



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 6334-6339

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Optimalisasi Segmentasi Citra Digital Metode Canny Edge Detection dan Thresholding

Dhimas Prayogi¹, Syaiful Rahman Lubis², M. Azhari Rizko³, Ade Guna Suteja⁴

^{1,2,3,4}Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Panca Budi

dhijay02@gmail.com^{1*}, syaifulrahmanlubis@gmail.com², rizkofindtar@gmail.com³, adegsuteja@gmail.com⁴

Abstrak

Pengolahan citra digital merupakan salah satu teknik penting dalam ekstraksi informasi visual. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan beberapa tahapan pengolahan citra seperti konversi grayscale, bilateral filter, deteksi tepi Canny, dan thresholding Otsu untuk meningkatkan kualitas visual dan segmentasi objek. Gambar berwarna awal dikonversi ke grayscale untuk menyederhanakan informasi intensitas. Selanjutnya, bilateral filter diterapkan untuk mengurangi noise sekaligus mempertahankan tepi objek. Setelah itu, metode Canny digunakan untuk mendeteksi kontur objek secara akurat. Tahap akhir adalah segmentasi menggunakan metode thresholding Otsu untuk memisahkan objek dari latar belakang secara biner. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa tahapan ini dapat meningkatkan ketajaman tepi dan kejernihan objek utama pada gambar. Teknik ini sangat potensial untuk diterapkan dalam sistem klasifikasi objek, deteksi kualitas produk, serta aplikasi pertanian berbasis penglihatan komputer. Implementasi tahapan ini dapat menjadi landasan awal dalam pengembangan sistem analisis citra cerdas berbasis machine learning atau deep learning pada berbagai bidang terapan.

Kata kunci: Pengolahan Citra Digital, Grayscale, Bilateral Filter, Deteksi Tepi Canny, Thresholding Otsu.

1. Latar Belakang

Dalam era transformasi digital yang pesat, pemrosesan citra digital memainkan peran penting dalam mendukung berbagai aplikasi berbasis komputer, seperti pengenalan wajah, sistem keamanan, diagnosis medis berbasis citra, hingga inspeksi kualitas produk dalam industri manufaktur [1]. Salah satu tahapan krusial dalam pengolahan citra adalah proses segmentasi, yaitu memisahkan objek utama dalam citra dari latar belakangnya untuk memperoleh informasi visual yang relevan [2]. Segmentasi yang akurat menjadi fondasi bagi tahap-tahap lanjut seperti deteksi, klasifikasi, dan pelacakan objek [3]. Namun, segmentasi yang dilakukan secara konvensional seringkali menghasilkan performa yang buruk apabila citra memiliki tingkat kompleksitas tinggi, seperti keberadaan noise, pencahayaan tidak merata, atau kontur objek yang kabur [4].

Metode Canny Edge Detection merupakan teknik deteksi tepi yang populer karena keunggulannya dalam mengidentifikasi kontur dengan tingkat sensitivitas yang baik serta resistansi terhadap noise [5] [6]. Di sisi lain, metode Thresholding secara sederhana memisahkan objek dan latar berdasarkan intensitas piksel, yang menjadikannya cepat dan efisien secara komputasi [7] [8]. Meskipun demikian, kedua metode ini memiliki keterbatasan ketika digunakan secara terpisah. Thresholding cenderung gagal saat terjadi variasi pencahayaan dalam citra, sedangkan Canny tidak selalu menghasilkan segmentasi utuh karena hanya berfokus pada garis tepi [9] [10]. Dalam beberapa studi terdahulu, kombinasi kedua metode telah dicoba untuk meningkatkan akurasi segmentasi, namun pendekatan tersebut masih terbatas pada parameter statis dan kurang adaptif terhadap jenis citra yang beragam [11].

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada optimalisasi alur segmentasi dengan menggabungkan metode Canny dan Thresholding dalam kerangka kerja adaptif berbasis Python [12]. Optimalisasi tidak hanya dilakukan melalui pemrosesan berurutan, tetapi juga mencakup analisis histogram untuk penyesuaian nilai ambang secara otomatis, serta filtering tambahan sebelum dan sesudah proses deteksi tepi [13]. Hal ini dirancang untuk mengatasi kesenjangan dalam penelitian sebelumnya yang umumnya masih bergantung pada nilai parameter manual dan tidak mempertimbangkan kondisi dinamis dari berbagai tipe citra.

