

**PERBANDINGAN METODE PREWITT, SOBEL, DAN
FREI-CHEN DALAM DETEKSI TEPI CITRA X-RAY
TULANG MANUSIA**

JURNAL PERPUSTAKAAN



Oleh :

EXACTA BUNAYYA ALDERO

06.2021.1.07491

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT TEKNOLOGI ADHI TAMA SURABAYA**

2025

PERBANDINGAN METODE PREWITT, SOBEL, DAN FREI-CHEN DALAM DETEKSI TEPI CITRA X-RAY TULANG MANUSIA

Exacta Bunayya Aldero, NPM : 06.2021.1.07491

Dr. Tutuk Indriyani, S.T.,M.Kom., NIP : 411211000024

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi

exactaaldero@gmail.com

ABSTRAK

Deteksi tepi merupakan salah satu tahap yang sangat penting dalam pengolahan citra digital, terutama pada analisis citra medis seperti citra X-ray tulang manusia. Deteksi tepi yang baik akan sangat membantu dalam proses analisis lebih lanjut, seperti segmentasi citra dan identifikasi adanya retakan atau patahan pada tulang. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat akurasi tiga metode deteksi tepi yaitu metode Prewitt, Sobel, dan Frei-Chen. Tahapan penelitian diawali dengan proses preprocessing citra, yang meliputi cropping, resize, peningkatan kualitas citra menggunakan metode *Combination of Contrast and Brightness* dan merubah ke citra Gray. Hasil citra yang telah dilakukan preprosessing kemudian diproses menggunakan ketiga metode deteksi tepi tersebut. Setiap hasil deteksi dibandingkan dengan ground truth untuk mengukur tingkat ketepatan menggunakan Confusion Matrix, dengan parameter akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. Berdasarkan hasil pengujian, ketiga metode menunjukkan performa yang baik dengan tingkat akurasi di atas 97%. Metode Prewitt 97.70, Sobel 97.84, dan Frei-Chen 97.70. Namun, metode Sobel menunjukkan hasil paling optimal karena mampu menghasilkan tepi citra yang lebih halus, tajam, dan menyerupai struktur asli tulang manusia. Dengan demikian, metode Sobel direkomendasikan sebagai metode terbaik untuk proses deteksi tepi pada citra X-ray tulang manusia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem analisis citra medis yang lebih akurat dan efisien di masa mendatang.

Kata kunci: Deteksi tepi, Citra x-ray, Prewitt, Sobel, Frei-Chen, Confusion Matrix

COMPARISON OF PREWITT, SOBEL, AND FREI-CHEN METHODS IN EDGE DETECTION OF HUMAN BONE X-RAY IMAGES

Exacta Bunayya Aldero, Student ID : 06.2021.1.07491

Dr. Tutuk Indriyani, S.T.,M.Kom., Advisor ID : 411211000024

Department of Informatics Engineering

Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

exactaaldero@gmail.com

ABSTRACT

Edge detection plays a crucial role in digital image processing, particularly in medical image analysis such as human bone X-rays. Effective edge detection greatly supports further processes, including image segmentation and the identification of bone cracks or fractures. This study compares the accuracy of three edge detection methods: Prewitt, Sobel, and Frei-Chen. The research process began with image pre-processing, which involved cropping, resizing, improving image quality using the Combination of Contrast and Brightness method, and converting images to grayscale. After pre-processing, the images were processed using the three edge detection methods. The resulting images were compared with the ground truth to evaluate accuracy through a confusion matrix, using parameters such as accuracy, sensitivity, and specificity. The results indicate that all three methods performed well, achieving accuracy levels above 97%. The Prewitt method got 97.70%, the Sobel method got 97.84%, and the Frei-Chen method got 97.70%. Among them, the Sobel method delivered the most optimal results, producing smoother and sharper edges that closely resembled the original bone structure. Therefore, the Sobel method is recommended as the most effective technique for edge detection in human bone X-ray images. This investigation serves as an invaluable guide for developing more accurate and efficient medical image analysis systems in the future.

