

Analisis citra digital untuk ekstraksi ciri kemiringan dan ketebalan tulisan tangan berdasarkan grafologi konvensional

^{1*}Ragil Karnoto, ²Patmi Kasih, ³Muh Aris Saputra

^{1,2,3} Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹walker9734@gmail.com, ²patmikasih@unpkediri.ac.id, ³xxxx@xxxx.xxx

Penulis Korespondens : Ragil Karnoto

Abstrak—Grafologi konvensional memanfaatkan karakteristik fisik tulisan tangan sebagai sumber informasi, namun proses pengukurannya masih banyak dilakukan secara manual sehingga rentan terhadap subjektivitas. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan pengolahan citra digital untuk mengekstraksi ciri kemiringan dan ketebalan tulisan tangan secara otomatis. Dataset yang digunakan terdiri dari 108 citra tulisan tangan yang berasal dari empat kelompok data, yaitu EKONOMI, KESEHATAN, SOSHUM, dan TEKNIK. Tahapan penelitian meliputi preprocessing citra menggunakan grayscale, Gaussian blur, thresholding, dan edge detection, dilanjutkan dengan segmentasi baseline serta ekstraksi fitur. Kemiringan tulisan dihitung menggunakan metode PCA Orientation, sedangkan ketebalan tulisan dihitung menggunakan Pixel Density Analysis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh citra berhasil diproses dengan tingkat keberhasilan 100%. Nilai rata-rata kemiringan tulisan sebesar 13,44° dan rata-rata ketebalan tulisan sebesar 0,007839. Selain itu, waktu komputasi rata-rata metode PCA Orientation sebesar 0,02065 detik per citra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu menghasilkan data karakteristik tulisan tangan secara cepat dan konsisten.

Kata Kunci: grafologi konvensional, pengolahan citra digital, PCA Orientation, Pixel Density Analysis, tulisan tangan.

Abstract—Conventional graphology analyzes handwriting characteristics manually, making the process subjective and time-consuming. This study implements digital image processing to automatically extract handwriting slant and stroke thickness features. A total of 108 handwriting images from four groups (Economics, Health Sciences, Social Sciences, and Engineering) were analyzed. The proposed method consists of image preprocessing, baseline segmentation, and feature extraction. Handwriting slant was measured using PCA Orientation, while stroke thickness was calculated using Pixel Density Analysis. The results showed that all images were successfully processed, achieving a 100% extraction success rate. The average handwriting slant was 13.44°, while the average stroke thickness was 0.007839. In addition, PCA Orientation required an average processing time of 0.02065 seconds per image. These findings demonstrate that digital image processing can provide fast and consistent extraction of handwriting characteristics.

Keywords—conventional graphology, digital image processing, PCA Orientation, Pixel Density Analysis, handwriting.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Tulisan tangan merupakan salah satu bentuk komunikasi yang memiliki karakteristik unik pada setiap individu. Perbedaan bentuk huruf, arah penulisan, ukuran tulisan, serta pola goresan menyebabkan tulisan tangan banyak dimanfaatkan sebagai objek analisis dalam bidang grafologi, identifikasi personal, dan penelitian kepribadian [1], [2], [3]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa karakteristik visual tulisan tangan dapat digunakan sebagai sumber informasi untuk mendukung proses analisis berbasis komputer sehingga pengamatan yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat dilakukan secara lebih sistematis [5], [6].

Pengamatan karakteristik tulisan tangan secara manual sering kali dipengaruhi oleh subjektivitas pengamat sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat berbeda antara satu pengamat dengan pengamat lainnya. Kondisi tersebut mendorong pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital untuk mengubah karakteristik visual tulisan tangan menjadi data numerik yang dapat diukur secara lebih objektif dan konsisten. Melalui pendekatan ini, proses analisis tidak lagi hanya bergantung pada interpretasi visual, tetapi juga didukung oleh hasil pengukuran yang dapat dipertanggungjawabkan secara kuantitatif.

