

Model Daktiloskopi Digital Berbasis Metode Komposisi PCA-Euclidean-HOG untuk menemukan Rumus Sidik Jari

TE Sefrianti^{1*}, AR Himamunanto², GC Setyawan³

Informatika, Universitas Kristen Immanuel, Sleman, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: theresia.e19@student.ukrimuniversity.ac.id

Abstract

Dactyloscopy is the science that studies fingerprints, which is carried out for the purpose of re-identifying people, carried out by observing each fingertip, the formulation of these fingerprints includes markings, basic fingerprint shapes, number lines, loop shapes, and whorl shape lines. This research applies the PCA method to fingerprint recognition, with a combination of Euclidean calculations. The initial process begins by inserting an image, followed by pre-processing, to improve image quality, such as removing noise, increasing contrast, and normalizing the size and orientation of fingerprints, followed by fingerprint feature extraction. The HOG method functions to determine the local shape of fingerprints clearly. Fingerprint digital dactyloscopy results guarantee high security and accuracy in the identity verification process. This is due to the unique and stable nature of fingerprint patterns as well as to the reliability of the algorithms and technologies used in fingerprint processing. Based on the test results on 100 fingerprint image samples, 95 fingerprint images could be detected accurately.

Keywords: *Fingerprint; Dactyloscopy; Euclidean Distance*

Abstrak

Daktiloskopi adalah ilmu yang mempelajari tentang sidik jari, yang dilakukan untuk keperluan pengenalan kembali mengidentifikasi orang, dilakukan dengan cara pengamatan pada setiap ujung jari, perumusan sidik jari ini terdapat pembubuhan tanda, sidik jari bentuk pokok, bilangan garis, bentuk *loop*, dangaris bentuk *whorl*. Penelitian ini menerapkan metode PCA pada pengenalan sidik jari, dengan kombinasi perhitungan *Euclidean*. Proses awal dimulai dengan memasukkan citra, dilanjutkan dengan *pre-processing*, untuk meningkatkan kualitas gambar, seperti penghilangan *noise*, peningkatan kontras, dan normalisasi ukuran dan orientasi sidik jari, dilanjut dengan ekstraksi fitur Sidik Jari. Metode HOG berfungsi untuk mengetahui bentuk lokal sidik jari dengan jelas. Hasil daktiloskopi digital sidik jari menjamin keamanan dan akurasi yang tinggi dalam proses verifikasi identitas. Hal ini disebabkan oleh sifat unik dan stabil dari pola sidik jari serta oleh keandalan algoritma dan teknologi yang digunakan dalam pemrosesan sidik jari. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 100 sampel citra sidik jari, 95 citra sidik jari dapat terdeteksi secara akurat.

Katakunci: *Sidik jari; Daktiloskopi; Euclidean Distance*

1. Pendahuluan

Di era teknologi sekarang ini yang sudah semakin canggih, sistem pintar dapat dikembangkan guna memenuhi kebutuhan manusia, dimana salah satunya di bidang keamanan dan kenyamanan. Salah satu aspek dalam sistem sidik jari adalah identifikasi objek untuk mendapatkan pengambilan data orang yang bersangkutan yang telah di ambil sidik jarinya melalui daktiloskopi, Dengan adanya daktiloskopi digital Lebih cepat dan efisien dalam mengambil, menyimpan, dan memproses sidik jari. seperti pengamanan perangkat elektronik, kontrol akses fisik, dan pengamanan data. Hal ini karena sulit untuk memalsukan atau mereplikasi sidik jari seseorang dengan yang sama. namun Meskipun daktiloskopi digital bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan mengurangi penyalahgunaan identitas, masih mungkin bagi pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab untuk mencoba memalsukan atau menyalahgunakan sistem ini untuk tujuan kriminal. Namun dengan adanya Daktiloskopi Digital

dapat mempermudah menemukan Rumus Sidik jari dengan kemampuan analisis yang dilakukan secara otomatis menggunakan perangkat lunak [1 - 2].