Keywords: Edge detection, X-ray image, Prewitt, Sobel, Frei-Chen, Confusion Matrix

Translated by



ITATS Language Centre

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Citra X-ray merupakan salah satu modalitas pencitraan medis yang penting untuk mendiagnosis kondisi tulang manusia(Permata, 2016). Namun, kualitas citra X-ray sering mengalami penurunan akibat berbagai faktor seperti noise, rendahnya tingkat kontras, serta intensitas cahaya yang tidak merata(kuatul Awwalin et al., 2021). Oleh karena itu, teknik deteksi tepi diperlukan untuk memperjelas batas objek serta memisahkan struktur tulang dari latar belakang sehingga informasi diagnostik dapat diperoleh secara lebih akurat(Kusuma & Ellyana, 2018). Deteksi tepi memiliki peran penting dalam proses segmentasi citra dan ekstraksi fitur, yang kemudian dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra medis seperti identifikasi kelainan tulang(Pangaribuan, 2019). Terdapat beberapa metode deteksi tepi yang umum digunakan, di antaranya Prewitt, Sobel, dan Frei-Chen. Ketiga metode ini menggunakan operator berbasis kernel konvolusi 3×3 untuk menghitung perubahan intensitas piksel sehingga mampu mendeteksi batas antar objek(Faradilla et al., 2022). Penelitian mengenai operator deteksi tepi telah banyak dilakukan. Operator Sobel dikenal memberikan hasil yang lebih halus dan stabil berkat bobot kernel yang lebih besar pada arah gradien utama(Supriyatn, 2020). Metode Prewitt memiliki struktur kernel yang lebih sederhana sehingga komputasinya lebih ringan, tetapi sensitif terhadap noise(Putra et al., 2021). Sementara itu, Frei-Chen menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dengan memanfaatkan himpunan basis vektor yang mampu mendeteksi arah tepi secara lebih adaptif(Saputra & Sumijan, 2022). Meskipun demikian, belum banyak penelitian yang secara spesifik membandingkan ketiga metode tersebut pada citra X-ray tulang manusia yang telah melalui proses enhancement(Dr. Ir. Sumijan, 2021). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa metode Prewitt, Sobel, dan Frei-Chen setelah melalui tahapan preprocessing berupa cropping, resize, grayscale, histogram equalization, serta kombinasi contrast dan brightness. Evaluasi dilakukan untuk menentukan metode yang paling efektif dalam mendeteksi tepi struktur tulang pada citra X-ray(Jurusan & Komputer, 2019).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Deteksi Tepi

Deteksi tepi adalah proses menemukan perubahan intensitas terang-gelap yang signifikan pada citra. Tepi mewakili batas objek dan struktur penting dalam citra. Teknologi ini digunakan dalam segmentasi citra medis untuk mengidentifikasi tulang, organ, dan jaringan tubuh lainnya(Fadjeri et al., 2022).

Metode Prewitt

Prewitt merupakan operator gradien yang mendekripsi perubahan intensitas menggunakan dua kernel konvolusi horizontal dan vertikal(Affifah et al., 2022). Metode ini sederhana dalam implementasi tetapi cukup sensitif terhadap noise.

Metode Sobel

Operator Sobel merupakan pengembangan dari Prewitt dengan menambahkan bobot pada bagian tengah kernel. Hal ini membuat Sobel lebih halus dan stabil terhadap noise serta sering digunakan dalam deteksi tepi citra medis(Supiyandi Supiyandi et al., 2024).

Metode Frei-Chen

Frei-Chen adalah operator deteksi tepi berbasis 9 kernel yang mengkombinasikan komponen smoothing dan edge extraction. Metode ini lebih fleksibel serta dapat mendekripsi tepi dengan berbagai orientasi(Pangaribuan & Sitohang, 2023).

MSE dan PSNR

MSE dan PSNR digunakan untuk mengukur kualitas citra hasil enhancement. MSE menunjukkan perbedaan rata-rata piksel antara citra asli dan citra hasil peningkatan kualitas, sedangkan PSNR mengukur rasio antara sinyal dan noise, semakin tinggi nilai PSNR, kualitas citra semakin baik(Husni & Adrial, 2022).

Ground Truth

Ground truth merupakan citra acuan yang menunjukkan batas objek yang benar. Dalam deteksi tepi, ground truth berfungsi sebagai pembanding untuk menghitung true positive (TP), false positive (FP), true negative (TN), dan false negative (FN)(Wisnu Agung Sucipto et al., 2025).

