



Implementasi Metode Canny dalam Sistem Penempatan Foto Kartu Identitas Siswa Otomatis

Imam Sodik^{*}, Rakhmat Kurniawan

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email:^{1,*}imamsodik00@uinsu.ac.id, ²rakhmat.kr@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: imamsodik00@uinsu.ac.id

Abstrak—Proses pembuatan Kartu Identitas Pelajar (KTP) secara manual seringkali menghadapi beberapa tantangan, termasuk penempatan foto yang tidak akurat, ukuran yang tidak konsisten, dan waktu pemrosesan yang lama. Masalah-masalah ini mengurangi efisiensi dan menghasilkan keluaran dokumen yang tidak seragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis web sisi klien yang mampu mendeteksi area persegi panjang kosong pada templat KTP dan secara otomatis menyematkan foto siswa menggunakan OpenCV.js. Sistem ini menggunakan metode Deteksi Tepi Canny dan analisis kontur untuk mengidentifikasi area kotak kosong, sementara teknik interpolasi gambar diterapkan untuk menyesuaikan dimensi foto secara proporsional sesuai dengan area yang terdeteksi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan berhasil diimplementasikan dan mampu mendeteksi kotak kosong secara akurat pada dokumen berkualitas tinggi. Berdasarkan evaluasi menggunakan metode Intersection over Union (IoU), sistem memperoleh tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,67%, yang menunjukkan bahwa metode Canny efektif dalam mendeteksi area foto. Proses penyesuaian foto otomatis menghasilkan keluaran digital yang proporsional dan siap digunakan. Dengan demikian, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam proses pembuatan kartu identitas siswa.

Kata Kunci: OpenCV.js; Deteksi Tepi Canny; Deteksi Kotak Kosong; Interpolasi Gambar; Otomatisasi Kartu Identitas Siswa

Abstrak—The manual creation of student identity cards often encounters several challenges, including inaccurate photo placement, inconsistent sizing, and lengthy processing time. These issues reduce efficiency and result in non-uniform document outputs. This study aims to develop a client-side web-based system capable of detecting empty rectangular areas in identity card templates and automatically embedding student photos using OpenCV.js. The system applies the Canny Edge Detection method combined with contour analysis to identify empty box regions, while image interpolation techniques are used to proportionally adjust photo dimensions according to the detected area. Experimental results show that the proposed system has been successfully implemented and is capable of accurately detecting empty regions in high-quality documents. Based on evaluation using the Intersection over Union (IoU) method, the system achieves an average accuracy of 98.67%, indicating that the Canny method is effective in detecting photo areas. The automatic photo adjustment process produces proportionally correct and ready-to-use digital outputs. Therefore, the system improves efficiency, accuracy, and consistency in the student identity card creation process.

Kata kunci: OpenCV.js; Canny Edge Detection; Empty Box Detection; Image Interpolation; Student ID Automation

1. PENDAHULUAN

Dalam konteks pendidikan tinggi, Kartu Identitas Mahasiswa (KTP) tidak hanya berfungsi sebagai bentuk identifikasi resmi tetapi juga sebagai instrumen pendukung untuk berbagai kegiatan akademik dan administratif (Fikri et al., 2023). Kartu Identitas Mahasiswa (KTP) biasanya memuat informasi penting seperti nama mahasiswa, nomor identitas, foto, dan atribut lain yang digunakan untuk verifikasi identitas dan akses ke berbagai layanan kampus. Oleh karena itu, diperlukan proses penerbitan yang akurat dan terstruktur untuk memastikan bahwa setiap mahasiswa menerima kartu identitas yang sesuai dengan data pribadinya (Putra & Susilawati, 2021)(Candra Irawan et al., 2024).

Salah satu solusi potensial untuk mengatasi masalah ini adalah penerapan algoritma deteksi tepi Canny. Diperkenalkan oleh John Canny pada tahun 1986, algoritma ini dikenal luas karena kemampuannya mendeteksi tepi gambar dengan ketajaman dan akurasi tinggi (Yevsiev et al., 2024). Algoritma Deteksi Tepi Canny dikenal luas karena kemampuannya menghasilkan hasil deteksi tepi yang akurat di berbagai jenis gambar. Metode ini dirancang untuk mengidentifikasi tepi yang signifikan dengan tingkat presisi tinggi, bahkan pada gambar yang memiliki kompleksitas tinggi atau mengandung noise (Zangana et al., 2024). Metode ini bekerja dengan menangkap perubahan intensitas yang signifikan di wilayah gambar, memastikan hasil deteksi tepi yang tajam dan detail. Dengan menerapkan teknik ambang ganda, metode ini dapat membedakan antara tepi yang kuat dan lemah serta mempertahankan konektivitas di antara keduanya. Karena keandalannya dalam berbagai kondisi, deteksi tepi Canny banyak digunakan dalam sistem visi komputer, pemrosesan gambar medis, dan aplikasi lain yang membutuhkan deteksi tepi yang akurat (Devita & Sumijan, 2024).

Deteksi tepi itu sendiri merupakan tahapan penting dalam berbagai bidang pengolahan citra dan visi komputer (Saluky & Yoni Marine, 2023). Dalam konteks produksi Kartu Identitas Pelajar (KTP), algoritma ini dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi area yang tepat untuk menempatkan foto di dalam templat. Dengan menerapkan metode Canny, sistem mampu secara otomatis mendeteksi batas-batas templat KTP dan menentukan posisi optimal untuk foto siswa (Permatasari & Suhendi, 2020)(Suharto et al., 2022).