Perkembangan teknologi pengolahan citra digital memungkinkan karakteristik tulisan tangan diekstraksi secara otomatis melalui tahapan preprocessing dan ekstraksi fitur. Berbagai penelitian telah memanfaatkan teknik grayscale, thresholding, serta edge detection untuk meningkatkan kualitas objek tulisan sebelum dilakukan proses pengenalan maupun analisis lebih lanjut [7], [13]. Selain itu, metode pengolahan citra juga telah banyak diterapkan pada sistem pengenalan tulisan tangan berbasis kecerdasan buatan dan analisis karakter digital [4], [9], [11].

Salah satu karakteristik geometris yang dapat diamati pada tulisan tangan adalah kemiringan tulisan. Karakteristik ini menunjukkan arah dominan objek tulisan terhadap garis horizontal dan dapat direpresentasikan dalam bentuk sudut. Selain kemiringan, ketebalan tulisan juga dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kepadatan piksel yang membentuk objek tulisan. Kedua karakteristik tersebut memiliki keunggulan karena dapat dikonversi menjadi data numerik sehingga memungkinkan proses analisis dilakukan secara lebih objektif dibandingkan pengamatan visual secara langsung.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan pengolahan citra digital untuk mengekstraksi ciri kemiringan dan ketebalan tulisan tangan secara otomatis. Kemiringan tulisan dihitung menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) Orientation untuk memperoleh arah dominan objek tulisan, sedangkan ketebalan tulisan dihitung menggunakan metode Pixel Density Analysis berdasarkan rasio jumlah piksel objek terhadap luas area citra. Hasil ekstraksi kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan evaluasi performa sistem berdasarkan waktu komputasi serta tingkat keberhasilan ekstraksi.

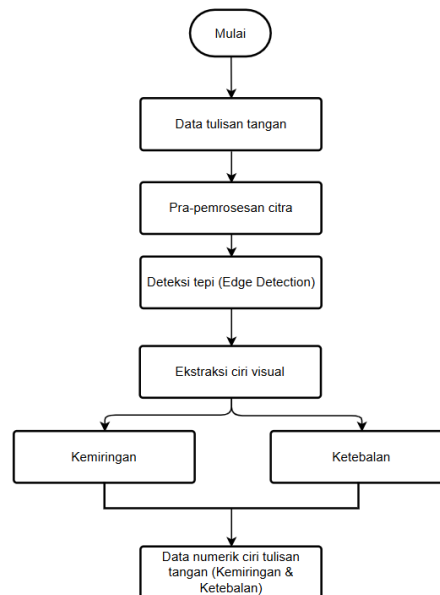
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengolahan citra digital untuk mengekstraksi karakteristik geometris tulisan tangan berupa kemiringan dan ketebalan tulisan. Dataset yang digunakan terdiri dari 108 citra tulisan tangan yang berasal dari empat kelompok data, yaitu EKONOMI, KESEHATAN, SOSHUM, dan TEKNIK. Seluruh citra diperoleh dalam format digital dan diproses menggunakan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka OpenCV dan NumPy. Setiap citra dianalisis untuk memperoleh nilai kemiringan dan ketebalan tulisan secara otomatis. Hasil ekstraksi kemudian digunakan untuk mengevaluasi karakteristik tulisan tangan dan performa metode yang digunakan.

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan akuisisi citra tulisan tangan, kemudian dilanjutkan dengan preprocessing citra, segmentasi baseline, ekstraksi fitur, serta evaluasi performa sistem. Alur penelitian yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Alur penelitian ekstraksi ciri kemiringan dan ketebalan tulisan tangan.



B. Preprocessing Citra

Tahap preprocessing bertujuan meningkatkan kualitas citra sebelum dilakukan proses ekstraksi fitur. Proses ini terdiri atas konversi citra RGB menjadi grayscale, Gaussian blur untuk mengurangi noise, thresholding untuk memisahkan objek tulisan dari latar belakang, serta edge detection menggunakan metode Canny untuk memperjelas batas objek tulisan. Hasil preprocessing menghasilkan citra biner yang digunakan pada tahap segmentasi dan ekstraksi fitur.

C. Segmentasi Baseline

Setelah preprocessing dilakukan, sistem melakukan segmentasi baseline untuk memperoleh area tulisan yang menjadi fokus analisis. Baseline digunakan sebagai acuan posisi tulisan sehingga proses ekstraksi fitur dapat dilakukan secara lebih konsisten. Hasil segmentasi menghasilkan area tulisan yang selanjutnya digunakan pada proses perhitungan kemiringan dan ketebalan tulisan.

