

Implementasi Metode Deteksi Tepi Laplacian dan Jarak Euclidean untuk Identifikasi Tanda Tangan

Mas Aly Afandi*, Sevia Indah Purnama dan Risa Farid Crisianti

Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto,
Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: aly@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak— Tanda tangan adalah salah satu biometrik yang banyak digunakan untuk autentikasi dan verifikasi dokumen penting. Keberadaan tanda tangan sebagai bentuk pengesahan dan persetujuan dalam dokumen-dokumen penting adalah hal yang wajib. Seiring perkembangan teknologi saat ini, proses penandatanganan dapat dilakukan dalam media digital seperti handphone maupun media lainnya. Kemampuan sistem untuk mengidentifikasi tanda tangan seseorang menjadi penting karena banyak pemalsuan yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode deteksi tepi Laplacian dan jarak Euclidean untuk mengidentifikasi tanda tangan seseorang. Total citra yang digunakan yaitu 20 tanda tangan dari 10 orang yang berbeda dimana 15 tanda tangan sebagai data citra latih dan 5 tanda tangan sebagai data citra uji. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode deteksi tepi Laplacian dan jarak Euclidean memiliki akurasi sebesar 94% dengan 1 ketetanggaan, dengan 2 ketetanggaan memiliki akurasi sebesar 60%, dan memiliki akurasi sebesar 74% dengan 3 ketetanggaan.

Kata Kunci : tanda tangan, deteksi tepi Laplacian dan jarak Euclidean

Abstract— Signature is one of the biometrics that are widely used for important document authentication and verification. The existence of a signature as a form of validation and approval in important documents is mandatory. Along in current sophisticated technological developments, signing can be done using digital media such as cellphones or other media. The ability of the system that can be identify a person signature is important. This research aims to implement the Laplacian edge detection method and Euclidean distance to identify a person signature. The total image that used is 20 signatures from 5 different people while 15 signatures as data training image and 5 signatures as a data test image. The result of this research indicate that Laplacian edge detection method and Euclidean distance have an accuracy of 94% with 1 neighbor, with 2 neighbor has an accuracy of 60% and has an accuracy of 74% with 3 neighbor.

Keywords : signature, Laplacian edge detection and Euclidean distance

1. Pendahuluan

Biometrik adalah penetapan identitas seseorang berdasarkan sifat atau perilaku yang melekat pada orang tersebut. Pengenalan biometrik dapat didefinisikan sebagai ilmu yang membangun atau memetakan identitas seseorang berdasarkan karakter dan perilakunya [1]. Sifat dari biometrik yaitu melekat pada individu itu sendiri sehingga sangat sulit untuk memanipulasi atau melupakan sifat-sifat yang melekat pada diri individu tersebut [2]. Sifat tersebut membuat pengenalan biometrik merupakan solusi yang dapat di andalkan untuk mengidentifikasi pengakuan atau persetujuan dari seorang individu [3].

Berdasarkan sifatnya, sistem biometrik dibagi menjadi dua yaitu pengukuran biometrik yang

bersifat fisik dan bersifat perilaku. Sidik jari, garis tangan, wajah, iris dan retina adalah biometrik yang bersifat fisik sedangkan tanda tangan, tulisan tangan, dan cara berjalan adalah biometrik yang bersifat perilaku [4]. Sistem biometrik yang bersifat perilaku terutama tanda tangan adalah sistem biometrik yang banyak digunakan di Indonesia.

Tanda tangan memiliki peranan penting dalam pengesahan dan persetujuan di berbagai dokumen penting. Sebuah dokumen dianggap sah apabila terdapat tanda tangan dari seseorang yang berwenang untuk mengesahkannya. Proses penandatanganan dokumen penting itu sendiri dilakukan menggunakan pensil maupun pena. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan penandatanganan dokumen penting dalam bentuk

digital. Proses penanda tangan dapat dilakukan dari sebuah handphone maupun pen tab [5].

Penggunaan tanda tangan digital sebagai bentuk persetujuan tanda terima maupun persetujuan surat berharga sudah mulai diterapkan [6]. Berbagai masalah terjadi dari penerapan teknologi ini, salah satunya adalah pemalsuan tanda tangan [7][8][9][10]. Masalah pemalsuan tanda tangan dapat merugikan banyak pihak. Hal ini terjadi karena pada teknologi tanda tangan digital belum memiliki sistem pengenalan tanda tangan sehingga pemalsuan tanda tangan dapat terjadi. Berbagai masalah tersebut mendorong penelitian tentang pengenalan tanda tangan menjadi topik yang penting untuk dikembangkan [11][12][13].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah metode pengenalan tanda tangan. Metode yang di usulkan memiliki keunggulan di sisi proses yang cukup cepat sehingga dapat digunakan pada komputer dengan spesifikasi rendah. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi dasar bagi terciptanya sistem tanda tangan digital yang lebih baik.

