

OPTIMASI DETEKSI PENGENALAN HURUF HIJAIYAH DENGAN METODE TEPI CANNY DAN MORFOLOGI

OPTIMIZATION OF HIJAIYAH LETTER RECOGNITION DETECTION USING CANNY EDGE METHOD AND MORPHOLOGY

Dadang Iskandar Mulyana¹, Agung Pratama²

^{1,2}Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika (STIKOM CKI)
agungpratamaw99@gmail.com

ABSTRACT

There are many energy sources that are used as a source of electric power, one of which is wind power. The data Hijaiyah letter recognition is a challenge in image processing which has various potential applications in technology. The Canny edge detection method and the morphological method have been proven effective in image processing and can be used to improve the quality of Hijaiyah letter recognition. However, background problems regarding variations in font shape, scale and rotation, noise in the image, text density, and dataset limitations can affect the accuracy and performance of the method. In this study, we optimized the recognition detection of Hijaiyah letters by utilizing the Canny edge method and morphology. The results are expected to support further development in the field of Arabic character recognition and its application to automatic writing systems, natural language processing and Arabic handwriting recognition.

Keyword: *Detection, Edge, Canny, Python*

ABSTRAK

Pengenalan huruf Hijaiyah merupakan sebuah tantangan dalam pengolahan citra yang memiliki berbagai aplikasi potensial dalam teknologi. Metode deteksi tepi Canny dan metode morfologi telah terbukti efektif dalam pengolahan citra dan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pengenalan huruf Hijaiyah. Namun, latar belakang masalah mengenai variasi bentuk huruf, skala dan rotasi, noise pada citra, kepadatan teks, serta keterbatasan dataset dapat mempengaruhi keakuratan dan kinerja metode tersebut. Dalam penelitian ini, kami mengoptimasi deteksi pengenalan huruf Hijaiyah dengan memanfaatkan metode tepi Canny dan morfologi. Hasilnya diharapkan dapat mendukung pengembangan lebih lanjut dalam bidang pengenalan karakter Arab dan aplikasinya pada sistem penulisan otomatis, pemrosesan bahasa alami, serta pengenalan tulisan tangan Arab.

Kata Kunci: Deteksi, Tepi, Canny, Python

PENDAHULUAN

Arab yang digunakan untuk menulis Al-Qur'an dan memiliki peran penting dalam kehidupan umat Islam. Pengenalan huruf Hijaiyah memiliki berbagai aplikasi potensial dalam pengembangan teknologi, termasuk dalam bidang-bidang seperti pengenalan karakter pada sistem penulisan otomatis, pemrosesan bahasa alami, dan pengenalan tulisan tangan Arab (Bahroni & Purwanto, 2018; Batubara, 2020; Hidayah et al., 2021).

Seiring dengan berkembangnya zaman, kebutuhan manusia terhadap komputer digital juga semakin meningkat, sehingga komputer digital bukan lagi menjadi kebutuhan sekunder melainkan

kebutuhan primer (Rokhim & Khairil Anwar, 2021). Komputer digital saat ini banyak digunakan oleh manusia untuk mempermudah dan membantu dalam menyelesaikan urusan mereka, salah satu pengguna teknologi komputer digital adalah pengolahan citra secara digital. Citra adalah istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen dari multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi yang visual (Andrian et al., 2019; Fadli & Ishaq, 2019; Hasan & Liliana, 2020).

Citra digital dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap suatu objek menggunakan beberapa sistem optik seperti kamera digital, scanner, kamera ponsel, dan

lain-lain. Adapun salah satu teknik pengolahan citra dengan melihat tepi-tepi objek pada citra. Teknik ini disebut dengan deteksi tepi (edge detection) Mendeteksi huruf hijaiyah dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti, pemrosesan gambar menggunakan scanner atau perangkat kamera yang telah terintegrasi dengan program yang berkaitan. Salah satu metode yang cocok untuk mendeteksi huruf hijaiyah yaitu menggunakan Metode Tepi Canny (Gunawan, 2019; Iliyas & Jumaat, 2020).

