

Penerapan Teknik Binarisasi Dan Segmentasi Citra Untuk Digitalisasi Tanda Tangan Di Matlab

¹Seroja Fi Maaris Mar'ah, ²Harly Bima Perkasa Alam, ³Dhea Aulia, ⁴Najwa Aulia Meliala,

⁵Ferdiansyah Prayoga, ⁶M. Khalil Gibran

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

¹serojafi884@gmail.com, ²harlybima04@gmail.com, ³dheaauliaa282@gmail.com,

⁴nazwaauliaa2004@gmail.com, ⁵ferdiansyahprayoga1133@gmail.com,

⁶m.khalil1100000202@uinsu.ac.id

Submit : 19 Mei 2025 | **Diterima** : 27 Mei 2025 | **Terbit** : 28 Mei 2025

ABSTRAK

Digitalisasi tanda tangan menjadi solusi modern dalam meningkatkan keamanan, efisiensi, dan akurasi proses verifikasi identitas pada dokumen elektronik. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknik binarisasi dan segmentasi citra pada proses digitalisasi tanda tangan menggunakan Matlab, sehingga dapat menghasilkan citra tanda tangan digital yang bersih dan siap digunakan untuk aplikasi verifikasi otomatis. Pada penelitian kali ini menggunakan metode yang deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimen, dimana data penelitian berupa citra tanda tangan hasil pemindaian diolah melalui beberapa tahapan yaitu konversi ke skala abu-abu, binarisasi menggunakan metode ambang batas adaptif Otsu, pembersihan noise dengan operasi morfologi, dan segmentasi menggunakan komponen terhubung. Hasil segmentasi dianalisis secara kuantitatif dengan mengukur luas dan fitur objek tanda tangan, kemudian dilakukan cropping untuk memperoleh citra tanda tangan digital yang optimal. Evaluasi dilakukan dengan menghitung metrik seperti akurasi segmentasi, tingkat noise, dan waktu pemrosesan, sehingga diperoleh gambaran yang objektif tentang kinerja metode yang diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik binarisasi dan segmentasi yang digunakan mampu memisahkan objek tanda tangan dari latar belakang secara otomatis dan efisien, sehingga menghasilkan citra tanda tangan digital yang bersih dan jernih. Implikasi dari penelitian ini adalah metode yang diterapkan dapat digunakan sebagai solusi dalam pengolahan citra tanda tangan digital untuk mendukung sistem verifikasi dan identifikasi elektronik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem yang lebih adaptif terhadap variasi pencahayaan dan kualitas citra input sehingga hasil digitalisasi lebih optimal.

Kata kunci: Binarisasi Citra, Digitalisasi Tanda Tangan, Matlab, Pengolahan Citra Digital, Segmentasi Citra.

PENDAHULUAN

Tanda tangan digital (digital signature) merupakan salah satu bentuk layanan tanda tangan elektronik sebuah data yang dikirim dan diverifikasi secara elektron. Keamanan dan autentikasi data dilakukan menggunakan algoritma tanda tangan digital yang dinamakan Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) yang dinilai tahan terhadap tipe serangan (Saepulrohman & Negara, 2021). Pengolahan citra merupakan cabang ilmu dalam Artificial Intelligence yang menggunakan objek citra dalam bentuk digital untuk penyelesaian kasusnya. Metode dalam citra dapat digunakan baik perhitungan matematis pada objek secara piksel ataupun geometris. Masing-masing objek citra memiliki nilai perbedaan yang dapat diperhitungkan secara matematis, sehingga menunjukkan ciri yang berbeda antara objek satu dengan yang lain (Jumadi, Yupianti, & Sartika, 2021). Tanda tangan adalah hasil dari proses menulis seseorang yang bersifat khusus sebagai substansi simbolik. Tanda tangan merupakan bentuk yang paling banyak digunakan untuk identifikasi seseorang. Fungsi tanda tangan sendiri adalah untuk pembuktian. Dalam kehidupan sehari-hari, tanda tangan digunakan sebagai identifikasi dari pemilik tanda tangan (Gunawan & Reswan, 2021). Menurut (Angraeni & Wibawa, 2023) citra digital ini merupakan produk dari berbagai peralatan seperti kamera ponsel,

