

**PENGENALAN SIDIK JARI MANUSIA TERDISTORSI MENGGUNAKAN
ALGORITMA SIFT BASED MINUTIA DESCRIPTOR (SMD)
RECOGNITION OF DISTORTED HUMAN FINGERPRINT USING SIFT ALGORITHM BASED
MINUTIA DESCRIPTOR METHOD (SMD)**

Ismah Putri Dewanti¹, Anggunmeka Luhur Prasasti, S.T., M.T.² Ashri Dinimaharawati S.Pd., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹dewantismah@student.telkomuniversity.ac.id, ²anggunmeka@telkomuniversity.ac.id, ³ashridini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pengenalan identitas seseorang sudah semakin berkembang, salah satunya pada identifikasi sidik jari. Hal tersebut digunakan sebagai upaya mengamankan data yang dimiliki melalui pengenalan identitas, agar orang lain tidak sembarangan mengakses data tersebut. Dalam penerapannya, sidik jari dilakukan oleh orang yang memiliki jari normal. Namun, orang yang memiliki jari tidak normal atau jari yang terdistorsi memiliki kesulitan untuk menggunakan sidik jari. Oleh karena itu, sidik jari yang terdistorsi dapat di akses apabila sistem diberikan perintah untuk dapat mendeteksi sidik jari yang terdistorsi. Tugas akhir ini membahas mengenai pengenalan sidik jari baik jari yang normal maupun jari yang terdistorsi (kulit kering, kulit pecah-pecah, dan kulit berminyak) dengan metode SIFT based Minutiae Descriptor (SMD) dan metode Brute Force Matcher (BF Matcher). Hasil pengujian menunjukkan sistem pengenalan sidik jari terdistorsi dengan menggunakan metode Algoritma SIFT Based Minutiae Deskriptor (SMD) dan Brute Force Matcher pada kondisi ideal dengan tingkat akurasi sebesar 80.42%. Sistem dapat mengenali sidik jari terdistorsi dengan rata-rata lama waktu pengenalan citra sidik jari dengan respon time sebesar 13.58 detik per subyek.

Kata kunci : BFMatcher. fingerprint, sidik jari terdistorsi, SIFT based Minutiae Descriptor.

Abstract

Recognition of a person's identity has increasingly developed, one of which is on fingerprint identification. This is used as an effort to secure data held through identity recognition, so that other people do not carelessly access the data. In its application, fingerprints are carried out by people who have normal fingers. However, people who have abnormal fingers or distorted fingers have difficulty using fingerprints. Therefore, a distorted fingerprint can be accessed if the system is given a command to detect a distorted fingerprint. This final project discusses the introduction of fingerprints of both normal and distorted fingers (dry skin, cracked skin, and oily skin) with the SIFT-based Minutiae Descriptor (SMD) method and the Brute Force Matching (BF Matcher) method. The test results show a distorted fingerprint recognition system using the SIFT Based Minutiae Descriptor (SMD) Algorithm and Brute Force Matching in ideal conditions with an accuracy level of 80.42%. The system can recognize a distorted fingerprint with an average time of fingerprint image recognition with a response time of 13.58 seconds per subject.

Keywords: Abnormal fingerprint, BFMatcher, fingerprint, SIFT based Minutiae Descriptor.

1. Pendahuluan

Teknologi Biometrik merupakan teknologi yang digunakan untuk melakukan identifikasi menggunakan ciri-ciri fisik, seperti sidik jari, wajah, dan retina mata. Sidik jari memiliki peran sebagai tanda pengenal atau identifikasi melalui jari yang dimiliki seseorang untuk mengakses data elektronik seperti ponsel, komputer, perbankan elektronik dan lainnya. Tanda pengenal bertujuan untuk melindungi data yang tersimpan sehingga data tersebut hanya dapat diakses oleh pemilik sidik jari tersebut. Terdapat beberapa orang yang masih kesulitan menggunakan pengenalan sidik jari. Hal itu dikarenakan terdapat perbedaan karakteristik pada ujung jari yang mereka miliki. Jari yang memiliki karakteristik kulit yang berbeda dari kulit normal disebut dengan jari yang terdistorsi. Jari terdistorsi merupakan jari yang memiliki kerusakan pada permukaan jarinya. Kerusakan tersebut yaitu jari yang terkena minyak, jari kering, dan jari pecah-pecah.

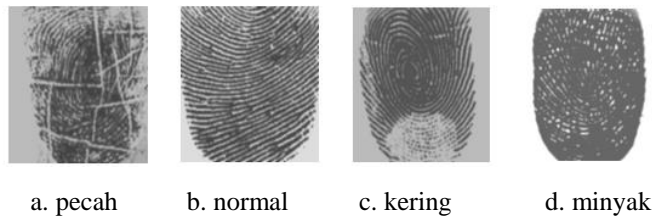
Metode yang digunakan untuk pengenalan sidik jari yang terdistorsi adalah *SIFT based Minutiae Descriptor (SMD)* dan metode *Brute Force Matching (BF Matcher)*. Algoritma *SIFT (Scale Invariant Feature Transformation)* merupakan penerapan pada masalah penglihatan komputer berdasarkan pencocokan fitur[1]. *Brute Force* merupakan pendekatan yang lempang untuk memecahkan suatu masalah (*Straight Forward*). Dengan penelitian ini, diharapkan dapat membuat sistem untuk mendeteksi sidik jari terdistorsi.