Metode tepi canny cocok untuk penelitian ini, karena banyak digunakan untuk pengolahan citra selain itu metode tepi canny ini juga menghemat memory. Deteksi tepi pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi- tepi dari objek-objek citra untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra, tujuannya adalah untuk melacak titik-titik pada citra yang dianggap sebagai tepi dari suatu objek yang membatasi suatu wilayah objek satu dengan yang lainnya. Dalam deteksi tepi citra terdapat berbagai macam metode yang mempunyai karakteristik yang berbeda dari segi nilai input seperti operator sobel, robert, prewitt, laplacian of gaussian, dan metode deteksi tepi lainnya, sering kali metode deteksi tepi ini dipakai pada berbagai penerapan di bidang ilmu lain, namun metode yang dipakai pada penerapan memerlukan metode yang paling akurat dan memiliki waktu kinerja yang baik. Hal ini perlu dilakukan penelitian terhadap beberapa metode deteksi tepi dengan cara membandingkan keakuratan berdasarkan penglihatan mata dan kecepatan proses atau waktu kinerja pada masing-masing metode deteksi tepi yang digunakan, sehingga akan didapatkan suatu hasil yang akurat dan cepat untuk mendeteksi tepi. Oleh karena itu, perlu dibuat suatu analisis dan perbandingan kinerja berdasarkan kecepatan waktu proses (Jumarlis, n.d.; Kurniasari & Jalinas, 2020).

METODE

Dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset huruf hijaiyah yang di ambil dari kaggle, dimana dataset tersebut nanti akan di proses menggunakan metode Tepi Canny adalah suatu algoritma deteksi yang dilakukan dengan pendekatan konvolusi terhadap fungsi matriks gambar dan operator Gaussian. Kemudian untuk membandingkan pola yang tidak beraturan digunakan suatu jaringan syaraf tiruan.

Sumber Data:

- Sumber data sangat penting dalam penelitian dan lebih lanjut digunakan peneliti untuk memperoleh data-data penelitian sehingga meminimalkan waktu dan biaya. Sumber data dalam penelitian ini menggunakan sumber data primer dan sumber data sekunder.
- Sumber data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung baik yang didapat dari lokasi penelitian atau di luar lokasi penelitian dalam bentuk dokumentasi.

Informan penelitian adalah orang-orang yang dapat memberikan informasi. Informan penelitian adalah sesuatu baik orang, benda ataupun lembaga (organisasi), yang sifat keadaanya diteliti. Informan penelitian dalam penelitian ini adalah Deteksi Bahasa Isyarat.

Kualitas hasil penelitian salah satunya dipengaruhi oleh kualitas instrumen penelitian. Dalam penelitian kualitatif, peneliti menjadi instrumen atau alat dari penelitian. Peneliti sebagai instrumen harus divalidasi dengan cara memahami metode penelitian kualitatif.

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan data sesuai tata cara penelitian sehingga diperoleh data yang dibutuhkan. Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian karena tujuan utama dari penelitian adalah mengumpulkan data. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan Teknik Dokumentasi. Dokumentasi adalah metode mengkaji dan mengolah data dari dokumen- dokumen

yang sudah ada sebelumnya dan mendukung data penelitian. Metode dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data warga Rw 007 penggilingan Jakarta Timur (Junaedi & Wulandari, 2021; Lestari et al., n.d; Moch. Fachrur Rozi et al., 2021).

Tahapan Metodologi



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada tahap ini, Studi Literatur merupakan bagian dari pengumpulan dan mendapatkan data. Melalui tahapan mengumpulkan informasi dengan cara mencari referensi-referensi penelitian sebelumnya yang terkait dengan metode Tepi Canny. Metode ini dilakukan dengan mencari sumber – sumber dan data – data yang mendukung dan diperlukan dalam pengembangan. Pengumpulan data yang dilakukan yaitu mempelajari buku- buku serta literatur-literatur terkait teori mengenai Tepi Canny, model pengembangan perangkat lunak, dan penelitian terkait dengan judul yang diangkat (Sinaga, 2021).