D. Ekstraksi Kemiringan Tulisan Menggunakan PCA Orientation

Kemiringan tulisan dihitung menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) terhadap koordinat piksel objek tulisan yang diperoleh dari hasil segmentasi kontur. PCA digunakan untuk menentukan arah dominan objek berdasarkan eigenvector utama sehingga sudut orientasi tulisan dapat diperoleh secara otomatis.

Persamaan (1)

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v_y}{v_x} \right)$$

Keterangan:

- θ = sudut kemiringan tulisan

- v_x = komponen horizontal eigenvector utama
- v_y = komponen vertikal eigenvector utama

Nilai sudut yang diperoleh merepresentasikan arah dominan tulisan terhadap garis horizontal. Nilai positif menunjukkan kecenderungan kemiringan ke kanan, sedangkan nilai negatif menunjukkan kecenderungan kemiringan ke kiri.

E. Ekstraksi Ketebalan Tulisan Menggunakan Pixel Density Analysis

Ketebalan tulisan dihitung menggunakan metode Pixel Density Analysis berdasarkan rasio jumlah piksel objek tulisan terhadap jumlah piksel total pada area pengamatan. Semakin besar jumlah piksel objek yang terdeteksi, semakin tinggi nilai ketebalan tulisan yang dihasilkan.

Persamaan (2)

$$D = \frac{N_o}{N_t}$$

Keterangan:

- D = nilai ketebalan tulisan
- N_o = jumlah piksel objek tulisan
- N_t = jumlah piksel total area citra

Metode ini digunakan untuk memperoleh representasi kuantitatif ketebalan tulisan berdasarkan tingkat kepadatan piksel yang membentuk objek tulisan.

F. Evaluasi Performa Sistem

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan ekstraksi fitur secara otomatis. Parameter yang digunakan meliputi tingkat keberhasilan ekstraksi dan waktu komputasi. Tingkat keberhasilan dihitung berdasarkan jumlah citra yang berhasil diproses dibandingkan jumlah citra keseluruhan, sedangkan waktu komputasi dihitung untuk setiap proses ekstraksi kemiringan dan ketebalan tulisan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Preprocessing Citra

Tahap preprocessing dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum proses ekstraksi fitur. Proses ini meliputi konversi citra menjadi grayscale, Gaussian blur, thresholding, dan edge detection. Citra grayscale digunakan untuk menyederhanakan informasi warna menjadi intensitas keabuan, sedangkan Gaussian blur diterapkan untuk mengurangi noise yang dapat mengganggu proses segmentasi. Setelah itu, thresholding digunakan untuk memisahkan objek tulisan dari latar belakang sehingga menghasilkan citra biner yang lebih mudah dianalisis. Tahap terakhir berupa edge detection digunakan untuk memperjelas batas objek tulisan sehingga kontur tulisan dapat teridentifikasi dengan lebih baik.

Hasil preprocessing menunjukkan bahwa objek tulisan berhasil dipisahkan dari latar belakang secara konsisten pada seluruh sampel citra. Kondisi ini menjadi penting karena kualitas hasil preprocessing akan memengaruhi akurasi proses segmentasi dan ekstraksi fitur pada tahap berikutnya.

Gambar 6. Hasil preprocessing citra: (a) citra asli, (b) grayscale, (c) Gaussian blur, (d) thresholding, dan (e) edge detection.

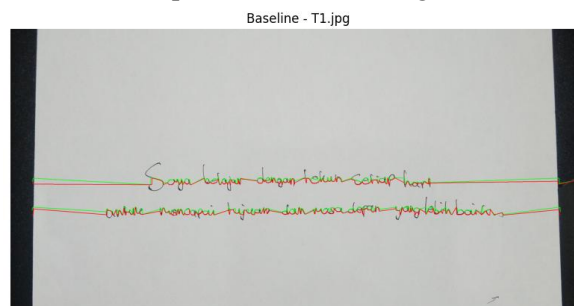


B. Hasil Segmentasi Baseline

Setelah preprocessing dilakukan, sistem melakukan segmentasi baseline untuk menentukan area tulisan yang menjadi fokus analisis. Baseline digunakan sebagai acuan posisi tulisan sehingga proses ekstraksi fitur dapat dilakukan secara lebih konsisten. Hasil segmentasi menunjukkan bahwa garis baseline berhasil mengikuti pola penulisan pada citra sehingga area tulisan dapat teridentifikasi dengan baik.

