

IDENTIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN KLASIFIKASI DYNAMIC TIME WARPING

¹Febri Ariyanto, ²Wahyu Andhyka Kusuma

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, 65144, Indonesia

Email: febri_437216@webmail.umm.ac.id; kusuma.wahyu.a@umm.ac.id

ABSTRAK

Di era modern saat ini, banyak organisasi-organisasi, institusi maupun perusahaan yang membutuhkan adanya identifikasi dan verifikasi akan identitas seseorang. Teknologi berperan dalam sistem biometrika, yaitu pengenalan identitas yang dapat dipercaya. Pengenalan sistem biometrika sebagai salah satu sistem identifikasi telah berkembang dengan pesat, salah satu yang digunakan adalah berdasarkan identifikasi wajah. Wajah memiliki karakteristik yang unik untuk digunakan pada pengenalan identitas yang berupa garis-garis pada permukaan wajah dan geometri wajah. Biometrika wajah yang memiliki karakteristik unik dapat di terapkan untuk proses identifikasi wajah berdasarkan tiap-tiap ciri wajah yang dimiliki seseorang. Pengenalan identifikasi wajah ini merupakan pengenalan biometrika yang menggunakan bentuk fisik manusia yang diwakili oleh citra permukaan wajah. Pada penelitian ini, diimplementasikan sistem identifikasi menggunakan biometrika wajah dan geometri wajah dengan metode ekstraksi fitur operasi blok dan kode rantai. Metode operasi blok digunakan untuk mengekstraksi fitur dari garis-garis pada permukaan wajah. Sedangkan kode rantai digunakan untuk mengekstraksi fitur dari bentuk wajah (geometri wajah). Kedua fitur tersebut yang dihasilkan akan digabungkan menjadi fitur baru, yaitu fitur gabungan. Pada proses pengklasifikasiannya akan digunakan metode DTW (*Dynamic Time Warping*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keakuratan citra yang nantinya bisa digunakan untuk identifikasi personal pada sistem otentifikasi.

Keywords: Identifikasi, biometrika, *faceprint*, DTW.

1 PENDAHULUAN

Di era modern saat ini, banyak organisasi-organisasi, institusi maupun perusahaan yang membutuhkan adanya identifikasi dan verifikasi akan identitas seseorang. Pengenalan identitas seseorang dapat mempermudah proses jalannya prosedur yang ada pada institusi maupun perusahaan. Dari salah satu aplikasi yang sukses dari analisis citra, penelitian ini berpotensi dalam penerapan ke berbagai bidang, seperti identifikasi, sistem pemantau video maupun sistem keamanan [1]. Penerapan penelitian terhadap ilmu biometrika telah lama dilakukan, sebagai bentuk pengenalan dari cabang ilmu tersebut. Untuk mendapatkan bentuk pengenalan, teknologi berkontribusi pada ilmu biometrika yang menawarkan bentuk sistem pengenalan. Pada dasarnya sistem biometrik adalah sistem yang mengenalkan pola untuk mengidentifikasi pola tersebut dengan membentuk keaslian fisiologis atau perilaku pada identifikasi personal [2]. Identifikasi personal dilakukan dengan mencocokkan wajah seseorang dengan data yang telah terdaftar [3]. Pengenalan identitas wajah merupakan ruangan bagi peneliti dalam bidang biometrik yang berperan dalam keterlibatan penegakan hukum, komersil maupun jasa layanan [4].

Adanya garis-garis pada wajah dan geometri wajah bersifat stabil dalam kurun waktu yang lama. Ciri-ciri tersebut terdapat pada tiap orang dan bersifat unik, yang dapat dihasilkan untuk meningkatkan kinerja sistem pengenalan indentifikasi dan verifikasi. Permukaan wajah menyediakan area yang luas untuk diidentifikasi, dari kelebihan inilah yang menyebabkan identifikasi pengenalan wajah mulai diminati dan diteliti.

Beberapa penelitian tentang sistem pengenalan identitas dengan biometrika wajah telah dikembangkan Akhloufi & Bendada mentransformasi garis-garis pada wajah menjadi potongan-potongan garis [5]. Mereka menerapkan perpaduan antara isotherm faceprint dari hasil ekstraksi. Untuk meningkatkan kecocokan fitur hasil ekstraksi, untuk ekstraksi awal digunakan fitur dari data latih.