kamera digital, alat pemindai (scanner), dan lain-lain. Selain itu citra digital juga dapat diperoleh melalui aplikasi-aplikasi pengolah citra. Salah satu penerapan citra digital yang sering ditemui adalah penggunaan tanda tangan dalam bentuk citra digital yang disisipkan pada sebuah dokumen. Citra tanda tangan digital ini biasanya digunakan untuk melengkapi pengisian formulir atau dokumen dalam bentuk softcopy.

Menurut (Ghifari, Panji Sasmito, & Rudhistiar, 2022) citra digital dibentuk dari sejumlah elemen terbatas, yang masing-masing elemen tersebut memiliki nilai dan koordinat tertentu. Menurut Darma, citra digital adalah citra $f(x,y)$ yang telah dilakukan digitalisasi baik koordinat area maupun brightness level. Citra digital dipresentasikan sebagai matriks berukuran $N \times M$ dimana N = baris dan M = kolom. Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut image element atau piksel. Eko Suwono menyebutkan beberapa elemen yang penting dalam citra digital yaitu, kecerahan (brightness), kontras (contrast), kontur (contour), warna (color), bentuk (shape), dan tekstur (texture). Menurut (Yasir, Satria, & Yuanda, 2023) gubah dokumen tersebut menjadi citra digital dengan proses scan atau memindai, selain itu proses pemindaian juga dapat dilakukan dengan menggunakan kamera dengan kualitas yang baik. Data digital dapat disimpan dan dilihat kembali dengan mudah sehingga proses pemindaian memiliki masalah, hal tersebut terletak pada perbedaan kualitas kertas menjadikan hasil pemindaian terlihat buruk atau terdapat banyak derau (noise) sehingga menjadikan citra menjadi tidak jelas.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan Citra Digital

Menurut peneliti terdahulu (Kurniawan & Nadia, 2024) Citra digital adalah representasi visual dari objek yang dapat berupa sinyal-sinyal video pada monitor televisi, handphone, atau berbentuk digital yang dapat disimpan pada media penyimpanan seperti hardisk, flashdisk, memory card, dan berbagai media penyimpanan lainnya. Penerapan teknologi citra digital menjadi semakin penting dalam berbagai bidang, termasuk budidaya ikan hias, dimana dapat berguna untuk segmentasi, penghitungan, deteksi, pelacakan, dan pengenalan objek.

Citra yang memiliki kualitas baik merupakan hal penting yang mendasari keberhasilan sistem dalam mengenali sebuah pola. Untuk memperoleh citra yang baik dapat dilakukan melalui tahap image preprocessing, salah satunya adalah dengan melakukan segmentasi citra. Segmentasi di dalam citra bertujuan memisahkan wilayah (region) objek dengan wilayah latar belakang. Deteksi Region of Interest (ROI) merupakan salah satu teknik segmentasi citra pengolahan citra dimana pengguna mampu mengolah citra yang mengandung informasi data citra yang dikehendaki (Daya, Asmara, Wulaningrum, & Helilintar, 2023).

Matlab dan Graphical User Interface (GUI)

Penelitian yang dilakukan oleh (Qomarudin, Robby, & Akbarita, 2022) Matlab merupakan software yang dikembangkan oleh perusahaan Mathworks dengan bahasa tingkat tinggi dan berguna untuk melakukan komputasi, visualisasi bahkan pemrograman. Jika dibandingkan dengan menggunakan spreadsheets ataupun bahasa pemrograman tradisional, Matlab dapat memudahkan pengguna untuk memperoleh solusi lebih cepat dengan memanfaatkan kemudahan bahasa, tools dan kelengkapan fungsi-fungsi didalamnya.