2. Metode

2.1 Citra digital

Citra digital adalah representasi dari sinyal 2 dimensi. Citra digital didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ dimana x dan y adalah koordinat di ruang spatial yang berisikan nilai warna dengan ukuran resolusi M baris dan N kolom. Mengolah citra digital dapat diartikan mengolah sinyal dalam 2 dimensi pada baris dan kolomnya dengan tujuan untuk mempermudah interpretasi oleh manusia maupun mesin. Pengolahan citra dilakukan dengan memanipulasi nilai pixel maupun transformasi citra sehingga dapat di ubah menjadi ke ruang yang berbeda.

Picture element, image element, atau pixel adalah bagian terkecil dari suatu citra. Citra dengan spektrum warna 8 bit akan memiliki rentang nilai pixel dari 0 hingga 255 dengan 0 adalah warna hitam dan 255 adalah putih. Citra juga memiliki kanal warna dasar yang membentuknya, secara umum kanal warna dasar dari suatu citra terdiri dari merah, hijau dan biru sehingga dikenal dengan citra RGB. Pengolahan citra memungkinkan untuk memproses sebuah citra digital dengan 3 kanal menjadi hanya 1 kanal saja. Proses mengubah citra yang memiliki 3 kanal menjadi 1 kanal dilakukan dengan mendapatkan derajat keabuan atau disebut dengan nilai *grayscale*. Pengolahan citra dari RGB

menjadi citra abu-abu dilakukan dengan tujuan mengurangi banyaknya pixel yang akan diproses, sehingga mempermudah proses perhitungan maupun transformasi yang dilakukan dalam mendapatkan hasil yang di inginkan.

$$g(x,y) = 0,2989 * R + 0,5870 * G + 0,1140 * B \quad (1)$$

Mengubah citra RGB menjadi citra grayscale dapat dilakukan dengan menerapkan persamaan (1) dimana nilai pixel dari kanal merah dikalikan dengan 0,2989 sedangkan nilai pixel dari kanal hijau dikalikan dengan 0,5870 dan nilai pixel dari kanal biru dikalikan dengan 0,1140.

Citra biner adalah jenis citra digital yang memiliki kemungkinan pixel 0 dan 1. Citra ini disebut juga citra hitam putih.

$$b(x,y) = 1, g(x,y) > th \quad (2)$$

$$b(x,y) = 0, g(x,y) < th$$

Citra biner dibentuk dengan menentukan batas ambang untuk nilai pixel dari citra grayscale. Berdasarkan persamaan (2) didapatkan bahwa ketika nilai pixel dari citra grayscale melebihi dari nilai batas ambang, maka nilai pixel untuk citra biner di koordinat x dan y yang sama adalah 1. Nilai pixel citra biner akan bernilai 0 jika nilai pixel dari citra grayscale kurang dari nilai batas ambang yang telah ditentukan [14].

2.2 Deteksi tepi Laplacian

Deteksi tepi adalah salah satu metode untuk mendapatkan bentuk dari suatu objek. Penelitian ini menerapkan metode deteksi tepi Laplacian. Metode Laplacian memanfaatkan operator derivatif kedua dimana operator ini digunakan untuk mendeteksi kondisi dari nilai intensitas cahaya yang menyentuh titik nol saat fungsi berpindah dari nilai positif ke negatif (*zero crossing*). Desain dari deteksi tepi Laplacian dilakukan dengan merepresentasikan citra input sebagai citra 1 kanal dengan fungsi step.

$$j(n) = U(n) \quad (3)$$

Fungsi step merupakan fungsi yang bernilai 1 saat nilai n lebih besar atau sama dengan 0, dan akan bernilai 0 saat nilai n kurang dari 0.

Citra yang telah direpresentasikan menjadi fungsi step ditambahkan dengan derau putih Gaussian dengan nilai rata-rata 0 dan variance σ_b^2 , dengan tidak memperhitungkan spesifikasi lain low pass filter akan memiliki response impulse yang terbatas $v(n)$, $-M \leq n \leq M$.

$$\sum_{n=-M}^M v(n) = 1 \quad (4)$$

Filter tepi yang digunakan untuk mendeteksi kondisi *zero crossing* akan menghasilkan perbedaan yang maksimum pada output dengan posisi $n = -1$ dan $n = 0$. Filter ini memiliki nilai $v(0)$ yang sangat besar.

$$\partial_0^2 = \partial_0^2 \sum_{n=-M}^M v^2(n) \quad (5)$$

Desain ini memiliki derau pada variansnya. Filter yang ideal memiliki derau output yang sangat kecil. Derau dari varians dapat diperkecil dengan mendefinisikan \ddot{v} sebagai sebuah peningkatan sinyal terhadap derau dari input menuju output dengan lokasi nilai $n = 0$.

$$\ddot{v} = \frac{h(0)}{\sum_{n=-M}^M h^2(n)} \quad (6)$$

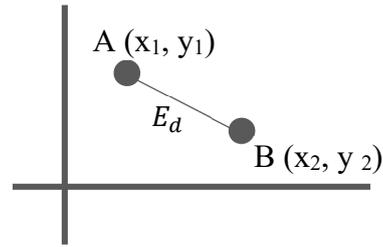
Dengan mengikuti persamaan 3 hingga persamaan 6 didapatkan 2 operator Laplacian.