Identifikasi pokok masalah yang dibangun Model daktiloskopi digital telah membawa berbagai solusi dalam berbagai bidang, terutama terkait dengan keamanan, efisiensi, dan manajemen data identitas. Mempercepat proses identifikasi dan verifikasi identitas dalam berbagai konteks, mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses administratif dan meningkatkan efisiensi operasional, Membantu dalam pencegahan kecurangan dalam program kesehatan, program sosial, atau dalam pemilihan umum dengan memastikan bahwa setiap individu hanya bisa berpartisipasi atau mengakses manfaat yang sesuai dengan identitas mereka. Solusi-solusi ini menunjukkan bagaimana daktiloskopi digital telah menjadi alat yang sangat berharga dalam mengelola identitas dan keamanan dalam berbagai konteks modern, memberikan keamanan tambahan serta meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna.

Dalam Model Daktiloskopi digital, terdapat beberapa algoritma yang digunakan untuk memproses dan membandingkan pola sidik jari. Salah satu Algoritma yang digunakan dalam pengolahan sidik jari digital adalah metode PCA [3]. Dalam konteks sidik jari, PCA dapat digunakan untuk mengurangi dimensi data sidik jari yang kompleks menjadi sejumlah komponen utama atau principal components. PCA dapat digunakan sebagai langkah awal dalam proses pencocokan sidik jari dengan membangun representasi yang lebih sederhana dan mudah diolah dari data sidik jari. PCA adalah salah satu metode yang berguna dalam konteks pengolahan dan analisis sidik jari digital, membantu mengatasi tantangan kompleksitas dan meningkatkan kemampuan sistem untuk mengenali pola sidik jari dengan lebih efektif. Metode *Euclidean distance* (jarak Euclidean) adalah salah satu metode yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi untuk mengukur jarak antara dua titik dalam ruang berdimensi-n. Dalam konteks pengolahan sidik jari digital, metode ini sering digunakan untuk membandingkan dan mencocokkan pola sidik jari. Dalam aplikasi identifikasi sidik jari, *Euclidean distance* digunakan untuk mengukur seberapa mirip dua sidik jari berdasarkan koordinat fitur-fitur yang dihasilkan dari proses ekstraksi fitur.

Metode HOG (*Histogram of Oriented Gradients*) [4] merupakan teknik yang awalnya dikembangkan untuk deteksi dan pengenalan objek dalam pengolahan citra komputer. Namun, aplikasi HOG juga telah diperluas ke pengenalan pola pada sidik jari manusia, sehingga diproses untuk menghilangkan noise dan meningkatkan kualitas gambar jika diperlukan. Biasanya, citra sidik jari diperbesar dan disesuaikan ke skala yang tepat. Dalam bidang informatika, teknologi pengenalan citra sidik jari memiliki potensi yang sangat besar untuk berbagai aplikasi keamanan dan identifikasi. beberapa potensi dari teknologi ini merupakan Sidik jari dapat digunakan sebagai pengganti kata sandi atau PIN untuk mengamankan perangkat elektronik seperti ponsel pintar, laptop, atau tablet. Ini meningkatkan tingkat keamanan karena sidik jari sulit untuk direplikasi atau dipalsukan. Kemudian akses fisik. Di bidang keamanan fisik, sidik jari dapat digunakan untuk mengontrol akses ke gedung, ruangan, atau area tertentu. Sistem ini lebih aman daripada kartu akses atau kunci fisik karena sidik jari sulit untuk ditiru.

Penelitian ini mempunyai Tujuan dan Manfaat untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan keandalan dalam berbagai aplikasi teknologi. Berikut ini adalah beberapa tujuan adanya daktiloskopi Digital: selain mempermudah menemukan Rumus sidik jari juga dapat meningkatkan keamanan otentikasi Sidik jari, memberikan manfaat otentikasi yang sangat aman dan sulit untuk dipalsukan. Dengan menggunakan teknologi sidik jari, perusahaan dan organisasi dapat meningkatkan keamanan akses ke sistem komputer, jaringan, perangkat mobile, dan aplikasi mereka. Selain itu juga dapat dilakukan dengan Manajemen Identitas.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian [5] berjudul "Kekuatan Sidik jari Sebagai alat Bukti dalam Penyidikan Tindak Pidana pencuriandengan kekerasan" melakukan pengambilan cap tinta Daktiloskopi maupun bekas yang ditinggalkan dalam dunia kepolisian, Rumus Sidik jari digunakan untuk mengidentifikasi seseorang.