Graphical User Interface (GUI) adalah salah satu jenis user interface (UI) yang merupakan komponen penting dalam teknologi modern yang memudahkan penggunaan perangkat lunak, sistem, dan perangkat. Penggunaan GUI yang baik dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kenyamanan pengguna (Prihastomo & Winanti, 2024).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis proses digitalisasi tanda tangan melalui teknik segmentasi dan binerisasi citra menggunakan Matlab. Data penelitian berupa citra digital tanda tangan yang diperoleh dari hasil pemindaian tanda tangan asli. Proses pengolahan citra meliputi konversi citra menjadi grayscale, binerisasi menggunakan metode

Otsu adaptive threshold, pembersihan noise dengan operasi morfologi, dan segmentasi menggunakan connected components untuk mengekstrak objek tanda tangan.

Hasil segmentasi dianalisis secara kuantitatif dengan mengukur luas area dan fitur objek tanda tangan, kemudian dilakukan cropping untuk memperoleh citra tanda tangan digital yang bersih. Data kuantitatif yang diperoleh dari proses ini kemudian dideskripsikan dalam bentuk statistik dan visualisasi citra untuk memberikan gambaran objektif tentang efektivitas teknik binerisasi dan segmentasi dalam digitalisasi tanda tangan. Evaluasi dilakukan dengan mengukur metrik seperti akurasi segmentasi, tingkat noise, dan waktu proses, sehingga penelitian ini mampu memberikan gambaran numerik yang jelas tentang kinerja metode yang diterapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini memiliki tujuan, yaitu untuk menerapkan teknik binarisasi dan juga segmentasi citra untuk digitalisasi tanda tangan menggunakan aplikasi MATLAB 2013. Langkah pertama, dalam proses digitalisasi adalah preprocessing, di mana citra dikonversi ke format grayscale dan dilanjutkan dengan filtering menggunakan median filter untuk mengurangi noise. Setelah itu, teknik binarisasi diterapkan menggunakan metode Otsu Thresholding, yang secara otomatis menentukan nilai ambang optimal untuk memisahkan piksel foreground (tanda tangan) dari background. Hasil binerisasi menunjukkan bahwa metode Otsu mampu memberikan segmentasi yang cukup baik pada citra. Tanda tangan berhasil dipisahkan secara jelas dari latar belakang dengan akurasi yang tinggi.

Konversi citra dari format RGB ke format grayscale juga merupakan salah satu tahapan yang cukup penting dalam pengolahan citra digital, ketika tujuan utamanya adalah untuk mengekstrak fitur atau melakukan segmentasi yang tidak bergantung pada informasi warna. Proses ini dilakukan dengan mengubah setiap piksel berwarna menjadi piksel hitam-putih berdasarkan nilai intensitas terangnya.

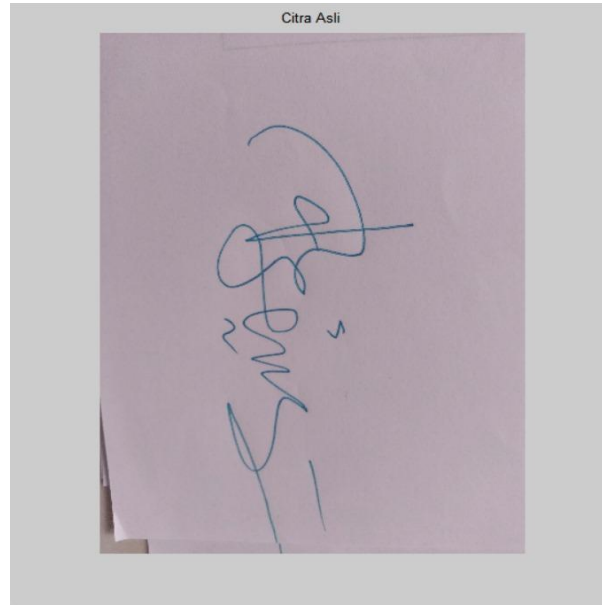
Rumus yang digunakan dalam proses konversi ini adalah:

$$I_{gray} = 0.2989 \times R + 0.5870 \times G + 0.1140 \times B$$

Di dalam rumus tersebut, I_{gray} merupakan nilai intensitas piksel dalam citra grayscale, sedangkan R , G , dan B masing-masing disini menyatakan nilai intensitas warna merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue) dari citra RGB. Koefisien dalam rumus tersebut tidak diberikan secara sembarangan, melainkan berdasarkan kontribusi relatif dari masing-masing kanal warna terhadap persepsi terang oleh mata manusia. Konversi ini sangat penting karena menghasilkan citra yang lebih sederhana secara komputasi namun tetap mempertahankan informasi penting mengenai struktur dan bentuk objek di dalam gambar. Oleh karena itu, proses ini sering menjadi tahap awal dalam berbagai algoritma pengolahan citra, seperti binarisasi, deteksi tepi, segmentasi dan ekstraksi fitur.

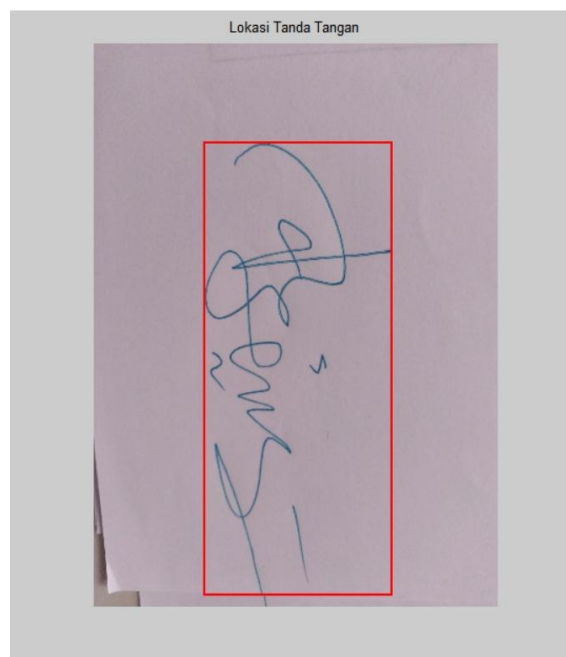
Proses segmentasi dilakukan dengan metode connected component labeling, yang bertujuan untuk memisahkan objek tanda tangan dari latar belakang dan mengeliminasi noise. Komponen kecil yang ukurannya berada di bawah ambang tertentu dianggap sebagai noise dan dihapus dari citra biner. Hasil segmentasi menunjukkan bahwa sebagian besar tanda tangan berhasil dipisahkan secara utuh tanpa informasi penting.

Secara keseluruhan, pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain penggunaan metode binarisasi otomatis yang tidak memerlukan pengaturan manual, serta efisiensi segmentasi yang tinggi. Meski demikian, sistem ini masih memiliki keterbatasan, khususnya terhadap pencahayaan yang tidak merata pada citra. Berikut hasil digitalisasi tanda tangan dengan teknik binarisasi dan segmentasi, sebagai berikut:



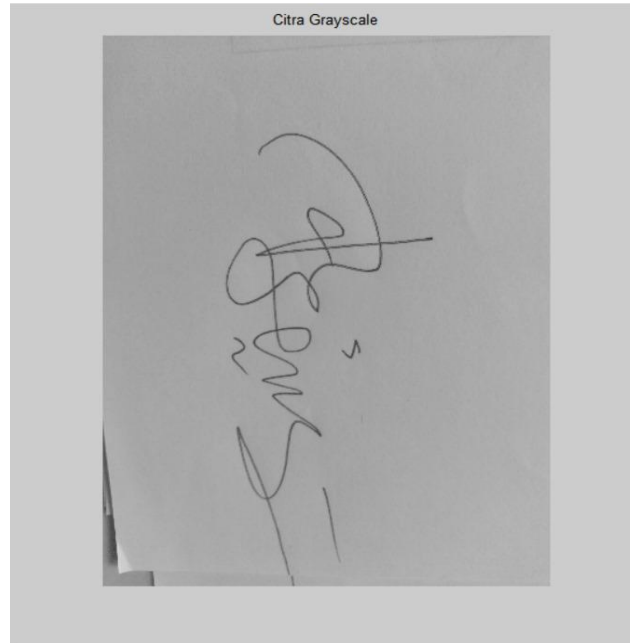
Gambar 1.1 Gambar tanda tangan citra asli

Pada gambar 1.1 menampilkan citra asli berupa tanda tangan berwarna yang dipindai dari selembar kertas. Warna tinta tanda tangan tampak berwarna biru kehijauan, sedangkan latar belakang berupa kertas berwarna putih keunguan karena pengaruh pencahayaan saat pengambilan gambar. Gambar ini masih dalam format RGB yang menyimpan informasi warna secara penuh dalam tiga kanal, yaitu: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue).