2. Landasan Teori

2.1. Sidik Jari (Fingerprint)

Sidik jari memiliki punggung bukit (*Ridge*) dan lembah yang membentuk pola khas pada permukaannya yang tidak berubah seiring perubahan usia[2]. Sidik jari dapat digunakan sebagai akses data dari perangkat seluler dapat meningkatkan keamanan lebih baik dan lebih efektif dibandingkan dengan kata sandi atau nomor PIN[3]. Namun, terdapat beberapa orang yang tidak dapat menggunakan sistem sidik jari dengan mudah. Hal itu dikarenakan pengguna memiliki perbedaan karakteristik kulit pada jarinya dengan jari normal, sehingga jari tersebut disebut jari

terdistorsi. Sidik jari yang terdistorsi mengakibatkan ketidakcocokan pemindaian sidik jari pada sistem [4]. Perbedaan karakteristik kulit dapat diakibatkan karena kulit pada jari telah terdistorsi seperti kulit mengelupas, kulit kering, kulit pecah-pecah dan faktor umum lainnya. Pola sidik jari terdistorsi memiliki bentuk yang tidak beraturan sehingga diperlukan suatu metode untuk sistem dapat mendeteksi sidik jari terdistorsi.



Gambar 1. Sidik jari normal dan sidik jari distorsi.

2.1.1. Pengenalan Sidik Jari (Fingerprint Recognition)

Pengenalan sidik jari menggambarkan proses memperoleh representasi digital sidik jari dan membandingkannya dengan versi digital sidik jari yang tersimpan. Sistem pengenalan sidik jari dibagi menjadi tiga tahap. Pertama adalah tahap *Preprocessing*, untuk peningkatan kualitas gambar. Tahap kedua adalah *Descriptors Extraction*, untuk mengekstraksi fitur dari gambar hasil *pre-processing*. Tahap ketiga adalah *Matching*, untuk mencocokkan citra input dengan citra template pada dataset.

1. Image Acquisition

Tahap akuisisi adalah proses untuk mendapatkan citra sidik jari awal dengan cara online maupun offline. Dalam metode online, pembaca sidik jari optik digunakan untuk menangkap citra sidik jari [5]. Pada penelitian kali ini metode yang digunakan adalah menggunakan metode *online*, yaitu menggunakan *fingerprint sensor*.

2. Preprocessing

Pre-processing adalah proses menghilangkan data yang tidak diinginkan dalam gambar sidik jari seperti *noise* atau refleksi. Pada tahap ini, citra sidik jari diproses untuk mendapatkan hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Citra yang berkualitas baik akan membantu pada saat proses ekstraksi ciri, karena pola-pola citra sidik jari sudah dapat terlihat dengan jelas. Preprocessing memiliki dua langkah proses yaitu mentransformasikan gambar asli sidik jari menjadi gambar yang diberi filter abu-abu (*Grayscale*) dan menghilangkan *noise* pada gambar asli [6]. Gambar sidik jari yang sudah ditransformasikan bertujuan untuk memperbaiki poin yang rusak pada punggung (*Ridge*) yang berada di gambar sidik jari [3]. Berikut gambar proses dari filter yang digunakan untuk memproses gambar sidik jari asli untuk memperoleh gambar abu-abu (*Grayscale*) yang telah disempurnakan [7]. Pada filter terdapat tahapan utama yaitu, *Highpass Filter*, *Lowpass Filter*, *Ridge Direction Detection*, dan *Ridge Enhancement*. Pada *Highpass Filter* digunakan untuk kalibrasi kecerahan dan *Lowpass Filter* digunakan untuk mengurangi *noise* (kebisingan atau suara). Setelah tampil deteksi *ridge* yang akurat, peningkatan *ridge* menggunakan *gabor filter* dilakukan untuk menegakkan pola sidik jari [8].

3. Descriptors Extraction (Feature Extraction)

Pada *Descriptors Extraction*, sidik jari yang telah mengalami peningkatan kualitas diproses lebih lanjut untuk mengidentifikasi titik *minutiae*. Jenis *Minutia* dapat diklasifikasi menjadi *bifurkasi punggung* (*Binarization Ridge*) dan *akhir punggung* (*Ending Ridge*) [9]. *Minutia bifurkasi punggung* merupakan titik dimana punggung terbelah dari satu jalur menjadi dua jalur. *Minutia akhir punggung* merupakan titik dimana punggung berakhir. *SIFT deskriptor* dihitung berdasarkan gambar yang diproses. *SIFT deskriptor* menghitung besarnya gradien dan orientasi pada setiap titik di wilayah disekitaran titik pengambilan sampel [10]. Sampel tersebut di akumulasikan menjadi histogram orientasi yang dapat meringkas konten diatas sub wilayah tersebut. *Deskriptor* terdiri dari *deskriptor SIFT Minutia* dan *deskriptor SIFT* di beberapa titik pengambilan sampel di sekitar *Minutia*. *SIFT deskriptor* dihitung berdasarkan gambar yang diproses. *SIFT deskriptor* menghitung besarnya gradien dan orientasi pada setiap titik di wilayah disekitaran titik pengambilan sampel [11]. Pada *Descriptors Extraction* akan dilakukan penipisan (*Thinning*) dan binarisasi [1]. Proses binarisasi dilakukan untuk mengubah gambar sidik jari *Gray 8-bit* menjadi gambar 1-bit dengan nilai 0 untuk *ridges* dan nilai 1 untuk alur [3]. Gambar binarisasi ini ditipiskan (*thining image*) untuk mengurangi ketebalan semua garis punggung ke lebar piksel tunggal untuk mengekstraksi *keypoint* secara efektif [3].

4. Matching (Pencocokan)

Tahap ini adalah tahap pencocokan antara citra input dengan citra template yang sudah mengalami tahapan pre-processing sebelumnya. Citra input akan dibandingkan dengan citra template. Nilai selisih antara kedua citra akan menunjukkan seberapa besar tingkat akurasi suatu metode dalam pengenalan sidik jari.