Metode klasifikasi Dynamic Time Warping (DTW) merupakan teknik klasifikasi yang optimal berdasarkan dua vektor, dimana satu vektor berbentuk lengkungan secara non-linear dengan cara meregangkan atau mengecilkan panjangnya [4].

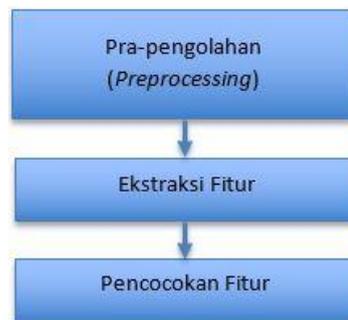
Penelitian ini dibagi 2 tahap pengenalan pemasukan data (enrollment) dengan mendaftarkan data uji dan tahap pencocokan ciri (matching). Pada pengukuran fitur dengan menggunakan ekstraksi operasi blok untuk mendapatkan ciri berdasarkan blok yang dilakukan setelah pemrosesan citra. Sebagai tahap enrollment dan proses matching yang bertujuan untuk mengetahui skor kecocokan fitur ekstraksi dengan fitur pengenalan wajah. Kedua fitur dicocokkan antara data latih dan data uji dengan menggunakan metode klasifikasi Dynamic Time Warping.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem Identifikasi Wajah dan Geometri Wajah

Sistem identifikasi wajah dan geometri wajah merupakan sistem biometrika yang menggabungkan biometrika permukaan wajah dan geometri wajah untuk keperluan identifikasi. Fitur (karakteristik) pada permukaan wajah dan fitur geometri wajah dilakukan dengan menggabungkan kedua fitur tersebut sehingga membentuk fitur baru. Fitur baru inilah yang akan digunakan untuk menarik kesimpulan hasil dari proses identifikasi. Tahapan-tahapannya adalah sebagaimana gambar 2.1 berikut:

- a. Pra-Pengolahan (*Preprocessing*)
- b. Ekstraksi Fitur
- c. Pencocokan Fitur



Gambar 2.1 Tahapan Umum

2.2 Tinjauan Umum Pra-Pengolahan (*Preprocessing*)

Dalam sebuah sistem praktis, semua jenis distorsi pada gambar seperti noise maupun shadow dalam bagian preprocessing diberlakukan [6]. Pra-pengolahan dilakukan untuk memperbaiki citra dengan menggunakan parameter tertentu dalam prosesnya agar kualitas citra menjadi lebih baik [3]. Teknik-teknik yang digunakan dalam pra-pengolahan, diantaranya: grayscaling, thresholding, penentuan ROI, normalisasi, penskalaan, median filter, dan penentuan batas daerah [7]. Transformasi ini yang dapat meningkatkan citra, sehingga detail gambar dapat lebih terlihat [8].

2.3 Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur merupakan langkah awal dalam melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Ekstraksi fitur (feature extraction) digunakan untuk mendapatkan ciri dari karakteristik biometrika yang sebelumnya telah mengalami tahapan pra-pengolahan (*Preprocessing*). Metode ekstraksi fitur terdiri dari operasi blok dan kode rantai.

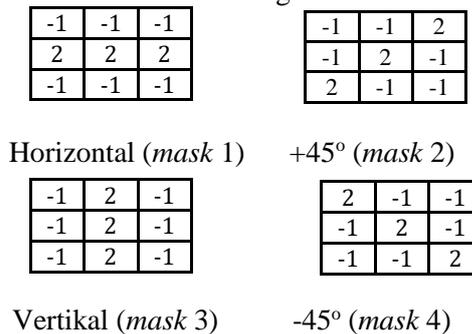
a. Deteksi Garis

Deteksi garis digunakan untuk mendeteksi garis-garis yang terdapat pada citra. Pendeteksian garis dari suatu citra dilakukan dengan mencocokkan dengan mask dan menunjukka bagian tertentu yang berbeda secara garis lurus baik secara vertikal, horizontal, maupun miring 45° (baik kanan maupun kiri).

$$R = w_1 z_1 + w_2 z_2 + \dots + w_9 z_9 \quad (1)$$

$$= \sum_{i=1}^9 w_i z_i$$

Dimana z_i merupakan *gray level* dari piksel yang diasosiasikan dengan *mask* koefisien w_i . Gambar berikut menunjukkan *mask* yang dipakai untuk mendeteksi garis.