Penelitian [6] berjudul "Pengolahan Arsip Teraan Daktiloskopi di Direktorat Jendral Administrasi Hukum Umum Kementrian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia" Pengolahan prosedur arsip teraan Daktiloskopi di Direktorat Jendral Administrasi Hukum nomor Daktiloskopi, *Scanning Arsip*, memasukkan data teraan Sidik Jari Aplikasi Daktiloskopi.

Penelitian [7] berjudul “Kekuatan Sidik Jari sebagai Alat Bukti dalam mengungkapkan suatu tindak Pidana Pembunuhan” menganalisis Sidik Jari dengan sistem Perhitungan Rumus Sidik Jari dengan meningkatkan fungsi Ilmu Sidik.

Penelitian [8] berjudul “Implementasi Kewenangan Penyidik POLRI untuk pengambilan Sidik Jari dengan Teknik Daktiloskopi dalam pengungkapan Tindak Pidana Pembunuhan (Studi pada kepolisian Daerah Sumatera Utara) Sidik jari teknik Daktiloskopi Hasil Pembahasan yang di peroleh dengan implementasi teknik Daktiloskopi merupakan penentuan Rumus Sidik Jari.

Penelitian [9] Urgensi dan Formalitas Perlekatan Sidik jari Penghadap Pada Minua Akta Notaris: Jabatan Notaris, Informasi dan Transaksi Elektronik, dan Ilmu Daktiloskopi” muka persidangan memerlukan ahli atas Sidik Jari dalam Kepolisian (Natis POLRI) yang melakukan pengecekan dan menemukan Rumus Sidik Jari. Penelitian oleh FA Mahmudi, dkk berjudul “Perumusan Sidik Jari berjenis Loop dengan menggunakan Metode Ponincar A% Index” sistem berupa Rumus Sidik Jari dipakai Rumus-Rumus perhitungan Daktiloskopi.

Pada kajian penelitian terdahulu dapat dijabarkan bahwa daktiloskopi sidik jari memiliki fokus metode pendekatan yang berbeda, contoh penelitian Galton yang fokusnya pada data pola garis alur sidik jari kedalam kelompok-kelompok kelas ciri yang menjadi karakteristik sidik jari untuk menemukan luaran sidik jari seperti loop, whorl dan arch sedangkan pada penelitian Juan Vucetch fokus pada pola garis sebagai salah satu alat bukti untu penegakan hukum, sedangkan Sir Willian fokus pada pola sidik jari sebagai alat administratif dalam koloni India Britania pada abad ke-19. Dan juga melakukan eksperimen untuk mengukuhkan keyakinannya bahwa sidik jari manusia bisa dipercaya sebagai alat identifikasi.

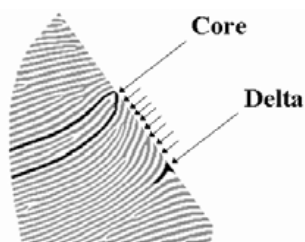
Adapun hubungan dari dari penelitian terdahulu dan saat ini merupakan Perkembangan teknologi digital yang mengintegrasikan pemrosesan sidik jari dalam sistem keamanan, penegakan hukum, dan administrasi publik secara luas. Dan memungkinkan identifikasi yang dilakuakn lebih cepat, akurat, dan terukur dalam berbagai skala. Daktiloskopi digital menawarkan keandalan dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode manual, sehingga meningkatkan efektivitas dalam penegakan hukum dan manajemen identitas.

3. Metodologi

Pada perumusan sidik jari yang terdapat proses penentuan Rumus sidik dengan membubuhkan angka-angka yang terdapat pada Citra Sidik Jari, berikut cara penentuan Rumus Sidik Jari [10]:

1) *Ridge Counting*

Pada *ridge counting* dapat ditelusuri dan diikuti garis bayangan yang ditarik antar delta dan core.