2.2. Sistem Biometrik

Biometric adalah teknologi yang dapat mengidentifikasi dan memverifikasi ciri karakteristik unik yang dimiliki seseorang. Cara kerja biometric ini adalah sistem menyimpan informasi biologis yang dimiliki seseorang. Informasi biologis tersebut disimpan dalam database yang terpusat sehingga proses identifikasi bisa diakses langsung ke data biometric yang tersimpan oleh sistem. Data biometric yang tersimpan dapat discan dan dibandingkan dengan data biometric yang akan dimasukkan melalui scan data biometric. Data biometric yang akan dimasukkan, dimiliki oleh orang yang sama dengan data biometric yang sudah tersimpan di sistem. Sistem biometrik terdiri dari 3 fungsi yaitu proses *enrollment*, *identification* dan *verification* [14].

2.2.1. Enrollment

Proses *enrollment* atau pendaftaran merupakan tahap penyimpanan informasi biometrik dari individu ke dalam database. Lalu data mentah ini diproses oleh *descriptor extraction* agar mendapatkan data yang disebut template optimal yang akan digunakan pada tahap verifikasi atau identifikasi.

2.2.2. Verifikasi

Verifikasi merupakan proses untuk membuktikan identitas seseorang dengan membandingkan karakteristik biometrik yang ditangkap dengan template biometrik yang dimiliki sebelum disimpan ke dalam sistem. Karakteristik diatur satu persatu lalu dibandingkan untuk menentukan apakah identitas seseorang itu benar atau salah.

2.2.3. Identifikasi

Proses identifikasi, yaitu proses merupakan pengenalan seseorang dengan mencari seluruh template database untuk dicocokkan. Terdapat unsur pencarian (*searching*) pada sistem identifikasi karena melibatkan proses pencocokan satu ke banyak.

2.4. Scale Invariant Feature Transformation (SIFT) based Minutiae Descriptor (SMD)

Scale Invariant Feature Transformation (SIFT) adalah algoritma yang digunakan untuk mendeteksi dan mendeskripsikan fitur lokal pada citra [15]. Metode SIFT Based Minutiae Descriptor (SMD) merupakan metode Minutiae Descriptor (SMD) berbasis SIFT untuk meningkatkan algoritma SIFT melalui pemrosesan gambar, ekstraksi deskriptor, dan pencocokan. Metode SMD dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi algoritma untuk verifikasi sidik jari, sehingga metode SMD merupakan metode pengembangan dari metode SIFT. Metode SIFT memiliki tingkat identifikasi yang rendah untuk sidik jari, dikarenakan sumber daya komputasi yang tinggi (penghalang aplikasi praktis) [1]. Maka dari itu Minutiae Descriptor membantu metode SIFT dalam meningkatkan identifikasi sidik jari terdistorsi dengan tinggi. Pada metode ini terdapat Filter untuk memproses gambar sidik jari asli untuk mendapatkan gambar abu-abu yang disempurnakan [8]. Metode SIFT memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi namun karena keakuratan yang tinggi maka waktu proses yang dibutuhkan juga membutuhkan waktu yang lama [11]. Metode *SIFT Based Minutiae Descriptor (SMD)* berperan sebagai metode ekstraksi ciri pada pengenalan sidik jari terdistorsi. Secara garis besar, algoritma yang digunakan pada metode SIFT terdiri dari empat tahap, yaitu [16]:

2.4.1. Keypoint Extreme Value

Proses pencarian nilai ekstrem diperlukan untuk mendapatkan kandidat keypoint yang akan digunakan untuk proses ekstraksi. Untuk mendapatkan nilai ekstrem, fungsi *Difference of Gaussian (DoG)* digunakan sebagai berikut.

$$D(x, y, O) = (G(x, y, kO) - G(x, y, O)) * I(x, y) = L(x, y, kO) - L(x, y, O) \quad (1)$$

Fungsi di atas dijelaskan bahwa $D(x, y, O)$ hasil gambar dari pencarian nilai ekstrem dilakukan, $G(x, y, O)$ adalah variabel yang digunakan dalam fungsi gaussian, maka $I(x, y)$ adalah gambar yang telah diperoleh dan $L(x, y, O)$ adalah gambar untuk mendapatkan nilai ekstrem. nilai konstan k digunakan untuk memaksimalkan deteksi keypoint [11].

2.4.2. Keypoint Localization

Proses ini berfungsi untuk menentukan lokasi yang tepat dari keypoint dengan memilih keypoint bernilai rendah dan menghilangkannya. Untuk meningkatkan kecocokan, kandidat keypoint dengan kontras rendah atau yang buruk dilokalisasi dan sebuah tepi keypoint dihilangkan [8].

2.4.3. Keypoint Orientation

Memberikan orientasi keypoint bertujuan untuk lokasi keypoint yang telah ditetapkan setelah, pelokalan keypoint akan tetap di lokasi yang ditentukan. Berdasarkan gradien arah gambar lokal, masing-masing keypoint menentukan orientasinya. jadi, jika gambar diputar, lokasi keypoint yang telah diatur tidak akan berubah [11]. Area yang digunakan untuk menghitung deskriptor didefinisikan oleh skala dan lokasi yang ditetapkan, dirotasi dan ditugaskan orientasi.

2.4.4. Descriptor Keypoint

Pada tahap sebelumnya, masing-masing keypoint mendapatkan lokasi, skala, dan orientasi yang stabil. Deskriptor diperlukan di dalam keypoint untuk mengatur keypoint yang telah diperoleh meskipun ada perubahan gambar dari sudut pandang dan pencahayaan [11]. Deskriptor pada keypoint itu sendiri akan mengambil bentuk vektor yang diperoleh setelah melewati proses orientasi histogram. Untuk mendapatkan orientasi histogram dapat diperoleh dari perhitungan besaran gradien dan orientasi pada area keypoint. Pada tahap ini, masing-masing keypoint membagi wilayah yang ditentukan oleh skala hingga 4×4 blok, mengukur gradien gambar lokal sebesar 8 arah terhadap setiap blok, dan menentukan deskriptor oleh 128 gradien gambar local [8]. Deskriptor ini menjadi fitur keypoint.