Alasan mendasar dilakukannya penelitian ini adalah tingginya kebutuhan akan metode segmentasi yang mampu bekerja dengan akurat pada citra nyata yang memiliki berbagai tingkat kompleksitas, terutama pada bidang-bidang kritikal seperti pengolahan citra medis dan keamanan digital. Kombinasi metode Canny dan Thresholding diyakini dapat saling melengkapi, di mana Canny berfungsi menangkap kontur halus, sementara Thresholding mempertegas batas antara objek dan latar [14]. Akan tetapi, pendekatan ini memerlukan desain proses yang optimal, baik dari segi urutan pemrosesan maupun pemilihan parameter, agar dapat menghasilkan performa segmentasi yang maksimal [15].

Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil segmentasi menjadi lebih presisi dan generalis terhadap beragam jenis citra, tanpa perlu penyesuaian manual parameter oleh pengguna. Keluaran dari penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoritis terhadap bidang pengolahan citra, tetapi juga berpotensi diaplikasikan dalam sistem nyata yang membutuhkan proses segmentasi otomatis seperti drone vision, deteksi objek di jalan raya, dan klasifikasi sel kanker pada citra mikroskopis. Kebaruan pendekatan ini akan diuji melalui perbandingan performa terhadap metode konvensional serta implementasi nyata dalam proyek Python untuk memastikan efisiensi dan skalabilitas sistem.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen berbasis pengolahan citra digital yang bertujuan untuk mengoptimalkan segmentasi objek dalam gambar menggunakan kombinasi metode Canny Edge Detection dan Thresholding Otsu. Segmentasi dilakukan untuk mengekstrak tepi dan area penting dari objek citra (dalam hal ini objek buah jeruk), yang nantinya dapat digunakan untuk aplikasi lanjutan seperti klasifikasi, deteksi objek, atau analisis visual lainnya. Penelitian ini menitikberatkan pada bagaimana kedua metode dapat dikombinasikan secara efektif untuk menghasilkan segmentasi yang tajam dan jelas terhadap bentuk objek.

Langkah awal dimulai dengan memuat gambar dan mengubah ukuran citra agar tidak membebani proses komputasi. Gambar kemudian dikonversi dari format BGR menjadi grayscale menggunakan fungsi `cv2.cvtColor()`. Proses ini bertujuan untuk menyederhanakan informasi warna menjadi tingkat keabuan sebagai dasar untuk deteksi tepi dan threshold. Setelah dikonversi, dilakukan reduksi noise menggunakan filter bilateral (`cv2.bilateralFilter()`), yang mampu menghaluskan citra tanpa menghilangkan tepi objek. Proses ini penting untuk mempersiapkan citra sebelum diterapkan metode segmentasi.

Tahap utama dari penelitian adalah proses segmentasi dengan dua pendekatan. Pertama, digunakan metode Canny Edge Detection (`cv2.Canny()`), yang bekerja berdasarkan gradasi intensitas untuk mendeteksi tepi objek. Nilai ambang bawah dan atas yang digunakan adalah 120 dan 255. Kedua, dilakukan segmentasi citra menggunakan metode Thresholding Otsu (`cv2.threshold()`), yang secara otomatis menentukan ambang batas optimal berdasarkan distribusi histogram piksel. Hasil dari kedua metode ini kemudian diproses lebih lanjut untuk menghasilkan segmentasi yang memperjelas batas objek.

Hasil dari proses Canny maupun Thresholding digunakan untuk mengekstraksi kontur dengan fungsi `cv2.findContours()`. Dari seluruh kontur yang terdeteksi, hanya 30 kontur terbesar berdasarkan luas area yang dipertahankan, sesuai dengan urutan kontur yang diurutkan menggunakan `cv2.contourArea()`. Selanjutnya, hasil segmentasi dari kedua metode tersebut digabungkan menggunakan operasi logika `cv2.bitwise_and()` guna memperoleh citra hasil segmentasi gabungan yang lebih tajam dan informatif. Penggabungan ini bertujuan untuk memaksimalkan kelebihan masing-masing metode dalam menyoroti batas objek dan area penting dalam citra.