Dalam tahapan ini, Tahap rumusan masalah merupakan tahap dalam menentukan permasalahan yang akan diteliti, sehingga penelitian hanya membahas

permasalahan yang dihadapi agar lebih terarah dan terstruktur dalam pengerjaannya. Oleh karena itu penulis membuat sebuah rumusan masalah yang akan dibahas yaitu Bagaimana melakukan penerapan dalam Deteksi pengenalan huruf hijaiyah menggunakan metode Tepi Canny. Analisis dan Perancangan

a. Preprocessing

Tahap ini merupakan proses analisa dan mempelajari software atau teknologi yang akan di gunakan dalam aplikasi tersebut. preprocessing untuk membuat gambar input menjadi binary image atau gambar hitam putih. Kami juga melakukan preprocessing untuk menjadikan image yg akan di scan lebih mudah dibaca dengan menjaga orientasi image tersebut dan mengurangi noise yg terdapat pada imagenya.

b. Segmentasi

Tahap ini merupakan tahap dimana aplikasi menentukan letak teks dalam citra sehingga memudahkan pemilihan wilayah pemindaian. Proses ini akan membagi citra menjadi dua wilayah, yaitu wilayah latar dan wilayah teks. Setelah melakukan pembagian, OCR hanya akan melakukan proses selanjutnya pada wilayah teks yang sudah tersegmentasi.

c. Normalisasi

Tahap ini merupakan tahap pengecekan bentuk, pola, maupun ketebalan dari setiap karakter yang terdeteksi. Dimisalkan Tepi Canny menerima masukkan berupa sebuah kata yang terdiri dari berbagai ukuran. Pada proses normalisasi akan dideteksi perbedaan tersebut agar membentuk sebuah keseragaman sehingga mempermudah Tepi Canny untuk melakukan ekstraksi di tahap selajutnya

d. Ekstraksi

Tahap ini merupakan pengambilan ciri khas dari karakter yang terdeteksi dan ternormalisasi. Hal ini menyebabkan Tepi Canny dapat mengetahui typeface dari tulisan yang digunakan.

e. Recognition

Tahap ini merupakan tahap akhir penerjemahan. informasi-informasi yang sudah diambil dari ekstraksi. Karakter yang sudah dipisah satu-persatu tersebut kemudian akan dibandingkan dengan pola-pola karakter yang bersesuaian dengan pola yang sudah ada, biasanya disimpan di dalam sebuah basis data.

f. ASCII Text4

Standar pengkodean karakter untuk alat komunikasi. Kode ASCII mewakili teks dalam komputer, peralatan telekomunikasi, dan perangkat lainnya.

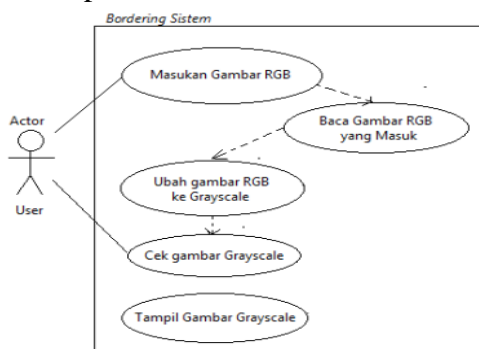
g. Data Berupa String atau Karakter

String atau karakter ini adalah proses akhir yang didapatkan dari metode Tepi Canny tersebut.

Tahapan kesimpulan dan saran merupakan tahapan terakhir yang paling penting pada penelitian ini dan hasil yang didapatkan menggunakan Metode ocr tesseract dan bentuk serta berisikan hal-hal yang disarankan penulis bagi pembaca untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian selanjutnya.

