

Pengenalan Pola Garis Telapak Tangan Menggunakan Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*

Nurul Fajriani¹, Jayanti Yusmah Sari²

**Program Studi Teknik Informatika
Universitas Halu Oleo
Kendari, Indonesia
nfajriani96@gmail.com**

Abstrak

Pengenalan telapak tangan merupakan sistem biometrik yang digunakan untuk pengenalan individu pada penggunaan proses autentikasi atau password untuk mendapatkan hak akses. Ini karena telapak tangan memiliki karakteristik unik, dan cenderung stabil. Selain itu, pengenalan telapak tangan tidak mengganggu kenyamanan seseorang saat pengambilan citra. Namun hingga kini masih ada kendala pada sistem pengenalan telapak tangan. Seperti gambar garis telapak yang tidak dalam kondisi baik untuk dikenali, karena diambil dengan menggunakan kamera biasa. Oleh karena itu,. Untuk mendapatkan pengenalan pola telapak tangan yang baik, penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur morfologi dan pengenalan pola garis telapak tangan dengan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN). Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, penggunaan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) dalam pengenalan pola garis telapak tangan diperoleh nilai akurasi tertinggi sebesar 93%, dan untuk nilai akurasi rata-rata sebesar 82,6%.

Kata kunci: *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), **Pengenalan Telapak Tangan**

Abstract

*The introduction of the palms is a biometric system used for individual recognition on the use of the authentication process or password to gain access rights. This is because the palms have unique characteristics, and tend to be stable. In addition, the introduction of the palm does not interfere with one's comfort when taking the image. But until now there are still obstacles in the system of recognition of the palm of the hand. Such as palm line drawings that are not in good condition to be recognized, as taken with ordinary camera. Therefore,. To obtain a good palm line image, this study used morphological feature extraction and palm pattern recognition using the *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) method. Based on the experimental results, the use of *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) method in recognition of palm pattern pattern obtained the highest accuracy value of 93%, and for the average accuracy value of 82.6%.*

Keywords: *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), **Palmprint Recognition**

PENDAHULUAN

Saat ini teknologi yang umum untuk mengenali seseorang di dunia digital adalah penggunaan *user ID*, PIN dan *password*. Namun pengenalan diri dengan menggunakan *user ID*, PIN dan *password* memiliki beberapa kelemahan, yaitu *user ID* dapat dicuri dan diduplikasi, *password* maupun PIN memiliki kemungkinan seseorang untuk lupa dan beberapa *password* dapat diperkirakan sehingga mudah dimanfaatkan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memberikan keamanan serta kehandalan dalam melakukan identifikasi manusia yaitu *Sistem Biometrika* (Afriandi & Sutikno, 2016).

Sistem biometrika memiliki metode otentifikasi yang biasa digunakan yaitu dengan mengenali orang dari ciri-ciri fisiknya dan berbagai aspek manusia seperti fisiologi, dan perilaku yang dapat digunakan untuk otentikasi biometrik. Metode ini diterapkan pada dunia teknologi informasi untuk proses autentifikasi atau sebagai *password* untuk mendapatkan hak akses. Terdapat enam biometrik yang umum dipakai untuk sistem pengenalan diri, antara lain: sidik jari (*fingerprint*), selaput pelangi (*iris*), wajah (*face*), suara (*voice*), telapak tangan (*palmprint*), dan tanda tangan (*signature*). Ciri-ciri tersebut bersifat unik satu dengan yang lain (Kusban, 2015).

Penelitian yang membahas tentang pengenalan telapak tangan telah banyak diaplikasikan pada beberapa jurnal ilmiah diantaranya yaitu Sistem Verifikasi Menggunakan Garis-Garis Telapak Tangan, dan Aplikasi Biometrika Pencocokan Citra Garis Telapak Tangan Dengan Metode Transformasi *Wavelet* Dan *Mahalanobis Distance* (Putra, 2007) (Renaningtias, Efendi, & Susilo, 2015).

