

Perancangan sistem identifikasi biometrik jari tangan menggunakan *Laplacian of Gaussian* dan ekstraksi kontur

Aprilia Ayu Andarinny, Catur Edi Widodo, dan Kusworo Adi
Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
Email : apriliaayuandariny@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

In this modern era, the identification system is becomes an important thing to be able to analyze a person based on the characteristics he has. In general, a person's identification system is still using conventional techniques, such as using ID cards that are easy to get off and lost passwords or PINs that are easily forgotten. In this research, the design of the system to identify or recognize a person using biometrics, especially the hand using Laplacian of Gaussian edge detection and Contour Extraction was carried out. The identification system with biometrics has many advantages because it is always attached to the body and can not be separated with humans. Stages performed in image processing in the form of RGB image conversion into binary using thresholding, edge detection using Laplacian of Gaussian as well as contour extraction using chain code representation. The result of contour extraction is the number of pixels calculated on each segment of the finger divided into 8 sections. The matching process on the system is done by using euclidean distance, ie calculate the smallest distance of similarity between the test image and the database. The result of identification conducted in this research using the feature extraction method, obtained accuracy of 93.33%.

Keywords: *Finger Biometrics, Laplacian of Gaussian Edge Detection, Contour Extraction*

ABSTRAK

Pada jaman modern ini, sistem identifikasi menjadi hal yang penting untuk dapat mengenali seseorang berdasarkan ciri yang dimilikinya. Pada umumnya sistem identifikasi seseorang masih dilakukan menggunakan teknik konvensional, seperti menggunakan ID card yang mudah ruak dan hilang, kata sandi atau PIN yang mudah dilupakan. Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem untuk identifikasi atau mengenali seseorang menggunakan biometrik khususnya tangan menggunakan deteksi tepi Laplacian of Gaussian dan Ekstraksi Kontur. Sistem identifikasi dengan biometrik memiliki banyak kelebihan karena selalu melekat pada tubuh dan tidak dapat dipisahkan dengan manusia. Tahapan yang dilakukan dalam pengolahan citra berupa konversi citra RGB menjadi biner menggunakan thresholding, deteksi tepi menggunakan Laplacian of Gaussian serta ekstraksi kontur menggunakan representasi kode rantai. Hasil dari ekstraksi kontur merupakan banyaknya pixel yang dihitung pada setiap segmen pada jari tangan yang dibagi menjadi 8 bagian. Proses pencocokan pada sistem dilakukan dengan menggunakan jarak euclidean, yaitu menghitung jarak terkecil kemiripan antara citra uji dengan basis data. Hasil identifikasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode ekstraksi ciri, diperoleh akurasi sebesar 93,33%.

Kata kunci: *Biometrik Jari Tangan, Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian, Ekstraksi Kontur*

PENDAHULUAN

Pengolahan citra merupakan penelitian inti dalam teknik dan ilmu komputer yang dapat diimplementasikan untuk identifikasi dan klasifikasi suatu objek yang termuat dalam suatu citra. Proses analisis ini dapat digunakan baik oleh operator manusia atau secara otomatis oleh komputer melalui teknik pengolahan tertentu. Proses tersebut melibatkan beberapa tahapan, yang pertama adalah pengambilan gambar atau akuisisi citra setelah itu dilakukan perbaikan kualitas citra, dan dilakukan analisis citra menggunakan identifikasi citra. Tujuan dari visi komputer adalah meniru fungsi mata dan otak pada manusia atau *human vision*. Aplikasi visi komputer dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, diantaranya yaitu bidang akademik, informasi, hiburan, kesehatan, dan industri.

Pada jaman modern seperti sekarang, sistem otomatisasi menggunakan visi komputer telah banyak dikembangkan untuk menggantikan beberapa peran manusia, salah satunya untuk mengidentifikasi dan memverifikasi identitas seseorang menggunakan ciri biometri [1,2]. Pada umumnya sistem identifikasi seseorang masih dilakukan menggunakan teknik konvensional, seperti pengenalan berdasarkan kata sandi (*password*), ID *card* dan PIN. Penggunaan teknik konvensional masih memiliki beberapa kelemahan. Seperti kelemahan pengenalan menggunakan ID *card* yang mudah rusak atau hilang, sedangkan kelemahan penggunaan PIN atau kata sandi adalah kemungkinan dapat lupa. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengenalan atau identifikasi dan verifikasi yang mudah, efisien, dan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