Rancangan pengujian adalah tahap untuk mengetahui bagaimana kinerja dari sistem yang sudah di bangun . Rancangan pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah hasil analisa dan rancangan yang dilakukan telah sesuai dengan yang di harapkan. Pada tahap ini, peneliti akan merancang desain aplikasi berbasis Tepi Canny untuk Ekstraksi Teks pada Gambar yang akan dibuat (P., N., Kusriani & Kurniawan, 2019; Sevilla et al., 2021).

Roadmap Penelitian



Gambar 2. Roadmap Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

a. Dataset adalah kumpulan data yang terorganisir, baik dalam bentuk angka, teks, gambar, atau bentuk data lainnya. Data dalam dataset ini biasanya dikumpulkan untuk tujuan tertentu, seperti analisis, penelitian, atau pembuatan model prediksi menggunakan metode ilmiah atau statistik.

b. Google Colab (singkatan dari Google Colaboratory) adalah platform pengembangan dan eksekusi kode yang disediakan oleh Google. Ini adalah lingkungan komputasi berbasis cloud yang memungkinkan pengguna untuk menulis, menjalankan, dan berbagi kode Python melalui browser web tanpa perlu menginstal apa pun di mesin lokal. Beberapa fitur utama dari Google Colab meliputi:

a) Notebook interaktif: Google Colab menggunakan format "notebook" yang memungkinkan pengguna untuk menggabungkan kode, teks, dan elemen visual seperti gambar atau grafik dalam satu dokumen yang interaktif.

b) Akses ke sumber daya komputasi: Colab menyediakan akses ke CPU, GPU, dan TPU (Tensor Processing Unit) yang dikelola oleh Google untuk mempercepat eksekusi kode, terutama dalam pembelajaran mesin dan tugas-tugas berat lainnya.

c) Integrasi dengan Google Drive: Pengguna dapat dengan mudah mengimpor dan mengeksport data dan file proyek dari dan ke Google Drive mereka.

d) Kolaborasi real-time: Fitur ini memungkinkan beberapa pengguna untuk bekerja bersama-sama dalam satu notebook secara real-time.

e) Gratis untuk digunakan: Google Colab disediakan secara gratis oleh Google, meskipun ada batasan pada

- sumber daya yang tersedia dan waktu sesi penggunaan.
- c. Bahasa Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang memiliki sintaks yang mudah dibaca dan dipahami. Python dirancang dengan fokus pada kesederhanaan dan produktivitas, sehingga sangat cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk pengembangan web, analisis data, pembelajaran mesin, pemrograman jaringan, dan banyak lagi. Beberapa ciri khas dari bahasa Python termasuk:
 - a) Sintaks yang mudah dibaca: Python menggunakan tata bahasa yang sederhana dan intuitif, yang memungkinkan pengguna untuk menulis kode dengan lebih mudah dibaca dan dipahami, bahkan oleh pemula.
 - b) Pemodelan kode menggunakan indentasi: Python menggunakan indentasi untuk memodelkan blok kode, bukan menggunakan tanda kurung atau tanda lainnya. Ini memaksa konsistensi dan kerapian dalam penulisan kode.
 - c) Tersedia dalam berbagai platform: Python dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, termasuk Windows, macOS, dan berbagai distribusi Linux.
 - d) Memiliki banyak pustaka dan modul: Python memiliki sejumlah besar pustaka standar dan modul pihak ketiga yang mempermudah pengembangan berbagai jenis aplikasi.
 - e) Dukungan komunitas yang kuat: Python memiliki komunitas pengguna yang besar dan aktif, yang menyediakan dukungan, dokumentasi, dan kontribusi kode.
 - d. Gambar PNG (Portable Network Graphics) adalah format file gambar yang populer digunakan dalam komputasi grafis dan web. Format ini dikembangkan sebagai alternatif yang lebih baik daripada format GIF (Graphics Interchange Format) karena menyediakan dukungan untuk gambar berwarna dengan kompresi tanpa kehilangan kualitas.
 - e. Metode Tepi Canny adalah salah satu teknik populer dalam pengolahan citra dan pengenalan pola untuk mendeteksi tepi dalam gambar. Metode ini dikembangkan oleh John F. Canny pada tahun 1986 dan telah menjadi salah satu algoritme paling umum untuk mendeteksi tepi dalam citra. Proses deteksi tepi Canny terdiri dari beberapa langkah berikut:
 - a) Reduksi Noise: Citra sering kali terkontaminasi oleh noise atau derau. Langkah pertama adalah mengurangi noise menggunakan teknik filtrasi seperti filter Gaussian untuk meningkatkan kualitas gambar.
 - b) Perhitungan Gradien: Gradien citra dihitung untuk menemukan arah dan kekuatan perubahan intensitas piksel. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan operator Sobel atau operator lainnya.
 - c) Non-Maksimum Suppression: Langkah ini bertujuan untuk menebalkan tepi dan menipisnya untuk meningkatkan akurasi deteksi tepi. Piksel yang bukan tepi akan ditekan, sedangkan piksel yang merupakan tepi akan dipertahankan.
 - d) Ambang Biner: Dalam langkah ini, ambang batas ditentukan untuk membedakan piksel sebagai tepi yang tajam atau bukan tepi. Piksel dengan gradien di atas ambang batas akan dianggap sebagai tepi, sementara piksel di bawah ambang batas akan diabaikan.
 - e) Hysteresis Thresholding: Untuk mengatasi masalah deteksi tepi palsu dan mempertahankan tepi yang kontinu, hysteresis thresholding digunakan. Ini melibatkan dua ambang batas: ambang atas dan ambang bawah. Jika suatu piksel memiliki gradien di atas ambang atas, maka akan dianggap sebagai tepi