2.5. Brute Force Matching

Brute Force pendekatan yang lempang untuk memecahkan suatu masalah (*Straight Forward*) [17]. *Brute Force* biasanya didasarkan pada pernyataan masalah (*Problem Statement*) definisi konsep yang dilibatkan. Metode *Brute Force* memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung, jelas (*Obvious Way*). Metode ini mengambil deskriptor dari satu fitur di segmen pertama dan dicocokkan dengan semua fitur lain di segmen yang tersisa menggunakan beberapa perhitungan jarak dan yang terdekat dikembalikan [18]. Algoritma *Brute Force* memiliki kelebihan dibandingkan dengan algoritma lain: Algoritma *Brute Force* sederhana dan mudah dimengerti. Algoritma *Brute Force* menghasilkan algoritma yang layak untuk beberapa masalah penting seperti pencarian, pengurutan, pencocokan string, perkalian matriks. Algoritma *Brute Force* menghasilkan algoritma baku (Standard) untuk tugas-tugas komputasi seperti penjumlahan/perkalian n buah bilangan, menentukan elemen minimum atau maksimum di dalam tabel (List). Di lain hal, Algoritma *Brute Force* juga memiliki kelemahan: Algoritma *Brute Force* jarang menghasilkan algoritma yang mangkus. Beberapa Algoritma *Brute Force* lambat sehingga tidak dapat diterima. Selain itu juga tidak sekonstruktif/sekreatif teknik pemecahan masalah lainnya.

3. Perancangan

3.2. Spesifikasi Sistem

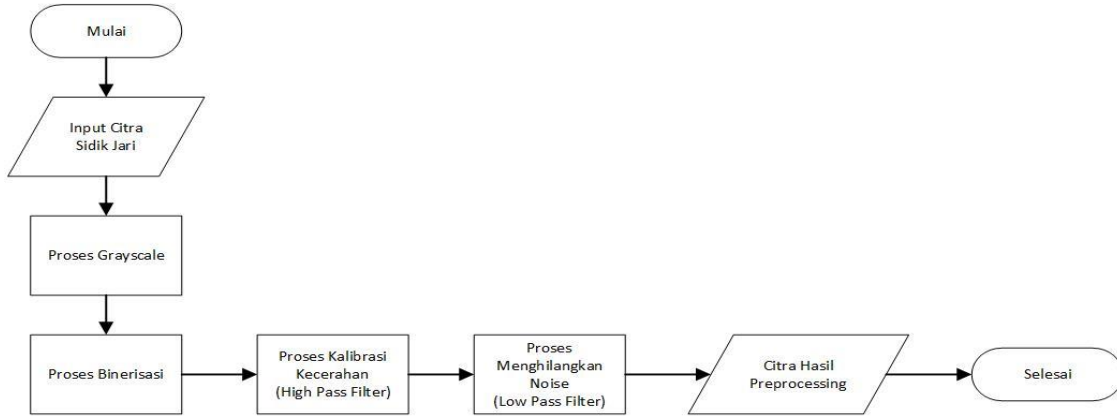
Sistem pengenalan sidik jari dibuat meliputi empat proses yaitu akuisisi, pre-processing, ekstraksi ciri, dan pencocokan.

3.2.1. Akuisisi

Akuisisi merupakan proses pengambilan sidik jari. Pada penelitian tugas akhir ini, sensor sidik jari digunakan untuk mengambil citra sidik jari. Citra sidik jari yang di tangkap menggunakan sensor sidik jari akan di verifikasi kembali untuk di uji kebenarannya. Jika citra telah ter-verifikasi, maka citra tersebut menjadi citra masukan yang selanjutnya akan di proses pada tahap pre-processing.

3.2.2. Preprocessing

Pada tahap ini, citra yang sudah diperoleh dari tahap akuisisi akan diproses untuk meningkatkan kualitas citra dan memudahkan sistem dalam mengenali citra sidik jari.



Gambar 2. Flowchart pre-processing.

Gambar 2 menggambarkan alur proses pada tahap pre-processing. Citra yang sudah didapat pada tahap akuisisi akan melewati proses grayscale, tujuannya adalah untuk mengubah agar citra sidik jari hanya memiliki warna pada tingkat keabuan saja. Lalu dilakukan proses menghilangkan noise pada gambar asli menggunakan Lowpass Filter. Nilai ini digunakan untuk merpartisi citra grayscale ke dalam dua nilai, yaitu hitam dan putih. Proses ini bertujuan untuk menyederhanakan model citra dan mempermudah proses perhitungan. Sehingga hasilnya menjadi :

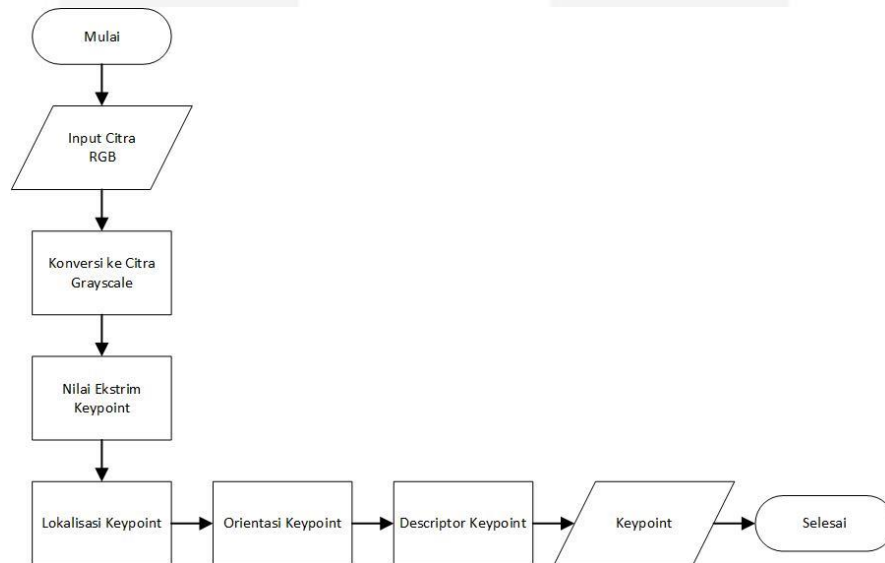
Tabel 1. Nilai piksel citra grayscale.