Penggunaan telapak tangan dalam proses pengenalan diri dikarenakan telapak tangan memiliki karakteristik yang unik, sulit dipalsukan dan cenderung stabil. Dengan

adanya karakteristik unik yang ada pada telapak tangan maka dapat digunakan sebagai alat verifikasi identitas seseorang dengan melakukan pencocokan data yang terdapat dalam *database* dengan data yang dimasukkan (Kusban, 2015).

Selain itu telapak tangan memiliki keunggulan tersendiri, diantaranya dapat menggunakan citra resolusi rendah, proses yang tidak berbelit-belit, sifat penentu garis yang stabil, alat penangkap citra yang murah, dan objek yang cukup besar dibandingkan dengan kornea mata maupun jari tangan (Chin, Ong, Teoh, & Goh, 2014).

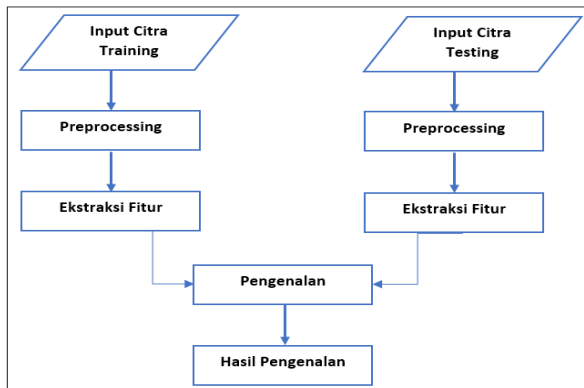
Namun, hingga kini masih ada kendala pada sistem pengenalan telapak tangan, seperti gambar garis telapak tangan yang tidak dalam kondisi baik untuk dikenali jika diambil dengan menggunakan kamera biasa, sehingga untuk mendapatkan citra beresolusi tinggi perlu menempelkan telapak tangan tersebut di atas alat *scanner* digital yang belum dijual di pasaran bebas (Liu, Jain, & Tian, 2013).

Oleh karena itu, proses identifikasi garis telapak tangan yang di ambil menggunakan kamera mendapatkan citra garis telapak tangan yang tidak dalam kondisi yang baik untuk dikenali dikarenakan banyaknya gangguan, berupa intensitas cahaya yang kurang, citra garis telapak tangan tidak tertangkap dengan sempurna, serta kurang jelasnya kenampakan citra garis telapak tangan, sehingga dapat menimbulkan masalah dan mempengaruhi hasil interpolasi serta akan mempengaruhi analisis dan perencanaan yang akan dilakukan, maka diperlukan teknik segmentasi citra untuk mengenali pola garis telapak tangan tersebut. Guna mendapatkan pengenalan pola telapak tangan yang baik, pada penelitian ini digunakan ekstraksi fitur morfologi dan pengenalan pola garis telapak tangan dengan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN).

METODE PENELITIAN

Sistem pengenalan pola garis telapak tangan menggunakan metode pengenalan *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) agar dapat mendeteksi garis telapak tangan seseorang pada citra digital kemudian mengenali citra garis telapak tangan tersebut dengan cara mencocokkan hasil ekstraksi fiturnya dengan fitur citra telapak tangan yang sudah disimpan di dalam *database*.

(Gambar 1 menunjukkan diagram blok dari metodologi yang diusulkan untuk pengenalan pola garis telapak tangan dalam penelitian ini. Metodologi ini meliputi 4 tahapan utama yaitu akuisisi citra, preprocessing, ekstraksi fitur, dan pengenalan menggunakan *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN).