Gambar 1. *Ridge Counting*

2) *Ridge Tracing*

Pada bagian *Ridge Tracing* dilakukan penelusuran atau mengikuti garis pada bentuk whorl garis yang diikuti mulai dari delta kiri sampai pada titik yang sejajar dengan delta kanan.



Gambar 2. Ridge Tracing

Sidik jari juga dibagi menjadi 3 golongan besar yaitu [11]:

- 1) *Arch*
Arch merupakan bentuk pokok Sidik Jari yang dimana semua garis nya cenderung mengalir ke sisi yang lain, dan berbentuk gelombang ditenga-tengah.
- 2) *Loop*
Loop merupakan bentuk Pokok Sidik Jari dimana satu garis atau lebih yang melengkung dan menyentuh garis bayangan, ditarik antara delta dan core dan berhenti atau kembali ke sisi semula.
- 3) *Whorl*
Whorl merupakan bentuk pokok Sidik Jari yang mempunyai paling sedikit 2 buah delta, dengan satu atau lebih garis yang melengkung dihadapan kedua delta.

Pada Metode Daktiloskopi digital sidik jari menjelaskan bagaimana cara mengambil, mengelola, dan memanfaatkan data citra sidik jari agar dapat menemukan rumusnya. Berikut merupakan gambaran umum tentang pengenalan beberapa metode yang dilakukan yaitu [8]:

- 1) Metode Konvensional (menggunakan Tinta Sidik Jari): Aplikasikan tinta sidik jari khusus ke ujung jari yang akan diambil sidik jarinya. Pastikan tinta merata tetapi tidak berlebihan. Lalu Pindahkan Sidik Jari: Letakkan jari dengan lembut pada kertas sidik jari dan tekan dengan ringan agar sidik jari tertinggal di kertas. Kemudian Label dan Simpan: Beri label kertas sidik jari dengan informasi yang diperlukan (nama, tanggal, dll.) dan simpan dengan aman [12].
- 2) Metode PCA: merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam statistika dan analisis data untuk mengurangi dimensi dari dataset yang besar, sambil mempertahankan sebanyak mungkin informasi yang relevan. Ini adalah alat yang sangat berguna dalam berbagai bidang seperti pengenalan pola, analisis data, dan ilmu komputer [13 - 14].
- 3) Metode *Euclidean Distance* merupakan metode pengukuran jarak yang mengacu pada jarak antara dua titik di suatu dimensi [15].
Jarak *Euclidean distance* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$d = \sqrt{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]} \dots\dots\dots (1)$$

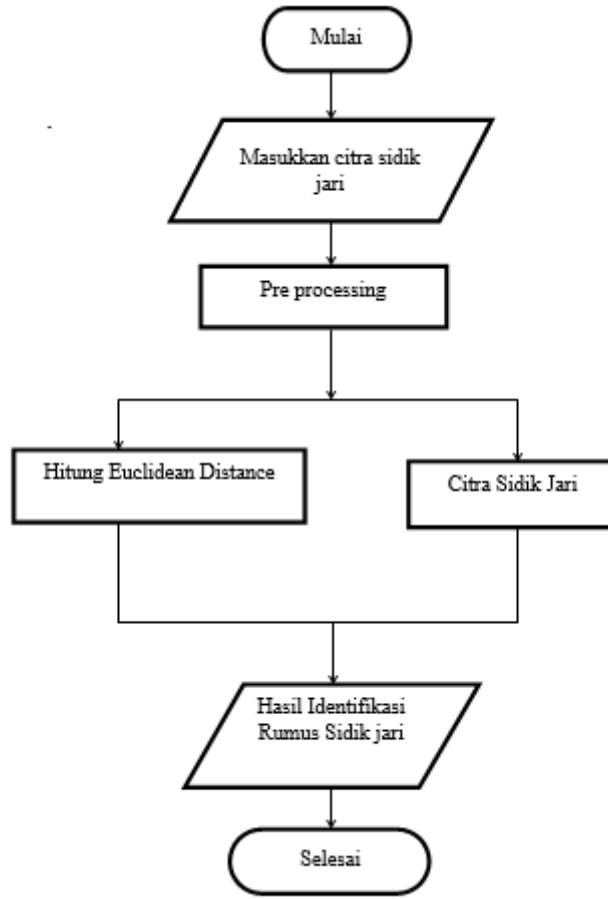
Dimana:

(x_1, y_1) : koordinat titik 1.

