

APLIKASI BIOMETRIKA PENCOCOKAN CITRA DAUN TELINGA BERBASIS TEKSTUR DAN BENTUK MENGGUNAKAN METODE *TRANSFORMASI WAVELET* DAN *CHAIN CODE*

Ezy Claudia Nivsky¹, Ernawati², Endina Putri Purwandari³

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

¹ezyclaudianivsky@gmail.com,

²ernawati@unib.ac.id,

³endinaputrip@gmail.com

Abstrak : Penelitian ini membangun sebuah aplikasi biometrika pencocokan citra daun telinga berbasis tekstur dan bentuk menggunakan metode *Transformasi Wavelet* untuk ekstraksi ciri tekstur, *Chain Code* untuk ekstraksi ciri bentuk, dan metode *Canberra Distance* untuk menghitung jarak kemiripan citra uji dengan citra latih. Citra yang digunakan sebagai objek penelitian adalah citra daun telinga sebelah kanan dari *Mathematical Analysis of Images (AMI) Ear Database*. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *waterfall*. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah *nilai Genuine Acceptance Rate (GAR)* sebesar 100% untuk citra latih sebagai citra uji pada masing – masing metode *Transformasi Wavelet* dan *Chain Code*, 76.67% pada metode *Transformasi Wavelet* dan 10% pada metode *Chain Code* untuk citra uji di luar database, 75% pada metode *Transformasi Wavelet* dan 5% pada metode *Chain Code* untuk citra uji di luar database dengan *down_ear* (telinga dengan keadaan individu menunduk), 80% pada metode *Transformasi Wavelet* dan 5% pada metode *Chain Code* untuk citra uji di luar database dengan *left_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah kiri) dan 75% pada metode *Transformasi Wavelet* dan 20% pada metode *Chain Code* untuk citra uji di luar database dengan *up_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah atas) dengan rata-rata waktu proses pada masing-masing metode sebesar 5.1 menit dan 3.6 menit.

Kata Kunci: Pencocokan Citra, Daun Telinga, *Transformasi Wavelet*, *Chain Code*, *Canberra Distance*.

Abstract : This research's purpose is to build a earlobae image matching biometric aplication based on texture and shape using wavelet transformation to extract texture's feature, chain code to extract shape's feature and canberra distance method to calculate similarity distance between training image and testing image. Images used for this researches are right earlobe images from AMI ear database. System development method that was used is waterfall. Results are 100% Genuine Acceptance Rate (GAR) value for training image as testing image for aech method-wavelet transformation and chain code. 76.7% for wavelet transformation and 10% on chain code method for non database tester images,

75% on wavelet transformation and 5% on chain code methos on non database tester images down_ear (earlobe image with bowing position), 80% on wavelet transformation and 5% on chain code methos on non database tester images left_ear (earlobe image with look to the left postion) and 75% on wavelet transformation and 20% on chain code method for non database tester images with up_ear (earlobe with look up position) with average times for each method are 5.1 minutes and 3.6 minutes.

Keywords: Image Matching, Earlobe, Wavelet Transformation, Chain Code, Canberra Distance.

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan sistem pencocokan identifikasi sampai dengan awal tahun 2000, terdapat 2 metode yang banyak dipakai, yaitu sistem identifikasi berdasarkan kepemilikan (*possession based* atau “*what you have*”) dan sistem pencocokan identifikasi berdasarkan pengetahuan (*knowledge based* atau “*what you know*”). Permasalahan yang sering muncul dalam sistem pencocokan diri adalah mudahnya melakukan tindakan kejahatan terhadap identifikasi seseorang jika hanya dengan menggunakan sesuatu yang dimiliki atau sesuatu yang diketahui pada sebuah sistem pencocokan identifikasi. Cara terbaru yang telah dikembangkan adalah dengan menggunakan biometrika, yaitu ilmu yang membangun identitas seorang individu berdasarkan fisik, kimia atau atribut perilaku orang tersebut. Karakteristik biometrika pada saat ini yang dapat digunakan untuk identifikasi seseorang yaitu *fingerprint* (sidik jari), wajah, tangan / jari geometri, iris mata, retina mata, tanda tangan, gaya

berjalan, telapak tangan, pola suara, telinga, vena tangan, telinga, bau dan DNA [1].