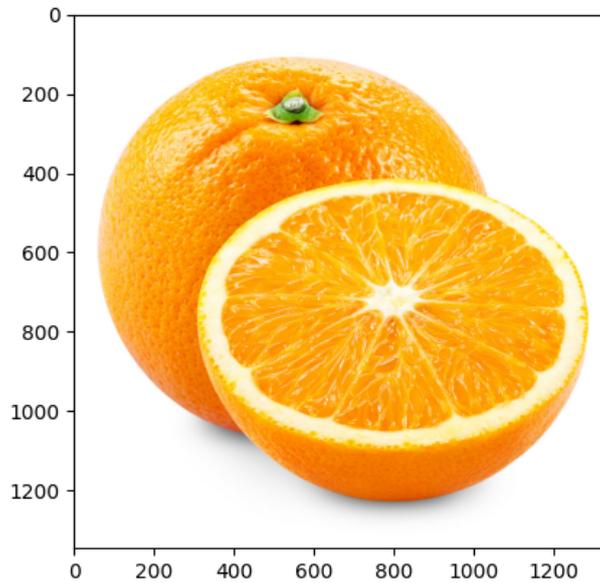
Setiap proses divisualisasikan secara bertahap dengan fungsi `cv2.imshow()` agar hasil dapat diamati langsung pada setiap tahap transformasi. Proses ini dapat direplikasi untuk citra lain dengan struktur dan parameter yang sama. Seluruh proses mencakup input gambar, konversi ke grayscale, filter bilateral, segmentasi Canny dan Thresholding, ekstraksi kontur, serta penggabungan hasil. Alur ini dibuat modular agar mudah diimplementasikan ulang untuk eksperimen atau dataset yang lebih besar. Dengan pendekatan ini, peneliti lain dapat mereproduksi proses secara utuh dan sistematis.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Gambar Citra Input

Gambar pada Gambar 3.1 merupakan citra asli yang digunakan sebagai input dalam proses segmentasi. Citra ini merupakan gambar digital dari buah jeruk, yang terdiri atas satu buah jeruk utuh dan satu potongan jeruk dengan tampilan bagian dalamnya. Gambar ini dipilih karena memiliki karakteristik visual yang kontras dan jelas antara objek utama (jeruk) dan latar belakangnya yang polos dan terang. Karakteristik ini penting dalam proses segmentasi karena membantu metode deteksi tepi dan threshold dalam membedakan batas objek secara akurat.

Resolusi gambar sebelum dilakukan praproses adalah cukup tinggi, yaitu sekitar 1300 piksel secara horizontal dan 1250 piksel secara vertikal. Namun, untuk efisiensi pemrosesan dan standarisasi ukuran citra, gambar ini diubah ukurannya (resize) menjadi lebar 500 piksel menggunakan fungsi `imutils.resize()` dalam Python, dengan mempertahankan rasio aspek agar bentuk objek tidak terdistorsi. Proses ini penting agar citra dapat diproses lebih cepat tanpa mengorbankan kualitas fitur visual.

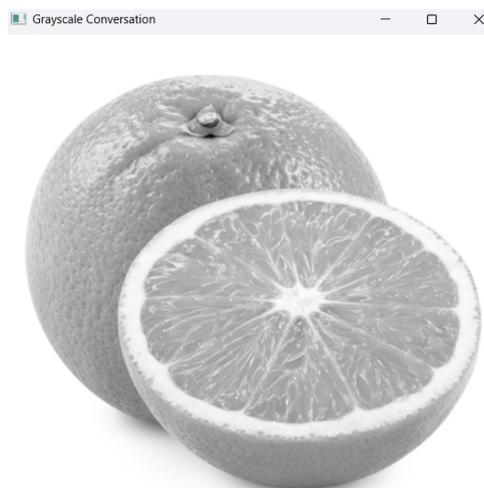


Gambar 1. Gambar Citra Input Yang Digunakan

Pemilihan citra jeruk juga didasarkan pada tekstur permukaan buah yang memiliki variasi kontras yang jelas, baik pada kulit maupun bagian dalam jeruk, sehingga sangat sesuai untuk pengujian efektivitas metode Canny Edge Detection dan Thresholding Otsu. Gambar ini menjadi dasar untuk seluruh tahap segmentasi, mulai dari konversi ke grayscale, filtering, hingga deteksi tepi dan binarisasi. Dengan citra yang jelas dan informatif seperti ini, proses evaluasi hasil segmentasi dapat dilakukan dengan lebih objektif.