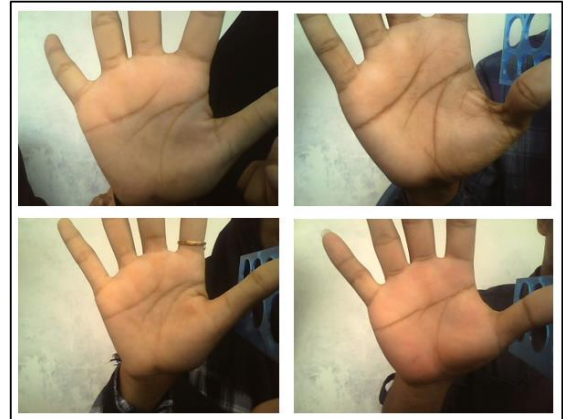


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Database Palmprint

(5) Dalam penelitian ini, citra diakuisisi menggunakan *webcam* laptop, dan menggunakan 150 citra telapak tangan yang berformat **.jpg* dan berasal dari 30 Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Universitas Halu Oleo. Setiap individu masing-masing mempunyai 5 citra telapak tangan dengan posisi jarak yang telah ditentukan, jarak yang digunakan adalah 15cm dari kamera. Jumlah data citra telapak tangan yang akan diidentifikasi sebanyak 150 citra dan dibagi menjadi 120 citra yang dijadikan sebagai data *training* (latih), dan 30 citra lainnya digunakan sebagai citra *testing* (uji) untuk melakukan

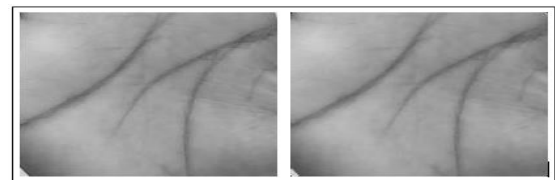
pencocokan. Gambar 2 menunjukkan contoh citra telapak tangan yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Citra Telapak Tangan

Preprocessing

Ada lima tahapan yang dilakukan dalam *preprocessing* yaitu *cropping*, konversi RGB ke *grayscale*, *resize*, *median filter*, dan *adaptive histogram equalization*. *Cropping* bertujuan untuk membatasi *Region of Interest* (ROI) dari citra telapak tangan, *resize* bertujuan untuk menyeragamkan ukuran seluruh citra yang ada pada *database*, *median filter* bertujuan untuk menghaluskan dan mengurangi *noise* atau gangguan pada citra, sedangkan *adaptive histogram equalization* bertujuan untuk perbaikan kekontrasan citra dengan meningkatkan kontras lokal citra. Hasil dari tahapan *preprocessing* ini ditunjukkan pada Gambar 3.

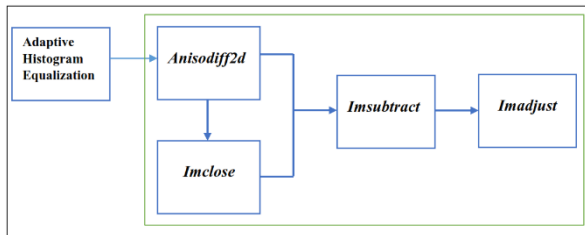


Gambar 3. Citra hasil *gray resize* (kiri) dan citra *median filter* (kanan).

Ekstraksi Fitur

Pada penelitian ini ekstraksi fitur yang digunakan adalah operasi morfologi yang di dalamnya terdapat proses *Anisodiff2d*, *Imclose*, *Imsubtract* dan *Imadjust*. Operasi morfologi digunakan untuk mendapatkan perbaikan beberapa piksel gambar. Tahapan yang

dilakukan pada proses ekstraksi fitur ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Ekstraksi Fitur

Fuzzy K-Nearest Neighbor (FKNN)

Konsep dasar dari metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) adalah memberikan derajat keanggotaan sebagai representasi dari jarak *K-Nearest Neighbor* fitur citra daun dan keanggotaannya pada beberapa kemungkinan kelas (Keller, Gray, & Given, 1985).