yang kuat. Piksel-piksel yang memiliki gradien di antara ambang atas dan ambang bawah akan dianggap sebagai tepi lemah jika terhubung dengan piksel tepi yang kuat. Piksel yang memiliki gradien di bawah ambang bawah akan diabaikan.

- f. Metode morfologi adalah serangkaian operasi matematika pada citra yang digunakan untuk mengubah bentuk, ukuran, dan topologi objek dalam citra. Teknik morfologi biasanya digunakan untuk pra-pemrosesan citra sebelum analisis lebih lanjut atau untuk memanipulasi citra untuk mendapatkan informasi yang berguna. Operasi morfologi melibatkan penggunaan elemen struktural (kernel) untuk mempengaruhi piksel dalam citra dan menghasilkan transformasi pada citra asli.

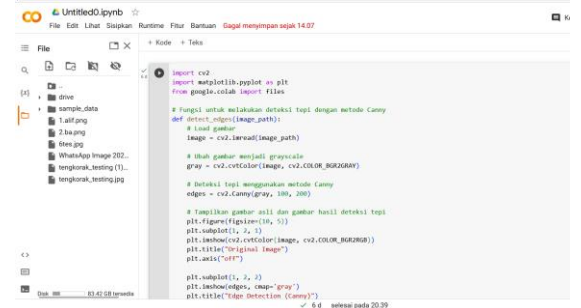
Metode morfologi adalah serangkaian operasi matematika pada citra yang digunakan untuk mengubah bentuk, ukuran, dan topologi objek dalam citra. Teknik morfologi biasanya digunakan untuk pra-pemrosesan citra sebelum analisis lebih lanjut atau untuk memanipulasi citra untuk mendapatkan informasi yang berguna. Operasi morfologi melibatkan penggunaan elemen struktural (kernel) untuk mempengaruhi piksel dalam citra dan menghasilkan transformasi pada citra asli.