Dari beberapa pilihan pencocokan identifikasi karakteristik biometrika saat ini, biometrika telinga menjadi salah satu pilihan yang digunakan untuk pencocokan identifikasi karakteristik tambahan dari organ tubuh seseorang. Hal ini dikarenakan pertumbuhan telinga pada 4 bulan pertama kelahiran adalah proporsional, selanjutnya telinga bisa tumbuh hingga 5 kali lebih besar hingga umur 8 tahun. Setelah itu ukurannya tidak akan berubah hingga umur 70. Hal ini membuktikan bahwa perbandingan ciri fisik telinga dapat digunakan untuk waktu yang cukup lama [2].

Pengolahan citra digital merupakan pengolahan yang dilakukan kepada citra untuk mendapatkan hasil tertentu sesuai dengan kebutuhan. Salah satu metodologi pengolahan citra ialah seleksi dan ekstraksi ciri (*Feature Exraction and Selection*) yang merupakan pemilihan informasi kuantitatif dari ciri yang ada, yang dapat memberikan kelas – kelas objek secara baik.

Pada penelitian ini akan menggunakan metode transformasi wavelet sebagai metode untuk mengekstraksi ciri berbasis tekstur karena metode ini mampu memberikan informasi frekuensi yang muncul, informasi tentang skala atau durasi, dapat digunakan untuk menganalisa suatu bentuk gelombang (sinyal) sebagai kombinasi dari waktu (skala) dan frekuensi. Pada penelitian ini juga menggunakan metode chain code sebagai metode untuk mengekstraksi ciri berbasis bentuk, dimana metode ini dikenal sebagai metode yang banyak digunakan dalam pengenalan objek karena kompresi informasinya yang dianggap cukup baik. Selain itu representasi chain code memiliki sifat invariant terhadap skala, rotasi dan translasi.

II. LANDASAN TEORI

A. Biometrika

Biometrika yaitu ilmu yang membangun identitas seorang individu berdasarkan fisik, kimia atau atribut perilaku orang tersebut. Karakteristik biometrika pada saat ini yang dapat digunakan untuk identifikasi seseorang yaitu *fingerprint* (sidik jari), wajah, tangan / jari geometri, iris mata, retina mata, tanda tangan, gaya berjalan, telapak tangan, pola suara, telinga, vena tangan, telinga, bau dan DNA [1].

B. Telinga

Telinga merupakan sebuah organ yang mampu mendeteksi/mengenal suara & juga banyak berperan dalam keseimbangan dan posisi tubuh. Pertumbuhan telinga pada 4 bulan pertama kelahiran adalah proporsional, selanjutnya telinga bisa tumbuh hingga 5 kali lebih besar hingga umur 8 tahun. Setelah itu ukurannya tidak akan berubah hingga umur 70. Hal ini membuktikan bahwa perbandingan ciri fisik telinga dapat digunakan untuk waktu yang cukup lama [2].

C. Discrete Wavelet Transform (DWT)

Discrete Wavelet Transform (DWT): *Discrete Wavelet Transform* (DWT) merupakan teknik dekomposisi multilevel lokalisasi fitur dalam ruang dan frekuensi. Hasilnya dapat bermanfaat dalam beberapa aplikasi, seperti kompresi data, deteksi fitur citra dan penghilangan noise. Setiap level DWT, citra didekomposisi menjadi empat sub bagian. Keempat sub bagian citra didapat dari aplikasi terpisah filter *low-pass* L dan *filter high-pass* H, baik keduanya berkerja terhadap baris dan kolom citra. Dekomposisi *wavelet* tersebut membagi citra menjadi approximaksi resolusi rendah (LL), komponen detail horizontal (HL), vertikal (LH) dan diagonal

(HH). Keempat bagian dapat dikombinasikan kembali untuk mendapatkan citra sebelum didekomposisi [3].

Daubechies adalah filter wavelet yang optimum digunakan untuk pemampatan data citra. Fungsi *wavelet Daubechies* D4 yang digunakan ini dinyatakan dalam bentuk matriks yang memiliki empat koefisien *scaling function* yang dapat dihitung pada persamaan (1) dan empat koefisien *wavelet function* dapat dihitung pada persamaan 2).