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Kedua operator tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan tepi dari citra tanda tangan [15].

2.3 Jarak Euclidean

Metode Jarak adalah salah satu dari banyak cara untuk permasalahan klasifikasi. Euclidean adalah salah satu dari banyak metode jarak yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan dari citra. Metode jarak Euclidean didapatkan dengan merepresentasikan suatu citra sebagai sebuah vektor titik di dimensi banyak (*hyperspace*) sehingga dimungkinkan untuk mengukur jarak kemiripan dari 2 citra yang berbeda. Metode jarak Euclidean dapat dipahami secara bertahap dengan menggambarkan vektor 2 dimensi yang merepresentasikan 2 citra yang berbeda. Kedua vektor ini direpresentasikan dalam diagram kartesian x dan y. Masing-masing dari vektor tersebut memiliki pada nilai pada bidang x dan y.



Gambar 1. Penggambaran metode jarak Euclidean

Gambar 1 memperlihatkan bahwa jarak dari kedua vektor tersebut didapatkan dengan menarik garis diagonal yang lurus dari 1 titik ke titik yang lainnya. Penggambaran ini mirip dengan mencari resultan dari dua buah vektor. Metode ini direpresentasikan secara matematis menjadi

$$E_d = \sqrt{\sum_1^x \sum_1^y (A_{x,y} - B_{x,y})^2} \quad (8)$$

Jarak dari citra A dan citra B didapatkan dengan mengurangi nilai pixel dari citra A dan citra B pada koordinat x dan y yang sama. Metode ini digunakan karena nilai dari jarak yang didapat adalah jarak yang terdekat yang dapat ditempuh oleh dua titik. Perhitungan dengan jarak Euclidean sangat cocok untuk aplikasi pengolahan citra.

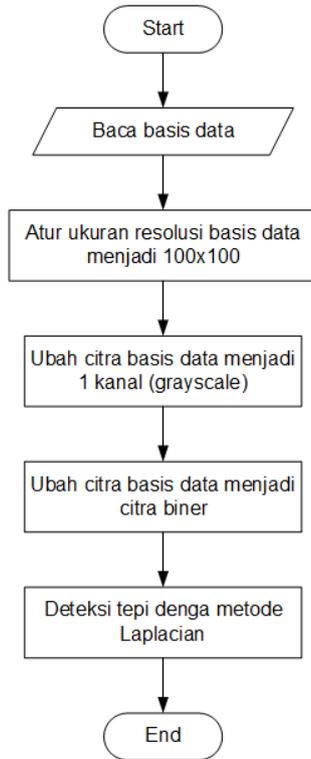
2.4 Ketetanggaan

Ketetanggaan adalah metode untuk mengukur validasi dari benar tidaknya suatu citra uji merupakan citra yang mirip dengan citra latih. Konsep ketetanggaan digunakan setelah mendapat nilai jarak dari masing-masing citra uji terhadap citra latih. Nilai dari k untuk ketetanggaan dapat bervariasi tergantung dari berapa banyak macam citra latih yang digunakan.

Penelitian ini menggunakan nilai dari ketetanggaan yang berbeda-beda dimana, $k = 1, 2,$ dan 3 . Apabila menggunakan nilai $k = 1$ maka citra uji dengan jarak terkecil pada citra latih akan didefinisikan sebagai citra yang mirip. Nilai $k = 2$ akan mencari jarak terdekat dari citra uji terhadap 2 citra latih, sehingga didapatkan bahwa citra uji mirip dengan citra latih apabila terdapat 2 citra latih yang memiliki jarak terdekat dengan citra uji. Sedangkan untuk $k = 3$ akan mencari 3 citra latih yang memiliki jarak terdekat dengan citra uji.

2.5 Pengolahan awal

Citra yang digunakan memiliki format RGB dengan ukuran resolusi yang berbeda-beda. Penelitian ini memerlukan pengolahan awal untuk mendapatkan basis data citra yang sesuai.

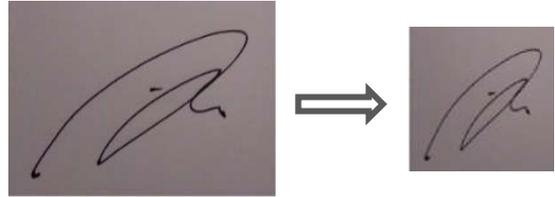


Gambar 2. Diagram alir pemrosesan tahap awal pada citra latih

Pengolahan awal dilakukan pada persiapan citra latih maupun citra uji dimana pengolahan tahap awal terdiri dari 5 tahapan. Langkah pertama yaitu membaca seluruh basis data yang dikumpulkan. Total basis data yang digunakan adalah 200 data yang terdiri dari 10 orang yang berbeda, sehingga masing-masing orang diambil database sebanyak 20 tanda tangan. Dari 20 tanda tangan, diambil masing-masing 5 tanda tangan yang digunakan sebagai citra uji dan sisanya digunakan sebagai citra latih, sehingga hasil akhir konfigurasi yang digunakan adalah 50 tanda tangan sebagai citra uji dan 150 tanda tangan sebagai citra latih. Basis data citra latih terdiri dari masing-masing 15 citra tanda tangan dari 10 orang yang berbeda sehingga total citra latih adalah 150 citra, sedangkan basis data citra uji terdiri dari 5 tanda tangan dari 10 orang yang berbeda.