Keberhasilan segmentasi baseline memudahkan proses ekstraksi kemiringan karena arah dominan tulisan dapat dihitung berdasarkan objek yang telah tersegmentasi. Selain itu, segmentasi juga membantu mengurangi pengaruh area kosong yang tidak termasuk bagian tulisan.

Gambar 7. Hasil segmentasi baseline pada citra tulisan tangan.



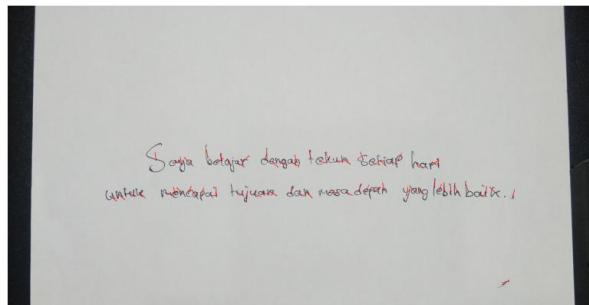
C. Hasil Ekstraksi Kemiringan Tulisan

Kemiringan tulisan diekstraksi menggunakan metode PCA Orientation. Metode ini menghitung arah dominan objek tulisan berdasarkan eigenvector utama yang diperoleh dari distribusi koordinat piksel objek tulisan. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa garis orientasi yang dihasilkan mampu mengikuti arah dominan tulisan pada setiap sampel citra.

Berdasarkan hasil ekstraksi terhadap 108 citra tulisan tangan, diperoleh nilai rata-rata kemiringan sebesar $13,44^\circ$ dengan simpangan baku $17,27^\circ$. Nilai minimum yang diperoleh mencapai $-29,74^\circ$, sedangkan nilai maksimum mencapai $39,75^\circ$. Rentang nilai yang cukup lebar menunjukkan

bahwa arah tulisan pada dataset memiliki variasi yang tinggi. Nilai kemiringan positif menunjukkan kecenderungan tulisan miring ke kanan, sedangkan nilai negatif menunjukkan kecenderungan tulisan miring ke kiri.

Gambar 8. Visualisasi hasil PCA Orientation pada objek tulisan.

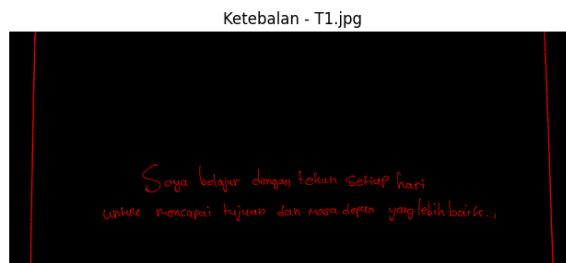


D. Hasil Ekstraksi Ketebalan Tulisan

Ketebalan tulisan dihitung menggunakan metode Pixel Density Analysis berdasarkan rasio jumlah piksel objek tulisan terhadap jumlah piksel total pada area pengamatan. Metode ini menghasilkan nilai kepadatan piksel yang merepresentasikan tingkat ketebalan objek tulisan pada citra.

Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa nilai rata-rata ketebalan tulisan sebesar 0,007839 dengan simpangan baku 0,001204. Nilai minimum yang diperoleh sebesar 0,005460 dan nilai maksimum mencapai 0,012950. Variasi nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan intensitas dan kepadatan goresan tulisan antar responden. Semakin tinggi nilai ketebalan yang diperoleh, semakin besar kepadatan piksel yang membentuk objek tulisan.

Gambar 9. Visualisasi hasil ekstraksi ketebalan tulisan menggunakan Pixel Density Analysis.