Saat ini, telah banyak dikembangkan sistem pengenalan atau identifikasi identitas seseorang menggunakan teknologi biometrik [1,2,3]. Teknologi biometrik merupakan sistem pengenalan identitas menggunakan ciri fisik

manusia, dimana ciri tersebut pada umumnya tidak dapat dipisahkan dari manusia. Ciri fisik manusia yang relatif stabil seperti sidik jari, iris mata, suara, citra wajah, dan geometri tangan. Pada umumnya ciri fisik yang banyak digunakan sebagai dasar untuk identifikasi seseorang adalah geometri tangan, karena karakteristiknya yang berbeda pada setiap orang dan tidak akan berubah (stabil) sering bertambahnya usia. Geometri tangan menyediakan area yang lebih luas dibandingkan dengan sidik jari, sehingga lebih banyak ciri unik dapat dihasilkan untuk meningkatkan unjuk kerja sistem pengenalan. Namun, jika mengolah geometri tangan secara keseluruhan, maka masukan yang didapatkan terlalu banyak sehingga tidak efisien dalam pengolahan. Sehingga dapat dikerucutkan kembali dengan hanya menggunakan jari-jari tangan dalam melakukan identifikasi. Dengan demikian data masukan yang dibutuhkan tidak terlalu banyak, namun masih terdapat beberapa ciri unik yang dapat dihasilkan untuk meningkatkan unjuk kerja sistem pengenalan.

DASAR TEORI

Biometrik

Biometrik berasal dari bahasa Yunani yaitu *bios* yang berarti hidup dan *metron* berarti ukuran [4]. Biometrik adalah suatu metode untuk mengenali manusia berdasarkan pada satu atau lebih ciri-ciri fisik atau tingkah laku yang unik. Alasan menggunakan biometrik yaitu karena keterbatasan manusia memverifikasi berdasarkan benda, contohnya semua data yang dibutuhkan berada pada suatu benda (seperti dokumen atau kartu kredit). Apabila hilang maka orang lain dapat memalsukannya atau menyalahgunakannya. Selain itu verifikasi berdasarkan pengetahuan, contohnya menggunakan *password*, bahkan jika menggunakan algoritma enkripsi terbaikpun, tetap terdapat kunci yang dapat membukanya.

Sementara itu jika dibandingkan dengan menggunakan biometrik memiliki beberapa keunggulan seperti tidak dapat hilang atau lupa, sulit di duplikasi, di-share atau dipindahtangankan, keaslian lebih terjamin karena harus menghadirkan person sebagai alat validasi. Karakteristik dari biometrik yaitu:

- a. *Physiological*: dihubungkan dengan bentuk tubuh/badan.
Misalnya *fingerprnt, face recognition, hand geometry*, dan *iris recognition*.
- b. *Bevavioral* : dihubungkan dengan tingkah laku seseorang.
Misalnya *keystroke, signature, voice*.

Citra digital

Citra digital merupakan suatu fungsi intensitas cahaya $f(x,y)$, dengan harga x dan y merupakan koordinat spasial dan harga fungsi tersebut. Citra digital biasanya berbentuk persegi panjang, secara visualisasi dimensi ukuranya dinyatakan sebagai lebar dikali tinggi. Ukuran dari citra dinyatakan dalam titik atau *pixel* (*pixel*= picture element) dan dapat pula dinyatakan dalam satuan panjang (mm atau inchi = *inch*).

Ada tiga jenis citra yang umum digunakan dalam pengolahan citra. Pertama, citra berwarna terdapat setiap skala pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB=Red Green Blue). Citra *grayscale* adalah citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya. Dengan kata lain, nilai bagian RGB dengan warna yang dimiliki adalah warna hitam, keabuan, dan putih. Citra biner adalah citra dengan setiap piksel hanya dinyatakan dengan sebuah yaitu nilai nol atau satu [5].

Operasi morfologi

Operasi morfologi merupakan sebuah teknik dari pengolahan citra berdasarkan bentuk dan struktur suatu objek [6,7]. Dalam dunia

digital, morfologi dapat didefinisikan sebagai sebuah cara untuk mendeskripsikan atau menganalisa bentuk dari objek digital. Prinsip dasar dari operasi morfologi adalah penggunaan structuring element yaitu bentuk dasar dari suatu objek yang digunakan untuk menganalisa struktur geometri dari objek lain yang lebih besar dan kompleks, dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai bentuk dan ukuran suatu *structuring element* [8]. Morfologi mempunyai dua operator dasar yaitu, dilasi (*dilation*) dan Erosi (*erosion*) yang biasa digunakan untuk mengekstrak komponen yang diinginkan dalam sebuah citra. Dari dua operator tersebut dapat diturunkan menjadi dua operator lainnya yang berfungsi untuk menghaluskan batas subinterval komponen yang telah diektrak, yaitu *opening* dan *closing*.