(x_2, y_2) : koordinat titik lainnya

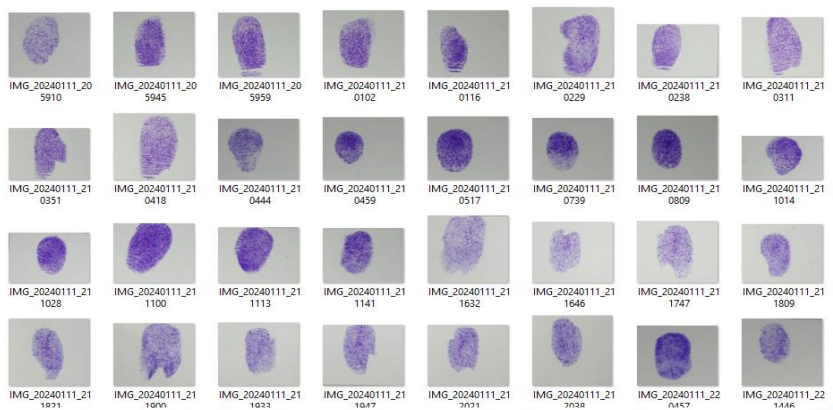
d : jarak atara (x_{11}, y_{11}) dan (x_{22}, y_{22}) .

Metode HOG (*Histogram of Oriented Gradients*) merupakan teknik pengolahan citra yang awalnya dikembangkan untuk deteksi objek dalam bidang penglihatan komputer. Namun, penggunaan HOG telah diperluas ke berbagai aplikasi, termasuk dalam analisis sidik jari.



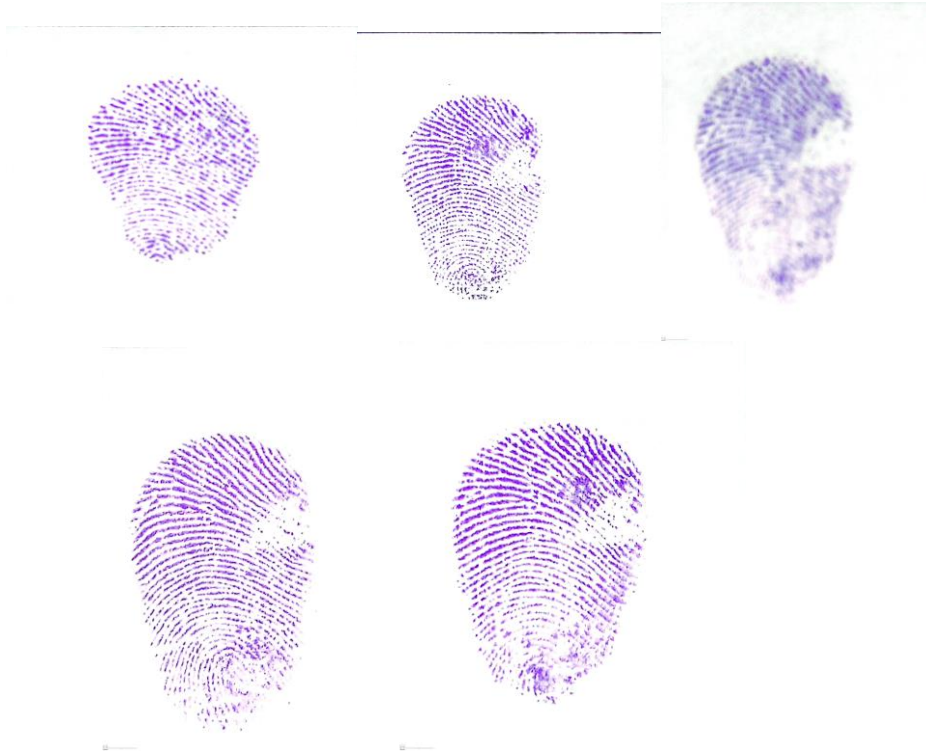
Gambar 3. Flowchart Proses Kerja Sistem

Model data uji yang digunakan seperti disajikan pada Gambar 4



Gambar 4. citra sidik jari sebagai data set

Tahap selanjutnya melakukan pre processing akurasi dari citra sidik jari yang sudah diambil, preprocessing dilakuka dengan ukuran 300 x 375 pixel dengan posisi sidik jari yang berbeda-beda



Gambar 5. Hasil Scanning Citra Sidik jari jempol kanan

Citra sidik jari yang diperoleh dari hasil scanning dimasukkan kedalam database yang berisi data set citra sidik jari.