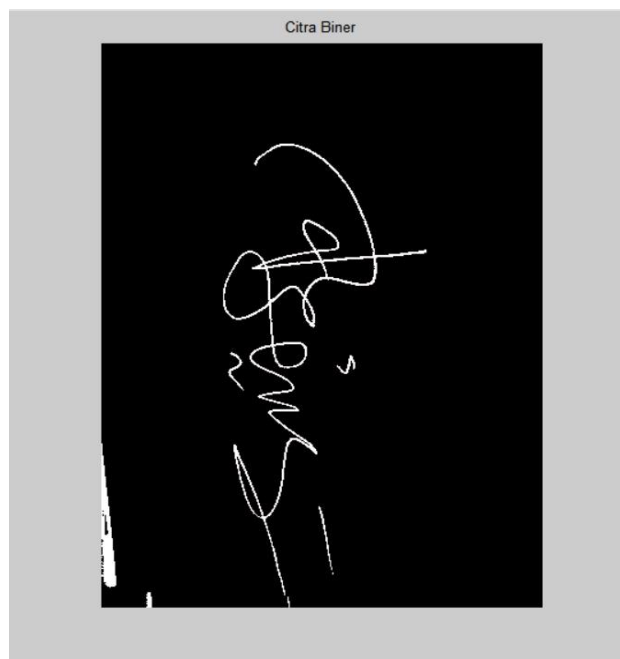
Gambar 1.2 Lokasi tanda tangan pada dokumen citra asli

Gambar 1.2 menunjukkan proses pendeteksian lokasi tanda tangan pada dokumen citra asli. Citra yang ditampilkan masih berupa gambar berwarna dari kertas dokumen, dan sistem telah berhasil menentukan area tanda tangan dengan menggambarkan sebuah kotak merah (bounding box) yang mengelilingi tanda tangan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menunjukkan dengan jelas dimana tanda tangan berada dalam citra asli.



Gambar 1.3 Hasil digitalisasi citra ke greyscale

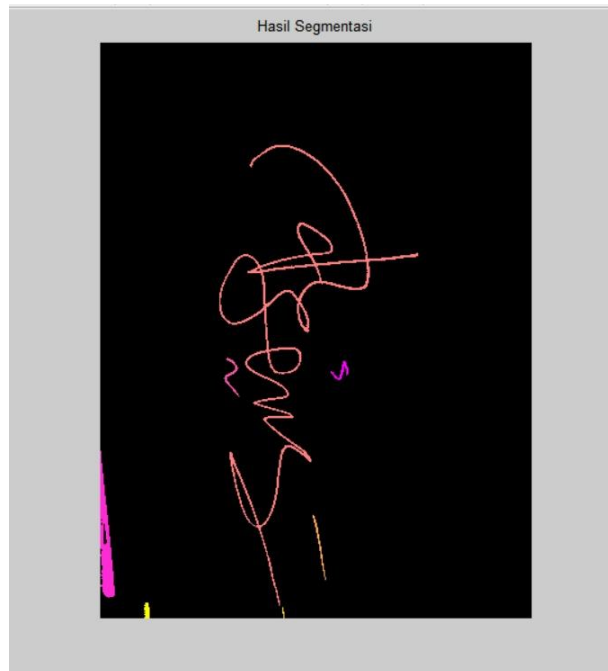
Gambar 1.3 menampilkan hasil konversi citra ke grayscale, yaitu mengubah citra berwarna menjadi citra hitam-putih berdasarkan tingkat kecerahan (intensitas). Proses konversi ini dilakukan menggunakan rumus kombinasi linear dari nilai R, G, dan B. Hasil dari konversi grayscale menunjukkan bahwa warna biru dari tinta tanda tangan menjadi lebih gelap dibanding latar belakang, yang terlihat lebih terang.



