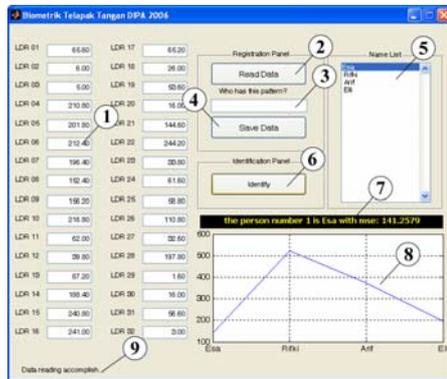
Namun boleh jadi suatu pola dianggap tidak termasuk dengan pola yang tersimpan di basis data jika jarak Euclidean melebihi nilai ambang maksimum tingkat kemiripan pola. Pada penelitian ini hanya diuji pada orang-orang yang telah didaftarkan sebelumnya pada basis data sehingga tidak perlu menetapkan nilai ambang.

### 5.3 Antar-muka Aplikasi

Aplikasi pada komputer PC yang menerima data dan mengolahnya dengan algoritma klasifikasi pola dikembangkan dengan GUI pada Matlab, sebagaimana yang terlihat pada Gambar 3. Komponen yang digunakan antara lain *push button*, *edit text*, *static text*, *listbox*, dan *axes*. Alur penggunaan antar-muka tersebut dapat dijelaskan pada rangkaian kerja berikut ini.

1. Aktifkan modul akuisisi data, dan kemudian letakkan telapak tangan kanan pada sensor yang diterangi oleh lampu berintensitas maksimum.
2. Klik *push button Read Data* (2), maka aplikasi akan mengirim perintah kepada mikrokontroler untuk membaca data pola telapak tangan. Data kemudian dikirim kembali ke aplikasi.
3. Data digital hasil baca setiap sensor (32 sensor) ditampilkan pada komponen *edit text* (1). Nilai real diperoleh dari hasil rata-rata 5 kali baca.
4. Kalimat pemberitahuan akan tampak pada *static text* di pojok kiri bawah (9), jika proses baca semua sensor telah selesai.
5. Data-data sensor yang telah diperoleh bisa digunakan sebagai tambahan data individu pada basis data atau pun sebagai data yang akan diidentifikasi. Misal data tersebut akan disimpan sebagai bagian basis data maka isi nama individu pada komponen *edit text* (3). Selanjutnya dengan klik *push button Save Data* (4) maka akan tersimpan di file *workspace person.mat*.
6. Tambahan individu yang tersimpan pada file *workspace* bisa dilihat pada komponen *list box Name List* (5).
7. Untuk melakukan pengujian sistem, maka dilakukan proses pembacaan data yang baru. Telapak tangan yang dibaca boleh dari individu yang sama (yang datanya baru saja disimpan) atau individu yang lain. Klik *Read Data* (2), tunggu sejenak hingga muncul kalimat pemberitahuan di pojok kiri bawah (9).
8. Data baru yang telah selesai dibaca kemudian diidentifikasi melalui klik pada *push button Identify* (6). Nilai jarak antara data yang diberikan dan data pada basis data dihitung. Nilai jarak terdekat menjadi tanda bahwa data yang diberikan mempunyai kemiripan dengan data pada basis data. Pada Gambar 3, nilai jarak terdekat adalah 141,2579 (ditampilkan pada *static text* (7) termasuk nama individu) dan nilai ini diperoleh ketika dilakukan penghitungan terhadap data pola telapak tangan yang dipunyai Esa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa telapak tangan yang diberikan adalah telapak tangan Esa.

9. Grafik komponen *axes* (8) menampilkan perbandingan nilai jarak terhadap pola yang lain. Tampak bahwa jarak pada individu Esa mempunyai nilai jarak yang terdekat. Urutan kedua yang terdekat dengan adalah pola telapak tangan milik Elli.



Gambar 3. Antar-muka GUI Matlab untuk pendaftaran dan pengenalan pola telapak tangan.

#### 5.4 Data Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel telapak tangan kanan untuk 9 orang. Cara pengambilan sampel seperti pada Gambar 4. Cahaya diatur maksimal, landasan sensor sengaja tidak diberi pembatas jari berupa pasak-pasak agar para relawan bisa meletakkan telapak tangan pada keadaan yang santai.



Gambar 4. Tata cara peletakan telapak tangan yang akan diidentifikasi.

Sebagian data pola telapak tangan dari 9 orang relawan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh data pola telapak tangan yang tersimpan dalam basis data (8 dari 32 sensor).