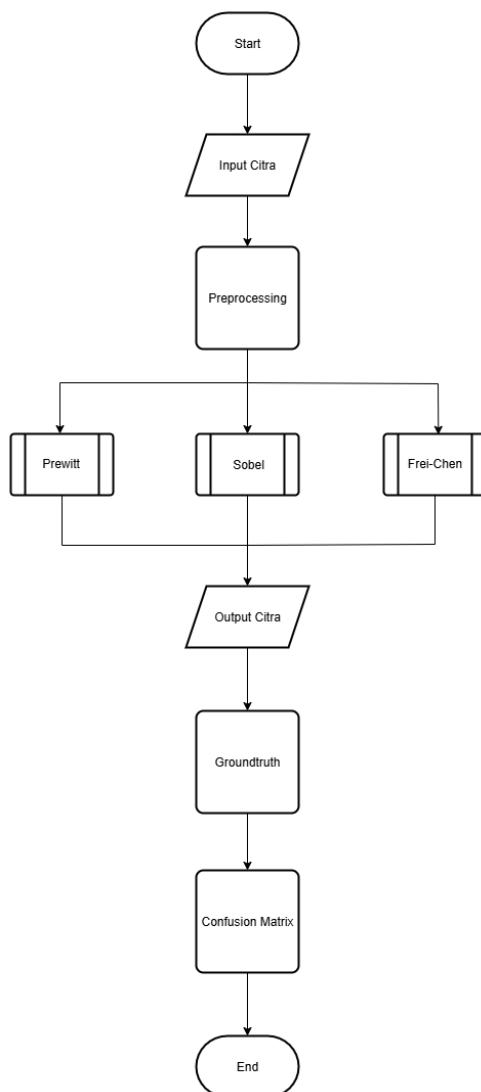
Confusion Matrix

Confusion matrix digunakan untuk mengukur performa segmentasi atau deteksi tepi. Parameter yang dihitung antara lain akurasi (tingkat ketepatan), sensitivitas (kemampuan mendeteksi tepi yang benar), dan spesifisitas (kemampuan mengenali daerah bukan tepi)(Utari & Zulfikar, 2023).

III. METODE PENELITIAN

Dataset

Penelitian menggunakan 30 citra X-ray tulang manusia. Berikut bentuk Flowchart rancangan Sistem yang Digunakan di penelitian ini.



Gambar 1.1 Flowchart Rancangan Sistem

Proses penelitian dimulai dengan penerimaan citra X-ray tulang manusia sebagai data input. Citra kemudian melalui tahap preprocessing, meliputi resize untuk menyeragamkan ukuran dan konversi ke grayscale agar analisis fokus pada intensitas piksel. Selanjutnya dilakukan enhancement menggunakan kombinasi penyesuaian kontras dan kecerahan untuk memperjelas perbedaan antara tulang dan latar belakang. Setelah itu, citra diproses menggunakan tiga metode deteksi tepi Prewitt, Sobel, dan Frei-Chen yang bekerja dengan operator konvolusi untuk menampilkan struktur tepi. Hasil setiap metode dibandingkan dengan ground truth menggunakan confusion matrix untuk menghitung akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. Tahap akhir berupa analisis perbandingan performa ketiga metode dan penarikan kesimpulan mengenai metode deteksi tepi yang paling optimal.

Tahapan Preprocesing

1. Cropping

Menyesuaikan area citra agar fokus pada bagian tulang.

2. Resize

Mengubah ukuran citra menjadi ukuran yang seragam, misalnya 400×400 piksel.

3. Grayscale

Mengubah citra menjadi citra keabuan.

4. Enhancement

Dilakukan dengan histogram adjustment dan kombinasi contrast & brightness untuk memperjelas struktur tulang.