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap perangkat lunak yang telah dibuat berdasarkan output yang dihasilkan dari input sidik jari yang ada. Gambar 6 berikut adalah objek gambar hasil pengujian yang dilakukan pada aplikasi neatbeans untuk mendapatkan input Hasil Identifikasi sidik jari yang akan menampilkan jenis sidik jari Seperti *Whorl*, *Loop*, *Arch* pada pengujian ini juga dilakukan pencarian jarak *Euclidean Distanced*. Dalam pengujian ini juga terdapat beberapa jari yang tidak menampilkan Rumus Sidik jari karena Sidik Jari tersebut pernah terjadi pengelupasan kulit jari



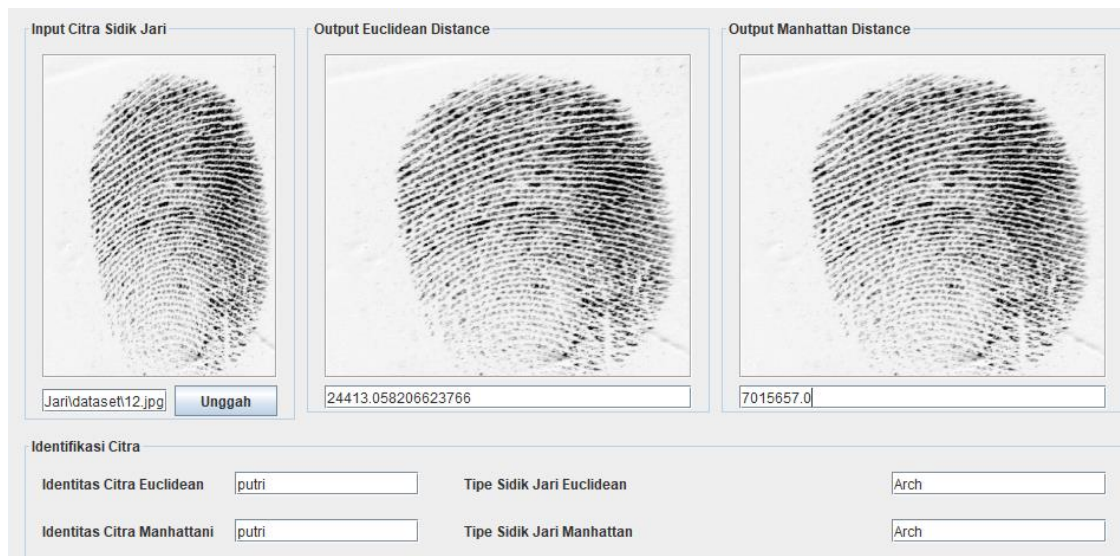
Gambar 6. Hasil Input Sidik Jari Responden Vesya

Gambar 6 di atas merupakan contoh hasil output pengujian Citra sidik jari milik responden bernama Vesya, dalam pengujian diatas tidak dapat ditemukan Bentuk Pokok Rumus Sidik Jarinya karena Gambar tersebut tidak menggambarkan lingkaran maupun lengkung sehingga tidak dapat ditentukan letak core dan deltanya, selain itu juga jarak *Euclidean* Citra Sidik Jari tersebut tidak dapat diketahui. Hal tersebut terjadi dikarenakan beberapa alasan, salah satu alasannya Adalah pernah terjadi pengelupasan pada kulit Sidik.