Deteksi tepi Laplacian of Gaussian

Laplacian of Gaussian adalah salah satu operator deteksi tepi yang dikembangkan dari turunan kedua. *Laplacian of Gaussian* terbentuk dari proses *Gaussian* yang berfungsi untuk mengurangi derau dan diikuti oleh operasi *laplace* yang berfungsi untuk meminimalisasi kemungkinan kesalahan deteksi tepi [8]. Operasi *laplace* mendeteksi lokasi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam. Hal ini dikarenakan *zero-crossing* sendiri yang mendefinisikan lokasi tepi. Pada tepi yang curam, turunan keduanya mempunyai *zero-crossing*, yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat *zero-crossing*.

Tepi pada suatu citra dimodelkan dengan menentukan spesifikasi dari unsur posisi, orientasi dan nilai intensitas yang konstan. Operator ini bekerja dengan mencari nilai nol pada turunan kedua dari citra, karena ketika turunan pertama terdapat pada nilai maksimum maka turunan kedua akan menghasilkan nilai nol. Fungsi dari

LoG (*Laplacian of Gaussian*) dituliskan pada Persamaan (1).

$$\text{LoG}(x, y) = \frac{1}{\pi\sigma^4} \left[1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^4} \right] e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^4}} \quad (1)$$

Contoh operator LoG dalam matriks 3 x 3 untuk *4-neighborhoods* dan *8-neighborhoods* didefinisikan sebagai berikut,

$$h = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \text{ dan}$$

$$h = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Algoritma *Laplacian of Gaussian* meliputi input *image*, yang kedua blur *the image*. Pengaburan ini dilakukan dengan *convolving image* menggunakan *Gaussian* (sebuah *low pass filter* umum memiliki riak, dan riak ditampilkan sebagai tepi). Selanjutnya melakukan *Laplacian* pada *image* yang telah dikaburkan. Dan yang terakhir, menemukan *zero-crossing* dari *Laplacian* dan membandingkan variasi lokal di titik ini untuk *threshold*. Jika *threshold* telah terlampaui, maka dinyatakan sebagai tepi.

Kontur

Rangkaian pixel-pixel yang membentuk batas daerah (*region boundary*) disebut kontur (*countur*). Metode dalam komputasi geometris algoritma untuk ekstraksi kontur dilakukan dalam dua tahap, yang pertama adalah konversi input dan algoritma geometrik dan tahap kedua menemukan titik-titik dari kontur yang saling terhubung menggunakan algoritma geometrik. Pada tahap kedua memiliki tiga langkah, yang pertama untuk pengelompokan titik digunakan teknik pengelompokkan, setelah itu setiap titik dihubungkan berdasarkan kedekatan dan orientasinya, serta untuk menyederhanakan jalur dilakukan dengan mengurangi jumlah poin yang terdapat di dalam tepi.

Representasi kontur dapat berupa senarai tepi (*edge list*) atau berupa kurva.. Representasi kontur ke dalam kurva merupakan representasi yang kompak dan mangkus untuk analisis citra. Misalnya, rangkaian pixel tepi yang membentuk garis dapat direpresentasikan hanya dengan sebuah persamaan garis lurus. Representasi semacam ini menyederhanakan perhitungan selanjutnya seperti arah dan panjang garis. Kode rantai merupakan suatu teknik pengolahan citra yang didasarkan (pengkodean berdasarkan arah mata angin pada suatu objek citra dua dimensi seperti pada. Selama ini, kode rantai banyak digunakan dalam pengolahan citra untuk mempresentasikan garis, kurva atau batas tepi dari suatu area. Sistem perhitungan angan dan luas menggunakan metode kode rantai merupakan dasar dari computer vision untuk mengekstraksi fitur yang ada pada objek kemudian diolah menggunakan rumus sehingga hasil panjang dan luas dapat diketahui. Salah satu implementasi computer vision berupa sistem perhitungan panjang dan luas objek yang dapat diterapkan untuk kontur dua dimensi yang mempunyai bentuk sulit dihitung dengan menggunakan rumus biasa.

Template Matching

Template metching adalah suatu proses pencocokan citra yang sederhana [5]. Suatu citra masukan yang mengandung *template* tertentu dibandingkan dengan *template* pada basis data. *Template* ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan *template*. Langkah ini diulangi terhadap keseluruhan citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik yang paling besar antara citra masukan dan citra *template* menandakan bahwa *template* tersebut merupakan citra *template* yang paling sesuai dengan citra masukan. Salah satu metode yang digunakan pada proses *template*

matching adalah dengan menghitung jarak *euclidean*.

