

Aplikasi Identifikasi Angka Jari 1-5 Menggunakan CNN Berbasis Pengolahan Citra

Ragil Karnoto¹, Ika Arinun Nisa^{1,2}

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹walker9734@gmail.com, ²ikaannisa26@gmail.com.

Abstrak - Penelitian ini mengkaji penerapan pengolahan citra digital dan Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengidentifikasi angka jari tangan 1 sampai 5 menggunakan citra statis. Pendekatan berbasis citra statis dipilih untuk menghindari ketergantungan pada pemrosesan video atau sistem real-time, sehingga kualitas citra masukan dapat dikendalikan dengan lebih baik. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pengguna mengunggah citra tangan untuk kemudian diproses melalui tahapan *preprocessing* yang meliputi konversi grayscale, resize dengan padding, normalisasi nilai piksel, binerisasi, serta deteksi tepi menggunakan operator Prewitt dan Laplacian guna memperjelas kontur jari. Citra hasil *preprocessing* selanjutnya diklasifikasikan menggunakan model CNN yang telah dilatih sebelumnya. Hasil pengujian terhadap lima citra tangan statis menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali jumlah jari dengan tingkat keyakinan yang bervariasi pada setiap citra uji. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, diperoleh rata-rata tingkat keyakinan sebesar 91,83%, yang menunjukkan bahwa kombinasi tahapan *preprocessing* citra dan CNN mampu mengenali pola jumlah jari dengan baik. Selain menampilkan hasil klasifikasi, aplikasi juga menyajikan nilai probabilitas prediksi serta visualisasi tahapan pengolahan citra, sehingga proses identifikasi dapat dianalisis secara lebih jelas. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengenalan gesture tangan berbasis citra statis berpotensi menjadi solusi yang efektif dan praktis untuk mendukung sistem interaksi manusia dan komputer.

Kata Kunci - citra statis, convolutional neural network, gesture tangan, deteksi tepi

1. PENDAHULUAN

Pengolahan citra digital merupakan salah satu cabang ilmu dalam bidang *computer vision* yang berperan penting dalam mengekstraksi informasi dari objek visual berbentuk citra. Pemanfaatan pengolahan citra memungkinkan sistem komputasi untuk mengenali pola, bentuk, dan karakteristik objek secara otomatis, sehingga banyak diterapkan dalam berbagai kebutuhan identifikasi dan klasifikasi objek berbasis gambar. Salah satu objek yang sering digunakan dalam pengolahan citra adalah tangan manusia, karena memiliki bentuk yang kaya akan variasi visual dan dapat merepresentasikan informasi tertentu secara langsung.

Tangan manusia menjadi objek yang menarik dalam pengolahan citra karena pergerakan dan bentuk jari dapat digunakan sebagai media penyampaian informasi, baik dalam konteks komunikasi maupun representasi simbolik. Dalam beberapa penelitian, citra tangan dimanfaatkan untuk mengenali gesture statis maupun dinamis, termasuk pengenalan jumlah jari sebagai bentuk representasi angka. Namun, variasi pencahayaan, posisi tangan, dan latar belakang sering menjadi tantangan utama dalam proses pengenalan citra tangan, sehingga diperlukan tahapan pengolahan awal citra yang tepat sebelum dilakukan proses klasifikasi.

Tahapan pengolahan awal citra atau *preprocessing* memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas citra sebelum masuk ke tahap ekstraksi ciri atau klasifikasi. Proses seperti *grayscale*, *resize*, dan deteksi tepi bertujuan untuk menonjolkan karakteristik visual utama dari objek tangan dan mengurangi gangguan visual yang tidak relevan. Dalam penelitian mengenai pengenalan bentuk jarimatika, penggunaan deteksi tepi Canny dan proses segmentasi terbukti mampu memperjelas kontur jari sehingga membantu sistem dalam membedakan jumlah jari yang ditampilkan, sebagaimana dijelaskan oleh Widyaningsih dan Hendartie pada penelitian tahun 2022.

Kontur jari yang lebih jelas hasil dari proses *preprocessing* selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam proses klasifikasi citra. Seiring berkembangnya teknologi *deep learning*, metode *Convolutional Neural Network* (CNN) menjadi pendekatan yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur secara otomatis dari data visual. Penerapan CNN dalam pengenalan gesture tangan telah dilaporkan mampu mengenali pola visual berbasis citra dengan baik, termasuk pada sistem pengenalan gesture tangan secara *real-time*, sebagaimana dijelaskan oleh Prananta, Azzikri, dan Rozikin (2023) dalam penelitian mereka mengenai deteksi dan pengenalan gestur tangan berbasis CNN.