Dua operasi morfologi dasar adalah "erosi" dan "dilasi":

- a) Erosi: Operasi erosi menghilangkan piksel pada batas objek sesuai dengan elemen struktural atau kernel yang didefinisikan. Erosi akan "menyusutkan" objek dan menghilangkan bagian-bagian objek yang lebih kecil dari elemen struktural. Hasilnya adalah objek yang lebih kecil dari objek asli.
- b) Dilasi: Operasi dilasi menambahkan piksel pada batas objek sesuai dengan elemen struktural. Dilasi akan

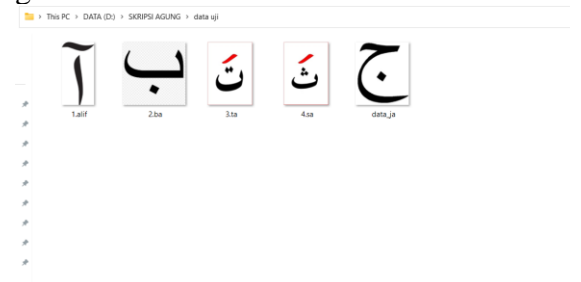
"memperluas" objek dan mengisi lubang atau celah kecil dalam objek. Hasilnya adalah objek yang lebih besar dari objek asli.

Implementasi sistem sebelum menjalankan google collab, dibutuhkan sebuah software pendukung seperti google drive penyimpanan gambar yang dinamakan dataset yang berfungsi untuk tempat penyimpan data-data yang digunakan dalam google collab.



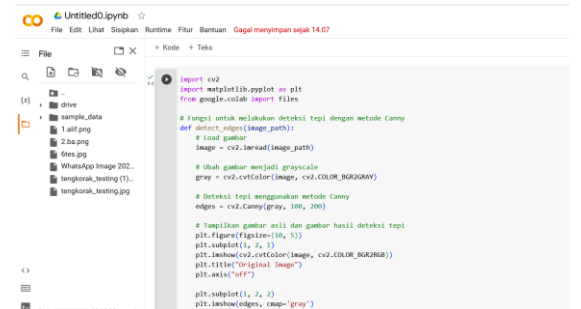
Gambar 3. Implementasi system

Implementasi Pengolahan citra menggunakan software google collab ini menggunakan manajemen dataset seperti gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4. Implementasi Dataset

Implementasi antarmuka ini membahas tentang tampilan layar pengolahan citra seperti gambar 4.3 dibawah ini:

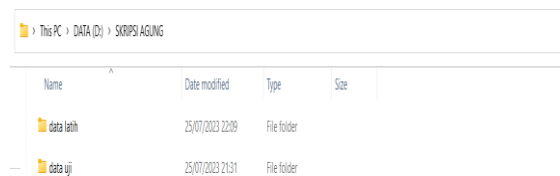


Gambar 5. Implementasi Antar Muka Pengujian:

Tahap pelatihan data adalah salah satu tahapan paling krusial dalam mengoptimasi deteksi pengenalan huruf

hijaiyah. Pada tahap ini, Penulis akan menggunakan dataset yang telah disiapkan sebelumnya untuk melatih model deteksi huruf hijaiyah.

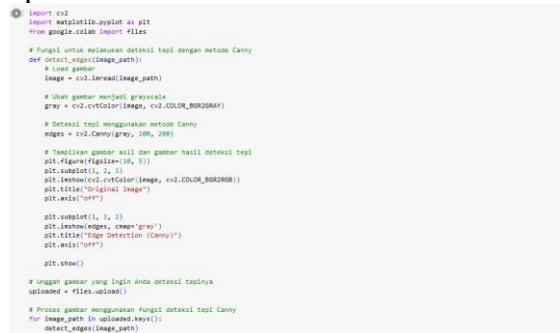
Pisahkan dataset menjadi dua bagian utama: data pelatihan (training data) dan data pengujian (test data). Training data digunakan untuk melatih model, sementara test data digunakan untuk menguji kinerja model yang telah dilatih.



Gambar 6. Dataset

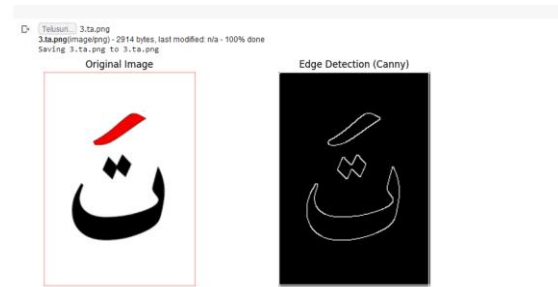
Pemilihan model yang digunakan penulis menggunakan metode teppy canny dan morfologi untuk deteksi huruf hijaiyah.