Gambar 1.4 Hasil digitalisasi citra biner

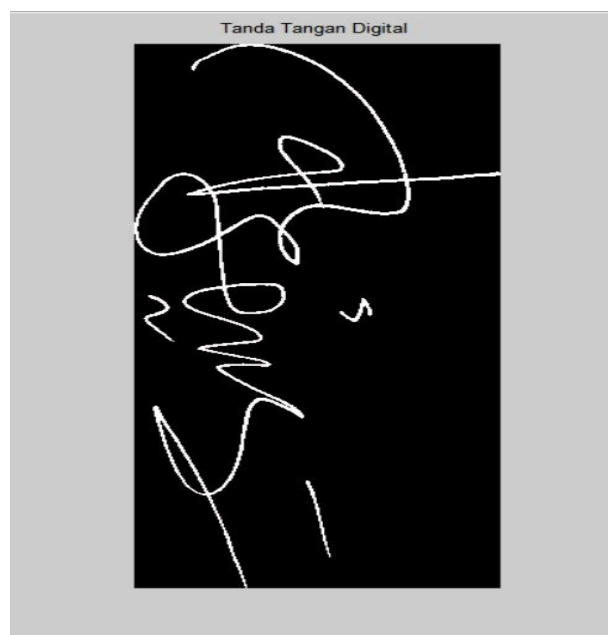
Gambar 1.4 menampilkan hasil konversi citra grayscale atau RGB menjadi citra biner. Dalam citra biner, hanya terdapat dua nilai piksel: putih (biasanya mewakili objek atau tanda tangan) dan hitam (latar belakang). Citra ini diperoleh dengan menerapkan thresholding, di mana piksel dengan intensitas di atas ambang tertentu dianggap sebagai bagian dari objek (putih), sedangkan sisanya

menjadi latar belakang (hitam). Hasil ini sangat penting untuk mempermudah deteksi dan ekstraksi objek (dalam hal ini tanda tangan).



Gambar 1.5 Hasil segmentasi citra menggunakan algoritma deteksi tepi

Gambar 1.5 menampilkan hasil proses segmentasi terhadap tanda tangan. Pada tahap ini, citra telah diproses untuk memisahkan objek tanda tangan dari latar belakangnya. Warna-warna berbeda yang muncul seperti (ungu, merah muda, kuning) menandakan bahwa setiap komponen tanda tangan dikenali sebagai objek atau wilayah yang berbeda oleh algoritma segmentasi. Latar belakang berwarna hitam menunjukkan area yang tidak dianggap sebagai bagian dari tanda tangan.



Gambar 1.6 Hasil digitalisasi tanda tangan dengan latar belakang hitam

Gambar 1.6 menunjukkan hasil akhir dari proses ekstraksi tanda tangan digital. Setelah segmentasi dan pembentukan citra biner, sistem mengisolasi bagian tanda tangan saja, menghapus elemen-