Penerapan algoritma Canny dalam sistem penempatan foto otomatis menawarkan keuntungan yang substansial dan berfungsi sebagai solusi efektif untuk tantangan yang ada. Dengan menggunakan algoritma ini, kesalahan manusia dapat diminimalkan secara signifikan, karena foto diposisikan secara otomatis dan akurat sesuai dengan tata letak yang telah ditentukan (Yevsiev et al., 2024)(Pratama et al., 2022). Lebih lanjut, otomatisasi proses ini mempercepat produksi Kartu Identitas Pelajar (KTP), mengurangi beban kerja staf, dan memungkinkan institusi untuk memproduksi



lebih banyak kartu dalam waktu yang lebih singkat. Pendekatan ini juga meningkatkan konsistensi dan kualitas KTP, karena setiap kartu diproses menggunakan prosedur penempatan foto yang terstandarisasi.

Algoritma ini telah banyak digunakan untuk deteksi tepi pada berbagai jenis gambar, seperti yang ditunjukkan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Misalnya, Edi dkk. (Suharto et al., 2022) melakukan penelitian berjudul “Identifikasi Objek Menggunakan Metode Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian dan Canny pada Gambar Sidik Jari,” di mana algoritma Canny diterapkan untuk mendeteksi pola sidik jari melalui deteksi tepi. Dalam penelitian lain, Ferry dan Indah (Putra & Susilawati, 2021) mengeksplorasi “Prototipe Sistem Deteksi Ketersediaan Tempat Parkir Menggunakan Algoritma Deteksi Tepi Canny,” di mana metode Canny diimplementasikan untuk mengidentifikasi ketersediaan parkir menggunakan bahasa pemrograman Python (Bilal et al., 2020). Penelitian-penelitian ini secara kolektif menunjukkan bahwa algoritma Canny sangat cocok untuk melakukan deteksi tepi pada gambar digital.

Salkiawati dkk. (Salkiawati et al., 2021) mengembangkan sistem deteksi lajur yang memanfaatkan Deteksi Tepi Canny. Pendekatan mereka melibatkan konversi skala abu-abu dan deteksi tepi untuk mendefinisikan Wilayah Minat (ROI), yang kemudian digunakan untuk mengidentifikasi parameter lajur dalam dan luar. Sistem ini terintegrasi dengan bel untuk memberikan peringatan audio saat mendeteksi penyimpangan lajur. Namun, penelitian tersebut mencatat keterbatasan kinerja dalam kondisi yang tidak ideal, seperti marka lajur yang kotor, jalan tanpa garis lajur yang jelas, atau selama operasi malam hari.

Dalam studi terpisah, Panggalih dkk. (Panggalih et al., 2022) melakukan analisis komparatif metode deteksi tepi Roberts, Sobel, Prewitt, dan Canny pada berbagai jenis gambar. Hasilnya menunjukkan bahwa metode Canny menghasilkan tepi yang lebih tajam dan kontinu, serta menghasilkan jumlah piksel putih tertinggi dibandingkan dengan algoritma lainnya. Sementara itu, Sobel dan Roberts menunjukkan kekuatan yang bervariasi tergantung pada karakteristik gambar tertentu, sedangkan Prewitt menghasilkan jumlah piksel putih terendah. Temuan ini memberikan referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai perbandingan deteksi tepi yang akurat, khususnya dalam analisis piksel. Secara kolektif, studi-studi ini menegaskan kelayakan algoritma Canny untuk tugas deteksi tepi gambar.

OpenCV adalah pustaka sumber terbuka yang dirancang untuk pemrosesan gambar dan video, memungkinkan komputer untuk melakukan tugas analisis visual seperti pengenalan objek dan deteksi tepi (Susim & Darujati, 2021). Pustaka ini banyak digunakan di berbagai bidang, termasuk sistem visi komputer, robotika, dan kecerdasan buatan (Ulfah & Nurdin, 2023). OpenCV dikembangkan untuk memfasilitasi penyelesaian berbagai tantangan di bidang visi komputer dengan menyediakan berbagai fitur siap pakai. Melalui OpenCV, pengguna dapat melakukan operasi seperti pemotongan gambar, peningkatan kualitas gambar dengan menyesuaikan kecerahan, ketajaman, dan kontras, serta mendeteksi bentuk dan melakukan segmentasi gambar (Hanum, 2024). Selain itu, OpenCV mendukung transformasi gambar dan pemrosesan waktu nyata, menjadikannya sangat berharga untuk aplikasi seperti pencitraan medis, sistem keamanan, dan kendaraan otonom (Rizki Pratama & Faqihuddin Hanif, 2023).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini berfokus pada optimalisasi proses produksi Kartu Identitas Pelajar (KTP) untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi sekaligus meminimalkan kesalahan dan inkonsistensi data. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif pada sistem administrasi akademik dan meningkatkan pengalaman mahasiswa secara keseluruhan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini diilustrasikan dalam diagram alir yang disajikan pada Gambar 1. Penelitian ini berfokus pada desain dan pengembangan sistem berbasis web yang mampu mendeteksi tempat kosong untuk foto pada dokumen Kartu Identitas Pelajar (KTP) dan secara otomatis menempatkan foto siswa di dalamnya. Sebelum fase pengembangan, dilakukan analisis kebutuhan yang mencakup kemampuan sistem untuk menerima input berupa dokumen KTP dalam format gambar (JPG, PNG, GIF), menampilkan dokumen yang diunggah pada area kanvas, mendeteksi tempat kosong menggunakan metode Deteksi Tepi Canny yang dikombinasikan dengan analisis kontur, dan secara otomatis menyesuaikan dimensi foto siswa agar sesuai dengan kotak yang ditentukan.