Jarak *Euclidean* merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor [7]. Metode *euclidean distance* menghitung akar kuadrat perbedaan 2 vektor [5]. Jarak *euclidean* digunakan untuk klasifikasi atau identifikasi suatu vektor ciri yang dimasukkan dengan ciri pada basis data yang ada. Ruang *euclidean* merupakan ruang dengan dimensi terbatas yang bernilai riil. Jarak *euclidean* antara dua titik adalah panjang sisi miring dari sebuah segitiga siku-siku [6]. Jarak *euclidean* ditentukan dengan Persamaan (2) [5].

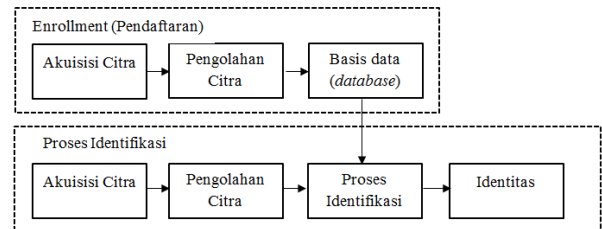
$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2)$$

dengan d_{ij} merupakan jarak *euclidean*, x_{ik} adalah vektor ciri masukan, x_{jk} adalah ciri vektor basis data serta k merupakan jumlah vektor ciri. Pengenalan diperoleh dengan menghitung jarak terdekat, yaitu nilai jarak *euclidean* yang paling kecil. Nilai vektor pada jarak *Euclidean* dikatakan mirip jika jarak A mendekati 0, dan jarak B > 0 bergantung batas *thresholdnya*.

METODE PENELITIAN

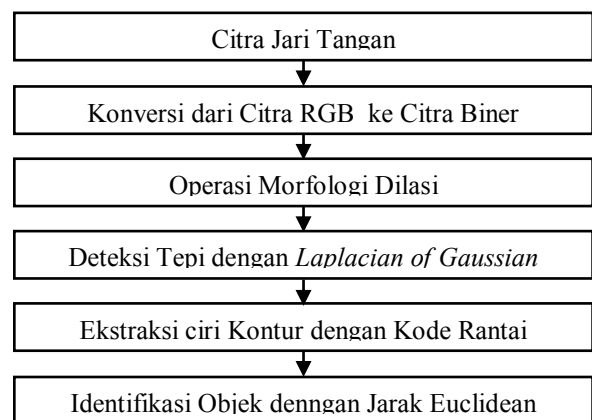
Penelitian dilaksanakan selama 9 bulan dari bulan Januari 2017 sampai bulan September 2017 di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera kamera *Logitech c920* dengan resolusi 480x640 *pixel* untuk sistem akuisisi citra, komputer, serta Matlab untuk mengolah citra tersebut. Sedangkan bahan yang digunakan adalah jenis citra digital berupa biometrik jari tangan. Selanjutnya pada tahap perancangan sistem untuk pengolahan citra ini dibagi menjadi dua proses yaitu proses

pendaftaran (*enrollment*) dan proses identifikasi seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Rancangan Sistem yang Terdiri dari Proses Pendaftaran (Enrollment) dan Proses Identifikasi

Proses pendaftaran (*enrollment*) merupakan salah satu proses terpenting dalam sebuah sistem identifikasi. Pada proses ini data objek hasil pengolahan citra akan disimpan dalam basis data (*database*) yang selanjutnya akan digunakan sebagai acuan dalam proses identifikasi. Basis data ini akan dipanggil kembali pada saat proses pencocokan yang ada pada proses identifikasi, karena digunakan sebagai perbandingan untuk menentukan identitas objek. Pengolahan citra yang dilakukan pada proses pendaftaran pun sama dengan pengolahan citra yang dilakukan pada sistem identifikasi. Diagram pengolahan citra pada kedua proses dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Proses Pengolahan Citra

Tahapan pertama yang dilakukan pada proses pengolahan citra adalah mengkonversi dari citra grayscale ke citra biner. Konversi citra dilakukan untuk memisahkan area tangan dengan background, serta area yang tidak diperlukan. Proses binerisasi merupakan proses konversi dari citra RGB menjadi citra biner (0 dan 1) menggunakan nilai *threshold* yang dilakukan dengan cara trial and error. Citra keluaran dari proses binerisasi berupa citra biner dari citra asli. Warna hitam menunjukkan objek, sedangkan warna putih menunjukkan background. Hasil dari segmentasi kemudian diproses kembali menggunakan operasi morfologi untuk menyepurnakan hasil segmentasi dan menghilangkan noise dari citra tersebut.