$\mu(x, y_i)$ adalah nilai keanggotaan data x ke kelas y_i , variabel k merupakan jumlah tetangga terdekat yang digunakan. Maka $\mu(x_j, y_i)$ merupakan nilai keanggotaan data tetangga dalam k tetangga pada kelas y_i dimana nilainya 1 jika data latih x_j memiliki kelas y_i , untuk $d(x, x_j)$ adalah jarak dari data x ke data x_j dalam k tetangga terdekat, m merupakan *scaling factor* untuk nilai keanggotaan $\mu(x, y_i)$. Untuk menghitung $\mu(x, y_i)$, digunakan Persamaan 1 (Keller, Gray, & Given, 1985).

$$\mu(x, y_i) = \frac{\sum_{j=1}^k \mu(x_j, y_i) * d(x-x_j)^{\frac{2}{m-1}}}{\sum_{j=1}^k d(x-x_j)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (1)$$

Karena menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), setiap elemen dari data uji x akan diklasifikasikan ke dalam lebih dari satu kelas dengan nilai keanggotaan $\mu(x, y_i)$. Namun yang akan diambil sebagai kelas dari elemen x adalah kelas y_i dengan nilai keanggotaan $\mu(x, y_i)$ tertinggi (Keller, Gray, & Given, 1985).

Pengenalan

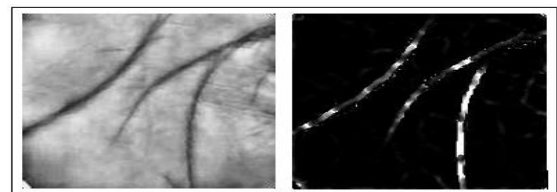
Fitur tekstur citra telapak tangan hasil morfologi selanjutnya akan digunakan untuk proses pengenalan. Pengenalan citra telapak tangan dilakukan dengan mencocokkan fitur tekstur telapak tangan pada citra *training* dan fitur tekstur telapak tangan pada citra *testing*

menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) Untuk mengevaluasi sistem pengenalan telapak tangan yang dibangun, digunakan pengujian identifikasi yaitu pengujian *one-to-many*, setiap citra *training* (uji) dicocokkan dengan seluruh citra *testing* (latih) kemudian akan dihitung besar akurasi dari pengenalan seluruh citra *training* (latih). Akurasi diperoleh dengan menghitung jumlah dari pengenalan citra data *training* yang benar. Untuk perhitungan akurasi digunakan Persamaan (2).

$$\%Keakuratan = \frac{\text{Total Pengenalan yang Benar}}{\text{Total Citra Uji}} \times 100\% \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dataset citra telapak tangan yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 640 x 480 piksel dengan tipe RGB (Gambar 2). Dalam tahap *preprocessing* citra tersebut di-*resize* menjadi ukuran 200 x 200 piksel dengan tipe *grayscale* (Gambar 3). Lalu citra dihaluskan dan dikurangkan *noisinya* menggunakan *median filter*, setelah itu dilakukan *adaptive histogram equalization* untuk meningkatkan kontras lokal citra. Kemudian setelah diekstraksi menggunakan ekstraksi fitur morfologi, diperoleh citra telapak tangan dengan tipe *grayscale* berukuran 200 x 200 piksel (Gambar 5).



Gambar 5. Citra hasil *adaptive histogram equalization* (kiri) dan citra *median filter* (kanan).

Pengujian divalidasi menggunakan *k-fold cross validation* dengan $k=5$. Pengujian satu sampai pengujian lima, dilakukan dengan 150 citra data dipisahkan menjadi dua bagian yaitu 120 citra digunakan sebagai data *training* (latih) dan 30 data citra digunakan sebagai data *testing* (uji). Pada pengujian I digunakan data *testing* (uji) pada sampel pengambilan gambar

ke-1. Pengujian II, digunakan data *testing* (uji) pada sampel pengambilan gambar ke-2. Pengujian III, digunakan data *testing* (uji) pada sampel pengambilan gambar ke-3, Pengujian IV, digunakan data *testing* (uji) pada sampel pengambilan gambar ke-4, Pengujian V, digunakan data *testing* (uji) pada sampel pengambilan gambar ke-5. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk menghitung ketepatan tingkat akurasi yang diperoleh pada proses pengenalan.