Lakukan proses pelatihan model dengan memberikan gambar dari data pelatihan ke model. Model akan memproses gambar dan mencoba untuk meminimalkan fungsi loss dengan mengoptimalkan parameter melalui proses iterasi. Setiap iterasi sering disebut sebagai epoch.



Gambar 7. Pelatihan Model Tepi Canny

Secara berkala, evaluasi kinerja model pada data pengujian untuk menghindari overfitting (model terlalu mengingat data pelatihan) dan memastikan model dapat menggeneralisasi dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya (Huda, 2019).



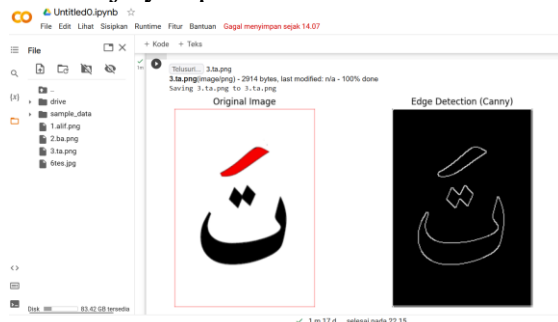
Gambar 8. Validasi Model

Hentikan proses pelatihan ketika model telah mencapai kinerja yang memuaskan pada data pengujian atau ketika tidak ada peningkatan performa yang signifikan dalam beberapa epoch terakhir.



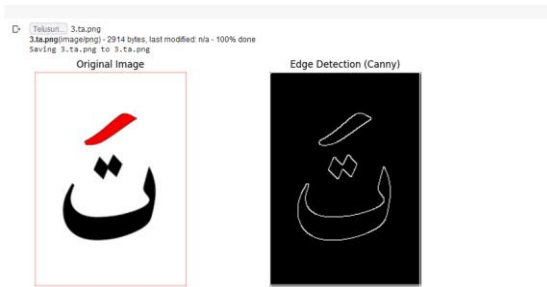
Gambar 9. Berhenti Pelatihan

Simpan model yang telah dilatih agar dapat digunakan kembali untuk deteksi huruf hijaiyah pada data baru.



Gambar 10. Tahap Penyimpanan

Hasil Deteksi Tepi Operator Canny Deteksi tepi yang dihasilkan operator Morfologi pada beberapa citra sebagaimana gambar 4.8 cukup baik akan tetapi masih ada tepi-tepi yang hilang sedangkan deteksi tepi yang dihasilkan operator canny pada gambar menghasilkan citra yang lebih baik meskipun tepinya tidak tebal.