Gambar 7. Hasil Output Sidik Jari Responden Yoce

Gambar 7 merupakan contoh hasil output Pengujian Citra Sidik Jari milik responden bernama Yoce, dalam pengujian ini menghasilkan Rumus Sidik dengan bentuk Whorl dapat diketahui bahwa gambar Sidik jari tersebut berbentuk lingkaran gambar pengujian tersebut adalah Whorl, dengan jarak *Euclidean* nya adalah 11506958937964453



Gambar 8. Hasil Input Sidik Jari Responden Putri

Gambar 8 merupakan hasil output Pengujian Citra Sidik Jari milik milik responden bernama Putri, dalam pengujian ini menampilkan jenis type sidik jari yang keluar adalah Arch, dengan jarak Euclidean nya adalah 24413.058206623766

The screenshot displays a web-based interface for fingerprint analysis. It is divided into three main sections: 'Input Citra Sidik Jari', 'Output Euclidean Distance', and 'Output Manhattan Distance'. Each section contains a thumbnail of a purple fingerprint image. Below the 'Input' section is a text box with the filename 'Jari\dataset47.jpg' and an 'Unggah' button. Below the 'Output Euclidean Distance' section is a text box containing the value '19543.622821779998'. Below the 'Output Manhattan Distance' section is a text box containing the value '5701981.0'. At the bottom, there is a section titled 'Identifikasi Citra' with four input fields: 'Identitas Citra Euclidean' (Gibran), 'Tipe Sidik Jari Euclidean' (Loop), 'Identitas Citra Manhattani' (Gibran), and 'Tipe Sidik Jari Manhattan' (Loop).

Gambar 9. Hasil Input Sidik Jari Responden Gibran

Pada Gambar diatas merupakan hasil output Pengujian Citra Sidik Jari milik milik responden bernama Gibran, dalam pengujian ini menampilkan jenis type sidik jari yang keluar adalah Loop, dengan jarak *Euclidean* nya adalah 19543.62281779998.

Sistem Daktiloskopi digital sidik jari ini merupakan suatu sistem pengenalan pola sidik yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan membandingkan Citra Sidik Jari yang didaftarkan sebelumnya guna menemukan Rumus Sidik jari. Sistem identifikasi Rumus Sidik jari ini terdapat beberapa tahap yaitu: proses akuisisi, proses ekstraksi fitur, dan proses pencocokkan. Pada proses akuisisi Citra digital dari sidik jari seseorang diperlukan alat "*fingerprint scanner*" supaya lebih mudah mendapatkan citra sidik jari yang berbeda dengan kualitas yang baik. Pada proses ekstraksi fitur dilakukan estimasi pada citra sidik jari untuk membagi segmentasi sidik jari menjadi blok-blok citra yang lebih kecil dengan ukuran yang sama, setelah itu dilakukan pendeteksian guratan sidik jari dengan cara menggunakan teknik konvolusi pada citra sidik jari, setelah itu dilakukan pendeteksian minuate dengan cara mengidentifikasi titik akhir dan persimpangan dari garis-garis sidik jari. Sedangkan proses pencocokkan dilakukan dengan membandingkan sidik jari yang ada dalam data base dengan citra sidik jari yang diambil. Untuk memnumakan rumus/pola yang cocok.

Adapun hasil penerapan metode PCA yang dilakukan untuk mengidentifikasi sistem daktiloskopi digital Sidik Jari dengan kombinasi euclidean distance, manhattan distance serta HOG sistem ini dapat menampilkan identifikasi pemilik sidik jari beserta type jenis datanya, dan jarak antar euclidean. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak data yang diperoleh maka akan semakin banyak pula pengujian yang akan teridentifikasi dengan nilai akurasi yang tinggi. Terdapat hasil Perhitungan persentase citra sidik jari yang dihasilkan setelah melakukan pengujian sebanyak 100 kali.

Berdasarkan hasil pengujian, terdapat 95 data yang berhasil teridentifikasi dengan 100 kali pengujian, dan 5 data yang tidak dapat teridentifikasi, sehingga tingkat keberhasilan proses identifikasi mencapai 95.

5. Simpulan

Dengan menggunakan formulasi jarak berbasis *Euclidean* dari 100 data pengujian yang dilakukan, sebanyak 95 data yang dapat teridentifikasi dengan benar dan 5 data sidik jari tidak dapat teridentifikasi secara benar, sehingga tingkat akurasi sistem mencapai 95%.