Grayscale		
210	203	214
214	207	206
203	198	212

Tabel 1 diatas menunjukkan hasil perhitungan nilai grayscale pada setiap piksel citra sidik jari.

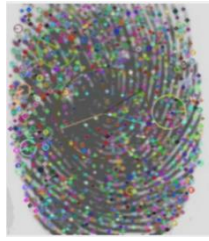
3.2.3. Ekstraksi Ciri

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan ciri atau identitas pada suatu sidik jari. Pada penelitian tugas akhir ini, metode *SIFT based Minutiae Descriptor (SMD)* digunakan pada proses segmentasi citra sidik jari.



Gambar 3. Flowchart alur algoritma SIFT based Minutiae Descriptor (SMD).

Gambar 3 Menggambarkan alur algoritma *SIFT based Minutiae Descriptor (SMD)*. Tahap awal ekstraksi fitur adalah dengan mengkonversi citra RGB menjadi grayscale yang tujuannya untuk menghitung citra yang bertujuan untuk mempercepat proses komputasi. Langkah selanjutnya adalah dengan mengimplementasikan algoritma SIFT yang terdiri dari deteksi titik keypoints, deteksi dominasi orientasi keypoint dan descriptor keypoints dimana akan dihasilkan keypoint. Adapun hasil yang diperoleh dari segmentasi *SIFT based Minutiae Descriptor (SMD)* adalah sebagai berikut :

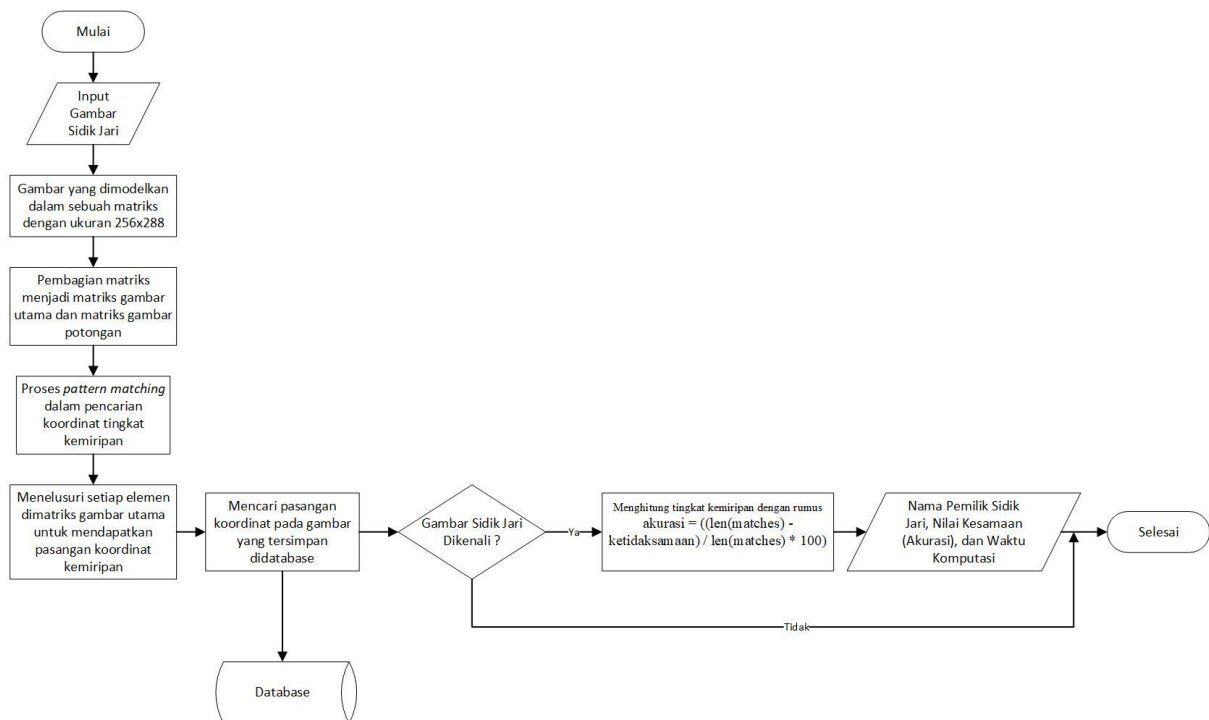


Gambar 4. Citra sidik jari hasil ekstraksi ciri SIFT based Minutia Descriptor (SMD).

Gambar 4 merupakan citra sidik jari yang sudah mengalami proses ekstraksi ciri dengan *SIFT based Minutia Descriptor (SMD)*. Citra sidik jari yang sudah mengalami proses ekstraksi ciri ditandai dengan adanya titik-titik kecil (keypoints) yang telah mendeteksi permukaan jari tersebut.

3.2.4. Pencocokan (Matching)

Tahap pencocokan dilakukan untuk melihat kemiripan atau kesamaan antara citra masukan dengan citra yang sudah disimpan pada storage. Berikut merupakan proses yang dilakukan pada tahap pencocokan:



Gambar 5. Flowchart proses pencocokan (matching).