Koefisien *scaling function* :

$$\begin{aligned} h_0 &= \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \\ h_1 &= \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \\ h_2 &= \frac{3-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \\ h_3 &= \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

Dimana:

h_0, h_1, h_2, h_3 adalah koefisien fungsi skala dari *wavelet Daubechies* D4

Koefisien *wavelet function* :

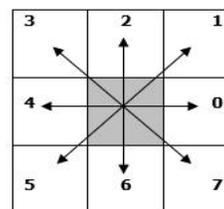
$$g_0 = h_3, g_1 = -h_2, g_2 = h_1, g_3 = -h_0 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

g_0, g_1, g_2, g_3 adalah koefisien fungsi *wavelet* dari *wavelet Daubechies* D4

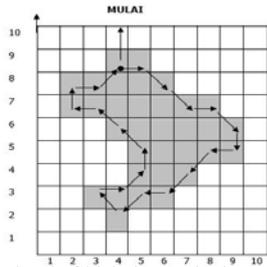
D. Chain Code

Kode rantai (*chain code*) digunakan untuk mendeskripsikan/mengkodekan bentuk (*countour*) suatu objek [4] pada Gambar 1.



Gambar 1. Arah Kode Rantai [4]

Urutan dalam pembacaan arah satu titik dari titik yang lain berdasarkan arah jarum jam. Berikut ini disajikan contoh objek dan kode rantai yang dihasilkan.



Gambar 2. Objek dengan kode rantai :
077 076 455 453 012 334 201 [5]

Berdasarkan kode rantai pada gambar 2 beberapa ciri yang berhubungan dengan pembatas objek dapat dihitung, antara lain :

1. Keliling Area (*Perimeter*) Objek

Perimeter dihitung dengan rumus pada persamaan (3) sebagai berikut :

$$P = \text{Jumlah Kode Genap} + \sqrt{2} \times \text{Jumlah Kode Ganjil} \dots (3)$$

2. Area

Perhitungan luas area berdasarkan kode rantai dapat dinyatakan pada persamaan (.4) sebagai berikut :

- Kode 0 : Area = Area + Y
- Kode 1 : Area = Area + (Y + 0.5)
- Kode 2 : Area = Area
- Kode 3 : Area = Area - (Y + 0.5)
- Kode 4 : Area = Area - Y
- Kode 5 : Area = Area - (Y - 0.5)
- Kode 6 : Area = Area
- Kode 7 : Area = Area + (Y - 0.5)..... (4)

E. *Canberra Distance*

Salah satu metode untuk menghitung jarak yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan dua buah vektor fitur yaitu *canberra distance*. Untuk setiap nilai dari 2 vektor yang akan dicocokkan, Canberra distance membagi *absolute* selisih 2 nilai yang dicocokkan lalu dijumlahkan untuk mendapatkan *canberra distance*. Jika kedua koordinat nol-nol diberikan definisi 0/0=0. *Distance* ini sangat peka terhadap sedikit perubahan dengan kedua koordinat mendekati nol. Rumus dari *canberra distance* dapat dihitung pada persamaan [5].

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Penelitian

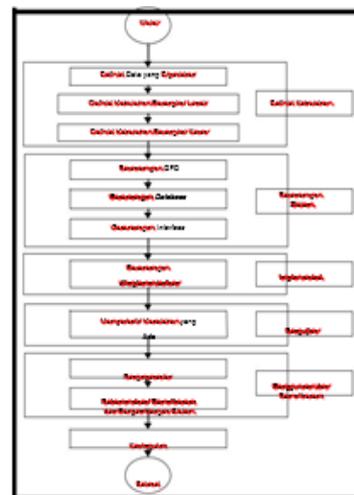
Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun telinga yang diambil dari 35 individu yang berbeda. Untuk masing-masing individu, enam gambar telinga kanan. *Database* yang diperoleh dari *database Mathematical Analysis of Images (AMI) Ear Database*.

B. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode data difokuskan pada Database diambil dari 35 individu yang berbeda, semua data citra daun telinga yang digunakan data telinga manusia rentang usia 19-65 tahun. Masing – masing citra daun telinga tersebut merupakan citra daun telinga yang diambil dari posisi pengambilan citra yang berbeda antara lain *down_ear* (telinga dengan keadaan individu menghadap lurus kedepan), *left_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah kiri), *right_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah kanan), *up_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah atas), *zoom_ear* telinga dengan keadaan individu menghadap lurus ke depan dan diperbesar).

C. Metode Pengembangan Sistem

Metode *Waterfall* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

D. Metode Uji Kelayakan Sistem

Dalam penelitian ini, uji kelayakan sistem aplikasi dilakukan dengan cara mengukur keefektifan aplikasi dalam mengenali kecocokan citra daun telinga. Untuk menentukan keefektifan aplikasi dalam mengenali kecocokan citra daun telinga ini, maka dilakukan sebuah evaluasi yang disebut evaluasi biometrika. Evaluasi ini dilakukan dengan melakukan pencocokan citra uji dengan citra latih pada database.

Unjuk kerja suatu sistem biometrika dinyatakan dengan *Decision Error Rate* (rasio kesalahan), yaitu *False Matching Rate/FMR* (Rasio Kesalahan Pencocokan) dan *False Non Matching Rate/FNMR* (Rasio Kesalahan Ketidacocokan). Selain itu untuk menyatakan tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrika (bukan tingkat kesalahan) disebut sebagai *Genuine Acceptance Rate* (GAR).

Kinerja biometrika ditentukan berdasarkan kedua parameter tersebut. Jika tingkat kesalahannya tinggi, maka sistem biometrika harus ditinjau apakah memang ada kesalahan algoritma atau kesalahan pembacaan sensor atau memang tipe biometrika itu sendiri tidak bisa memenuhi kekhasan [4].

E. Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan pada aplikasi ini adalah metode kuantitatif.

a) *White Box Testing*

Pengujian *white box* bertujuan untuk mengetahui kinerja logika yang dibuat pada sebuah perangkat lunak apakah dapat berjalan dengan baik atau tidak. Metode yang digunakan pada *white box* adalah metode *basis path*.

b) *Black Box Testing*

Metode yang digunakan pada *black box* adalah metode *equivalen partitioning testing*

yang melakukan pengujian dengan membagi domain input dari suatu program ke dalam kelas data, menentukan kasus pengujian dengan mengungkapkan kelas-kelas kesalahan.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Analisis Masalah

Dalam perkembangan sistem pencocokan identifikasi sampai terdapat 2 metode yang telah banyak dipakai, yaitu sistem identifikasi berdasarkan kepemilikan (*possession based* atau “*what you have*”). Cara terbaru yang telah dikembangkan adalah dengan menggunakan biometrika, yaitu ilmu yang membangun identitas seorang individu berdasarkan fisik, kimia atau atribut perilaku orang tersebut. Karakteristik biometrika pada saat ini yang dapat digunakan untuk identifikasi seseorang yaitu *fingerprint* (sidik jari), wajah, tangan / jari geometri, iris mata, retina mata, tanda tangan, gaya berjalan, telapak tangan, pola suara, telinga, vena tangan, telinga, bau, dan DNA

Dari beberapa pilihan pencocokan identifikasi karakteristik biometrika saat ini, biometrika telinga menjadi salah satu pilihan yang digunakan untuk pencocokan identifikasi karakteristik tambahan dari organ tubuh seseorang. Hal ini dikarenakan pertumbuhan telinga pada 4 bulan pertama kelahiran adalah proporsional, selanjutnya telinga bisa tumbuh hingga 5 kali lebih besar hingga umur 8 tahun. Setelah itu ukurannya tidak akan berubah hingga umur 70. Hal ini membuktikan bahwa perbandingan ciri fisik telinga dapat digunakan untuk waktu yang cukup lama[1].