Gambar 11. Hasil Metode Tepi Canny dan Morfologi

SIMPULAN

Dalam penelitian ini, kami telah mengoptimasi deteksi dan pengenalan huruf Hijaiyah dengan menggunakan metode tepi Canny dan morfologi pada citra. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa dengan mengatasi masalah variasi bentuk dan noise pada citra, kinerja sistem pengenalan meningkat secara signifikan. Penggunaan metode tepi Canny dan morfologi secara optimal membantu meningkatkan akurasi dan keandalan deteksi huruf Hijaiyah.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, R., Anwar, S., Muhammad, M. A., & Junaidi, A. (2019). Identifikasi Kupu-Kupu Menggunakan Ekstraksi Fitur Deteksi Tepi (Edge Detection) dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 5(2). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v5i2.1744>
- Bahroni, I., & Purwanto, R. (2018). Aplikasi Pembelajaran (E-learning) Mengenal Huruf Hijaiyah bagi Anak-anak Berbasis Mobile untuk Mendukung Pembelajaran Secara Mandiri. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 4(2), 163. <https://doi.org/10.26418/jp.v4i2.25566>
- Batubara, S. A. (2020). Perancangan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Menentukan Bibit Unggul Biji Kopi dengan Metode Canny Edge Detection. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(3), 421. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i3.2206>
- Fadli, I. N., & Ishaq, U. M. (2019). *Aplikasi Pengenalan Huruf dan Makharijul Huruf Hijaiyah Dengan Augmented Reality Berbasis Android Android Application for Arabic Letters Recognition and Its Articulations (Makharij) Using Augmented Reality*. 8(28), 73–79. <https://doi.org/10.34010/komputika.v8i2.2186>
- Gunawan, W. (2019). *Pengembangan Aplikasi Berbasis Android Untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah*. 6(1), 69–76.
- Hasan, M. A., & Liliana, D. Y. (2020). Pengenalan Motif Songket Palembang Menggunakan Deteksi Tepi Canny, PCA dan KNN. *Multinetics*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.32722/multinetics.v6i1.2700>
- Hidayah, A. K., Prihantoro, C., & Fernandez, S. (2021). Implementasi Metode Linear Congruent Method Pada Game Edukasi Pembelajaran Huruf Hijaiyah Berbasis Android. *Pseudocode*, 8(1), 38–48. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.8.1.38-48>
- Huda, N. (2019). Aplikasi Bahasa Isyarat Pengenalan Huruf Hijaiyah. *Sisfokom*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v8i1.582>
- Iliyas, S. S., & Jumaat, N. F. (2020). The Effectiveness of Game-Based Learning through Mobile Apps on Learning Hijaiyah among Preschoolers Pendidikan Bahasa Arab di Malaysia. *Innovatoive Teaching and Learning Journal*, 3(2), 30–41.
- Jumarlis, M. (n.d.). *APLIKASI Pembelajaran Smart Hijaiyyah Berbasis Augmented Reality*.
- Junaedi, E., & Wulandari, F. (2021). *Pengembangan Metode*

- Pembelajaran Huruf Hijaiyah Dengan Smartphone Android*. 15(1). <https://journal.uniku.ac.id/index.php/ilkom>
- Kurniasari, A., & Jalinus. (2020). Pendeteksian Tingkat Kepadatan Jalan Menggunakan Metode Canny Edge Detection. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(3), 239–248. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i3.3419>
- Lestari, N. I., Endra, Y., Perancangan, M., Pengenalan, A., Hijaiyah, H., Android, B., Indah, N., Yunita, L., & Megiati², E. (n.d.). *Perancangan Aplikasi Pengenalan Huruf Hijaiyah Berbasis Android*.
- Moch. Fachrur Rozi, Haryanto, & Kunto Aji Wibisono. (2021). Klasifikasi Kecacatan Keramik Dengan Menggunakan Deteksi Tepi Canny Dan Metode Hough Line Transform. *J-Eltrik*, 1(2), 36. <https://doi.org/10.30649/j-eltrik.v1i2.36>
- P., N., Kusrini, K., & Kurniawan, M. P. (2019). Segmentasi Citra Ikan Arwana Super Red Berdasarkan Deteksi Tepi Menggunakan Algoritma Canny. *Jurnal Teknologi Informasi*, 3(2), 200. <https://doi.org/10.36294/jurti.v3i2.1092>
- Rokhim, A., & Khairil Anwar, M. (2021). *Pembuatan Media Pembelajaran Huruf Hijaiyah Pada Platform Android Menggunakan Metode Addie* (Vol. 13, Issue 02).
- Sevilla, M., Angelin, R., Clarissa, I. D., Widigdo, Z., Studi, P., Hukum, I., Hukum, F., Tanah, H. A., Susun, S. R., & Tanah, M. (2021). *Pengenalan Wajah Dengan GLCM dan PNN Menggunakan Pendekatan Deteksi Tepi Canny*. 14, 160–165.
- Sinaga, A. S. R. M. (2021). Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewit Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka. *CSRID* (Computer Science Research and Its Development Journal), 13(1), 12. <https://doi.org/10.22303/csrid.13.1.2021.13-23>