Gambar 5 menggambarkan proses yang dilakukan pada tahap pencocokan (*matching*). Sistem akan menerima input berupa gambar uji dari pengguna. Gambar tersebut dimodelkan sebagai sebuah matriks dengan ukuran matriks sesuai dengan ukuran gambar yaitu 256x288. Setelah gambar tersebut dimodelkan akan didapatkan dua matriks yaitu matriks gambar utama dan matriks gambar potongan. Pada tahap selanjutnya digunakan proses pattern matching dalam pencarian koordinat untuk mencari tingkat kemiripan dari setiap koordinat. Setelah itu dilakukan penelusuran setiap elemen di matriks gambar utama untuk mendapatkan pasangan koordinat tingkat kemiripan. Pasangan-pasangan tersebut akan disimpan dalam database untuk kemudian diproses. Jika gambar tersebut dikenali, maka dilakukan perhitungan nilai kesamaan atau nilai akurasi. Hasil akhir dari gambar yang telah dikenali adalah nama pemilik sidik jari, nilai kesamaan, dan waktu komputasi.

3.2.5. Metode Brute Force

Pencocokan *brute force* sangat sederhana. Dibutuhkan deskriptor satu fitur pada set pertama dan dicocokkan dengan semua fitur lainnya pada set kedua menggunakan perhitungan jarak. Ketika melakukan pencocokan, nilai *brute force* terbesar berarti memiliki kedekatan citra yang baik. Artinya perbandingan antara citra uji dengan citra pada storage menunjukkan bahwa citra-citra yang dicocokkan adalah sama.

4. Pengujian

4.1. Skenario Pengujian Sistem

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai ketentuan-ketentuan yang akan digunakan dalam pengujian dan skenario pengujian yang akan dilaksanakan. Data masukan yang digunakan pada pengujian ini adalah citra sidik jari dengan format (.bmp) yang ditangkap menggunakan sensor sidik jari. Target objek pada pengujian berupa

sidik jari jempol kanan dan jempol kiri pada tangan manusia. Posisi jari pada pengujian harus lurus dan tidak berjarak dengan sensor sidik jari dan pengujian dilakukan sebanyak 30 kali untuk setiap subjek sidik jari. Terdapat 4 (empat) parameter pengujian yaitu pengaruh penambahan atau pengurangan parameter pada proses preprocessing, perubahan nilai *threshold* dan respon time.

Tabel 2. Skenario pengujian.

No	Parameter Uji	Kondisi
1	Penambahan Parameter Pada Pre-processing	1. Penambahan Gaussian Blur 2. Penambahan Median Blur 3. Penambahan Bilateral Blur
2	Perubahan Nilai Threshold terhadap jumlah keypoint	T = 100 T = 140 T = 180 T = 220 T = 260
3	Respon time	Kondisi Ideal

Pada Tabel 2 menunjukkan seluruh skenario pengujian yang akan dilakukan dengan berbagai kondisi. Pada setiap kondisi akan dilakukan 5 kali percobaan pada masing-masing subyek. *Respon time* menggunakan kondisi ideal sebagai perhitungan waktu saat proses pengenalan (*matching*). Kondisi ideal tersebut adalah kondisi yang memiliki nilai persentase atau tingkat akurasi yang tinggi.

4.3. Tingkat Akurasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi atau ketepatan sistem yang akan dibuat. Tingkat akurasi dapat dikalkulasikan dengan cara sebagai berikut :

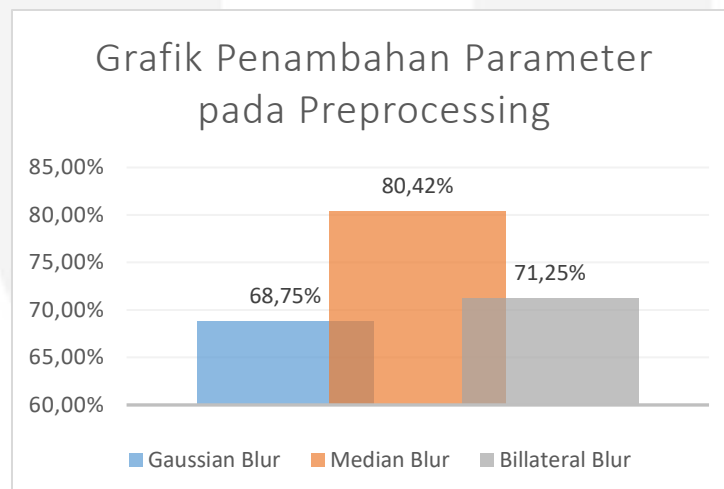
$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{\sum \text{Data Uji Citra Benar}}{\sum \text{Total Data Uji}} \times 100\% \quad (2)$$

Citra benar apabila citra distorsi yang berhasil dikenali. Sistem dapat dikatakan baik jika memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

4.4. Hasil Pengujian Sistem

4.4.1 Hasil Pengujian Penambahan Parameter Pada Preprocessing

Pada pengujian ini, sistem akan diuji tingkat akurasinya dengan melakukan penambahan parameter pada preprocessing.

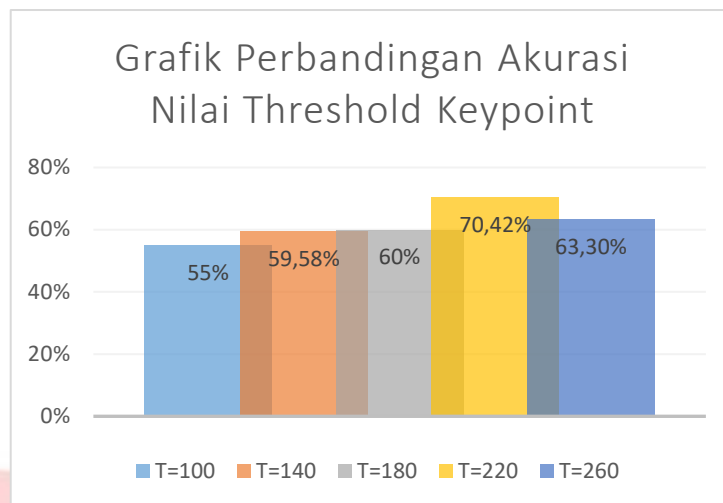


Gambar 6. Grafik hasil uji perbandingan akurasi penambahan preprocessing.