Citra keluaran dari segmentasi selanjutnya digunakan untuk melakukan proses deteksi tepi. Deteksi tepi memiliki tujuan untuk meningkatkan penampakan dari tepian atau suatu batasan dari sebuah objek. Proses deteksi tepi ini menggunakan operator turunan kedua (*Laplacian*). Pendeteksi tepi akan menghasilkan citra tepi yang berupa citra biner (*pixel* tepi berwarna putih, sedangkan *pixel* bukan-tepi berwarna hitam). Tetapi, tepi belum memberikan informasi yang berguna karena belum ada keterkaitan antara suatu tepi dengan tepi lainnya. Citra tepi ini harus diproses lebih lanjut untuk menghasilkan informasi yang lebih berguna yang dapat digunakan dalam mendeteksi suatu bentuk. Salah satu proses lanjutan dari deteksi tepi yang dapat memberikan informasi adalah dengan menggunakan ekstraksi kontur. Kontur merupakan rangkaian pixel-pixel tepi yang membentuk batas daerah (*region boundary*). Representasi dari kontur dapat berupa senarai tepi (*edge list*) atau berupa kurva. Dalam penelitian ini, representasi kontur yang digunakan adalah senarai tepi dengan kode rantai. Kode rantai adalah notasi untuk menotasikan senarai tepi yang membentuk batas daerah. Arah yang digunakan adalah 8 arah mata angin. Dimulai dari sebuah

pixel tepi dan searah jarum jam atau berlawanan jarum jam, arah setiap *pixel* tepi yang membentuk batas objek dikodekan dengan salah satu dari delapan kode rantai. Setelah semua *pixel* tepi pada batas dikodekan, maka dapat dihitung panjang dari setiap segmen jari tangan. Hasil perhitungan panjang dari setiap segmen akan digunakan sebagai parameter proses identifikasi.

Proses pencocokan untuk sistem identifikasi menggunakan *Euclidean Distance* (Jarak *Euclidean*). Jarak euclidean merupakan suatu proses pencocokan dengan menghitung jarak terdekat antara vektor ciri masukan dengan vektor ciri basis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan sistem identifikasi menggunakan biometrik jari tangan. Perancangan sistem ini terdiri dari proses akuisisi citra, kemudian hasil dari proses segmentasi citra, proses pencocokan data latih dengan data uji dan hasil identifikasi berdasarkan biometrik jari tangan.

Akuisisi citra

Proses akuisisi citra dilakukan secara tegak lurus dengan objek menggunakan kamera *Logitech c920* dengan resolusi 480x640 *pixel*. Lokasi pengambilan citra dilakukan di Laboratorium lanjut Departemen Fisika Universitas Diponegoro. Kamera dipasang pada sebuah sistem tertutup pada kondisi stabil dengan pencahayaan menggunakan lampu LED 3watt. Sistem dibuat tertutup dimaksudkan agar pencahayaan saat pengambilan citra dapat stabil, dan tidak terpengaruh oleh pencahayaan dari luar. Sehingga data citra yang di ambil untuk data latih dan data uji memiliki frekuensi pencahayaan yang stabil. Kamera akan mengambil citra secara tegak lurus dengan objek dan akan tersimpan pada *Personal Computer (PC)*. Jarak kamera dengan

objek pada proses akuisisi citra sebesar 30 cm. Proses akuisisi citra dilakukan pada 30 orang menggunakan tangan kiri/kanan, dengan masing-masing orang diambil 1 citra tangan untuk basis data dan 1 citra tangan untuk data uji. Sehingga data masukan citra tangan yang digunakan untuk data latih dan data uji ada 60 citra. Saat proses akuisisi citra, posisi tangan harus lurus dan sedikit renggang serta posisi jari tengah haruslah tepat di tengah karena akan digunakan sebagai titik acuan saat proses tracking. Hasil akuisisi citra dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Citra hasil akuisisi

Konversi citra RGB ke citra biner dan deteksi tepi

Setelah proses akuisisi citra dilakukan, posisi citra tangan yang diperoleh harus diputar terlebih dahulu sebesar 180° supaya menghadap ke bawah. Hal ini perlu dilakukan karena akan sangat berpengaruh dalam menentukan titik tengah pada saat ekstraksi kontur. Setelah citra tangan terdapat pada posisi yang tepat maka proses segmentasi dapat dimulai.