elemen noise atau bagian yang tidak relevan. Gambar ini menampilkan hasil yang bersih dan rapi, dengan latar belakang sepenuhnya hitam dan hanya tanda tangan yang tersisa dalam warna putih. Ini adalah hasil akhir yang dapat digunakan untuk penyimpanan digital, pengenalan tanda tangan, atau verifikasi identitas secara otomatis.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses digitalisasi tanda tangan dengan menerapkan teknik binarisasi dan segmentasi citra menggunakan MATLAB mampu menghasilkan citra tanda tangan digital yang bersih, jelas, dan siap digunakan untuk keperluan verifikasi identitas secara otomatis. Tahapan yang dimulai dari konversi citra ke grayscale, dilanjutkan dengan binarisasi menggunakan metode Otsu, pembersihan noise dengan operasi morfologi, hingga segmentasi menggunakan metode connected component labeling terbukti efektif dalam mengekstraksi objek tanda tangan dari latar belakang. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode ini memiliki akurasi segmentasi yang baik, waktu proses yang efisien, serta mampu mengurangi gangguan noise secara signifikan, meskipun masih terdapat tantangan pada kondisi pencahayaan yang tidak merata. Dengan hasil yang diperoleh, metode ini dapat dijadikan solusi dalam sistem pengolahan citra tanda tangan digital, terutama dalam konteks pemrosesan dokumen elektronik dan sistem verifikasi otomatis. Implikasi praktisnya adalah memudahkan proses autentikasi secara digital dan mendukung efisiensi kerja di berbagai sektor yang membutuhkan validasi tanda tangan, seperti administrasi, perbankan, dan sistem informasi. Untuk pengembangan ke depan, sistem ini perlu disempurnakan agar lebih adaptif terhadap variasi kualitas input citra, baik dari segi pencahayaan maupun kondisi visual dokumen, guna meningkatkan keandalan hasil digitalisasi di berbagai kondisi nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak terhingga hingga kami dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan jurnal ini dengan baik. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh anggota tim, yaitu Seroja, Harly, Dhea, Najwa, dan Ferdy atas kerja sama, semangat, dan dedikasi yang luar biasa selama proses penelitian ini. Semoga segala usaha dan kebersamaan yang telah terjalin dapat menjadi pengalaman yang berharga dan memberikan manfaat bagi kita semua di masa yang akan datang.

REFERENSI

- Anggraeni, D. T., & Wibawa, C. (2023). Perbaikan Citra Tanda Tangan Digital Menggunakan Metode Otsu Threshholding dan Sauvola. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 25(1), 28–34. <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v25i1.2324>
- Daya, B., Asmara, Y., Wulaningrum, R., & Helilintar, R. (2023). Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 1248 Implementasi Region of Interest (ROI) Untuk Segmentasi Citra Tanda Tangan. *Agustus*, 7, 2549–7952. Retrieved from <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/3565/2361>
- Ghifari, M. A. Al, Panji Sasmito, A., & Rudhistiar, D. (2022). Aplikasi Pendeteksian Kematangan Tomat Menggunakan Thresholding. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 294–300. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4606>
- Gunawan, G., & Reswan, Y. (2021). Desain Aplikasi Pengenalan Pola Tanda Tangan Menggunakan Metode Support Vector Machine (Svm). *Jurnal Media Infotama*, 17(1), 8–12. <https://doi.org/10.37676/jmi.v17i1.1311>
- Jumadi, J., Yupianti, Y., & Sartika, D. (2021). Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 10(2), 148–156. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v10i2.33636>
- Kurniawan, R., & Nadia, K. (2024). Analisis Perbandingan Algoritma Harmonic Mean Filter Dan Geometric Mean Filter Untuk Reduksi Gaussian Noise Pada Citra Digital. *Journal of Science and Social Research*, 4307(2), 524–530. Retrieved from <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- Prihastomo, Y., & Winanti, W. (2024). Tren Perkembangan Graphical User Interface Melalui

-
- Permohonan Desain Industri Di Indonesia. *Journal Of Communication Education*, 18(1), 93–100. <https://doi.org/10.58217/joce-ip.v18i1.390>
- Qomarudin, M., Robby, R., & Akbarita, R. (2022). Pelatihan Matlab Guna Meningkatkan Kemampuan Komputasi. *AMONG Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 04(1), 33–38.
- Saepulrohman, A., & Negara, T. P. (2021). Implementasi Algoritma Tanda Tangan Digital Berbasis Kriptografi Kurva Eliptik Diffie-Hellman. *Komputasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Dan Matematika*, 18(1), 22–28. <https://doi.org/10.33751/komputasi.v18i1.2569>
- Yasir, A., Satria, W., & Yuanda, P. (2023). Digital Image Processing Metode Median Filtering Dan Morfologi Opening Dalam Reduksi Noise Citra. *Warta Dharmawangsa*, 17(4), 1687–1701. <https://doi.org/10.46576/wdw.v17i4.3821>