2.2 Deteksi Kotak Kosong

Lokasi bingkai kosong, yang biasanya berfungsi sebagai tempat penampung foto pada dokumen Kartu Pelajar (KTM). Proses deteksi ini dijalankan menggunakan algoritma Deteksi Tepi Canny (Grandis et al., 2021). Sebelum deteksi tepi, gambar dokumen dikonversi dari format RGB ke skala abu-abu. Konversi ini bertujuan untuk menyederhanakan pemrosesan data, karena algoritma Canny hanya bergantung pada nilai intensitas piksel dan bukan informasi kromatik (Nugroho et al., 2020). Konversi skala abu-abu menggunakan rumus pembobotan standar untuk setiap komponen RGB, yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$SAYA(x, y) = 0,2989 \times R(x, y) + 0,5870 \times G(x, y) + 0,1140 \times B(x, y) \quad (1)$$

Dimana $R(x, y)$, $G(x, y)$, dan $B(x, y)$ masing-masing mewakili intensitas merah, hijau, dan biru pada piksel (x, y) . Sebagai contoh, untuk piksel dengan nilai warna $R = 250$, $G = 252$, dan $B = 255$:

$$SAYA(X, Dan) = (0,2989 \times 250) + (0,5870 \times 252) + (0,1140 \times 255)$$



$$SAYA(X, y) = 74,725 + 147,924 + 29,07 = 251,719 \approx 252$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa area piksel mendekati putih. Setelah konversi ke skala abu-abu, langkah selanjutnya melibatkan penerapan algoritma Canny. Pada fase awal, algoritma menghitung gradien intensitas menggunakan operator Sobel, yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan intensitas baik dalam arah horizontal maupun vertikal. Kernel Sobel yang digunakan dalam proses ini disajikan di bawah ini (Putra & Susilawati, 2021).

$$G_X = [-1 \ 0 \ 1 \ -2 \ 0 \ 2 \ -1 \ 0 \ 1], G_{Dan} = [-1 \ -2 \ -1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 1] \tag{2}$$

Contoh patch piksel skala abu-abu 3×3 yang mewakili tepi vertikal:

$$[255 \ 255 \ 10 \ 255 \ 255 \ 10 \ 255 \ 255 \ 10]$$

Hasil konvolusi dengan G_X adalah:

$$G_X = (-1)(255) + 0(255) + (1)(10) + (-2)(255) + 0(255) + (2)(10) + (-1)(255) + 0(255)(1)(10) = -980$$

Hasil konvolusi dengan G_{Dan} :

$$G_{Dan} = (-1)(255) + (-2)(255) + (-1)(10) + (0)(255) + (0)(255) + (0)(10) + (1)(255) + (2)(255) + (1)(10) = 0$$

Dari hasil konvolusi menggunakan kernel Sobel, nilai gradien horizontal G_X dan nilai gradien vertikal G_{Dan} diperoleh. Besaran gradien dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$G = \sqrt{G_X^2 + G_{Dan}^2} = \sqrt{(-980)^2 + 0^2} = 980 \tag{3}$$

Untuk mendapatkan tepi yang tipis dan jelas, penekanan non-maksimum diterapkan. Proses ini melibatkan mempertahankan hanya nilai gradien maksimum sepanjang arah gradien sambil menekan maksimum non-lokal. Selanjutnya, ambang histeresis dilakukan dengan menggunakan dua nilai ambang untuk menentukan apakah suatu piksel merupakan tepi, seperti yang didefinisikan dalam Persamaan (3) di bawah ini.

$$E(x, y) = \begin{cases} 1, & M'(x, y) \geq T_{high} \\ 0, & M'(x, y) < T_{low} \\ \text{bergantung koneksi}, & T_{low} \leq M'(x, y) < T_{high} \end{cases} \tag{4}$$

Setelah citra yang dideteksi tepinya diperoleh, langkah selanjutnya melibatkan pengambilan kontur menggunakan fungsi `cv.findContours`. Kontur yang terdeteksi kemudian diperiksa untuk menentukan apakah kontur tersebut memiliki bentuk persegi panjang dengan menerapkan algoritma aproksimasi Douglas-Peucker. Namun, tidak semua persegi panjang dalam dokumen mewakili area foto kosong. Oleh karena itu, proses verifikasi dilakukan dengan menghitung intensitas rata-rata dalam kontur. Jika intensitas rata-rata (μ) menunjukkan warna mendekati putih, khususnya melebihi 240 pada skala 0–255, kontur tersebut diidentifikasi sebagai kotak kosong. Kondisi ini dirinci dalam Persamaan (5) di bawah ini.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S A Y A_{S a y a} \tag{5}$$

Dengan jumlah total piksel $N = 95 \times 135 = 12.825$. Misalkan 98% piksel memiliki nilai 255 dan 2% memiliki nilai 30, maka:

$$\mu = (0,98 \times 255) + (0,02 \times 30) = 249,9 + 0,6 = 250,5$$

2.3 Deteksi Ukuran Kotak

Bingkai kosong yang berhasil diidentifikasi kemudian diproses lebih lanjut untuk menentukan dimensi dan posisi spasialnya secara akurat. Proses ini menggunakan fungsi persegi panjang pembatas, yang menghasilkan koordinat kiri atas (x, y) serta dimensi kotak, khususnya lebar (w) dan tinggi (h). Secara formal, kotak tersebut dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$B = (x, y, w, h) \tag{6}$$

Setelah fase deteksi tepi, sistem mengekstrak kontur menggunakan fungsi `findContours` dan melakukan aproksimasi bentuk melalui `approxPolyDP`. Objek yang memiliki empat sisi dikenali sebagai persegi panjang, setelah itu koordinat dan dimensinya diperoleh menggunakan fungsi `boundingRect`. Data ini berfungsi sebagai komponen penting untuk tahap selanjutnya: mengubah ukuran foto siswa dan menentukan penempatannya. Dalam implementasi perangkat lunak, informasi ini disimpan dalam variabel `detectedBox`, yang mencakup keempat parameter ini (Zidni & Akbar, 2024).