Metode Deteksi Tepi

1. Prewitt

Proses dimulai ketika sistem menerima citra sebagai input, kemudian langsung melakukan perhitungan nilai piksel menggunakan konvolusi dengan kernel Prewitt. Pada tahap ini, setiap piksel dikalikan dengan nilai kernel untuk menghitung gradien horizontal (G_x) dan vertikal (G_y). Setelah kedua gradien diperoleh, magnitudo tepi dihitung menggunakan rumus :

$$G(x, y) = \sqrt{(G_x)^2 + (G_y)^2}$$

yang menunjukkan kekuatan perubahan intensitas pada citra. Semakin besar nilai magnitudo, semakin besar kemungkinan piksel tersebut merupakan tepi objek. Hasil akhirnya berupa citra dengan tepi yang terdeteksi menggunakan operator Prewitt, yang kemudian dikembalikan ke sistem untuk analisis atau pemrosesan lebih lanjut.

2. Sobel

Proses dimulai dengan menerima citra sebagai input, kemudian sistem menghitung nilai piksel menggunakan konvolusi dengan kernel Sobel. Setiap piksel dikalikan dengan nilai kernel untuk memperoleh gradien horizontal (G_x) dan vertikal (G_y), yang merepresentasikan perubahan intensitas pada citra. Setelah kedua gradien dihitung, magnitudo gradien ditentukan menggunakan rumus :

$$G(x, y) = \sqrt{(G_x)^2 + (G_y)^2}$$

Nilai magnitudo yang tinggi menandakan area tepi objek. Hasil akhirnya berupa citra yang menampilkan tepi objek hasil deteksi metode Sobel, kemudian dikembalikan ke sistem untuk langkah selanjutnya.

3. Frei-chen

Proses dimulai ketika sistem menerima citra sebagai input, lalu menghitung nilai piksel menggunakan konvolusi dengan kernel Frei-Chen. Kernel ini digunakan untuk memperoleh gradien horizontal (G_x) dan vertikal (G_y), yang menunjukkan perubahan intensitas pada citra. Setelah gradien dihitung, magnitudo tepi ditentukan menggunakan rumus :

$$G(x, y) = \sqrt{(G_x)^2 + (G_y)^2}$$

yang menandakan kekuatan transisi antar piksel. Hasil akhirnya berupa citra yang menampilkan tepi objek yang terdeteksi dengan metode Frei-Chen. Citra output kemudian dikembalikan ke sistem untuk evaluasi atau proses lanjutan.

Confusion Matrix

Setiap citra X-ray memiliki pasangan citra ground truth yang berisi garis tepi tulang yang benar. Ground truth digunakan sebagai acuan dalam menghitung TP, FP, TN, dan FN pada confusion matrix, sehingga nilai akurasi, sensitivitas, dan spesifitas dapat dihitung secara tepat.

Konvusi di hitung dengan menggunakan rumus:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)} \times 100\%$$

$$Spesifitas = \frac{TN}{(FP + TN)} \times 100\%$$

$$Sensitifitas = \frac{TP}{(TP + FN)} \times 100\%$$

IV. PERANCANGAN DAN HASIL

Hasil Preprosesing

Tabel 1.1 Implementasi Combination of Contrast and Brightness

No	Citra Asli	Resize	Grayscale	Enhancement
1				

Hasil Deteksi Tepi

Tabel 1.2 Segmentasi Frei-Chen, Prewitt, Sobel

No	Prewitt	Sobel	Frei-Chen
1			

Hasil Groundtruth

Tabel 1.3 Implementasi Groundtruth

No	Citra Asli	Prewitt	Sobel	Frei-Chen
1				

Tabel 1.4 Komparasi Nilai Rata-Rata 3 Metode Deteksi Tepi

Metode Deteksi Tepi	Rata-Rata Nilai 3 Metode		
	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
Frei-chen	97.70	96.49	98.06
Prewitt	97.70	96.64	98.03
Sobel	97.84	96.78	98.17