Konversi citra dilakukan untuk membagi citra tangan ke beberapa wilayah objek atau untuk memisahkan antara objek dengan *background*-nya. Proses konversi citra diawali dengan mengubah citra *RGB* (*Red, Green, Blue*) ke citra dengan derajat keabuan (*grayscale*). Citra dengan derajat keabuan (*grayscale*) merupakan awal dari setiap proses pengolahan citra. Setelah diubah menjadi citra *grayscale*, kemudian dilakukan operasi *thresholding* untuk memisahkan objek tangan

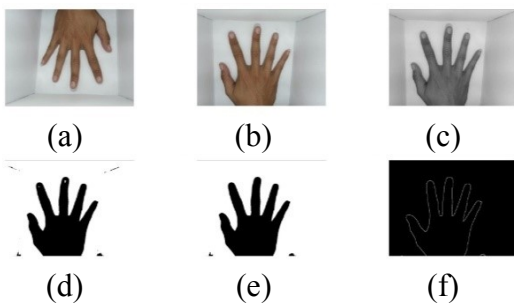
dengan latarnya (*background*) atau untuk mengubahnya menjadi biner (bernilai 0 dan 1).

Pada metode ini, untuk melakukan segmentasi diawali dengan menentukan nilai *threshold* terlebih dahulu. Nilai *threshold* ini diperoleh dengan cara *trial and error*. Dari hasil percobaan atau *trial and error* diperoleh bahwa nilai *threshold* yang sesuai untuk melakukan segmentasi adalah 150. Pada penelitian ini, citra dengan nilai intensitas kurang dari 150 akan diubah menjadi angka 0, dan nilai intensitas di atas 150 akan diubah menjadi angka 1, sehingga diperoleh citra biner yang memisahkan antara daerah tangan dengan *background*-nya. Dalam penelitian ini citra masukan yang digunakan pada objek nilai intensitasnya kurang dari 150, maka diubah menjadi angka 0 atau hitam, sedangkan pada *background*-nya yang memiliki intensitas di atas 150, maka diubah menjadi angka 1 atau warna putih.

Setelah melalui proses segmentasi menggunakan *thresholding*, citra hasil dari proses segmentasi belum menghasilkan nilai yang sempurna. Hasil yang diinginkan dalam proses segmentasi ini adalah angka 0 atau hitam pada objek dan angka 1 atau putih pada *background*, namun dari hasil segmentasi pada area *background* masih terdapat celah atau lubang kecil berwarna hitam, dalam kata lain masih terdapat *noise* pada citra, sehingga dilakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil citra.

Operasi morfologi yang digunakan berupa operasi *filling holes*, operasi spasial berupa *median filtering* dan operasi dilasi. Operasi *filling holes* berfungsi untuk mengisi lubang atau mengubah celah dengan angka 0 menjadi angka 1 pada *background*. Operasi spasial yakni *median filter* berfungsi untuk menapis citra *background* untuk mereduksi derau yang ada pada citra. Berikutnya, operasi dilasi bermanfaat untuk menambahkan *pixel* pada batas antara objek pada citra. Selanjutnya, terdapat proses operasi

morfologi yaitu *blackwhite area open* atau *removing small island*, pada tahap ini citra biner akan kembali diproses untuk mendeteksi lokasi yang dianggap objek dengan cara menghilangkan *pixel-pixel* yang berukuran kecil. Pada tahap ini menggunakan nilai minimum area sebesar 210000 *pixel*. Dengan nilai tersebut, region di bawah nilai 210000 tersebut tidak akan terdeteksi atau tereliminasi.



Gambar 4 (a) Baca citra (b) Rotasi sebesar 180 ° (c) Konversi ruang warna RGB ke *grayscale* (d) Konversi ruang warna *grayscale* ke biner dengan $T=150$ (e) Operasi morfologi dilasi (f) Deteksi tepi operator *Laplacian of Gaussian* (LoG)

Tahapan selanjutnya adalah deteksi tepi. Deteksi tepi ini berfungsi untuk mengidentifikasi garis batas (*boundary*) dari suatu objek yang terdapat pada citra. Pada penelitian ini, deteksi yang digunakan adalah operator turunan kedua (*Laplacian of Gaussian*) yang dapat mendeteksi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam karena mempunyai persilangan nol (*zero crossing*). *Laplacian of Gaussian* terbentuk dari proses *Gaussian* yang berfungsi untuk mengurangi derau dan diikuti oleh operasi *laplace* yang berfungsi untuk meminimalisasi kemungkinan kesalahan deteksi tepi. Operator *Laplacian of Gaussian* bekerja dengan mencari nilai nol pada turunan kedua dari citra, karena ketika turunan pertama terdapat pada nilai maksimum maka turunan kedua akan menghasilkan nilai nol. Turunan kedua dari arah x

dan arah y digabungkan menjadi satu nilai operator. Gambar 4 menunjukkan contoh hasil proses konversi dari citra RGB ke citra biner.