Pengujian I, dengan 150 citra dilakukan terhadap 120 data *training* (latih) dan 30 data *testing* (uji), dan digunakan sampel data pengambilan gambar ke-1. Proses pengenalan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), dan pada proses pengujian ini digunakan nilai $k=2$. Hasil pengujian I untuk pengenalan berdasarkan nilai fitur yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian I

No	Citra Uji	Hasil
1	ADE	Salah
2	ANA	Salah
3	ARIF	Benar
4	ASMARITA	Benar
5	AYU ASRIANI	Benar
6	AYU WINDI	Salah
7	AZIZAH	Benar
8	ELBIN	Benar
9	ERIK	Salah
10	FADEL	Benar
11	FAJAR	Benar
12	FAJRI	Benar
13	ICE	Benar
14	INDRIYANTI	Benar
15	IRFAN	Salah
16	KILI	Benar
17	MADIN	Benar
18	MALA	Benar
19	MARLINA	Benar
20	MILA	Benar
21	RATNA	Benar
22	REZA	Salah
23	RIFA	Benar
24	SALMAN	Benar
25	SALMAWATI	Benar
26	SUCI	Salah
27	TANTI	Benar
28	TIWI	Salah
29	TRIMAN	Benar
30	YUNI	Salah
Nilai Akurasi		21 Benar

Berdasarkan hasil pengujian I terhadap 30 percobaan didapatkan 21 objek yang dikenali dengan benar dan 9 objek dikenali dengan salah. Dari hasil pengujian ini maka didapatkan akurasi sistem sebesar $21/30 = 70\%$.

Pengujian II, dengan 150 citra dilakukan terhadap 120 data *training* (latih) dan 30 data *testing* (uji), dan digunakan sampel data pengambilan gambar ke-2. Proses pengenalan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), dan pada proses pengujian ini digunakan nilai $k=2$. Hasil pengujian II untuk pengenalan berdasarkan nilai fitur yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian 2

No	Citra Uji	Hasil
1	ADE	Benar
2	ANA	Salah
3	ARIF	Benar
4	ASMARITA	Benar
5	AYU ASRIANI	Benar
6	AYU WINDI	Salah
7	AZIZAH	Benar
8	ELBIN	Benar
9	ERIK	Benar
10	FADEL	Benar
11	FAJAR	Benar
12	FAJRI	Benar
13	ICE	Benar
14	INDRIYANTI	Benar
15	IRFAN	Benar
16	KILI	Benar
17	MADIN	Benar
18	MALA	Benar
19	MARLINA	Benar
20	MILA	Benar
21	RATNA	Benar
22	REZA	Salah
23	RIFA	Benar
24	SALMAN	Benar
25	SALMAWATI	Salah
26	SUCI	Benar
27	TANTI	Benar
28	TIWI	Benar
29	TRIMAN	Benar
30	YUNI	Salah
Nilai Akurasi		25 Benar

Berdasarkan hasil pengujian I terhadap 30 percobaan didapatkan 25 objek yang dikenali dengan benar dan 5 objek dikenali dengan salah. Dari hasil pengujian ini maka didapatkan akurasi sistem sebesar $25/30 = 83\%$.