3.2. Gambar Citra Grayscale

Setelah memperoleh citra asli, langkah pertama dalam praprosesan adalah mengubah citra berwarna (RGB) menjadi citra keabuan atau grayscale. Konversi ini bertujuan untuk menyederhanakan informasi visual dengan menghilangkan komponen warna dan hanya mempertahankan intensitas cahaya tiap piksel. Gambar grayscale hanya memiliki satu kanal intensitas, sehingga mempercepat dan mempermudah proses pengolahan citra lanjutan seperti filtering dan deteksi tepi.

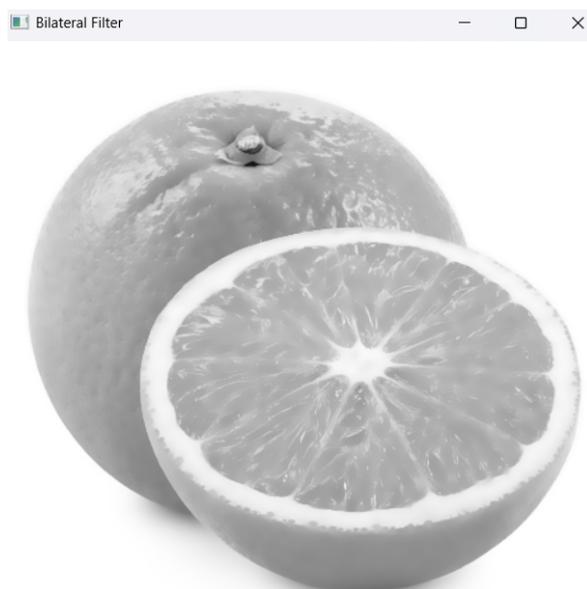


Gambar 2. Hasil Dari Proses Konversi Grayscale

Pada Gambar 2, terlihat hasil dari proses konversi grayscale. Objek jeruk yang semula memiliki warna oranye cerah kini direpresentasikan dalam skala abu-abu, dengan bagian tengah buah tampak lebih terang dibanding kulit bagian luar. Informasi intensitas ini sangat penting untuk tahap segmentasi, karena perbedaan kontras antara bagian terang dan gelap menjadi indikator awal dalam mendeteksi tepi objek.

3.3. *Gambar Citra Setelah Bilateral Filter*

Setelah gambar diubah ke dalam skala abu-abu, dilakukan tahap bilateral filtering seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Teknik ini merupakan metode penyiangan non-linear yang secara simultan mempertahankan tepi objek sambil menghaluskan permukaan atau area yang homogen. Berbeda dengan filter konvensional seperti Gaussian blur yang cenderung mengaburkan seluruh gambar termasuk tepi, bilateral filter mampu menjaga kejelasan batas antara objek dan latar belakang.



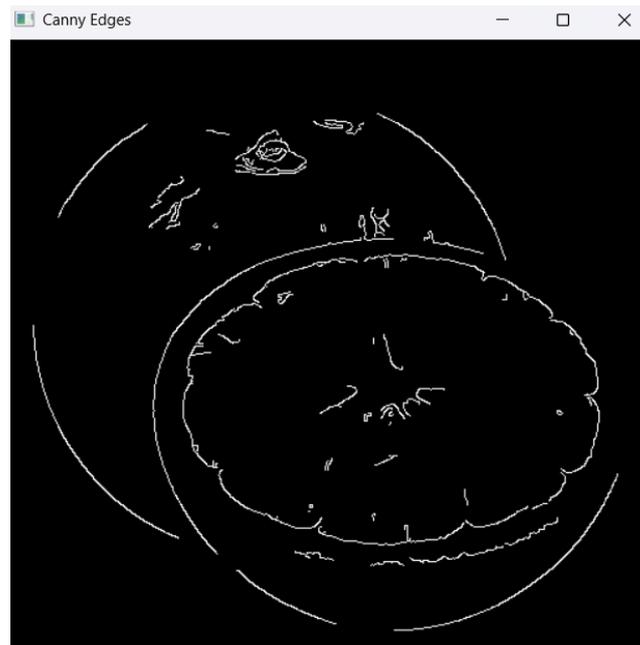
Gambar 3. Hasil Dari Proses Konversi Bilateral Filter