Dari hasil program: $B = (x, y, w, h) = (16, 83, 95, 135)$

Dengan demikian:

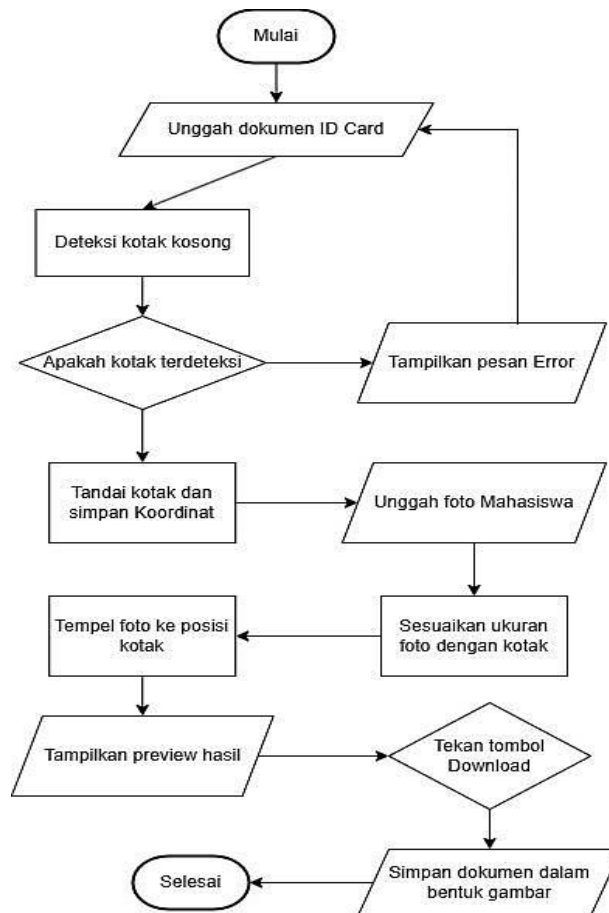
1. Titik kiri atas: (16, 83)
2. Titik kanan bawah: $(16 + 95, 83 + 135) = (111, 218)$
3. Titik tengah persegi panjang:

$$X_c = 16 + \frac{95}{2} = 63,5,$$

$$Dan_c = 83 + \frac{135}{2} = 150,5$$

2.4 Sistem Design

Sistem ini dirancang untuk beroperasi sepenuhnya di sisi klien menggunakan OpenCV.js dan terdiri dari beberapa komponen utama: Antarmuka Pengguna, Modul Pemrosesan Gambar, Modul Manajemen Placeholder, Modul Penempatan Foto, dan Modul Output. Alur kerja sistem dimulai dengan pengunggahan dokumen Kartu Identitas, diikuti dengan deteksi placeholder kosong dan perekaman koordinat (Ulfah & Nurdin, 2023). Selanjutnya, foto siswa diunggah dan secara otomatis diubah ukurannya agar sesuai dengan dimensi placeholder yang terdeteksi. Foto kemudian ditumpangkan ke posisi yang ditentukan, dan hasil akhirnya ditampilkan pada kanvas untuk pratinjau sebelum diunduh dalam format PNG atau JPEG (Saluky & Yoni Marine, 2023).



Gambar 1. Diagram alur proses penelitian.

2.5 Mengubah Ukuran Foto Siswa

Foto siswa yang diunggah biasanya memiliki resolusi dan rasio aspek yang bervariasi, seringkali mengakibatkan ketidaksesuaian dengan dimensi placeholder kosong pada templat dokumen. Akibatnya, tahap selanjutnya melibatkan perubahan ukuran gambar agar sesuai dengan dimensi kotak yang terdeteksi. Penyesuaian ini dilakukan menggunakan metode interpolasi bilinear, yang menghitung nilai intensitas piksel baru berdasarkan jarak tertimbang relatif terhadap empat piksel terdekat dalam gambar asli. Rumus interpolasi bilinear didefinisikan sebagai berikut:

$$SAYA(x, y) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 Di \text{ dalam}_{aku j} \cdot Saya(X_{Saya}, Dan_{Saya}) \quad (7)$$

Di mana $I(x)_{Saya}, Dan_j$ mewakili intensitas piksel pada koordinat terdekat dari gambar sumber, dan $w_{aku j}$ menunjukkan berat yang dihitung berdasarkan jarak antara koordinat target (X, Dan) dan koordinat sumber (x_{Saya}, Dan_j) .



2.6 Menempelkan Foto pada Kartu Identitas Pelajar

Tahap akhir proses ini melibatkan penyisipan foto mahasiswa ke dalam dokumen Kartu Identitas Mahasiswa (KTM). Setelah proses perubahan ukuran, gambar tersebut dirender ke dalam dokumen menggunakan fungsi `ctx.drawImage` dalam lingkungan HTML5 Canvas. Penempatan gambar disejajarkan secara tepat dengan tempat kosong yang telah ditentukan, berlabuh di koordinat kiri atas (x, y) dengan dimensi lebar (w) dan tinggi (h) tertentu. Secara matematis, proses ini dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$SAYA_{keluar}(x, y) = \{SAYA_{foto}(x, y), \text{jika } (x, y) \in B \text{ } SAYA_{ketika}(x, y), dll. \tag{8}$$