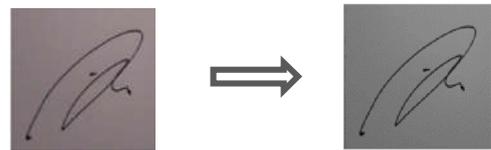
Langkah kedua adalah menyamakan ukuran citra pada basis data menjadi 100x100. Proses ini

dilakukan karena setiap citra memiliki ukuran dan resolusi yang berbeda, menyamakan ukuran dilakukan agar proses selanjutnya dapat berjalan lebih mudah dan ukuran 100x100 dipilih agar citra menjadi persegi dengan ukuran yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.



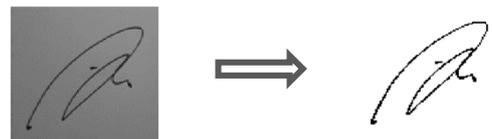
Gambar 3. Konversi citra dengan resolusi 919 x 1280 menjadi 100x 100

Langkah ketiga adalah mengubah citra basis data menjadi 1 kanal. Tujuan proses ini adalah mengurangi banyaknya data pada citra RGB agar waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan tanda tangan menjadi lebih cepat. Proses ini dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).



Gambar 4. Proses citra 3 kanal (RGB) menjadi citra 1 kanal (*grayscale*)

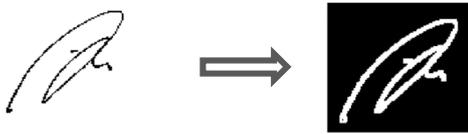
Langkah keempat adalah mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner, hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan persamaan (2) dengan nilai t_h 128. Proses ini dilakukan agar deteksi tepi menggunakan metode Laplacian mendapatkan hasil yang lebih baik.



Gambar 5. Proses citra 1 kanal (*grayscale*) menjadi citra biner

Langkah kelima adalah melakukan proses deteksi tepi dengan metode Laplacian. Langkah ini dilakukan dengan melakukan operasi konvolusi dari citra biner dengan kedua operator Laplacian.

$$h(x, y) = b(x, y) * \ell \quad (9)$$

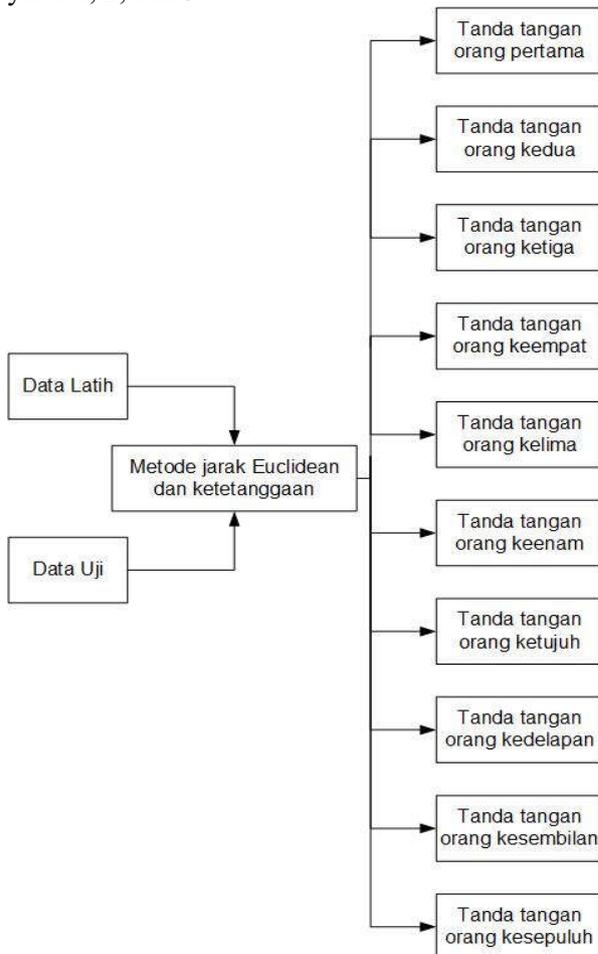


Gambar 6. Citra tepi dengan metode Laplacian

Langkah terakhir adalah menyimpan citra yang telah dideteksi tepi menggunakan metode Laplacian dengan nama data latih untuk citra pada basis data latih dan data uji untuk citra pada basis data uji.

2.6 Pengelompokan tanda tangan

Tahap pengelompokan tanda tangan dilakukan dengan mengukur jarak tiap-tiap citra uji terhadap citra latih dengan ketetangaan yang berbeda-beda yaitu 1, 2, dan 3.



Gambar 7. Blok diagram proses klasifikasi

Proses pengelompokan dilakukan dengan mengukur tingkat kemiripan antara citra uji dan citra latih menggunakan jarak Euclidean. Citra latih dikatakan mirip dengan citra uji jika jarak antara citra uji dan citra latih dekat.