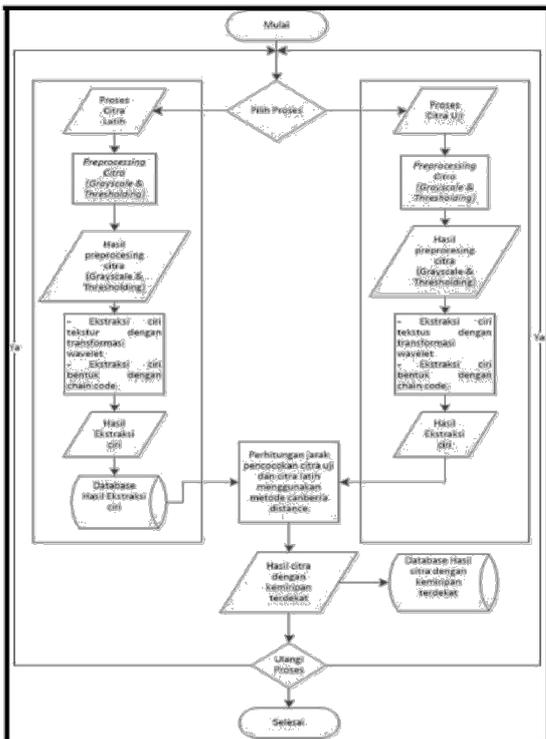
Biometrika telinga telah menerima sedikit perhatian dibandingkan dengan teknik yang lebih populer dari wajah, mata, atau sidik jari. Namun,

telinga telah memainkan peran yang signifikan dalam ilmu forensik selama bertahun-tahun, terutama di Amerika Negara, di mana sistem identifikasi telinga diklasifikasi berdasarkan pengukuran panduan yang dikembangkan oleh Iannarelli, dan telah digunakan selama lebih dari 40 tahun [1].

Dengan adanya sistem biometrika telinga, permasalahan yang sering terjadi pada 2 metode yang telah banyak dipakai ini segera dapat diatasi

B. Analisis Cara Kerja Sistem

Analisis alur kerja sistem ini berguna untuk mempermudah dalam pembuatan sistem nantinya. Berikut ini adalah analisis alur kerja sistem dari aplikasi yang akan dibuat yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

C. Analisis Fungsional

Analisis fungsional adalah analisis yang berisikan proses-proses yang dapat dilakukan oleh aplikasi yang nantinya akan dibangun. Berikut

adalah proses-proses yang dapat dilakukan oleh aplikasi.

- a. Aplikasi dapat melakukan pencocokan citra daun telinga dengan menggunakan metode *transformasi wavelet* dan *chain code*.
- b. Aplikasi dapat melakukan penambahan citra daun telinga sebagai citra *database* yang ditambahkan pada sistem *database*.
- c. Aplikasi dapat menampilkan informasi selisih jarak antara citra uji dan latih.
- d. Aplikasi dapat menampilkan informasi waktu proses pencocokan citra daun telinga.

V. PEMBAHASAN

A. Implementasi Antarmuka

1) Halaman Utama

Halaman utama pada aplikasi ini muncul pertama kali saat aplikasi ini dijalankan.



Gambar 5. Halaman Utama

Pada halaman utama aplikasi, terdapat 4 buah menu utama diantaranya ialah menu Pencocokan Citra, Petunjuk, Panduan, dan menu Keluar. Pada menu Pencocokan Citra terdapat sub menu yaitu pertama sub menu Input Data Citra berfungsi untuk memasuki halaman untuk menambah citra latih dan untuk melakukan proses pelatihan citra, kedua sub menu Pengujian Citra dengan tujuan untuk menampilkan halaman dimana dapat melakukan pencocokan citra. Menu Panduan

Aplikasi berfungsi sebagai informasi tentang tata cara penggunaan aplikasi biometrika pencocokan citra ini. Menu Tentang berfungsi menampilkan informasi mengenai tentang aplikasi ini. Terakhir ialah Menu keluar yang berfungsi untuk keluar dari sistem.