Dimana $I_{doc}(x, y)$ mewakili gambar dokumen asli, dan $I_{photo}(x, y)$ menunjukkan foto siswa yang telah diubah ukurannya. Hasil akhirnya adalah dokumen Kartu Identitas Siswa lengkap yang menampilkan foto siswa yang secara otomatis dan tepat ditempatkan di tempat yang telah ditentukan. Akibatnya, sistem yang dikembangkan meminimalkan intervensi manual dalam produksi kartu identitas, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metodologi yang dirancang untuk Sistem Penempatan Foto Kartu Pelajar Otomatis menggunakan metode Canny, Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan parameter deteksi kotak kosong yang dihasilkan oleh sistem:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Akhir

Parameter	Nilai Hasil
Posisi (x, y)	(16, 83)
Lebar (w)	95 piksel
Tinggi (h)	135 piksel
Area Kotak	12.825 piksel
Intensitas Rata-rata (M)	250,5
Status Wilayah	Dikenali sebagai kotak putih kosong

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa wilayah spesifik pada Kartu Identitas Mahasiswa (KTM) berhasil diidentifikasi sebagai tempat penampung foto yang ditentukan. Hasil ini sesuai dengan keluaran yang diharapkan dari sistem, yang menegaskan bahwa algoritma Deteksi Tepi Canny dan proses bounding box berfungsi dengan benar dan valid.

Setelah pengembangan sistem, fase selanjutnya melibatkan presentasi dan diskusi antarmuka pengguna (UI). Antarmuka dibangun menggunakan kombinasi JavaScript, HTML5, dan CSS, yang didukung oleh pustaka `OpenCV.js` untuk menjalankan tugas pemrosesan gambar digital. Desain visual memprioritaskan kesederhanaan dan intuisi untuk memastikan kemudahan pengoperasian, khususnya bagi staf administrasi yang bertanggung jawab atas produksi kartu identitas. Antarmuka utama terdiri dari beberapa komponen kunci: bagian header, fitur unggah untuk dokumen identitas dan foto siswa, tampilan pratinjau untuk deteksi kotak dan penyematan foto, dan tombol kontrol untuk mengunduh hasil akhir.

3.1 Penentuan Kebenaran Data dan Contoh Hasil Deteksi

Penelitian ini menggunakan tiga jenis Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) yang diterbitkan oleh berbagai perguruan tinggi, yaitu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UINSU), Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), dan Universitas Medan Area (UMA). Meskipun setiap kartu memiliki desain visual yang berbeda, semuanya memiliki area foto berbentuk persegi panjang yang menjadi objek utama deteksi dalam penelitian ini. Kotak pembatas kebenaran dasar (*ground truth bounding box*) untuk setiap gambar KTM ditentukan secara manual menggunakan perangkat lunak GIMP. Proses pelabelan dilakukan dengan menggunakan Alat Seleksi Persegi Panjang (*Rectangle Select Tool*) untuk menandai wilayah foto pada setiap kartu. Dari proses seleksi ini, koordinat x, y , serta lebar dan tinggi wilayah yang dipilih diperoleh dalam satuan piksel. Nilai-nilai ini kemudian digunakan sebagai referensi untuk mengevaluasi akurasi hasil deteksi yang dihasilkan oleh sistem.

Koordinat sebenarnya yang diperoleh dari GIMP dinyatakan dalam format ($x_{gt}, y_{gt}, width_{gt}, height_{gt}$), di mana titik koordinat (x, y) mewakili sudut kiri atas gambar. Sistem koordinat ini konsisten dengan konvensi koordinat yang digunakan di `OpenCV`.

Sebagai contoh, sebuah percobaan dilakukan menggunakan Kartu Identitas Mahasiswa dari UINSU. Anotasi kebenaran data yang dihasilkan menggunakan GIMP dan hasil deteksi yang dihasilkan oleh sistem disajikan sebagai berikut.

1. Kebenaran Dasar (GIMP)
 $x = 15, y = 82, lebar = 97, tinggi = 137$
2. Hasil Deteksi Aplikasi
 $x = 16, y = 83, lebar = 95, tinggi = 135$

Perbedaan nilai koordinat antara data sebenarnya (ground truth) dan hasil deteksi sistem menunjukkan sedikit perbedaan pada posisi dan ukuran kotak pembatas (bounding box). Namun, secara visual, area foto yang dideteksi oleh sistem sesuai dengan area foto sebenarnya pada Kartu Identitas Pelajar, seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Perbandingan Hasil Ground Truth dan Deteksi Aplikasi pada Kartu Identitas Mahasiswa UINSU (KTM)

Gambar 2 di sebelah kiri menunjukkan hasil anotasi kebenaran data menggunakan perangkat lunak GIMP, sedangkan gambar di sebelah kanan menunjukkan hasil deteksi kotak pembatas yang dihasilkan oleh aplikasi tersebut.

Sebagai contoh kedua, pengujian dilakukan pada Kartu Identitas Mahasiswa dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Kotak pembatas kebenaran data ditentukan secara manual menggunakan perangkat lunak GIMP dengan menandai area foto pada kartu menggunakan Rectangle Select Tool.

1. Kebenaran Dasar (GIMP)
 $x = 1155$, $y = 419$, lebar = 344, tinggi = 504
2. Hasil Deteksi Aplikasi
 $x = 1154$, $y = 418$, lebar = 347, tinggi = 506



Gambar 3. Perbandingan Hasil Ground Truth dan Deteksi Aplikasi pada Kartu Identitas Mahasiswa UMSU (KTM)

Pada Gambar 3, di sebelah kiri menunjukkan anotasi kebenaran dasar dari area foto yang diperoleh menggunakan GIMP, sedangkan gambar di sebelah kanan menyajikan hasil deteksi area foto yang dihasilkan oleh sistem. Perbandingan antara kedua hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi posisi dan ukuran area foto dengan cukup akurat, meskipun terdapat sedikit perbedaan pada nilai koordinat kotak pembatas.