Setelah diukur dengan jarak Euclidean, dilakukan proses pembobotan terhadap tetangganya. Proses ketetangaan dilakukan dengan memilih jarak terdekat citra uji terhadap citra latih dengan 1 citra latih untuk 1 ketetangaan, 2 citra latih terdekat untuk 2 ketetangaan, dan 3 citra latih terdekat untuk 3 ketetangaan.

Hasil dari proses klasifikasi adalah informasi bahwa tiap-tiap citra uji merupakan tanda tangan dari orang pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, dan seterusnya. Masing-masing ketetangaan akan memiliki perbedaan tingkat kebenaran dalam mengelompokkan. Hasil dari proses klasifikasi merupakan akurasi ketepatan dari tiap-tiap ketetangaan.

Proses pengelompokan dilakukan dengan meninjau nilai jarak terdekat dari citra uji terhadap citra latih dan posisinya. Posisi adalah peletakan atau label citra latih dalam sebuah ruang vektor sehingga menunjukkan citra latih untuk tiap-tiap orang. Citra latih untuk orang pertama terletak pada ruang vektor 1 – 15. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 1 – 15 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang pertama. Citra latih untuk orang kedua terletak pada ruang vektor 16 – 30. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 16 – 30 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang kedua. Citra latih untuk orang ketiga terletak pada ruang vektor 31 – 45. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 31 – 45 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang ketiga. Citra latih untuk orang keempat terletak pada ruang vektor 46 – 60. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 46 – 60 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang keempat. Citra latih untuk orang kelima terletak pada ruang vektor 61 – 75. Sebuah

citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 61 – 75 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang kelima. Citra latih untuk orang keenam terletak pada ruang vektor 76 – 90. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 76 – 90 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang keenam. Citra latih untuk orang ketujuh terletak pada ruang vektor 91 – 105. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 91 – 105 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang ketujuh. Citra latih untuk orang kedelapan terletak pada ruang vektor 106 – 120. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 106 – 120 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang kedelapan. Citra latih untuk orang kesembilan terletak pada ruang vektor 121 – 135. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 121 – 135 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang kesembilan. Citra latih untuk orang kesepuluh terletak pada ruang vektor 136 – 150. Sebuah citra uji yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap citra latih pada ruang vektor citra latih dengan posisi antara 136 – 150 akan dikelompokkan sebagai tanda tangan orang kesepuluh. Posisi menunjukkan sebagai label kedekatan citra uji terhadap citra latih dalam ruang vektor, sedangkan nilai adalah nilai jarak citra uji terhadap citra latih berdasarkan pengukuran jarak.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian identifikasi tanda tangan menggunakan deteksi tepi Laplacian menunjukkan hasil yang memuaskan. Penerapan metode Laplacian yang dikombinasikan dengan metode klasifikasi menggunakan jarak Euclidean dan konsep ketetangaan dalam mengidentifikasi tanda tangan memiliki akurasi yang tinggi di tiap-tiap kelompok. Akurasi ketepatan di tiap-tiap kelompok memiliki hasil yang berbeda-beda untuk tiap-tiap ketetangaan yang digunakan. Hasil percobaan di tiap-tiap kelompok akan dipaparkan.

Tabel 1. Hasil percobaan citra uji orang pertama

	Citra uji tanda tangan orang pertama				
	C1	C2	C3	C4	C5
Posisi	7	7	7	12	10
Nilai	2.094	1.952	2.037	1.914	2.162
Posisi	61	8	8	30	59
Nilai	2.111	2.132	2.093	2.122	2.201
Posisi	70	6	70	11	70
Nilai	2.143	2.211	2.149	2.157	2.232

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang pertama dapat diamati pada Tabel 1. Terdapat 5 citra uji yang di identifikasikan berdasarkan posisi di ruang vektor dan nilai jarak terdekat. Terdapat 15 citra latih untuk masing-masing orang. Posisi menunjukkan label bahwa citra uji memiliki jarak terdekat dengan citra latih pada ruang vektor berapa. Apabila citra latih 1 berada pada posisi 1 – 15 dari 150 citra latih, dapat dikatakan bahwa C1 atau citra uji kelompok 1 memiliki kedekatan dengan citra latih ke – 7 dengan nilai jaraknya 2.094 sehingga citra uji 1 dikelompokkan dengan citra tanda tangan orang pertama berdasarkan labelnya. C1 merupakan citra uji untuk orang pertama, sehingga apabila keluaran sistem berdasarkan label posisi menunjukkan angka 1 – 15 maka sistem benar dalam mengenali tanda tangan. Data lain menunjukkan bahwa C1 memiliki kedekatan dengan citra latih pada posisi 61 dengan nilai 2.111 sedangkan posisi 61 adalah citra latih untuk orang kelima sehingga C1 dikelompokkan dengan tanda tangan orang kelima dimana seharusnya C1 adalah tanda tangan orang pertama sehingga data kedua bernilai salah. Data ketiga menunjukkan bahwa citra uji C1 memiliki kedekatan terhadap citra latih pada posisi ruang vektor 70. Ruang vektor 60 – 75 merupakan ruang vektor orang kelima sehingga berdasarkan percobaan ketiga, citra uji C1 dikenali sebagai citra tanda tangan orang kelima. Hal ini merupakan kesalahan karena citra latih C1 merupakan tanda tangan orang pertama.