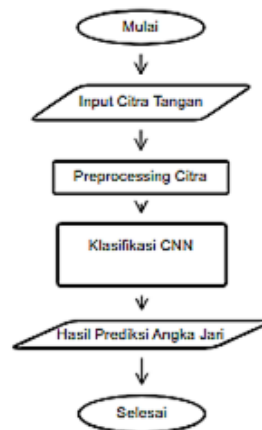
Berdasarkan perkembangan tersebut, penggunaan CNN dalam klasifikasi citra tangan dinilai relevan untuk diterapkan pada pengenalan jumlah jari secara statis. Dengan mengombinasikan tahapan *preprocessing* citra dan kemampuan CNN dalam melakukan klasifikasi berbasis fitur visual, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi angka 1 sampai 5 menggunakan citra tangan. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mengenali jumlah jari secara tepat sebagai bentuk implementasi pengolahan citra dan *deep learning* dalam konteks klasifikasi citra tangan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu dengan merancang dan mengimplementasikan sistem identifikasi angka jari tangan menggunakan pengolahan citra digital dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Sistem dibangun untuk mengenali jumlah jari satu hingga lima dari citra tangan statis yang diunggah oleh pengguna.

2.1 Perancangan Sistem

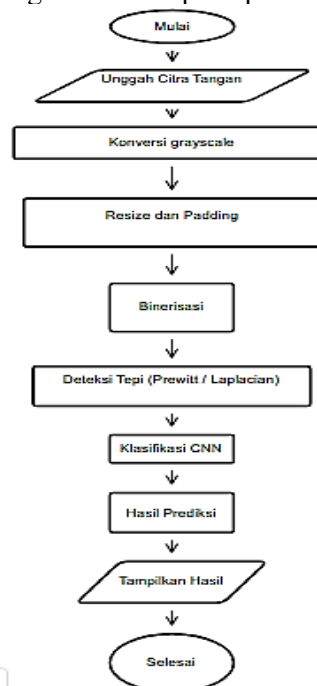
Sistem identifikasi angka jari tangan bekerja dengan menerima masukan berupa citra tangan statis. Citra tersebut selanjutnya diproses melalui tahapan *preprocessing* citra untuk memperbaiki kualitas dan menegaskan bentuk jari. Setelah proses *preprocessing* selesai, citra digunakan sebagai masukan pada proses klasifikasi menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN). Hasil akhir dari sistem berupa angka jari yang terdeteksi dari satu hingga lima.



Gambar 1. Alur perancangan sistem

2.2 Diagram Alur Proses

Proses identifikasi angka jari tangan dimulai ketika pengguna mengunggah citra tangan statis ke dalam aplikasi. Citra yang diunggah kemudian ditampilkan sebagai citra asli untuk memastikan masukan telah diterima oleh sistem. Citra tersebut selanjutnya diproses melalui tahapan *preprocessing* yang meliputi konversi *grayscale*, *resize* dan *padding*, normalisasi, binerisasi, serta deteksi tepi. Hasil dari tahapan *preprocessing* digunakan sebagai masukan pada proses klasifikasi menggunakan CNN.



Gambar 2. Diagram alur proses

2.3 Tahapan Preprocessing dan Klasifikasi

Proses *preprocessing* diawali dengan konversi citra berwarna *RGB* menjadi citra *grayscale*. Tahapan ini dilakukan untuk menyederhanakan informasi warna sehingga citra hanya merepresentasikan intensitas dan bentuk objek tangan [1]. Citra *grayscale* kemudian diubah ukurannya menjadi 128×128 piksel menggunakan proses *resize*. Untuk menjaga proporsi objek tangan, dilakukan *padding* manual dengan menambahkan area kosong di sekitar citra. Proses ini bertujuan agar bentuk jari tidak mengalami distorsi akibat perubahan ukuran citra [2]. Citra hasil *resize* dan *padding* selanjutnya dinormalisasi untuk menyesuaikan rentang nilai piksel sesuai dengan kebutuhan model CNN. Setelah itu dilakukan binerisasi untuk memisahkan objek tangan dari latar belakang sehingga area tangan dan kontur jari terlihat lebih jelas.