Gambar 2.2 Line Mask

Jika *mask* pertama (*mask* horizontal) digerakkan mengelilingi citra maka akan menghasilkan lebih dekat ke garis-garis (ketebalan satu piksel) dengan arah horizontal. Dengan latar belakang yang konstan, respon maksimum akan dihasilkan ketika garis dilewati baris tengah dari *mask*. Dengan cara yang sama, *mask* yang kedua pada gambar akan memberikan respon terbaik dan *mask* yang keempat untuk garis-garis dengan arah *mask* -45°. Arah ini dapat juga ditentukan dengan mencatat arah yang ditawarkan setiap *mask*, diberi bobot dengan koefisien yang lebih besar (yaitu 2) dari kemungkinan arah lain.

b. Operasi Blok

Citra yang telah mengalami proses deteksi garis dibagi ke dalam blok-blok. Vektor ciri dari blok dapat dibentuk dengan nilai rata-rata ataupun standar deviasi dari setiap blok. Nilai standar deviasi dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma = \left(M^{-1} \sum_{i=1}^M (x_i - \mu)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

Dengan μ menyatakan nilai rata-rata yang dapat dihitung dengan rumus:

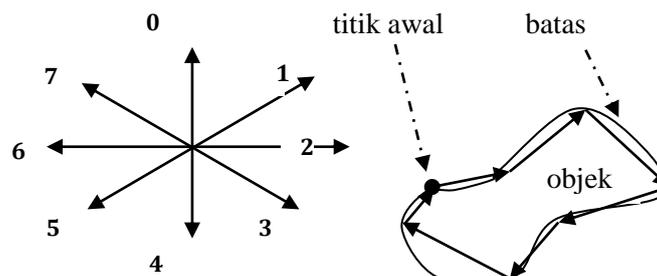
$$\mu = M^{-1} \sum_{i=1}^M x_i \tag{3}$$

Dengan M menyatakan jumlah seluruh piksel pada setiap blok dan x adalah nilai piksel. Vektor fitur wajah dapat dibentuk dengan cara berikut:

$$V = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_N) \tag{4}$$

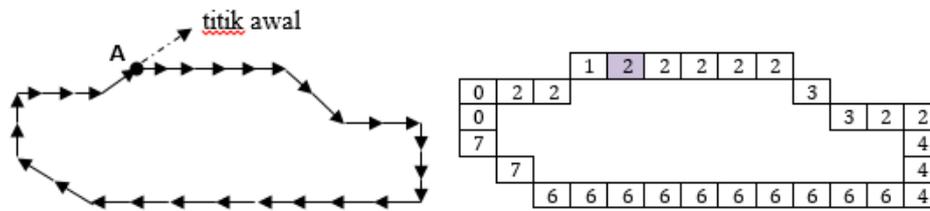
c. Kode Rantai

Kode rantai merupakan notasi untuk mengkodekan senarai tepi yang membentuk batas daerah. Kode rantai digunakan untuk mendeskripsikan/ mengkodekan bentuk (contour) suatu objek. Kode rantai menspesifikasikan arah setiap piksel tepi dalam seranai tepi. Pembacaan arah satu piksel ke piksel yang lain berdasarkan arah jarum jam seperti terlihat pada gambar 2.3 berikut.



(a) Kode rantai (b) Batas objek dengan kode rantai

Gambar 2.3 Representasi 8 arah kode rantai.



(a) Kode rantai dengan titik awal A (b) Kode rantai dengan titik awal 2
Gambar 2.4 Contoh pengkodean batas objek dengan kode rantai.