Berdasarkan hasil evaluasi metode Sobel memiliki performa terbaik dengan akurasi tertinggi dan batas tepi yang lebih konsisten. Meskipun demikian, ketiga metode terbukti efektif dengan perbedaan performa yang tidak terlalu signifikan.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membandingkan metode Prewitt, Sobel, dan Frei-Chen dalam mendeteksi tepi pada citra X-ray tulang manusia. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan confusion matrix, ketiga metode memiliki performa yang baik dengan akurasi di atas 97%. Dari ketiganya, metode Sobel memberikan hasil paling optimal dengan akurasi 97,84%, sensitivitas 96,78%, dan spesifisitas 98,17%. Hal ini menunjukkan bahwa Sobel lebih unggul dalam mendeteksi tepi struktur tulang dibandingkan dua metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Affifah, D. D., Permanasari, Y., Matematika, R. P., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2022). *Bandung Conference Series: Mathematics Teknik Konvolusi pada Deep Learning untuk Image Processing*. <https://doi.org/10.29313/bcsm.v2i2.4527>
- Dr. Ir. Sumijan, & P. P. A. (2021). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Penerapan dalam Bidang Citra Medis*.
- Fadjeri, A., Saputra, B. A., Adri Ariyanto, D. K., & Kurniatin, L. (2022). Karakteristik Morfologi Tanaman Selada Menggunakan Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Ilmiah SINUS*, 20(2), 1. <https://doi.org/10.30646/sinus.v20i2.601>
- Faradilla, P., Fadillah Rezky, S., Hamdani, R., Informasi, S., & Triguna Dharma, S. (2022). Implementasi Metode Kernel Konvolusi Dan Contrast Stretching Untuk Perbaikan Kualitas Citra Digital. *JURNAL SISTEM INFORMASI TGD*, 1(6), 865. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- Husni, H. A., & Adrial, R. (2022). Analisis Perbandingan Pendekripsi Tepi Citra CT Simulator pada Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Robert, Sobel, Prewitt dan Canny. *Jurnal Fisika Unand*, 12(1), 22–28. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.1.22-28.2023>
- Jurusan, Y. N. N., & Komputer, I. (2019). PENGOLAHAN CITRA DIGITAL PERBANDINGAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN SPESIFICATION PADA CITRA ABU-ABU. *J-ICON*, 7(1), 87–95.
- Kusuma, A. W., & Ellyana, R. L. (2018). PENERAPAN CITRA TERKOMPRESI PADA SEGMENTASI CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS. *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, 2(1), 65–74. <https://doi.org/10.21460/jutei.2018.21.65>
- Pangaribuan, H. (2019). Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra.
- Pangaribuan, H., & Sitohang, S. (2023). Peningkatan Kualitas Deteksi Tepi dengan Metode Segmentasi Citra. *Remik*, 7(1), 591–601. <https://doi.org/10.33395/remik.v7i1.12050>
- Permata, E. (2016). *Journal homepage: jurnal.untirta.ac.id/index*. 1(1), 1–14.
- Putra, A., Sihombing, V., & Munandar, M. H. (2021). RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA PREWITT.

Jurnal Teknik Informasi Dan Komputer (Tekinkom), 4(1), 83–87.
<https://doi.org/10.37600/tekinkom.v4i1.214>

Rizqiatul Awwalin, A., Setiawati, E., & Choirul Anam, dan. (2021). *IMPLEMENTASI METODE CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN LAPLACIAN OF GAUSSIAN FILTER UNTUK PENINGKATAN KONTRAS CITRA CT* (Vol. 24, Issue 1).

Saputra, D., & Sumijan. (2022). Deteksi Tepi untuk Mengidentifikasi Kanker Ginjal Menggunakan Metode Sobel, Roberts dan Canny. *Jurnal Teknologi*, 48–54.
<https://doi.org/10.35134/jitekin.v12i2.69>

Supiyandi Supiyandi, Trisatin Panggabean, Nuzul Ramadhan, Sri Ratna Dewi, & Salsabila Yusra. (2024). Deteksi Tepi Sederhana Pada Citra Menggunakan Operator Sobel. *Repeater : Publikasi Teknik Informatika Dan Jaringan*, 2(3), 43–56.
<https://doi.org/10.62951/repeater.v2i3.90>

Supriyat, W. (2020). Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), 112–120.
<https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120>

Utari, L., & Zulfikar, A. (2023). *Penerapan Convolutional Neural Networks Menggunakan Edge Detection Untuk Identifikasi Motif Jenis Batik*. 13(1), 110–123.
<https://doi.org/10.36350/jbs.v13i1>

Wisnu Agung Sucipto, P., Firasanti, A., Amin Bakri, M., Ekawati, I., & Yaqin, K. (2025). Pelacakan Geometri Segitiga dan Lingkaran di Kawasan Tepi untuk Segmentasi Objek. *Jurnal Telematika*, 19(2).