Tahapan berikutnya adalah deteksi tepi menggunakan operator *Prewitt* dan *Laplacian*. Operator *Prewitt* digunakan untuk mendeteksi tepi secara horizontal dan vertikal, sedangkan operator *Laplacian* digunakan untuk memperkuat perubahan intensitas pada citra. Deteksi tepi ini menghasilkan kontur jari yang lebih tegas sehingga pola jumlah jari dapat dikenali dengan lebih baik [3]. Citra hasil *preprocessing* kemudian diklasifikasikan menggunakan metode *Convolutional Neural Network*. CNN melakukan ekstraksi fitur secara otomatis melalui proses konvolusi dan *pooling*, kemudian mengelompokkan citra tangan ke dalam kelas angka jari satu hingga lima berdasarkan fitur yang diperoleh [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Sistem

Hasil perancangan sistem identifikasi angka jari tangan direalisasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web sederhana. Hasilnya sistem mampu menerima masukan berupa citra tangan statis, kemudian memproses citra tersebut sesuai dengan alur perancangan sistem yang telah dijelaskan pada Subbab 2.1. Sistem menjalankan tahapan *preprocessing* citra secara berurutan, dilanjutkan dengan proses klasifikasi menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN), dan menampilkan hasil akhir berupa angka jari yang terdeteksi dari satu hingga lima. Implementasi ini menunjukkan bahwa alur perancangan sistem dapat dijalankan dengan baik pada aplikasi yang dibangun.



Gambar 3. Tampilan Aplikasi identifikasi angka jari tangan

3.2 Hasil Diagram Alur Proses

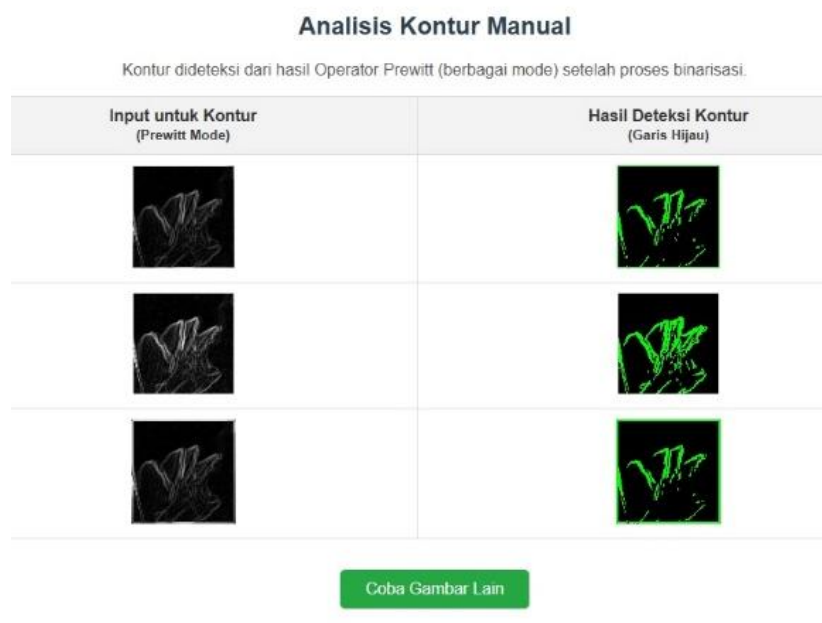
Hasil diagram alur proses menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan urutan proses yang telah dirancang pada Subbab 2.2. Proses dimulai ketika pengguna mengunggah citra tangan statis ke dalam aplikasi, kemudian sistem menampilkan citra asli sebagai masukan awal. Citra selanjutnya diproses melalui tahapan *preprocessing* yang meliputi konversi *grayscale*, *resize* dan *padding*, normalisasi, binerisasi, serta deteksi tepi. Setelah seluruh tahapan *preprocessing* selesai, citra hasil pengolahan digunakan sebagai masukan pada proses klasifikasi menggunakan CNN.

Operator Prewitt menghasilkan tepi yang lebih halus dan terarah, terutama pada bagian tepi jari yang memanjang secara vertikal dan horizontal. Mode same memberikan keseimbangan terbaik antara kelengkapan tepi dan kestabilan ukuran citra, sedangkan mode valid menghasilkan tepi yang lebih fokus namun dengan area citra yang lebih terbatas. Mode full menampilkan tepi yang lebih luas, tetapi cenderung menyertakan noise di sekitar batas citra.

Sebaliknya, operator Laplacian menampilkan tepi yang lebih tajam dan sensitif terhadap perubahan intensitas, namun juga lebih rentan terhadap noise. Pada beberapa hasil, detail kecil dan tekstur latar belakang ikut terdeteksi sebagai tepi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun Laplacian efektif dalam menonjolkan detail, penggunaannya perlu dikombinasikan dengan preprocessing yang baik agar tidak mengganggu proses klasifikasi.