Daftar Referensi

- [1] F. Rahma, "Perancangan Identifikasi Tipe sidik jari manusia menggunakan Matlab String Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi," *Jurnal LPPM Uninda.*, Vol. 6, no. 2, pp. 16-23, Desember 2021
- [2] D. Desmira, "Pemanfaatan sensor sidik jari untuk absensi SMKN 1 Pulo-Ampel, Prosisko Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi sistem komputer," *Jurnal ipmunsera.*, Vol. 9, no. 2, pp. 121-129, 2022.
- [3] C.M. Dayana, S.H. Sitorus, R. Hidayanti, "Identifikasi Sidik Jari Menggunakan Metode Principal Component Analysis(PCA) dan Mahalanobis Distance Pada Pemilihan Presiden Mahasiswa," *Jurnal Komputer dan aplikasi.*, Vol. 7, no. 2, pp. 40-48, 2019
- [4] D.A. Zulfada "Identifikasi Sidik Jari Menggunakan HOG dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor," *Jurnal Telkom University*, Vol. 6, No. 3, pp. 78-88, Desember 2019
- [5] F.B. Winata, "Kekuatan sidik jari sebagai alat bukti dalam penyidikan tindak pidana pencurian dengan kekerasan Transformasi," *Jurnal studi hukum.* Vol 1, no. 1, pp. 23-34, 2022.
- [6] A. Sylvia, "*Pengolahan Arsip Teraan Daktiloskopi di Direktorat Jenderal Administrasi Hukum Umum Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada), 2020.
- [7] N.N. Suhamdani. "Kekuatan Sidik Jari sebagai Alat Bukti dalam Mengungkap Suatu Tindak Pidana Pembunuhan. *AHKAM*, vol. 2, no. 2, pp. 448-457, 2023.
- [8] C.A. Simanjuntak, *Implementasi Kewenangan Penyidik POLRI untuk Pengambilan Sidik Jari dengan Teknik Daktiloskopi dalam Pengungkapan Tindak Pidana Pembunuhan (Studi pada Kepolisian Daerah Sumatera Utara)* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area), 2021.
- [9] S.F. Maani, "Urgensi dan Formalitas Perlekatan Sidik Jari Penghadap pada Minuta Akta Notaris: Jabatan Notaris, Informasi dan Transaksi Elektronik, dan Ilmu Daktiloskopi. *Jurnal Inovasi Global*, vol. 2, no. 2, pp. 257-265, 2024.
- [10] A.S. Wijaya, W. Kusuma, & Sari, "Analisis Citra Digital Sidik jari menggunakan metode Ridge Asymmetry untuk Prediksi Dini Diabetes Mellitus Tipe 2," *Jurnal Repositor.*, Vol. 2, no. 6, pp. 775-780, 2022.
- [11] F.S. Nazhifah, S. Safuan, "Analisa Kepribadian Dengan Penerapan Sistem Aplikasi Analisa Sidik Jari (Studi Kasus Pada PT Unique Analisa Sidik Jari)," *Jurnal Ilmiah Indonesia.*, Vol.7, no. 2, pp. 211-230, 2022.
- [12] A. Yuserlina, "Peranan sidik jari dalam proses penyidikan untuk menentukan pelaku tindak pidana. *JCH (Jurnal Cendekia Hukum)*, vol. 3, no. 1, pp. 2017.
- [13] R.D. Safitri, A. Susanto, "Rancang Bangun Aplikasi Absensi Sekolah Minggu Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis (Pca) Pada Gereja Gbi Modernland. *ALGOR*, vol. 2, no. 2, pp. 31-40, 2021.
- [14] D. L. Z. Astuti, & S. Samsuryadi, "Kajian Pengenalan Ekspresi Wajah menggunakan Metode PCA dan CNN. In *Annual Research Seminar (ARS)*, Vol. 4, No. 1, pp. 293-297, 20219.
- [15] S. Fauziyah, U. Sunarya, "Identifikasi Kode Jari Tangan Pada Sistem Operasi Android Dengan Metode Euclidean Distance Untuk Sistem Kunci Pintu. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal)*, vol.1, no. 1, pp. 41-49, 2024.