Gambar 6 dapat dilihat bahwa hasil pengujian penambahan parameter preprocessing bahwa sistem pengenalan sidik jari terdistorsi memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi dengan penambahan parameter median blur, yaitu 80.42%. Parameter gaussian blur memiliki tingkat akurasi rendah dari median dan billateral blur, dikarenakan preprocessing pada gaussian blur tidak menjaga tepi ketika menghilangkan noise dan tidak menggantikan intensitas setiap piksel dengan rata-rata nilai intensitas dari piksel terdekat. Sehingga garis tepi yang tajam akan dibuang. oleh sebab itu, sulit untuk dideteksi.

4.4.2 Hasil Pengujian Perubahan Nilai Threshold

Pengujian ini dilakukan untuk mencari kondisi ideal sistem dengan cara perubahan nilai threshold. Berikut ini merupakan hasil perbandingan tingkat akurasi sistem dengan perubahan nilai threshold :



Gambar 7. Grafik hasil uji perbandingan akurasi nilai threshold keypoint.

Gambar 7 dapat dilihat bahwa pengujian *threshold keypoint*, Metode *SIFT Based Minutia Deskriptor (SMD)* tidak memiliki nilai ideal. Hal ini dikarenakan jumlah keypoint stabil dengan nilai *threshold*. Oleh karena itu, jumlah keypoint yang dihasilkan sedikit karena jumlah nilai *threshold* kecil sehingga ciri dari gambar sidik jari sulit dideteksi. Kondisi terdistorsi yang susah dikenali adalah pecah-pecah karena ada faktor yang mempengaruhi diantaranya:

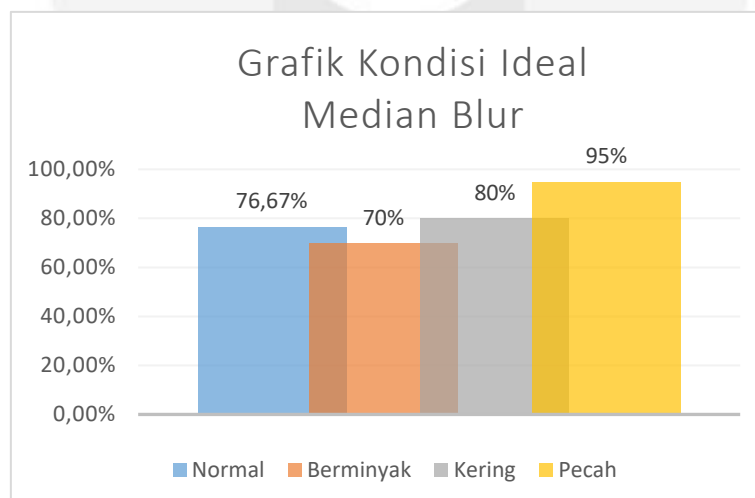
1. Pengambilan gambar yang tidak sempurna sehingga kualitas gambarnya tidak baik.
2. Kadar distorsi minyak dan pecah-pecah terlalu pekat, sehingga ridge dan valley yang terdapat pada citra sidik jari tidak terlihat dan teratur pembentukannya. oleh karena itu, titik-titik keypoint terdapat dalam sidik jari sedikit dan tidak dapat terdeteksi.
3. Perubahan bentuk bisa terjadi karena bentuk citra data awal yang tidak utuh atau tidak sempurna gambar yang ada di dalam citra sampel tersebut. Citra uji yang tidak utuh mungkin karena ada objek lain yang menutupi, sehingga tidak cocok pada citra template yang ada di storage.

4.4.3. Hasil Pengujian Respon Time

Waktu komputasi pada pengenalan sidik jari memiliki waktu komputasi 13.58 detik/subyek. Hal ini menunjukkan bahwa metode *SIFT Based Minutia Deskriptor (SMD)* mempunyai waktu komputasi yang lambat. Hal itu dikarenakan berdasarkan pengujian yang telah kami lakukan, kondisi ideal pada penambahan preprocessing saja yaitu *median blur*. *Median blur* tidak berpengaruh dengan deteksi jumlah keypoint sehingga waktu komputasi saat pengenalan sidik jari dengan *median blur* lebih lambat.

4.4.4. Hasil Pengujian Sistem Dalam Kondisi Ideal

Pada pengujian ini, kondisi sistem ideal yang akan diuji adalah pada saat sistem memiliki tingkat akurasi tertinggi yaitu dengan menambahkan parameter *Median Blur*. Berikut ini merupakan hasil perbandingan tiap subjek pada kondisi ideal:



Gambar 8. Grafik hasil uji pengujian sistem kondisi ideal.