Nama	1	2	3	4	5	6	7	8
Agus	232.0	14.0	195.8	211.2	203.4	208.6	196.6	41.6
Arif	229.0	25.4	11.4	212.2	204.6	213.0	197.8	156.2
Diana	82.6	5.4	8.2	204.0	186.8	194.0	188.4	128.2
Elli	53.6	5.0	4.0	199.6	203.6	213.0	197.4	155.6
Esa	165.6	23.8	4.8	210.8	204.6	212.6	198.0	155.2
Herlan	228.8	125.2	62.8	204.8	186.0	186.8	189.4	113.6
Hilman	207.2	22.4	5.6	206.0	192.4	203.8	189.0	80.4
Husnul	229.8	199.0	14.8	206.0	192.2	202.0	190.0	113.6
Rifki	180.2	23.0	33.4	212.4	203.2	212.8	197.4	156.8

Data-data masing individu kemudian diuji dengan cara yang sama ketika dilakukan pembacaan pola telapak tangan seseorang. Data yang diperoleh

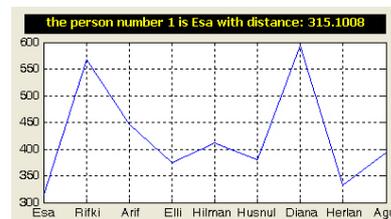
kemudian ditetapkan sebagai pola masukan agar bisa dicocokkan satu per satu atas data yang tersedia pada basis data *workspace*. Tingkat kecocokan ditentukan dari nilai jarak minimal yang bisa dicapai.

Tabel 3. Hasil pengujian terhadap Esa dan Herlan (B:benar; S:salah).

Esa			Herlan		
No	Hasil	Jarak	No	Hasil	Jarak
1	B	315,1008	1	B	229,4062
2	B	199,1295	2	B	103,0408
3	B	214,4175	3	B	129,5821
4	B	208,8874	4	B	94,1444
5	B	229,5372	5	B	228,9965
6	B	241,9644	6	B	152,4649
7	S	202,9512	7	B	70,8105
8	B	329,0285	8	B	145,7717
9	B	160,7384	9	B	145,4312
10	S	216,3274	10	B	236,3776
Jarak rata-rata		231,8082	Jarak rata-rata		153,6026

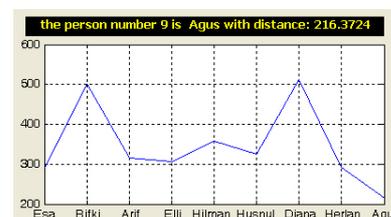
Hasil pengujian pada Tabel 3 menggunakan data telapak tangan milik Esa dan Herlan. Untuk setiap orang dilakukan peletakan tangan serta pengambilan data sebanyak 10 kali. Hasil yang diperoleh, untuk Esa berhasil dikenal secara tepat sebanyak 8 kali (keakuratan 80%) dari 10 kali uji coba. Dua kali kegagalan Esa dikenal sebagai Agus. Hasil pengujian telapak tangan Herlan lebih baik, bahkan bisa tepat 100% pada 10 kali pengujian.

Jika dilihat plot perbandingan jarak pada Gambar 5, pola Esa berhasil dikenal secara baik dengan menghasilkan jarak paling dekat dibandingkan pola lainnya (uji ke-1).



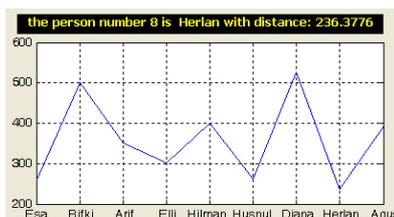
Gambar 5. Pola Esa berhasil dikenal.

Pada percobaan ke-10 (sebagaimana ke-9 juga) Esa dikenal sebagai Agus. Jika melihat plot jarak terlihat bahwa sebenarnya pola Esa mempunyai nilai jarak yang tergolong kecil, karena berada di urutan ke-2 sebagai jarak terkecil setelah pola Agus (lihat Gambar 6). Dengan demikian mungkin memang karena keterbatasan kemampuan sistem sehingga tidak mampu membedakan kemiripan fisik bentuk telapak tangan antara Esa dan Agus.



Gambar 6. Pola Esa dikenal sebagai Agus.

Pengujian pada pola Herlan, selalu berhasil dikenali. Terdapat fenomena yang cukup menarik untuk diamati bahwa setiap kali pengujian jarak pola Husnul selalu berada pada urutan ke-2 terkecil setelah Herlan. Dengan demikian memang akan ada kemungkinan Herlan dikenal sebagai Husnul, dan demikian sebaliknya. Namun setelah 10 kali pengujian, jarak terhadap pola Herlan selalu berada pada posisi yang lebih rendah dibandingkan jarak pola Husnul (Gambar 7).



Gambar 7. Pola Herlan berhasil dikenali.