E. Evaluasi Kuantitatif Fitur Tulisan

Data hasil ekstraksi dari seluruh citra kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui distribusi nilai kemiringan dan ketebalan tulisan.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Kemiringan dan Ketebalan Tulisan (Statistik Keseluruhan)

Statistik	Kemiringan (°)	Ketebalan
Jumlah Data	108	108
Rata-rata	13,44	0,007839
Simpangan Baku	17,27	0,001204
Minimum	-29,74	0,005460
Kuartil 1	3,51	0,007027
Median	16,54	0,007620
Kuartil 3	27,09	0,008320
Maksimum	39,75	0,012950

Nilai statistik menunjukkan bahwa variasi kemiringan tulisan lebih besar dibandingkan variasi ketebalan tulisan. Hal ini terlihat dari nilai simpangan baku kemiringan yang relatif tinggi sehingga menunjukkan bahwa arah tulisan antar responden memiliki perbedaan yang cukup beragam. Sebaliknya, nilai ketebalan cenderung lebih stabil dengan rentang perubahan yang relatif kecil.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Kemiringan dan Ketebalan Tulisan (Statistik Per Kelompok)

Kelompok	Kemiringan (Mean $\pm$ SD)	Ketebalan (Mean $\pm$ SD)
EKONOMI	10,26 $\pm$ 18,27	0,007626 $\pm$ 0,000901
KESEHATAN	13,85 $\pm$ 16,80	0,007672 $\pm$ 0,000895
SOSHUM	16,86 $\pm$ 15,59	0,008466 $\pm$ 0,001632
TEKNIK	12,62 $\pm$ 18,90	0,007507 $\pm$ 0,000985

Hasil rata-rata kemiringan dan ketebalan tulisan pada setiap kelompok ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil tersebut, kelompok SOSHUM memiliki rata-rata kemiringan tertinggi yaitu 16,86°, sedangkan kelompok EKONOMI memiliki rata-rata kemiringan terendah sebesar 10,26°. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa arah tulisan memiliki variasi yang cukup besar antar kelompok. Meskipun demikian, nilai simpangan baku yang relatif tinggi pada seluruh kelompok menunjukkan bahwa variasi kemiringan lebih banyak dipengaruhi oleh karakteristik individu dibandingkan kategori kelompok data.

Karakteristik yang berbeda terlihat pada fitur ketebalan tulisan. Kelompok SOSHUM memiliki rata-rata ketebalan tertinggi sebesar 0,008466, sedangkan kelompok TEKNIK memiliki rata-rata terendah sebesar 0,007507. Selisih rata-rata ketebalan antar kelompok relatif kecil sehingga menunjukkan bahwa tingkat kepadatan piksel tulisan cenderung lebih stabil dibandingkan kemiringan tulisan. Temuan ini mengindikasikan bahwa fitur kemiringan memiliki variasi yang lebih tinggi dalam menggambarkan karakteristik tulisan tangan dibandingkan fitur ketebalan.

F. Evaluasi Performa Sistem

Selain menghasilkan nilai kemiringan dan ketebalan tulisan, penelitian ini juga mengevaluasi performa komputasi dari metode yang digunakan. Evaluasi dilakukan berdasarkan waktu komputasi dan tingkat keberhasilan ekstraksi fitur pada seluruh dataset.

Tabel 3. Statistik Waktu Komputasi PCA Metode Ekstraksi

Parameter	PCA Orientation (detik)	Pixel Density Analysis (detik)
Jumlah Data	108	108
Rata-rata	0,02065	0,01242
Simpangan Baku	0,01399	0,00654
Minimum	0,00662	0,00606
Median	0,01137	0,00816
Maksimum	0,06527	0,03268

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 108 citra tulisan tangan, metode PCA Orientation membutuhkan waktu rata-rata sebesar 0,02065 detik untuk memproses satu citra, sedangkan metode Pixel Density Analysis membutuhkan waktu rata-rata sebesar 0,01242 detik per citra.

Perbedaan waktu komputasi tersebut menunjukkan bahwa proses perhitungan kemiringan menggunakan PCA Orientation memerlukan waktu lebih lama dibandingkan perhitungan ketebalan menggunakan Pixel Density Analysis. Hal ini disebabkan karena PCA Orientation melakukan perhitungan orientasi objek berdasarkan distribusi koordinat piksel dan eigenvector utama, sedangkan Pixel Density Analysis hanya menghitung rasio jumlah piksel objek terhadap luas area citra.