3.3 Hasil Preprocessing dan Klasifikasi

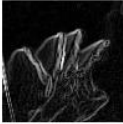
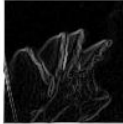
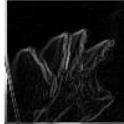
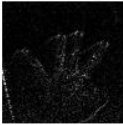
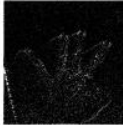
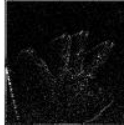
Garis kontur yang ditampilkan dalam warna hijau menunjukkan bahwa sistem mampu mengekstrak bentuk dasar tangan secara efektif. Kontur utama jari terlihat menonjol, terutama pada area ujung jari dan sela-sela antar jari, yang merupakan ciri penting dalam proses identifikasi jumlah jari. Hasil ini menunjukkan bahwa tahapan preprocessing manual berperan penting dalam mempertegas struktur geometris tangan sebelum citra diproses oleh CNN.



Gambar 4. Preprocessing Analisis Kontur

Hasil *preprocessing* citra ditunjukkan melalui beberapa tampilan hasil, yaitu citra *grayscale*, hasil *resize* dan *padding*, hasil deteksi tepi, serta hasil analisis kontur. Pada tahap deteksi tepi, operator *Prewitt* dan *Laplacian* menghasilkan perbedaan karakteristik tepi pada citra tangan. Operator *Prewitt* menghasilkan tepi yang lebih jelas dan membentuk struktur jari yang lebih utuh dibandingkan operator *Laplacian*. Hal ini terlihat dari kontur jari yang mengikuti bentuk tangan secara lebih konsisten.

Perbandingan Deteksi Tepi

Metode	Mode: Valid	Mode: Same	Mode: Full
Operator Prewitt (Pendekatan Gradien)			
Operator Laplacian (Pendekatan Isotropik)			

Gambar 5 Perbandingan Deteksi Tepi Operator *Prewitt* dan *Laplacian*

Hasil ini menunjukkan bahwa operator *Prewitt* lebih sesuai digunakan dalam sistem untuk menegaskan batas jari. Citra hasil *preprocessing* selanjutnya diklasifikasikan menggunakan *Convolutional Neural Network*. Pada contoh pengujian, sistem berhasil memprediksi jumlah jari sebagai **jari 4** dengan tingkat keyakinan sebesar **88,28%**, serta pada pengujian yang telah dilakukan pada 5 data gambar jari sistem berhasil memprediksi dengan tingkat keyakinan rata-rata **91,83%**, didapatkan Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi *preprocessing* citra dan CNN mampu mengenali pola jumlah jari dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, implementasi, serta analisis hasil yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah aplikasi identifikasi angka jari tangan satu hingga lima berbasis citra statis menggunakan pendekatan pengolahan citra digital dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Sistem yang dibangun mampu menerima masukan berupa citra tangan statis, melakukan tahapan *preprocessing* meliputi konversi grayscale, resize dan padding, normalisasi nilai piksel, binerisasi, serta deteksi tepi terbukti berperan penting dalam membentuk representasi visual tangan yang lebih terstruktur sebelum diproses oleh model *Convolutional Neural Network* (CNN). Penerapan dua operator deteksi tepi menunjukkan perbedaan karakteristik hasil, di mana operator *Prewitt* menghasilkan kontur jari yang lebih konsisten dan mengikuti bentuk geometris tangan secara utuh, sedangkan operator *Laplacian* lebih sensitif terhadap perubahan intensitas sehingga cenderung mendeteksi detail tambahan pada latar belakang.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem klasifikasi jumlah jari menggunakan CNN mencapai tingkat akurasi sebesar 91,83 % pada data uji. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan telah memenuhi target kinerja penelitian dan memberikan hasil yang lebih stabil dibandingkan skema tanpa deteksi tepi atau dengan *preprocessing* yang lebih sederhana. Secara khusus, penggunaan operator *Prewitt* menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan operator *Laplacian*, karena mampu mengurangi noise latar belakang dan mempertahankan bentuk utama objek tangan. Tingginya akurasi sistem dipengaruhi oleh kualitas tahapan *preprocessing*, terutama pada proses normalisasi dan deteksi tepi yang membantu CNN mengekstraksi fitur penting secara lebih optimal. Namun demikian, masih ditemukan kendala pada beberapa citra dengan pencahayaan yang tidak merata dan posisi tangan yang terlalu miring, yang berpotensi menurunkan tingkat keyakinan model dalam melakukan klasifikasi.