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian pada sistem dalam kondisi ideal. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat akurasi sebesar 80.42%.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian, algoritma *SIFT based minutia deskriptor* (SMD) mampu mengimplementasi dan menganalisis sidik jari terdistorsi dalam kondisi ideal pada penambahan preprocessing *median blur* dengan akurasi sebesar 80.42%. Kondisi terdistorsi yang mudah dikenali adalah pecah-pecah karena perubahan bentuk jari pecah yang dimaksud adalah bawaan jari (asli) tanpa mengubah bentuk jari yang berbeda, sehingga sidik jari pecah mengalami kecocokan dengan citra *template* pada *storage*.
2. Keandalan sistem yang dibuat mendeteksi sidik jari terdistorsi dengan rata-rata total waktu komputasi sebesar 13.58 detik/kondisi. Pada penelitian metode *SIFT based minutia deskriptor* (SMD) relatif mempunyai waktu komputasi yang lambat, dikarenakan berdasarkan pengujian yang telah kami lakukan, kondisi ideal pada penambahan preprocessing saja yaitu *median blur*. *Median blur* tidak berpengaruh dengan deteksi jumlah keypoint sehingga waktu komputasi saat pengenalan sidik jari dengan *median blur* lebih lambat.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan hardware seperti sensor sidik jari dan USB TTL harus diperhatikan agar support dengan bahasa pemrograman yang akan digunakan.
2. Kualitas citra sidik jari dapat ditingkatkan melalui 2 cara, yaitu dengan pemilihan sensor sidik jari dengan kualitas baik atau dengan memanfaatkan image enhancement pada citra sidik jari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Zhou, D. Zhong, and J. Han, "Fingerprint identification using SIFT-based minutia descriptors and improved all descriptor-pair matching," *Sensors (Switzerland)*, vol. 13, no. 3, pp. 3142–3156, 2013, doi: 10.3390/s130303142.
- [2] H. A. A. Fahman Saeed, Muhammad Hussain, "Classification of Live Scanned Fingerprint using Dense SIFT based Ridge Orientation Feature," *Comput. Sci.*, pp. 5–8, 2018, [Online]. Available: file:///C:/Users/user/Music/PAPER TA/finger print in skin diseases/SIFT SMD/PAPER/sift based ridge orientation feature.pdf.
- [3] S. Getzi, "Authentication Using Minutiae Based Fingerprint Matching Scheme for Smart Phones," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 2937–2939, 2014.
- [4] X. Si, S. Member, and J. Feng, "Detection and Rectification of Distorted Fingerprints.pdf," vol. 37, no. 3, pp. 555–568, 2015.
- [5] A. L. PRASASTI, B. IRAWAN, S. E. FAJRI, A. RENDIKA, and S. HADIYOSO, "Perbandingan Ekstraksi Fitur dan Proses Matching pada Autentikasi Sidik Jari Manusia," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 1, p. 95, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i1.95.
- [6] G. S. Badrinath and P. Gupta, "Fingerprint Verification Using SIFT Features," 2008 1st Int. Work. Image Process. Theory, Tools Appl. IPTA 2008, 2008, doi: 10.1109/IPTA.2008.4743763.
- [7] R. Zhou, S. W. Sin, D. Li, T. Isshiki, and H. Kunieda, "Adaptive SIFT-based algorithm for specific fingerprint verification," 2011 Int. Conf. Hand-Based Biometrics, ICHB 2011 - Proc., pp. 41–46, 2011, doi: 10.1109/ICHB.2011.6094354.
- [8] M. Yamazaki, D. Li, T. Isshiki, and H. Kunieda, "SIFT-based algorithm for fingerprint authentication on smartphone," 2015 6th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Embed. Syst. IC-ICTES 2015, pp. 4–8, 2015, doi: 10.1109/ICTEmSys.2015.7110836.
- [9] A. N. D. Soetarmono, "Identifikasi Sidik Jari Dengan Menggunakan Struktur Minutia," *Teknika*, vol. 1, no. 1, pp. 36–46, 2012, doi: 10.34148/teknika.v1i1.5.
- [10] N. A. Nugraha, B. Irawan, and A. L. Prasasti, "Singapore Dollar Recognition Using ORB Feature Based on Android," *Proc. - 2018 Int. Conf. Control. Electron. Renew. Energy Commun. ICCEREC 2018*, no. August 2019, pp. 142–148, 2018, doi: 10.1109/ICCEREC.2018.8711993.
- [11] M. Rizky Adhiguna, B. Irawan, and A. Luhur Prasasti, "Design of Foreign Currency Recognition Application using Scale Invariant Feature Transform (SIFT) Method based on Android (Case Study: Singapore Dollar)," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 14, no. 19, pp. 6991–6997, 2019, doi: 10.36478/jeasci.2019.6991.6997.
- [12] R. J. K. B. Raja, and V. K. R., "Fingerprint Recognition Using Minutia Score Matching," vol. 1, no. 2, pp. 35–42, 2010, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1001.4186>.
- [13] J. Abraham, P. Kwan, and J. Gao, "Fingerprint Matching using A Hybrid Shape and Orientation Descriptor," 2011.
- [14] S. Prabhakar, S. Pankanti, and A. K. Jain, "Biometric recognition: Security and privacy concerns," *IEEE Secur. Priv.*, vol. 1, no. 2, pp. 33–42, 2003, doi: 10.1109/MSECP.2003.1193209.
- [15] M. Koeshardianto, "Pencocokan Obyek Wajah Menggunakan Metode Sift (Scale Invariant Feature Transform)," *Nero*, vol. 1, no. 1, pp. 53–59, 2014.
- [16] A. Priadana, P. Studi, T. Informatika, U. Jenderal, and A. Yani, "Abstrak," *Anal. PENGARUH UKURAN CITRA Has. RESIZING TERHADAP JUMLAH KEYPOINT Has. EKSTRAKSI CIRI PADA Metod. Sift DAN SURF*, vol. 11, pp. 9–18, 2018.
- [17] A. P. Wicaksana, "Algoritma Brute Force dalam Pattern Matching pada Aplikasi Pendeteksian Potongan Citra," 2013.
- [18] N. Antony and B. R. Devassy, "Implementation of Image/Video Copy- Move Forgery Detection Using Brute-Force Matching," *Proc. 2nd Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2018*, no. Icoei, pp. 1085–1090, 2018, doi: 10.1109/ICOEI.2018.8553953.