Pengujian III, dengan 150 citra dilakukan terhadap 120 data *training* (latih) dan 30 data *testing* (uji), dan digunakan sampel data pengambilan gambar ke-3. Proses pengenalan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), dan pada proses pengujian ini digunakan nilai $k=2$. Hasil pengujian III untuk pengenalan berdasarkan nilai fitur yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian 3

No	Citra Uji	Hasil
1	ADE	Benar
2	ANA	Benar
3	ARIF	Benar
4	ASMARITA	Benar
5	AYU ASRIANI	Salah
6	AYU WINDI	Benar
7	AZIZAH	Benar
8	ELBIN	Benar
9	ERIK	Benar
10	FADEL	Benar
11	FAJAR	Benar
12	FAJRI	Benar
13	ICE	Salah
14	INDRIYANTI	Benar
15	IRFAN	Benar
16	KILI	Benar
17	MADIN	Benar
18	MALA	Benar
19	MARLINA	Benar
20	MILA	Benar
21	RATNA	Salah
22	REZA	Salah
23	RIFA	Benar
24	SALMAN	Benar
25	SALMAWATI	Benar
26	SUCI	Benar
27	TANTI	Benar
28	TIWI	Benar
29	TRIMAN	Benar
30	YUNI	Benar
Nilai Akurasi		26 Benar

Berdasarkan hasil pengujian I terhadap 30 percobaan didapatkan 26 objek yang dikenali dengan benar dan 4 objek dikenali dengan salah. Dari hasil pengujian ini maka didapatkan akurasi sistem sebesar $26/30 = 87\%$.

Pengujian IV, dengan 150 citra dilakukan terhadap 120 data *training* (latih) dan 30 data *testing* (uji), dan digunakan sampel data pengambilan gambar ke-2. Proses pengenalan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), dan pada proses pengujian ini digunakan nilai $k=2$. Hasil pengujian IV untuk pengenalan berdasarkan nilai fitur yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian 4

No	Citra Uji	Hasil
1	ADE	Salah
2	ANA	Benar
3	ARIF	Benar
4	ASMARITA	Benar
5	AYU ASRIANI	Salah
6	AYU WINDI	Salah
7	AZIZAH	Benar
8	ELBIN	Benar
9	ERIK	Benar
10	FADEL	Benar
11	FAJAR	Benar
12	FAJRI	Benar
13	ICE	Benar
14	INDRIYANTI	Benar
15	IRFAN	Benar
16	KILI	Benar
17	MADIN	Benar
18	MALA	Benar
19	MARLINA	Salah
20	MILA	Benar
21	RATNA	Benar
22	REZA	Salah
23	RIFA	Benar
24	SALMAN	Benar
25	SALMAWATI	Benar
26	SUCI	Benar
27	TANTI	Benar
28	TIWI	Benar
29	TRIMAN	Benar
30	YUNI	Salah
Nilai Akurasi		24 Benar

Berdasarkan hasil pengujian I terhadap 30 percobaan didapatkan 24 objek yang dikenali dengan benar dan 6 objek dikenali dengan salah. Dari hasil pengujian ini maka didapatkan akurasi sistem sebesar $24/30 = 80\%$.

Pengujian V, dengan 150 citra dilakukan terhadap 120 data *training* (latih) dan 30 data *testing* (uji), dan digunakan sampel data pengambilan gambar ke-2. Proses pengenalan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN), dan pada proses pengujian ini digunakan nilai $k=2$. Hasil pengujian V untuk pengenalan berdasarkan nilai fitur yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian 5

No	Citra Uji	Hasil
1	ADE	Benar
2	ANA	Salah
3	ARIF	Benar
4	ASMARITA	Benar
5	AYU ASRIANI	Benar
6	AYU WINDI	Benar
7	AZIZAH	Benar
8	ELBIN	Benar
9	ERIK	Salah
10	FADEL	Benar
11	FAJAR	Benar
12	FAJRI	Benar
13	ICE	Benar
14	INDRIYANTI	Benar
15	IRFAN	Benar
16	KILI	Benar
17	MADIN	Benar
18	MALA	Benar
19	MARLINA	Benar
20	MILA	Benar
21	RATNA	Benar
22	REZA	Benar
23	RIFA	Benar
24	SALMAN	Benar
25	SALMAWATI	Benar
26	SUCI	Benar
27	TANTI	Benar
28	TIWI	Benar
29	TRIMAN	Benar
30	YUNI	Benar
Nilai Akurasi		28 Benar

Berdasarkan hasil pengujian V terhadap 30 percobaan didapatkan 28 objek yang dikenali dengan benar dan 2 objek dikenali dengan salah. Dari hasil pengujian ini maka didapatkan akurasi sistem sebesar $28/30 = 93\%$.