Setelah di uji sebanyak 3 kali dilakukan pembobotan terhadap ketetangaan. Ketetangaan 1 menunjukkan bahwa citra uji dikelompokkan berdasarkan 1 citra latih. Ketetangaan 2 menunjukkan bahwa citra uji dikelompokkan berdasarkan 2 citra latih. Apabila terdapat 2 tetangga dengan hasil yang berbeda, maka sistem akan mengeluarkan nilai salah. Ketetangaan 3 akan dikelompokkan berdasarkan 3 citra latih terdekat, apabila terdapat 2 tetangga dengan posisi

yang benar maka sistem akan menghasilkan nilai benar berdasarkan posisinya, namun bila 2 tetangga salah maka sistem akan salah dalam mengelompokkan. Berdasarkan Tabel 1 dapat diamati bahwa ketetanggaan 1 memiliki tingkat ketepatan sebesar 100%, ketetanggaan 2 memiliki akurasi 40% dan ketetanggaan 3 memiliki akurasi 60% berdasarkan letak posisi dan nilai kedekatan citra.

Tabel 2. Hasil percobaan citra uji orang kedua

	Citra uji tanda tangan orang kedua				
	C6	C7	C8	C9	C10
Posisi	30	30	30	30	24
Nilai	1.992	1.990	1.805	1.843	1.915
Posisi	18	21	26	38	16
Nilai	2.175	2.041	1.883	2.004	1.921
Posisi	24	18	38	27	17
Nilai	2.182	2.148	1.934	2.088	1.981

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang kedua dapat diamati pada Tabel 2. Posisi untuk citra latih orang kedua terdapat pada ruang vektor 16 – 30 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 16 – 30 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 2 menunjukkan bahwa akurasi untuk ketetanggaan 1 pada kelompok percobaan orang kedua adalah 100%, ketetanggaan 2 adalah 80% dan ketetanggaan 3 adalah 100%.

Tabel 3. Hasil percobaan citra uji orang ketiga

	Citra uji tanda tangan orang ketiga				
	C11	C12	C13	C14	C15
Posisi	42	43	44	39	40
Nilai	2.227	2.468	2.635	2.173	2.077
Posisi	30	45	16	30	33
Nilai	2.236	2.569	2.669	2.177	2.109
Posisi	26	70	28	40	39
Nilai	2.307	2.593	2.680	2.203	2.117

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang ketiga dapat diamati pada Tabel 3. Posisi untuk citra latih orang ketiga terdapat pada ruang vektor 31 – 45 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 31 – 45 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 3 menunjukkan bahwa akurasi untuk ketetanggaan 1 pada kelompok percobaan orang ketiga adalah 100%, ketetanggaan 2 adalah 40% dan ketetanggaan 3 adalah 60%.

Tabel 4. Hasil percobaan citra uji orang keempat

	Citra uji tanda tangan orang keempat				
	C16	C17	C18	C19	C20
Posisi	50	50	50	57	52
Nilai	1.941	2.192	2.197	2.137	2.168
Posisi	55	33	57	30	50
Nilai	1.943	2.225	22.14	2.199	2.212
Posisi	57	30	30	49	54
Nilai	2.064	2.249	2.238	2.201	2.218

Tabel 4 merupakan hasil dari pengelompokan tanda tangan orang keempat. Posisi untuk citra latih orang keempat terdapat pada ruang vektor 46 – 60. Hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 46 – 60 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 4 menunjukkan bahwa akurasi untuk ketetanggaan 1 pada kelompok percobaan orang keempat adalah 100%, ketetanggaan 2 adalah 60% dan ketetanggaan 3 adalah 80%.

Tabel 5. Hasil percobaan citra uji orang kelima

	Citra uji tanda tangan orang kelima				
	C21	C22	C23	C24	C25
Posisi	72	66	69	27	66
Nilai	2.167	2.083	2.332	2.256	2.106
Posisi	69	57	72	57	74
Nilai	2.229	2.211	2.365	2.259	2.343
Posisi	63	69	71	69	72
Nilai	2.246	2.230	2.398	2.268	2.347

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang kelima dapat diamati pada Tabel 5. Posisi untuk citra latih orang kelima terdapat pada ruang vektor 61 – 75 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 61 – 75 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 5 menunjukkan bahwa akurasi untuk orang kelima ketetanggaan 1 adalah 96%, ketetanggaan 2 adalah 60% dan ketetanggaan 3 adalah 60%.

Tabel 6. Hasil percobaan citra uji orang keenam

	Citra uji tanda tangan orang keenam				
	C26	C27	C28	C29	C30
Posisi	81	81	83	88	81
Nilai	1.900	1.633	1.920	1.701	1.941
Posisi	88	88	88	79	79
Nilai	1.955	1.883	1.953	1.759	2.061
Posisi	89	90	79	91	88
Nilai	2.037	1.946	1.971	1.906	2.080

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang keenam dapat diamati pada Tabel 6. Posisi untuk citra latih orang keenam terdapat pada ruang vektor 76 – 90 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 76 – 90 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 6 menunjukkan bahwa akurasi untuk orang keenam ketetanggaan 1 adalah 100%, ketetanggaan 2 adalah 100% dan ketetanggaan 3 adalah 100%.