Ekstraksi Ciri Menggunakan Kontur

Setelah melalui proses segmentasi citra, tahapan selanjutnya adalah ekstraksi kontur. Pada penelitian ini, ekstraksi kontur digunakan untuk menghitung panjang dari jari-jari tangan. Representasi kontur yang digunakan pada penelitian ini adalah kode rantai. Kode rantai (*chain kode*) merupakan suatu teknik pengolahan citra yang didasarkan pengkodean berdasarkan arah mata angin pada suatu objek citra dua dimensi. Tahap pertama sebelum melakukan ekstraksi kontur adalah membagi jari tangan ke dalam 8 segment yang akan diukur panjangnya. Pembagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Pembagian 8 segmen pada jari tangan

Selanjutnya dilakukan representasi kontur menggunakan kode rantai, sehingga setiap pixel pada kontur jari tangan memiliki kode sesuai dengan arah mata angin. Untuk menghitung jumlah kode yang menyusun 1 segmen pada jari tangan dilakukan dengan cara *mentracking*. *Tracking* dimulai dari titik tengah pada jari tangan yang terletak pada jari tengah dan mengarah ke kanan. Pada saat melakukan *tracking*, pixel yang berwarna putih atau bernilai 1 akan berubah menjadi hitam atau bernilai 0, serta kodenya akan tercatat dan dihitung jumlahnya untuk masing-

masing kode pada satu segmen, seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Contoh Hasil Ekstraksi Ciri Kontur

Tabel 1 Nilai total setiap segmen hasil ekstraksi ciri kontur untuk basis data

Nama	Jumlah pixel segmen ke							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Alvian	242	213	231	141	236	192	279	134
Andi	193	158	186	102	192	162	246	102
Arsya	201	166	200	122	194	178	276	115
Esti	197	162	192	101	188	161	235	93
Farid	209	174	196	131	224	179	267	106
Faris	232	180	206	118	225	192	272	120
Irham	224	193	214	139	213	172	253	115
Kiki	186	150	180	107	184	161	249	200
Lilia	176	139	174	101	173	151	210	87
Mitsalina	143	135	146	84	140	128	191	74
Ragil	224	173	273	123	210	174	215	125
Ridho	206	171	200	126	197	169	255	107
Ririn	188	168	192	108	190	151	234	97
Sanvi	229	192	213	126	223	194	265	121
Subhan	210	160	186	112	193	168	261	110
Winda	199	157	183	96	190	160	235	96
Yusuf	215	182	199	135	216	159	252	104
Syahrul	212	161	194	110	199	175	260	103
Ayu	193	159	191	103	191	158	238	101
Asyib	207	181	206	135	223	156	253	108
Asrori	204	177	201	118	206	188	254	104
Sabil	192	151	181	105	179	157	225	96
Wisnu	203	172	195	120	197	171	260	110
Nita	194	163	181	115	199	163	225	95
Intan	200	182	202	126	207	171	257	110
Ika	189	147	176	98	191	150	226	90
Asri	190	147	188	102	196	160	244	89
Dea	203	164	196	105	205	167	236	100
Faricha	207	158	246	103	196	165	187	110
Ilham	195	160	189	116	200	156	254	103

Jumlah dari masing-masing kode akan dijumlahkan untuk menentukan panjang dari satu segmen pada jari tangan. Setelah semua segmen yang berada pada bagian kanan telah selesai diproses, maka proses tracking akan mengarah ke

bagian kiri dengan titik awal pada bagian tengah jari. Hasil yang didapatkan adalah 8 jumlah pixel dari setiap segmen dari citra latih akan dimasukkan ke basis data, untuk selanjutnya dijadikan sebagai acuan dalam proses pencocokan dengan citra uji. Tabel 1 merangkum sampel nilai total setiap segmen hasil ekstraksi ciri kontur yang digunakan sebagai basis data.