Meskipun demikian, kedua metode tetap mampu menyelesaikan proses ekstraksi dalam waktu kurang dari 0,03 detik per citra. Selain itu, seluruh citra berhasil diproses tanpa mengalami kegagalan sehingga tingkat keberhasilan ekstraksi mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan memiliki efisiensi komputasi yang baik untuk analisis karakteristik tulisan tangan berbasis pengolahan citra digital.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian terhadap 108 citra tulisan tangan menunjukkan bahwa sistem mampu mengekstraksi fitur kemiringan dan ketebalan tulisan secara otomatis. Nilai rata-rata kemiringan yang diperoleh sebesar $13,44^{\circ}$ dengan rentang $-29,74^{\circ}$ hingga $39,75^{\circ}$, sedangkan nilai rata-rata ketebalan tulisan sebesar 0,007839 dengan rentang 0,005460 hingga 0,012950. Seluruh citra berhasil diproses dengan tingkat keberhasilan 100%. Selain itu, metode PCA Orientation mampu melakukan ekstraksi kemiringan dengan waktu rata-rata 0,02065 detik per citra sehingga menunjukkan performa komputasi yang cepat dan efisien untuk analisis karakteristik tulisan tangan berbasis pengolahan citra digital.

Variasi kemiringan tulisan ditemukan lebih tinggi dibandingkan variasi ketebalan tulisan, yang menunjukkan bahwa fitur kemiringan lebih sensitif dalam menggambarkan perbedaan karakteristik tulisan tangan antar responden.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Mukherjee and I. Ghosh, "Automated Personality Analysis from Handwriting: A Systematic Survey," *SN Computer Science*, vol. 6, 2025, doi: 10.1007/s42979-025-04150-7.
- [2] I. Maulana, I. Y. Mustofa, D. P. Pamungkas, and C. I. Isnawan, "Identifikasi Kepribadian Dari Tulisan Tangan Menggunakan Euclidean Distance," *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 2023.
- [3] S. B. Bhaskoro, R. A. Pratama, and S. A. H. Darmawan, "Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan Optical Character Recognition (OCR)," *JTRM (Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur)*, vol. 7, no. 1, pp. 48–64, 2025, doi: 10.48182/jtrm.v7i1.193.
- [4] F. Syah *et al.*, "Implementasi CNN untuk Penerjemahan Bahasa melalui Pengenalan Citra Tulisan Tangan," *Jurnal Dinamika Informatika*, vol. 13, no. 2, 2024.
- [5] D. T. Susetianingtias, D. Pernadi, E. Patriya, and R. Arianty, "The Implementation of Artificial Neural Network (ANN) on Offline Cursive Handwriting Image Recognition," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 1, pp. 63–73, 2022, doi: 10.33096/ilkom.v14i1.1113.63-73.
- [6] D. T. Susetianingtias, R. Arianty, and E. Patriya, "Pembentukan Model Recurrent Neural Network dan Connectionist Temporal Classification pada Pengenalan Kata Tulisan Tangan Offline," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 172–183, 2023.
- [7] I. Kurniastuti *et al.*, "Improved Edge Detection Using Morphological Operation and Adaptive Thresholding for Image Segmentation," *Journal of Electrical Engineering, Electronics, Informatics, and Medical Engineering*, vol. 7, no. 1, 2025.
- [8] "Segmentasi Teks pada Citra Tulisan Tangan Kalimat Menggunakan Metode Connected Component," *Jurnal Teknosains*, 2024.
- [9] N. Khunafa Qudsi *et al.*, "Identifikasi Citra Tulisan Tangan Digital Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," 2023.
- [10] S. Mahadevkar, S. Patil, and K. Kotecha, "Enhancement of Handwritten Text Recognition Using AI-Based Hybrid Approach," *MethodsX*, vol. 12, 2024, doi: 10.1016/j.mex.2024.102654.
- [11] I. Riadi *et al.*, "Identifikasi Tulisan Tangan Huruf Katakana Jepang Dengan Metode Euclidean," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 4, no. 1, pp. 29–37, 2020.
- [12] R. Lu *et al.*, "Correction of Slanted Text Pictures Based on Modified OpenCV," *Taiwan Ubiquitous Information*, vol. 6, no. 2, 2021.