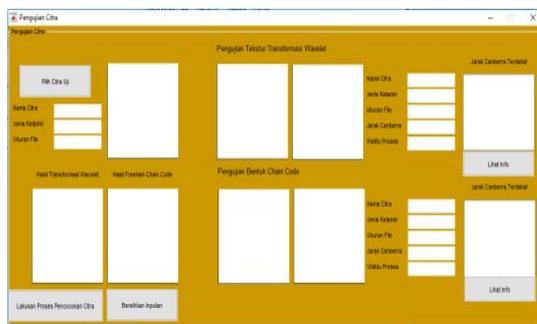
2) Halaman Tambah Citra



Gambar 6. Halaman Input Data Citra

Halaman Gambar 6 ini merupakan tempat user untuk memasukkan citra *database* atau citra latih dan untuk melakukan pelatihan citra latih yang nantinya citra ini akan digunakan pada saat pencocokan kemiripan dengan citra uji.

3) Halaman Pengujian Citra



Gambar 7. Halaman Pengujian Citra

Halaman Gambar 7 pengujian citra merupakan halaman sebagai tempat *user* untuk melakukan pencocokan citra uji yang memiliki jarak kemiripan terdekat dengan citra latih.

B. Uji Kelayakan Sistem

Uji kelayakan aplikasi biometrika pencocokan citra daun telinga ini menggunakan *Genuine Acceptance Rate* (GAR) yang disebut sebagai

tingkat kesuksesan pengenalan biometrika (bukan tingkat kesalahan).

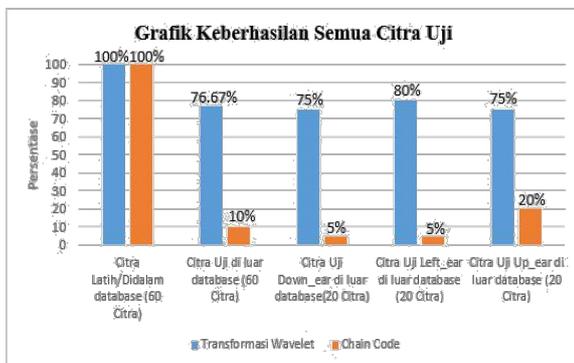
a. Citra Latih Sebagai Citra Uji

Dari hasil pengujian tidak diperoleh kesalahan pencocokan oleh aplikasi dari 60 kali proses uji yang dilakukan dengan 60 citra pada masing – masing metode yaitu metode *transformasi wavelet* dan *chain code*. Sehingga nilai *False Matching Rate/FMR* (Rasio Kesalahan Pencocokan) adalah 0%. Dengan demikian, nilai *Genuine Acceptance Rate* (GAR) adalah sebesar 100%.

b. Citra Uji di Luar Database

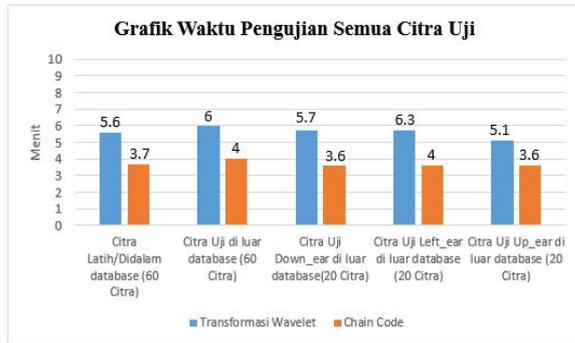
Hasil pengujian dengan metode *transformasi wavelet* terjadi 14 kesalahan dari 60 kali proses uji yang dilakukan. Sehingga nilai *False Matching Rate/FMR* (Rasio Kesalahan Pencocokan) adalah 23.33%. Dengan demikian, nilai *Genuine Acceptance Rate* (GAR) adalah sebesar 76.67%. Kemudian untuk hasil pengujian dengan metode *chain code* terjadi 54 kesalahan dari 60 kali proses uji yang dilakukan. Sehingga nilai *False Matching Rate/FMR* (Rasio Kesalahan Pencocokan) adalah 90%. Dengan demikian, nilai *Genuine Acceptance Rate* (GAR) adalah sebesar 10%.