Untuk masukan citra uji, setelah dilakukan proses ekstraksi kontur maka data tersebut akan dibandingkan dengan data yang telah tersimpan di dalam basis data. Data dari satu citra uji masukkan akan dibandingkan atau dicocokkan dengan seluruh data yang ada di basis data secara satu persatu hingga menemukan tingkat kecocokan yang paling tinggi. Namun jika pada saat proses ekstraksi kontur salah satu segmen menunjukkan nilai dibawah 70 maka sistem akan secara otomatis merestart sistem untuk melakukan scanning ulang atau pengambilan akuisisi citra kembali. Hal ini dilakukan supaya sistem dapat bekerja dengan maksimal dan dapat menghasilkan keakuratan yang cukup tinggi. Jika jumlah pixel dari salah satu segmen menghasilkan nilai dibawah 70, maka proses ekstraksi kontur dapat dikatakan gagal dalam pemrosesan. Hal ini dapat dikarenakan oleh susunan pixel yang membentuk kontur tangan tidak terbentuk secara halus atau tersusun rapi, sehingga dapat mengakibatkan kegagalan dalam proses pengkodean rantai serta *tracking*. Jika pixel-pixel tersebut tidak tersusun secara teratur, maka proses tracking akan berhenti dan tidak menghasilkan kode rantai untuk dijumlahkan.

Sistem identifikasi

Proses identifikasi biometrik jari tangan pada penelitian ini menggunakan metode *Euclidean Distance* (jarak euclidean). Metode ini merupakan proses pencocokan antara 2 vektor atau citra dengan menghitung jarak terdekat, yaitu nilai jarak *euclidean* yang paling kecil antara ciri

dari citra masukan dengan ciri pada basis data. Nilai euclidean diperoleh menggunakan Persamaan (2). Tabel 2 merupakan sampel hasil pencocokan menggunakan jarak euclidean.

Tabel 2 Salah satu sampel hasil pencocokan menggunakan jarak euclidean

Citra uji masukan	Citra dalam basis data	Jarak Euclidean
Lilia	Alvian	165,31
	Andi	52,53
	Arsya	92,9
	Esti	48,25
	Farid	103,4
	Faris	124,68
	Irham	113,81
	Kiki	119,6
	Lilia	4,24
	Mitsalina	64,93
	Ragil	131,4
	Ridho	80,61
	Ririn	47,68
	Sanvi	128,02
Subhan	75	

$$akurasi (\%) = \frac{\sum \text{uji coba yang berhasil}}{\sum \text{total uji coba}} \times 100\% \tag{3}$$

Berdasarkan proses pengujian menggunakan 30 citra uji masukan diperoleh 28 citra uji dapat diidentifikasi dengan benar, sedangkan 2 citra tidak dapat diidentifikasi dengan benar. Akurasi keberhasilan pencocokan citra yang diuji ditentukan menggunakan Persamaan (3) diperoleh akurasi 93,3%. Nilai akurasi tersebut tidak sempurna dikarenakan masih terdapatnya proses identifikasi yang mengalami kegagalan. Kegagalan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tingkat keberhasilan dari proses ekstraksi ciri sebelumnya yaitu pada proses ekstraksi kontur sehingga nilai total dari

setiap segmen dapat dihasilkan dengan baik atau tidak..

KESIMPULAN

Sistem identifikasi menggunakan ekstraksi kontur dalam ekstraksi ciri serta jarak euclidean dapat mengidentifikasi seseorang berdasarkan biometrik jari tangan. Pada proses pengujian dihasilkan 28 citra masukan yng dapat diidentifikasi secara benar dari total 30 citra masukan. Dengan hasil tersebut, sistem ini memiliki keakurasian hingga 93,33%..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pradana, I. H., 2015, Klasifikasi Citra Sidik Jari Berdasarkan Enam Tipe Pattern Menggunakan Metode Euclidean Distance, *Skripsi*, Teknik Informatika UDINUS, Semarang.
- [2] Hendarko, G., 2011, Identifikasi Citra Sidik Jari Menggunakan Alihragam Wavelet dan Jarak Euclidean, *Skripsi*, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Jiang, M., Qi, Xiaojun dan Tejada, P.J., 2011, A Computational-Geometry Approach to Digital Image Contour Extraction, *Trans. on Comput. Sci. XIII, LNCS 6750*, pp. 13-43.
- [4] Nugroho, E., 2008, *Biometrika*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [5] Gonzalez, R.C., Woods, R.E dan Eddins, S.L.,2009, *Digital Image Processing Using MATLAB*, Gatesmark Publishing, United States of America.
- [6] Serra, J., 1982, *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, London:
- [7] Sreedhar, K., dan Panlal, B., 2012, Enhancement of Image Using Morpho-

- logical Transformations, *International Journal of Computer Science & Information Technology*, vol. 4, No.1.
- [8] Nurhasanah, 2012, Pendeteksian Tepi Citra CT Scan dengan Menggunakan Laplacian of Gaussian (LoG), *Jurnal nPositron*, Vol. 2, No.1, Hal. 17-22.