Dalam konteks segmentasi citra jeruk, bilateral filter membantu mengurangi noise dan detail kecil pada permukaan jeruk tanpa menghilangkan tepi utama buah. Hal ini sangat krusial karena tepi yang tajam dibutuhkan dalam proses selanjutnya, yakni deteksi tepi menggunakan metode Canny dan thresholding. Dengan hasil smoothing yang optimal, proses deteksi tepi dapat lebih akurat dan stabil, menghindari kesalahan akibat detail kecil atau tekstur yang tidak relevan.

3.4. *Citra Hasil Deteksi Tepi dengan Canny*

Setelah citra diproses dengan bilateral filter, tahap selanjutnya adalah deteksi tepi menggunakan algoritma Canny Edge Detection. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi batas-batas objek dalam citra berdasarkan perubahan intensitas piksel yang tajam. Metode Canny dikenal memiliki performa yang baik dalam mendeteksi tepi karena menggunakan pendekatan multi-tahapan, termasuk smoothing, gradient calculation, non-maximum suppression, dan hysteresis thresholding.

Gambar 4 menampilkan hasil deteksi tepi menggunakan algoritma Canny. Dari gambar tersebut terlihat bahwa tepi buah jeruk, baik bagian luar maupun dalam, berhasil dikenali dengan jelas sebagai garis putih di atas latar belakang hitam. Proses ini sangat penting untuk tahap segmentasi berikutnya karena garis tepi ini akan menjadi referensi dalam memisahkan objek utama dari latar belakang.



Gambar 4. Citra Hasil Deteksi Tepi dengan Canny

Penggunaan metode Canny memberikan hasil deteksi tepi yang lebih halus dan akurat, terutama setelah gambar sebelumnya telah disaring dengan bilateral filter untuk mengurangi noise. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ini mampu mengekstraksi kontur penting dari objek buah jeruk secara detail tanpa banyak gangguan dari tekstur permukaan atau bayangan.

3.5. Citra Hasil Thresholding Dengan Otsu

Setelah dilakukan proses deteksi tepi, tahap selanjutnya adalah thresholding untuk mengubah citra menjadi biner, yaitu hanya terdiri dari dua warna: hitam dan putih. Teknik thresholding yang digunakan pada gambar ini adalah metode Otsu, yang secara otomatis menentukan nilai ambang (threshold) optimal berdasarkan histogram piksel dari citra grayscale.



Gambar 5. Citra Hasil Thresholding Dengan Otsu

Gambar 5 menunjukkan hasil thresholding menggunakan metode Otsu. Dalam gambar tersebut, objek utama (buah jeruk) direpresentasikan dengan warna hitam pekat, sedangkan latar belakang tampil berwarna putih. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memisahkan objek (foreground) dari latar belakang (background) secara tegas, sehingga objek dapat dikenali atau dianalisis lebih lanjut pada tahap berikutnya seperti deteksi fitur atau klasifikasi.

Metode Otsu bekerja dengan cara meminimalkan varians dalam-kelas (intra-class variance) dan memaksimalkan varians antar-kelas (inter-class variance), sehingga hasil segmentasinya lebih akurat dibanding thresholding manual. Dengan cara ini, bagian jeruk yang memiliki kontras tinggi terhadap latar belakang dapat dibedakan dengan jelas, meskipun terdapat variasi pencahayaan atau tekstur.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan tahapan pemrosesan citra digital, yaitu konversi ke grayscale, penerapan bilateral filter, deteksi tepi menggunakan metode Canny, dan segmentasi dengan metode thresholding Otsu, mampu menghasilkan citra yang lebih terstruktur dan siap untuk tahap analisis lanjutan. Konversi grayscale menyederhanakan informasi warna pada gambar tanpa kehilangan detail penting dari objek. Penerapan bilateral filter terbukti efektif dalam mereduksi noise sekaligus mempertahankan tepi objek, sehingga menghasilkan citra yang lebih halus namun tetap tajam pada bagian penting. Deteksi tepi menggunakan metode Canny berhasil menyoroti kontur utama objek dengan jelas, sedangkan thresholding Otsu memisahkan objek dari latar belakang secara optimal menjadi citra biner. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi metode-metode ini memiliki potensi besar untuk digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra, seperti klasifikasi objek, sistem inspeksi visual, maupun segmentasi dalam sistem pengenalan objek berbasis machine learning. Implikasi dari penelitian ini dapat diterapkan secara praktis dalam bidang industri, pertanian, maupun kesehatan yang membutuhkan ekstraksi fitur dari objek berbasis citra digital.