2.4 Metode Pengklasifikasian

Dalam proses klasifikasi pada proses identifikasi akan dilakukan proses perhitungan skor kecocokan antara fitur wajah dan geometri wajah yang diuji dengan fitur yang ada pada database. Dari perhitungan tingkat kecocokan tersebut dapat digunakan untuk mengenali (klasifikasi) pada suatu vektor fitur apakah benar atau tidak, dengan cara membandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold value*). Pada penelitian ini digunakan metode *Dynamic Time Warping* (DTW) untuk mencocokkan dua vektor fitur dan sebelum dilakukan pencocokan tersebut dilakukan normalisasi data.

a. Normalisasi Data

Suatu data atau fitur dapat ternormalisasi dengan rumus berikut:

$$\hat{X} = \frac{X - \bar{X}}{\sigma_x} \tag{3}$$

Keterangan:

\hat{X} = data atau fitur X yang telah ternormalisasi.

\bar{X} = rata-rata dari fitur X.

σ_x = Nilai standar deviasi dari X.

Sebagai contoh, misalkan vektor $X = (2, 3, 5, 10, 15)$, maka $\bar{X} = 7$

$\sigma_x = 5.43$, sehingga vektor X yang telah ternormalisasi adalah $\hat{X} \in (-0.92, -0.73, -0.37, 0.55, 1.47)$

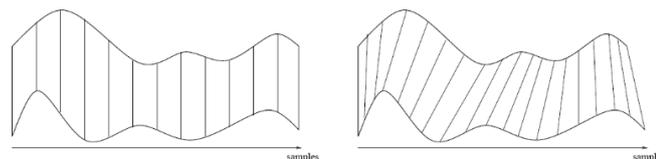
Tujuan dari normalisasi adalah agar data (fitur) memiliki nilai rata-rata 0 (*zero mean*). Setelah dinormalisasi, pada suatu fitur dapat dilakukan proses penskalaan (*scaling*) agar nilai fitur berada pada suatu interval tertentu. Penskalaan dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\hat{X} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} * (S - R) + R \tag{4}$$

Proses penskalaan bertujuan agar suatu fitur memiliki kepastian interval dengan batas atas $S = 0$ dan batas bawah $R = 1$, maka interval $[0,1]$.

b. *Dynamic Time Warping* (DTW)

Merupakan metode untuk menghitung jarak antara dua time series. DTW dapat menghasilkan korespondensi one to many [10]. Keunggulan DTW dari metode jarak lain adalah mampu menghitung jarak dari dua vektor data dengan panjang berbeda. Jarak DTW diantara dua vektor dihitung dari jalur pembengkokkan optimal (*optimal warping path*) dari kedua vektor tersebut. Ilustrasi pencocokan dengan metode DTW ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut.



(a) Alignment asli dari 2 sequence (b) Alignment dengan DTW

Gambar 2.5 Pencocokan sequence

Sumber: Darma Putra, 2008

Jarak DTW dapat dihitung dengan rumus:

$$D(U, V) = \gamma(m, n) \tag{5}$$

$$\gamma(m,n) = d_{base}(u_i, v_j) + \min \begin{cases} \gamma(i-1, j) \\ \gamma(i-1, j-1) \\ \gamma(i, j-1) \end{cases}$$

$\gamma(0,0) = 0, \gamma(0,\infty) = \infty, \gamma(\infty,0) = 0, \gamma(\infty,\infty) = \infty$
 $(i = 1,2,3...m; j = 1,2,3...n)$

Nilai pada kolom (i, j) terlihat nilai penjumlahan jalur pembengkokan dari kolom (1, 1) hingga (i, j). Kolom dengan nilai dinamakan matriks jarak terjumlahkan. Berikut ini adalah contoh matriks jarak terjumlahkan antara 2 vektor $U=\{2,5,2,5,3\}$ dan $V=\{0,3,6,0,6,1\}$ yang dapat dilihat sebagaimana pada gambar 2.6 berikut.

	0	3	6	0	6	1
2	4	5	21	25	41	42
5	29	8	6	31	26	42
2	33	9	22	10	26	27
5	58	13	10	35	11	27
3	67	13	19	19	20	15

Gambar 2.6 Ilustrasi matrik jarak terjumlahkan (cumulative distance matrix) antara 2 vektor.