Tabel 7. Hasil percobaan citra uji orang ketujuh

	Citra uji tanda tangan orang ketujuh				
	C31	C32	C33	C34	C35
Posisi	91	94	91	95	91
Nilai	1.737	1.505	1.561	1.458	1.404
Posisi	94	92	92	91	92
Nilai	1.739	1.563	1.580	1.478	1.461
Posisi	92	91	89	102	94
Nilai	1.750	1.615	1.598	1.495	1.509

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang ketujuh dapat diamati pada Tabel 7. Posisi untuk citra latih orang ketujuh terdapat pada ruang vektor 91 – 105 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 91 – 105 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 7 menunjukkan bahwa akurasi untuk orang ketujuh ketetanggaan 1 adalah 100%, ketetanggaan 2 adalah 100% dan ketetanggaan 3 adalah 100%.

Tabel 8. Hasil percobaan citra uji orang kedelapan

	Citra uji tanda tangan orang kedelapan				
	C36	C37	C38	C39	C40
Posisi	107	120	111	107	120
Nilai	1.664	1.475	1.098	1.617	1.713
Posisi	117	109	110	100	117
Nilai	1.696	1.581	1.589	1.732	1.736
Posisi	119	115	109	116	107
Nilai	1.722	1.607	1.589	1.753	1.772

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang kedelapan dapat diamati pada Tabel 8. Posisi untuk citra latih orang kedelapan terdapat pada ruang vektor 106 – 120 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 106 – 120 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 8 menunjukkan bahwa akurasi untuk orang kedelapan ketetanggaan 1 adalah 100%, ketetanggaan 2 adalah 80% dan ketetanggaan 3 adalah 100%.

Tabel 9. Hasil percobaan citra uji orang kesembilan

	Citra uji tanda tangan orang kesembilan				
	C41	C42	C43	C44	C45
Posisi	123	124	123	123	95
Nilai	1.870	1.801	1.905	1.885	2.043
Posisi	122	121	95	95	122
Nilai	1.985	1.830	2.051	1.977	2.054
Posisi	95	92	92	122	91
Nilai	2.004	1.841	2.061	1.978	2.067

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang kesembilan dapat diamati pada Tabel 9. Posisi untuk citra latih orang kesembilan terdapat pada ruang vektor 121 – 135 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 121 – 135 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 9 menunjukkan bahwa akurasi untuk orang kesembilan dengan ketetanggaan 1 adalah 90%, ketetanggaan 2 adalah 40% dan ketetanggaan 3 adalah 60%.

Tabel 10. Hasil percobaan citra uji orang kesepuluh

	Citra uji tanda tangan orang kesepuluh				
	C46	C47	C48	C49	C50
Posisi	107	148	148	148	148
Nilai	2.370	2.341	2.208	2.010	1.940
Posisi	96	97	98	98	96
Nilai	2.403	2.413	2.495	2.390	2.302
Posisi	97	98	97	107	107
Nilai	2.438	2.471	2.496	2.404	2.311

Hasil dari pengelompokan tanda tangan orang kesepuluh dapat diamati pada Tabel 10. Posisi untuk citra latih orang kesepuluh terdapat pada ruang vektor 136 – 150 sehingga hasil dari identifikasi dengan posisi di antara 136 – 150 adalah benar dan posisi selain itu adalah salah. Tabel 10 menunjukkan bahwa akurasi untuk orang kesepuluh dengan ketetanggaan 1 adalah 90%, ketetanggaan 2 adalah 0% dan ketetanggaan 3 adalah 0%.

Total dari hasil akurasi untuk ketetanggaan 1, 2 dan 3 di tiap-tiap percobaan di hitung kembali untuk mendapatkan akurasi total untuk tiap-tiap ketetanggaan dengan menggunakan matriks konfusi. Matriks konfusi akan memperlihatkan kinerja sistem pada kebenaran pembacaan dan kesalahan pembacaan sehingga dapat digunakan

untuk mengukur akurasi total.

TP = 47	FP = 3
FN = 0	TN = 0

Gambar 8. Matriks konfusi untuk ketetangaan 1

Matriks konfusi untuk ketetangaan 1 dapat diamati pada Gambar 8. Hasil dari matriks konfusi adalah elemen *true positive* bernilai 47, *false positive* bernilai 3, *false negative* bernilai 0, dan *true negative* bernilai 0. Dari hasil tersebut didapatkan hasil bahwa nilai akurasi untuk ketetangaan 1 adalah 94%.