Perbedaan ini disebabkan oleh karakteristik desain Kartu Identitas Mahasiswa UMSU, seperti variasi ketebalan garis dan kontras warna di dalam area foto, yang memengaruhi proses deteksi tepi menggunakan metode deteksi tepi Canny. Meskipun demikian, area foto yang terdeteksi oleh sistem tetap sejajar dengan area foto sebenarnya, sehingga hasil deteksi dapat digunakan untuk proses penempatan foto otomatis.

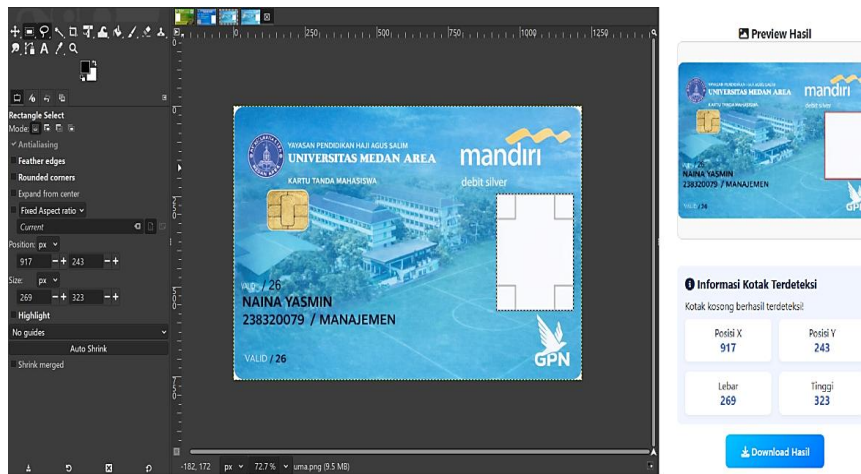
Pengujian lebih lanjut dilakukan pada Kartu Identitas Pelajar dari Area Universitas Medan (UMA), yang memiliki desain kartu berbeda dibandingkan dengan KTM sebelumnya. Perbedaan desain ini terutama terlihat pada tata letak area foto dan kombinasi warna latar belakang, yang keduanya dapat memengaruhi proses deteksi tepi dalam sistem.

Kotak pembatas kebenaran data (ground truth bounding box) untuk Kartu Identitas Mahasiswa UMA ditentukan secara manual menggunakan GIMP dengan menandai area foto menggunakan Alat Seleksi Persegi Panjang (Rectangle Select Tool). Hasil anotasi ini kemudian digunakan sebagai referensi untuk mengevaluasi deteksi area foto yang dihasilkan oleh sistem.

1. Kebenaran Dasar (GIMP)
 $x = 917$, $y = 243$, lebar = 269, tinggi = 323

2. Hasil Deteksi Aplikasi

x = 917, y = 243, lebar = 269, tinggi = 323



Gambar 4. Perbandingan Hasil Ground Truth dan Deteksi Aplikasi pada Kartu Identitas Mahasiswa UMA (KTM)

Pada Gambar 4 di sebelah kiri menunjukkan kebenaran sebenarnya dari area foto yang diperoleh menggunakan GIMP, sedangkan gambar di sebelah kanan menyajikan hasil deteksi area foto yang dihasilkan oleh sistem. Berdasarkan perbandingan visual, sistem mampu mendeteksi area foto pada Kartu Identitas Mahasiswa UMA dengan cukup akurat. Meskipun terdapat sedikit perbedaan pada posisi dan ukuran kotak pembatas, area foto yang terdeteksi masih sesuai dengan area foto sebenarnya pada kartu.

Perbedaan hasil deteksi ini disebabkan oleh variasi kontras dan ketebalan garis dalam area foto Kartu Identitas Mahasiswa UMA, yang memengaruhi sensitivitas metode deteksi tepi Canny. Meskipun demikian, hasil deteksi tersebut masih dapat digunakan untuk penempatan foto mahasiswa secara otomatis.

3. 2 Perhitungan Irisan dibagi Gabungan (IoU)

Evaluasi kinerja sistem deteksi area foto dilakukan menggunakan metode Intersection over Union (IoU). IoU digunakan untuk mengukur tingkat kesepakatan antara kotak pembatas (*bounding box*) sebenarnya, yang diperoleh secara manual menggunakan GIMP, dan kotak pembatas yang dihasilkan oleh deteksi sistem. Nilai IoU dihitung sebagai rasio antara luas irisan dari kedua kotak pembatas dan luas gabungannya. IoU dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$IoU = \frac{A_{tumpang tindih}}{A_{gt} + A_{itu} - A_{tumpang tindih}} \quad (10)$$

Dengan deskripsi sebagai berikut:

1. $A_{overlap}$: area irisan antara kotak pembatas ground truth dan kotak pembatas yang terdeteksi.
2. A_{gt} : luas kotak pembatas kebenaran data (ground truth bounding box)
3. A_{det} : area kotak pembatas yang dihasilkan oleh deteksi sistem.