Referensi

- [1] H. Fitriyah and R. C. Wihandika, *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Universitas Brawijaya Press, 2021.
- [2] R. Dijaya and H. Setiawan, "Buku Ajar Pengolahan Citra Digital," *Umsida Press*, pp. 1–85, 2023.
- [3] F. Jiang, G. Wang, P. He, C. Zheng, Z. Xiao, and Y. Wu, "Application of canny operator threshold adaptive segmentation algorithm combined with digital image processing in tunnel face crevice extraction," *J. Supercomput.*, vol. 78, no. 9, pp. 11601–11620, 2022.
- [4] N. A. Batubara, R. M. Awangga, and S. F. Pane, *Perbandingan Faster R-CNN dengan SSD Mobilenet Untuk Mendeteksi Plat Nomor*, vol. 1. Kreatif, 2020.
- [5] R. Damanik, "IMAGE DETECTION EDGE IMAGE USING CANNY EDGE ALGORITHM," *J. Artif. Intell. Eng. Appl.*, vol. 1, no. 3, pp. 248–255, 2022.
- [6] J. Ababneh, A. Abu-Jassar, S. Abuowaida, V. Liubchenko, and V. Lyashenko, "Evaluation of Three Different Operators for Object Highlighting in Medical RGB Images: Canny, Roberts, and LoG in Independent Color Spaces," in *2024 25th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)*, IEEE, 2024, pp. 1–7.
- [7] M. Amiribrahimabadi, Z. Rouhi, and N. Mansouri, "A comprehensive survey of multi-level thresholding segmentation methods for image processing," *Arch. Comput. Methods Eng.*, vol. 31, no. 6, pp. 3647–3697, 2024.
- [8] J. C. K. Tan *et al.*, "Visual field testing in glaucoma using the Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA)," *Surv. Ophthalmol.*, vol. 70, no. 1, pp. 141–152, 2025.
- [9] Y. Wang *et al.*, "Freematch: Self-adaptive thresholding for semi-supervised learning," *arXiv Prepr. arXiv2205.07246*, 2022.
- [10] H. Agrawal and K. Desai, "Canny edge detection: A comprehensive review," *Int. J. Tech. Res. Sci.*, vol. 9, pp. 27–35, 2024.
- [11] D. Dhillon and R. Chouhan, "Enhanced edge detection using SR-guided threshold maneuvering and window mapping: Handling broken edges and noisy structures in canny edges," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 11191–11205, 2022.
- [12] Y. Marine, "Penerapan Algoritma Deteksi Tepi Canny Menggunakan Python dan Opencv," *Smart Techno (Smart Technol. Informatics Technopreneurship)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [13] N. Rahayu, "Aggarwal, CC (2018). Artificial Neural Network and Deep Learning. Springer. Anderson, JA (1995). An Introduction to Neural Networks. The MIT Press. Bahdanau, D., Cho, K., & Bengio, Y.(2015). Neural Machine Translation," *Deep Learn. Teor. Algorit. dan Apl.*, vol. 9, p. 56, 2025.
- [14] N. Tao, "Enhanced Canny Algorithm for Image Edge Detection in Print Quality Assessment," *Trait. du Signal*, vol. 40, no. 3, p. 1281, 2023.
- [15] H. Zhang, C. Liu, L. Feng, and Y. Yu, "Improved Canny Edge Detection Algorithm," in *2024 9th International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS)*, IEEE, 2024, pp. 676–679.