Secara keseluruhan, integrasi *preprocessing* citra dan klasifikasi menggunakan CNN berhasil membentuk sistem identifikasi jumlah jari yang efektif, terstruktur, dan mudah diimplementasikan. Selain menghasilkan prediksi jumlah jari beserta nilai probabilitasnya, sistem juga mampu menampilkan visualisasi setiap tahapan pengolahan citra, sehingga proses analisis dapat dipahami secara lebih jelas dan transparan.

5. SARAN

Sistem identifikasi angka jari tangan yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan rancangan, akan tetapi penelitian ini masih memiliki ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Salah satu aspek yang dapat ditingkatkan adalah penambahan jumlah dan variasi data citra tangan, khususnya dengan kondisi pencahayaan, latar belakang, dan posisi tangan yang lebih beragam. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola jumlah jari pada kondisi yang lebih kompleks. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penerapan teknik augmentasi data dan evaluasi kinerja model secara kuantitatif menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, dan confusion matrix. Pengujian tersebut dapat memberikan gambaran yang lebih terukur mengenai performa sistem dan memungkinkan perbandingan dengan metode atau pendekatan lain yang sejenis. Pengembangan lanjutan juga dapat diarahkan pada optimalisasi tahapan *preprocessing*, misalnya dengan penambahan teknik reduksi noise atau segmentasi objek tangan yang lebih adaptif. Di samping itu, sistem dapat diperluas untuk mendukung pengenalan gesture tangan yang lebih kompleks atau diintegrasikan dengan antarmuka interaktif yang lebih responsif, sehingga aplikasi ini dapat dimanfaatkan secara lebih luas dalam berbagai konteks penerapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prananta, G. B., Azzikri, H. A., & Rozikin, C. (2023). REAL-TIME HAND GESTURE DETECTION AND RECOGNITION USING CONVOLUTIONAL ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS: DETEKSI DAN PENGENALAN GESTUR TANGAN SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN KONVOLUSIONAL. *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 9(2), 30-34.
- [2] Widyaningsih, M., & Hendartie, S. (2022). Image Processing Bentuk Jarimatika dengan deteksi Canny dan Ekstraksi Momen Hu: Image Processing of Jarimatic shape With Canny Detection and Moment Hu Extraction. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, 4(2), 1-10.
- [3] Pratikno, H., Pratama, M. R., & Triwidyastuti, Y. (2023). Pengenalan Gestur Jari Tangan Sebagai Media Pembelajaran Berhitung Bagi PAUD Berbasis Visi Komputer dan Deep Learning: Pengenalan Gestur Jari Tangan Berbasis Visi i

- Komputer Dan Deep Learning. *Journal of Computer Electronic and Telecommunication*, 4(1). [4] K. O'Shea and R. Nash, "An Introduction to Convolutional Neural Networks," arXiv preprint arXiv:1511.08458, 2015.
- [4] Wijaya, A. P. (2024). Pengembangan sistem pengenalan pergerakan prostetik tangan bionik menggunakan metode K-Nearest Neighbor dengan fitur power spectral density. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 8(6).
- [5] Pramono, I. M., Niswati, Z. I., & Agustina, A. (2024, January). MODEL PENERJEMAH BAHASA ISYARAT INDONESIA DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). In *Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi)* (Vol. 8, No. 01). [7] OpenCV Documentation, "Laplacian Operator," 2019.
- [6] Sarowar, M. S., Farjana, N. E. J., Khan, M. A. I., Mutalib, M. A., Islam, S., & Islam, M. Hand Gesture Recognition Systems: A Review of Methods, Datasets, and Emerging Trends. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887. Marpaung, F., Aulia, F., & Nabila, R. C. (2022). Computer Vision Dan Pengolahan Citra Digital.
- [7] Rais, M. F., AlFatrah, M. I., Noorta, C. Z., Rimbawa, H. D., & Atturoybi, A. (2025). Artificial intelligence-based hand gesture recognition for sign language interpretation. *Jurnal Mandiri IT*, 14(1), 76-86. Widyaningsih, M., & Hendartie, S. (2022). Image Processing Bentuk Jarimatika dengan deteksi Canny dan Ekstraksi Momen Hu: Image Processing of Jarimatic shape With Canny Detection and Moment Hu Extraction. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, 4(2), 1-10.