Berikut grafik persentase keberhasilan semua citra uji dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Persentase Keberhasilan Semua Citra Uji

Berikut grafik persentase keberhasilan semua citra uji dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Waktu Pengujian Semua Citra Uji

VI. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa perancangan sistem, implementasi dan pengujian sistem maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Berdasarkan analisis perancangan, Penelitian ini telah menghasilkan aplikasi biometrika pencocokan citra daun telinga berbasis dekstop yang dapat digunakan sebagai referensi pengenalan identitas tambahan seseorang selain biometrika *fingerprinth* (sidik jari), wajah, tangan / jari geometri, iris mata, retina mata, tanda tangan, gaya berjalan, telapak tangan, pola suara, vena tangan, bau, dan DNA yang didukung dengan hasil pengujian *white box* dan *black box*.
- 2) Berdasarkan hasil pengujian dari citra latih (di dalam *database*) yang dijadikan citra uji mampu mencocokkan citra dengan persentase keberhasilan 100% pada masing – masing metode yaitu metode *transformasi wavelet* dan metode *chain code*. Dari hasil pengujian ini dapat dibuktikan bahwa aplikasi dapat berfungsi secara optimal dalam pencocokan citra daun telinga.
- 3) Berdasarkan hasil pengujian dari citra uji di luar *database* mampu mencocokkan citra dengan:

- a. Persentase keberhasilan 76.67% dengan menggunakan metode *transformasi wavelet*, 10% dengan menggunakan metode *chain code* untuk 60 citra uji terhadap citra *down_ear* (telinga dengan keadaan individu menunduk), *left_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah kiri), dan *up_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah atas)
- b. Persentase keberhasilan 75% dengan menggunakan metode *transformasi wavelet*, 5% dengan menggunakan metode *chain code* untuk 20 citra uji terhadap citra *down_ear* (telinga dengan keadaan individu menunduk)
- c. Persentase keberhasilan 80% dengan menggunakan metode *transformasi wavelet*, 5% dengan menggunakan metode *chain code* untuk 20 citra uji terhadap *left_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah kiri)
- d. Persentase keberhasilan 75% dengan menggunakan metode *transformasi wavelet*, 20% dengan menggunakan metode *chain code* untuk 20 citra uji terhadap *up_ear* (telinga dengan keadaan individu menoleh ke arah atas)
- 4) Berdasarkan hasil pengujian waktu proses semua citra uji terhadap metode *transformasi wavelet* adalah 5.6 menit dan metode *chain code* adalah 3.6 menit. Dari hasil pengujian waktu proses ini dapat dibuktikan bahwa metode *chain code* waktu prosesnya lebih cepat dibandingkan metode *transformasi wavelet*.
- 5) Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada masing-masing metode, didapatkan bahwa metode *transformasi wavelet* lebih optimal dalam mengenali citra uji

dibandingkan dengan metode *chain code* yang didukung dengan hasil persentase keberhasilan uji kelayakan sistem.

2. Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- 1) Aplikasi akan semakin baik apabila mampu menangani *noise* dan *cropping* telinga agar bisa memisahkan antara daun telinga, rambut dan kulit permukaan sekitar daun telinga.
- 2) Aplikasi akan lebih baik apabila mampu mengelompokkan masing – masing citra daun telinga, bukan hanya menghitung nilai selisih jarak kemiripan terdekat.
- 3) Penggunaan metode *chain code* belum dapat digunakan secara optimal dalam ekstraksi fitur bentuk, sebaiknya dapat menggunakan metode lain seperti *moment invariant*, *fast*

fourier descriptor atau metode lainnya pada penelitian selanjutnya.

- 4) Sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan algoritma yang lain untuk proses pencocokan citra daun telinga dengan ekstraksi fitur warna seperti metode *color retrieval* dan *color moment* agar hasil pencocokan lebih optimal.

REFERENSI

- [1] Anil K, J., Patrick, F., & Arun A, R. (2008). *Handbook of Biometrics*. New York: Springer Science+Business Media.
- [2] Iannarelli, A. (1989). *Ear Identification. Forensic*. California: Publishing.
- [3] Purwandari, E. P. (2014). *Deteksi Pemalsuan Copy-Move Duplicated Region Pada Citra Digital Dengan Komputasi Numerik*. Jurnal Pseudocode Vol 1, No.1 pp 24-31.
- [4] Putra, D. (2009). *Sistem Biometrika Konsep Dasar*. Yogyakarta: ANDI.
- [5] Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.