Luas setiap kotak pembatas dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$A = lebar \times tinggi$$

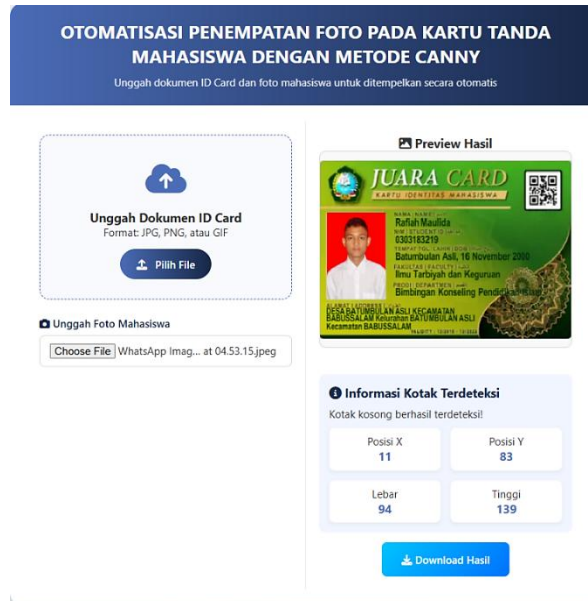
Tabel 2 menunjukkan hasil evaluasi akurasi deteksi menggunakan metode *Intersection over Union* (IoU).

Tabel 2. Tabel Hasil Perhitungan IoU

Universitas	Surat hutang
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara	0,97
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	0,99
Universitas Medan Area	1.00

3. 3 Gambaran Sistem Secara Keseluruhan

Antarmuka aplikasi utama mewakili integrasi semua komponen sistem, mulai dari pengunggahan dokumen identitas, deteksi kotak kosong, dan pengunggahan foto siswa, hingga pengubahan ukuran foto dan proses penyimpanan akhir. Antarmuka dirancang agar sederhana dan ramah pengguna, menampilkan alur kerja terstruktur yang memungkinkan pengguna untuk mengikuti setiap langkah secara berurutan tanpa memerlukan keterampilan teknis khusus. Bagian atas menampilkan header yang berisi judul dan deskripsi fungsi utama sistem, diikuti oleh area pengunggahan untuk dokumen identitas dan foto siswa. Setelah dokumen diunggah, sistem secara otomatis mendeteksi kotak kosong menggunakan algoritma Canny, menandainya dengan garis merah, dan kemudian menyesuaikan foto siswa agar sesuai dengan dimensi kotak.



Gambar 5.Gambaran Umum Sistem

Gambar 5 menunjukkan tampilan keseluruhan sistem penempatan foto otomatis pada kartu identitas siswa. Bagian paling atas antarmuka aplikasi adalah header, yang berfungsi sebagai identitas sistem. Header berisi judul aplikasi dan deskripsi singkat tentang fungsi utama sistem, yaitu mendeteksi kotak kosong pada dokumen Kartu Identitas Pelajar (KTP) dan secara otomatis menempatkan foto siswa. Dengan header ini, pengguna dapat langsung memahami tujuan aplikasi sebelum melanjutkan interaksi lebih lanjut.

Di bawah header terdapat bagian unggah dokumen KTM. Di bagian ini, pengguna dapat memilih dan mengunggah berkas dokumen KTM dalam format gambar digital seperti JPG, PNG, atau GIF. Setelah dokumen berhasil diunggah, sistem secara otomatis menampilkannya di area kanvas. Pada tahap ini, sistem juga langsung melakukan proses deteksi kotak kosong menggunakan algoritma Canny, menandai kotak kosong yang terdeteksi dengan garis merah jika berhasil diidentifikasi.

Selanjutnya, pada sisi formulir input, juga disediakan fitur unggah foto siswa. Foto yang diunggah akan diproses sehingga dimensinya sesuai dengan kotak kosong yang telah terdeteksi. Proses ini terjadi secara otomatis, memungkinkan pengguna untuk menghindari pengeditan manual.

Di bagian tengah aplikasi, ditampilkan pratinjau hasil yang memperlihatkan dokumen KTM beserta foto siswa yang telah ditempatkan di atasnya. Tampilan ini juga dilengkapi dengan informasi koordinat kotak yang terdeteksi, termasuk posisi x dan y, serta lebar dan tinggi kotak. Informasi ini disajikan untuk memungkinkan pengguna melakukan verifikasi, baik secara visual maupun melalui data numerik.

Bagian bawah berisi tombol unduh yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan dokumen KTM yang telah diproses ke perangkat mereka. Dokumen dapat diunduh dalam format gambar digital, sehingga siap untuk dicetak atau disimpan sebagai arsip digital.

Secara keseluruhan, antarmuka aplikasi dirancang dengan tata letak terstruktur: header di bagian atas sebagai identitas sistem, area unggah dokumen dan foto sebagai komponen input, area pratinjau hasil sebagai pusat informasi visual, dan tombol unduh sebagai tahap output akhir. Struktur ini mengikuti prinsip-prinsip desain antarmuka berbasis alur kerja.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem penempatan foto otomatis pada Kartu Identitas Pelajar (KTM) berbasis metode Canny berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu mendeteksi area kotak kosong dan menempatkan foto siswa secara otomatis menggunakan teknik deteksi tepi dan analisis kontur. Hasil evaluasi menggunakan metode Intersection over Union (IoU) menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan nilai masing-masing sebesar 0,97, 0,99, dan 1,00, serta rata-rata akurasi sebesar 98,67%. Hal ini menunjukkan bahwa metode Canny yang digunakan efektif dalam mendeteksi area foto pada berbagai jenis desain kartu identitas. Selain itu, sistem juga mampu menghasilkan output gambar yang proporsional melalui proses interpolasi, sehingga hasil akhir siap digunakan secara langsung. Dari sisi fungsional, sistem telah berjalan dengan mekanisme input–proses–output, di mana pengguna memasukkan dokumen kartu dan foto siswa (input), sistem melakukan deteksi tepi, ekstraksi kontur, serta penyesuaian ukuran foto (proses), dan menghasilkan kartu identitas dengan foto yang telah ditempatkan secara otomatis (output). Meskipun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan, seperti sensitivitas terhadap kualitas gambar, keterbatasan deteksi pada satu objek, serta ketergantungan pada perangkat. Oleh karena itu, disarankan untuk pengembangan selanjutnya agar sistem dapat



menangani berbagai kondisi pencahayaan, mendukung multi-detection, serta meningkatkan robustnes terhadap variasi desain kartu agar performa sistem menjadi lebih optimal.