Beberapa pengujian dengan jumlah uji coba yang lebih kecil tidak mencapai keberhasilan dalam identifikasi. Hal ini terutama pada seseorang yang mempunyai bentuk fisik telapak tangan hampir mirip (gemuk dengan gemuk atau pun kurus dengan kurus). Saat basis data hanya terisi oleh data orang dalam jumlah sedikit dan jika kebetulan orang-orang tersebut secara fisik berbeda, maka proses klasifikasi menjadi lebih baik. Saat data-data baru ditambahkan, serta terdapat beberapa orang yang secara fisik mirip, maka sangat mungkin terjadi kesalahan dalam melakukan klasifikasi.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan fakta-fakta yang ditemukan selama melaksanakan kegiatan penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Variasi intensitas yang diterima oleh sensor LDR mampu direkam oleh modul berbasis mikrokontroler untuk selanjutnya dikirimkan ke PC dalam bentuk besaran-besaran digital. Baik saat sensor berada pada kondisi terhalang maupun tanpa halangan telapak tangan.
2. Berdasarkan 2 kali pengujian, tingkat keakuratan sistem mencapai angka 80% dan 100%. Namun akurasi tidak dijamin handal karena dalam beberapa kali pengujian yang lebih kecil seringkali tidak tepat dalam mengidentifikasi seseorang.
3. Konsistensi data yang dibaca sangat dipengaruhi oleh kondisi eksternal pengambilan data, terutama dalam bentuk landasan sensor tanpa pasak. Intensitas dan warna cahaya mungkin berpengaruh jika memang dibedakan antara saat registrasi dan pengujian.
4. Kemampuan baca sensor LDR sangat dibatasi oleh ukuran fisik LDR yang mempunyai keterbatasan pada penyediaan data resolusi tinggi. Namun LDR tetap unggul dari sisi harga dan kemudahan pembuatan rangkaian.

Beberapa hal yang bisa dipertimbangkan untuk pengembangan di masa datang antara lain:

1. Penggunaan sensor CCD perlu dipertimbangkan agar diperoleh tingkat resolusi (ketelitian) data yang lebih tinggi.
2. Landasan sensor dan teknik pencahayaan harus dibuat dalam bentuk dan kondisi yang standar dan tidak mudah berubah.
3. Perlu dibuat aplikasi serta basis data yang praktis dan mudah di-install di berbagai mesin komputer.

## Ucapan Terima Kasih

Makalah ini ditulis berdasarkan hasil kegiatan penelitian yang telah dibiayai melalui proyek DIPA Tahun Anggaran 2006 di Pusat Penelitian Informatika LIPI, Bandung.

## PUSTAKA

- [1] Arun Ross & Anil Jain, \_\_, *Hand Geometry*, [http://biometrics.cse.msu.edu/hand\\_geometry.html](http://biometrics.cse.msu.edu/hand_geometry.html), waktu akses: 29 Maret 2005.
- [2] Yaroslav Bulatov, Sachin Jambawalikar, Piyush Kumar, & Saurabh Sethia, 1994, *Hand Recognition using Geometric Classifiers*, Radical Eye Software.
- [3] Arun Ross, Anil Jain, & Sharat Pankanti, \_\_, *A Hand Geometry-Based Verification System*, [http://biometrics.cse.msu.edu/hand\\_proto.html](http://biometrics.cse.msu.edu/hand_proto.html), waktu akses: 29 Maret 2005.
- [4] Yörük, E., Konukoğlu, E., Sankur, B., Darbon, J., 2003, *Shape-Based Hand Recognition*, IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 15, No. 7, July 2006.
- [5] Boreki, G., Zimmer, A., \_\_, *Hand Geometry Feature Extraction Through Curvature Profile Analysis*, \_\_.
- [6] Amayeh G., Bebis G., Erol A., Nicolescu M., *Peg-Free Hand Shape Verification Using High Order Zernike Moments*, Computer Vision Laboratory, University of Nevada, Nevada USA.
- [7] Rowe, R.K., Corcoran, S.P., Nixon, K., 2004, *Biometric Identity Determination using Skin Spectroscopy*, Lumidigm, Inc.
- [8] Prakasa, E., Pengujian Metode Ekstraksi Pola Permukaan Bawah Telapak Tangan dengan Menggunakan Titik Berat Elemen Citra dan Gradien Penambahan Luas pada Variasi Nilai Ambang Metode Segmentasi Threshold, 2005, *Prosiding Seminar Nasional The Application of Technology Toward a Better Life*, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Desember 2005.
- [9] Dubey, V., "Biometrics", Digital Passion, Digit Magazine, Agustus 2005, pp:30-34.
- [10] Herlan, Prakasa, E., Desain Rangkaian Berbasis Mikrokontroler untuk Akuisisi Data pada Sistem Identifikasi Geometrik Telapak Tangan, 2006, *Prosiding Seminar Nasional Tenaga Listrik dan Mekatronik LIPI*, Bandung, 27 Juli 2006.