Sumber : Darma Putra, 2008

2.5 Evaluasi Sistem

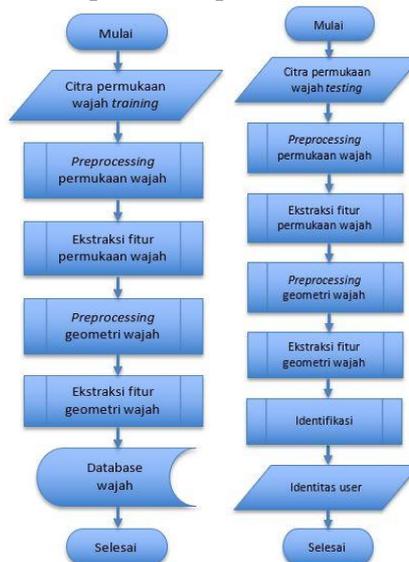
Sistem biometrika pengenalan identitas wajah tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh sistem diukur berdasarkan probabilitas kesalahan tersebut. Tingkat kesalahan yang besar tentunya membuat sistem tersebut tidak handal, sebaliknya semakin kecil tingkat kesalahan berarti sistem tersebut dikatakan handal.

Pada penelitian ini digunakan metode perhitungan tingkat akurasi sebagai acuan untuk mengevaluasi atau menguji sistem. Formula yang digunakan adalah sebagaimana persamaan (6) berikut.

$$\text{Akurasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah Citra yang Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Citra Testing}} \quad (6)$$

3 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan merupakan sistem pengenalan identitas wajah dengan mengidentifikasi wajah seseorang dengan cara mengenali pola garis-garis yang terdapat pada wajah dan geometri wajah. Tahapan proses identifikasi/verifikasi dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



(a) Proses Training (b) Proses Identifikasi
Gambar 3.1 Gambar diagram alur sistem.

Diagram alur pada penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu diagram alur untuk proses *training* dan diagram alur untuk proses identifikasi. Pada tiap diagram alur sistem memiliki peran masing-masing. Diagram Proses *Training* merupakan inputan citra wajah, kemudian dilakukan *preprocessing* permukaan wajah untuk mempersiapkan citra agar dapat menghasilkan ciri yang lebih baik pada saat tahap ekstraksi fitur. Selanjutnya, citra hasil *preprocessing* akan dilakukan proses ekstraksi fitur, sehingga didapatkan suatu vektor fitur atau ciri permukaan wajah yang kemudian data fitur tersebut disimpan dalam database. Diagram Proses Identifikasi inputan berupa citra permukaan wajah dan kemudian dilakukan *preprocessing* yang selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi fitur, sehingga didapatkan suatu vektor fitur atau ciri permukaan wajah uji, kemudian data fitur nantinya digunakan untuk identifikasi yang menghasilkan suatu identitas user.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem pengenalan identitas wajah dilakukan pengujian menggunakan citra dari wajah 50 orang. Citra tersebut didapat dari FERET (Face Recognition Technology). Masing-masing orang diambil 2 data sampel untuk data training dan 2 data sampel untuk data testing, sehingga total sampel adalah 200 data. Pengujian dilakukan sebanyak 100 data pengujian. Hasil beberapa pengujian dari 100 data pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian

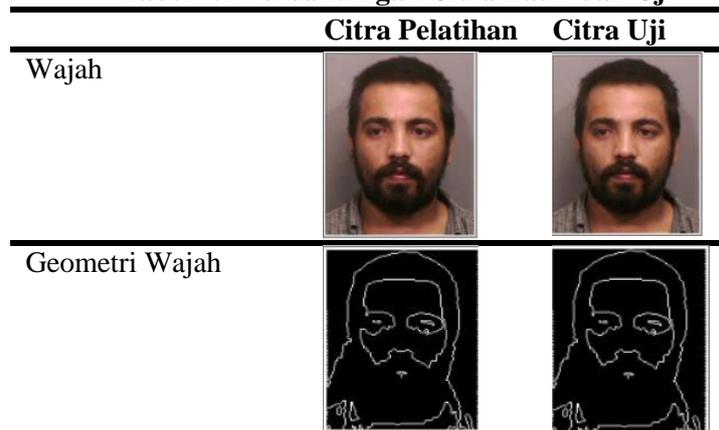
No	User	User Match	Score Match	Time
1.	F000001_3	F000001_1	0,00066629046925	0.817
2.	F000001_4	F000001_2	3,53967390404387	0,8894
3.	F000002_3	F000002_2	6,53701519338138	3,2426
4.	F000002_4	F000002_1	6,53701519338138	3,2426
5.	F000003_3	F000003_1	3,15650257612483	1,0331
6.	F000003_4	F000003_2	2,68173161236339	0,8923
7.	F000004_3	F000011_2	2,21936762637827	1,3819
8.	F000004_4	F000004_1	2,28326909138357	1,4195

Keterangan :

- User : data latih pada sistem identifikasi pengenalan wajah
- User Match : data yang cocok dari proses pengujian
- Score Match : skor hasil pencocokan
- Time : waktu pengujian

Berdasarkan pengujian yang dilakukan akan didapatkan data citra yang tidak teridentifikasi dengan benar sehingga berpengaruh terhadap keakuratan sistem pengenalan identitas wajah. Ada beberapa data yang tidak teridentifikasi dengan benar. Pada tabel 4.2 merupakan perbandingan citra latih dan citra uji yang gagal teridentifikasi. Tampak citra uji memiliki noise pada background yang lebih banyak dan mengalami pergeseran objek.

Tabel 4.2 Perbandingan Citra Latih dan Uji



5 KESIMPULAN

Pengenalan identitas berdasarkan biometrika permukaan wajah dan geometri wajah dapat diaplikasikan menggunakan metode operasi blok dan kode rantai untuk ekstraksi fitur dan metode DTW untuk klasifikasinya. Pengenalan identitas berdasarkan biometrika permukaan wajah dan geometri wajah dapat diketahui analisis penyebab kegagalan citra uji yang tidak dapat teridentifikasi dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan citra uji tidak dapat teridentifikasi dengan benar antara lain faktor tingkat kecerahan yang berbeda, adanya noise pada background permukaan wajah yang berbeda dan posisi wajah saat pengambilan gambar.

REFERENSI

- [1] N. Tan, L. Huang, and C. Liu, "Face Recognition Based on a Single Image and Local Binary Pattern," pp. 1606–1610, 2017.
- [2] R. Phase-difference, "Authentication by Palmprint Recognition using Phase-Difference Trained by Probability Neural Network," vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2014.
- [3] D. E. Kurniawan, K. Adi, and F. Rohim, "Sistem Identifikasi Biometrika Wajah Menggunakan Metode Gabor KPCA dan Mahalanobis Distance," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 1, pp. 6–10, 2012.
- [4] A. Pradesh, "Gabor Based Face Recognition with Dynamic Time Warping," pp. 349–353, 2013.
- [5] M. Akhloufi and A. Bendada, "Thermal faceprint: A new thermal face signature extraction for infrared face recognition," *Proc. 5th Can. Conf. Comput. Robot Vision, CRV 2008*, pp. 269–272, 2008.
- [6] R. Serajeh, "Face Recognition in Uncontrolled Conditions," pp. 902–906, 2017.
- [7] D. Liliana and E. Utaminingsih, "The combination of palm print and hand geometry for biometrics palm recognition," *Int. J. Video ...*, no. February, pp. 1–5, 2012.
- [8] F. Y. Shih, *Image Processing and Pattern Recognition: Fundamentals and Techniques*. 2010.
- [9] S. Singh and M. S. Bhamrah, "Leaf Identification Using Feature Extraction and Neural Network," *IOSR J. Electron. Commun. Eng.*, vol. 5, no. I, pp. 134–140, 2015.
- [10] X. Song, Z. Lv, J. Zhao, W. Wang, and L. Wang, "Improved Dynamic Time Warping Algorithm with Adaptive Scaling for Steel Plate Thickness Matching," pp. 1401–1405, 2017.
- [11] D. Putra, "Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika," 2009.