Pengujian I, II, III, IV, dan V bertujuan untuk mengukur ketepatan akurasi pengenalan pola garis citra telapak tangan terhadap metode pengenalan yang digunakan. Pada Tabel 6 berikut ini adalah perbandingan data yang digunakan metode pengenalan *Fuzzy K-Nearest Neighbor* untuk mengenali pola garis telapak tangan.

Tabel 6. Hasil Perbandingan Data

<i>k-fold</i>	Benar	Salah	Akurasi %
1	21	9	70%
2	25	5	83%
3	26	4	87%
4	24	6	80%
5	28	2	93%
Rata-rata nilai akurasi			82,6%

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil dari metode yang diajukan pada penelitian ini telah mampu mengenali citra pola garis telapak tangan dengan baik. Dari penelitian ini didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 93% dalam pengujian ke V dengan menggunakan data *testing* (uji) pengambilan gambar ke-5, dan didapatkan nilai rata-rata akurasi perbandingan data sebesar 82,6%

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan meliputi *preprocessing*, ekstraksi fitur dan pengenalan didapatkan kesimpulan. Hasil pengenalan pola garis telapak tangan dengan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (KNN) diperoleh nilai akurasi tertinggi sebesar 93% pada pengujian ke-5 dan didapatkan hasil untuk nilai rata-rata akurasi perbandingan data sebesar 82,6%, hal ini menunjukkan metode yang diajukan mampu

melakukan pengenalan pola garis telapak tangan dengan baik.

SARAN

Adapun saran untuk penelitian tentang pengenalan pola garis telapak tangan yang selanjutnya yaitu pada tahap akuisisi disarankan untuk mengambil citra menggunakan kamera dengan fokus yang dapat ditentukan, serta diperlukannya pengambilan gambar dengan intensitas cahaya yang cukup, dan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan metode untuk ekstraksi fitur seperti *Local Line Binary Pattern*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriandi, E., & Sutikno. (2016). Identifikasi Telapak Tangan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ). *Jurnal Infotel*, 8(2), 107-114.
- Chin, Y. J., Ong, T. S., Teoh, A. J., & Goh, K. M. (2014). Integrated Biometrics Template Protection Technique Based on Fingerprint and Palmprint Feature-Level Fusion. *ELSEVIER*, 18(0), 161-174.
- Keller, J. M., Gray, M. R., & Given, J. A. (1985). A Fuzzy K-Nearest Neighbor Algorithm. *IEEE Transactions on System, man, and cybernetics*(4), 580-585.
- Kusban, M. (2015). Verifikasi dan Identifikasi Telapak Tangan dengan Kernel Gabor. *JNTETI*, 4(2).
- Liu, E., Jain, A. K., & Tian, J. (2013). A Coarse to Fine Minutiae-Based Latent Palmprint Matching. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 35(10), 2307-2322.
- Putra, I. G. (2007). Sistem Verifikasi Menggunakan Garis-Garis Telapak Tangan. *Jurnal Kampus Bukit Jimbaran*, 6(2), 46-51.
- Renaningtias, N., Efendi, R., & Susilo, B. (2015). Aplikasi Biometrika Pencocokan Citra Garis Telapak Tangan Dengan Metode Transformasi Wavelet Dan Mahalanobis Distance. *Jurnal Rekursif*, 3(2), 95-106.