TP = 30	FP = 20
FN = 0	TN = 0

Gambar 9. Matriks konfusi untuk ketetangaan 2

Matriks konfusi untuk ketetangaan 2 dapat diamati pada Gambar 9. Hasil dari matriks konfusi adalah elemen *true positive* bernilai 30, *false positive* bernilai 20, *false negative* bernilai 0, dan *true negative* bernilai 0. Dari hasil tersebut didapatkan hasil bahwa nilai akurasi untuk ketetangaan 1 adalah 60%.

TP = 37	FP = 13
FN = 0	TN = 0

Gambar 10. Matriks konfusi untuk ketetangaan 3

Matriks konfusi untuk ketetangaan 3 dapat diamati pada Gambar 10. Hasil dari matriks konfusi adalah elemen *true positive* bernilai 37, *false positive* bernilai 13, *false negative* bernilai 0, dan *true negative* bernilai 0. Dari hasil tersebut didapatkan hasil bahwa nilai akurasi untuk ketetangaan 1 adalah 74%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi metode deteksi tepi Laplacian dan jarak Euclidean untuk identifikasi tanda tangan mendapatkan hasil yang memuaskan. Akurasi untuk 1 ketetangaan adalah 94%, akurasi 2 ketetangaan adalah 60%, dan akurasi untuk 3 ketetangaan adalah 74%. Dari hasil tersebut, identifikasi tanda tangan paling akurat menggunakan 1 ketetangaan.

Daftar Pustaka

- [1] A. K. Jain, A. A. Ross, and K. Nandakumar, *Introduction to Biometrics*. Springer.
- [2] I. V. Anikin and E. S. Anisimova, "Handwritten signature recognition method based on fuzzy logic," *Dyn. Syst. Mech. Mach.*, pp. 1–5, 2016.
- [3] V. Smejkal and J. Kodl, "Dynamic Biometric Signature - an Effective Alternative for Electronic Authentication," *Adv. Technol. Innov.*, vol. 3, pp. 166–178, 2017.
- [4] P. Porwik and T. Para, "Some Handwritten Signature Parameters in Biometric Recognition Process," *Int. Confrence Inf. Technol. Interfaces*, pp. 185–190, 2007.
- [5] V. A. Bharadi and H. B. Kekre, "Off-Line Signature Recognition Systems," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 1, no. 27, pp. 48–56, 2010.
- [6] J. V. Tahapary, "Keabsahan Tanda Tangan Elektronik Sebagai Alat Bukti yang Sah Ditinjau dalam Hukum Acara Perdata," 2011.
- [7] H. H. Soeprapto, "Kejahatan Komputer dan Siber Serta Antisipasi Pengaturan Pencegahannya di Indonesia," 2001.
- [8] N. Iriyanti, "Tinjauan Kekuatan Pembuktian Digital Signature dalam Sengketa Perdata Ditinjau dari UU No 11 Tahun 2008 Tentang Informasi dan Transaksi Elektronik," 2009.
- [9] M. Farid, "Alat Bukti Elektronik dalam Proses Pembuktian Perkara Perdata di Pengadilan," 2015.
- [10] A. Edi, "Implikasi Adanya Pemalsuan Tanda Tangan dalam Akta Jual Beli Tanah yang Dilakukan oleh PPAT," 2017.
- [11] H. Santoso, "Identifikasi tanda tangan dengan deteksi tepi dan koefisien korelasi,"

- PROXIES*, vol. 1, no. 2, pp. 68–74, 2017.
- [12] A. Karouni, B. Daya, and S. Bahlak, “Offline signature recognition using neural networks approach,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 3, pp. 155–161, 2011.
- [13] E. R. Kuswandi and N. Fadillah, “Perbandingan Metode Robert dan Metode Prewitt Untuk Deteksi Tepi pada Citra Tanda Tangan,” *J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 3, no. 2, pp. 155–158, 2019.
- [14] M. S. Nixon and A. S. Aguado, *Feature Extraction & Image Processing for Computer Vision*. Elsevier, 2012.
- [15] X. Wang, “Laplacian Operator-Based Edge Detectors,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 29, no. 5, pp. 886–890, 2007.

Biodata Penulis

Mas Aly Afandi, menyelesaikan D4 di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS), jurusan teknik elektro dan lulus pada tahun 2015. Pendidikan S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), jurusan teknik elektro dan lulus pada tahun 2018. Minat penelitian pada ruang lingkup pengolahan citra, kontrol, robotika, kecerdasan buatan, dan sistem cerdas.

Sevia Indah Purnama, menyelesaikan D4 di Politeknik Negeri Malang (POLINEMA), mengambil jurusan teknik elektro dan lulus pada tahun 2014. Pendidikan S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), jurusan teknik elektro dan lulus pada tahun 2019. Minat penelitian pada ruang lingkup signal processing, robotika, sistem tertanam, kecerdasan buatan dan sistem cerdas.

Risa Farrid Cristianti, menyelesaikan S1 di Universitas Katolik Soegijapranata, mengambil jurusan teknik elektro dan lulus pada tahun 2001. Pendidikan S2 di Universitas Gajah Mada (UGM), mengambil jurusan teknik instrumentasi industri dan lulus pada tahun 2007. Minat penelitian pada ruang lingkup sistem cerdas, sistem sensor cerdas, instrumentasi elektronika dan robotika.