REFERENCES

- Bilal, M., Asyikin, Z., Pramudia, D. N., Fadillah, A., & Pembahasan, H. (2020). Pemetaan Ruang dengan Metode Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Berbasis LiDAR Prosiding. *Jurnal Politeknik Negeri Jakarta*, 5(1), 1–5.
- Candra Irawan, I., Komul, L. M. E., & Uktolseja, Y. P. (2024). Perancangan dan Sosialisasi Kartu Tanda Mahasiswa Inovatif bagi Mahasiswa. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 3(4), 429–437. <https://doi.org/10.59025/q8mazf23>
- Devita, R., & Sumijan, S. (2024). Canny Edge Detection and Image Segmentation for Precision Face Recognition System. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, 10(2), 347–354. <https://doi.org/10.33330/jurteks.v10i2.3059>
- Fikri, M., Ahmad, L., & Imilda. (2023). Sistem Informasi Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) Menggunakan Kodular Berbasis Android Pada Stmik Indonesia Banda Aceh. *Jurnal Sistem Komputer (SISKOM)*, 3(2), 56–64. <https://doi.org/10.35870/siskom.v3i2.794>
- Grandis, G. F., Arumsari, Y., & Indriati. (2021). Seleksi Fitur Gain Ratio pada Analisis Sentimen Kebijakan Pemerintah Mengenai Pembelajaran Jarak Jauh dengan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(8), 3507–3514.
- Hanum, M. (2024). Implementasi Teknik Embossing pada Pengenalan Plat Kendaraan untuk Identifikasi Otomatis Berbasis OpenCV. *JoMMiT: Jurnal Multi Media Dan IT*, 8(1), 062–068. <https://doi.org/10.46961/jommit.v8i1.1361>
- Nugroho, P. A., Fenriana, I., & Arijanto, R. (2020). Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Pada Ekspresi Manusia. *Algor*, 2(1), 12–21.
- Panggalih, K., Kurniawan, W., & Gata, W. (2022). Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst, Sobel, Prewitt dan Canny. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 5(2), 337–347. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i2.5923>
- Permatasari, A., & Suhendi, S. (2020). Rancang Bangun Sistem Informasi Pengelolaan Talent Film berbasis Aplikasi Web. *Jurnal Informatika Terpadu*, 6(1), 29–37. <https://doi.org/10.54914/jit.v6i1.255>
- Pratama, M. R., Bhayangkara, E. P., & Ishlah, J. M. (2022). Model Aplikasi Document Scanner Menggunakan Operator Canny Dan Contour Pada Open Cv Berbasis Desktop. *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, 10(2). <https://doi.org/10.51530/jutekin.v10i2.635>
- Putra, F. P., & Susilawati, I. (2021). Prototipe Sistem Deteksi Ketersediaan Lahan Parkir Menggunakan Metode Algoritma Canny Edge. *JISAI Vol, 1(2)*, 94–99. <https://doi.org/https://doi.org/10.26486/jisai.v1i2.20>
- Rizki Pratama, M., & Faqihuddin Hanif, I. (2023). Implementasi Metode Canny dalam Deteksi Tepi pada Aplikasi OMR (Optical Mark Recognition) Menggunakan Pengembangan Sistem Waterfall. *Edunity Kajian Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 2(2), 267–283. <https://doi.org/10.57096/edunity.v2i2.60>
- Salkiawati, R., Alexander, A. D., & Lubis, H. (2021). Implementasi Canny Edge Detection Pada Aplikasi Pendeteksi Jalur Lalu Lintas. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(1), 164. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i1.2502>
- Saluky, & Yoni Marine. (2023). Penerapan Algoritma Deteksi Tepi Canny Menggunakan Python Dan Opencv. *Smart Techno (Smart Technology, Informatics and Technopreneurship)*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.59356/smart-techno.v5i1.73>
- Suharto, E., Simargolang, M. Y., Siregar, M. N. H., & Windarto, A. P. (2022). Identifikasi Objek Menggunakan Proses Deteksi Tepi Metode Laplacian of Gaussian Dan Canny Terhadap Citra Sidik Jari. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 294. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3459>
- Susim, T., & Darujati, C. (2021). Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(3), 534–545. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i3.202>
- Ulfah, J., & Nurdin, N. (2023). Implementasi Metode Deteksi Tepi Canny Untuk Menghitung Jumlah Uang Koin Dalam Gambar Menggunakan Opencv. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), 420–426. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3147>
- Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Abu-Jassar, A. (2024). The Canny Algorithm Implementation for Obtaining the Object Contour in a Mobile Robot's Workspace in Real Time. *Journal of Universal Science Research*, 2024(3), 7–19.
- Zangana, H. M., Mohammed, A. K., & Mahmood Mustafa, F. (2024). Advancements in Edge Detection Techniques for Image Enhancement: A Comprehensive Review. *International Journal of Artificial Intelligence & Robotics (IJAIR)*, 6(1), 29–39. <https://doi.org/10.25139/ijair.v6i1.8217>
- Zidni, E., & Akbar, M. (2024). Klasifikasi Citra Makanan Khas Kota Pasuruan menggunakan Convolutional Neural Network. *Informatics and Artificial Intelligence Journal*, 1(2), 65–72. <http://jurnal.forai.or.id/index.php/forai/article/view/10>