

# SENASTIKA Universitas Malikussaleh

---

## DETEKSI TEPI GAMBAR KERANGKA MANUSIA MENGGUNAKAN METODE PREWITT

\*Hafizhah Haura<sup>1</sup>, Ivan Ghazi<sup>2</sup>, Lilis Mahara Ate<sup>3</sup>, Muhammad Nadir<sup>4</sup>, Munirul Ula<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh

Email: <sup>1</sup>[hafizhah.210170204.@mhs.unimal](mailto:hafizhah.210170204.@mhs.unimal) <sup>2</sup>[ivan.2000170241@mhs.unimal.ac.id](mailto:ivan.2000170241@mhs.unimal.ac.id),

<sup>3</sup>[lilis.210170199@mhs.unimal.ac.id](mailto:lilis.210170199@mhs.unimal.ac.id), <sup>4</sup>[muhammad.210170003@gmail.com](mailto:muhammad.210170003@gmail.com), <sup>5</sup>[munirulula@unimal.ac.id](mailto:munirulula@unimal.ac.id)

### Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, terutama dalam bidang kesehatan, semakin pesat, termasuk dalam kebutuhan akan alat pendeteksi yang meningkatkan efisiensi dan akurasi penanganan medis, khususnya dalam identifikasi struktur tubuh manusia. Pendekatan yang sering digunakan adalah sistem visual, yang terkadang menghasilkan gambar dengan kualitas rendah, seperti kabur (blurring). Untuk mengatasi masalah ini, tenaga medis dapat memanfaatkan teknologi pemrosesan citra digital, contohnya dalam mendeteksi tepi kerangka manusia untuk kasus seperti tulang retak. Berbagai teknik analisis citra diterapkan untuk menghasilkan gambar sesuai kebutuhan klinis, dengan penggunaan filter pada citra input sebagai salah satu cara untuk meningkatkan kualitas citra output. Citra, sebagai komponen penting dalam multimedia, kaya akan informasi, namun sering mengalami degradasi kualitas akibat noise atau kontras yang berlebihan. Salah satu metode yang efektif untuk mendeteksi tepi adalah filter Prewitt, yang membantu memperjelas kontur dengan memanfaatkan nilai filter tertentu pada citra masukan.

**Keywords:** : *Mendeteksi Gambar, Kerangka Manusia, Metode Prewitt*

---

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini, kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan sangat pesat, termasuk dalam bidang kesehatan. Kemajuan ini penting untuk mempercepat proses diagnosis dan meningkatkan akurasi dalam penanganan medis, khususnya dalam identifikasi penyakit pada manusia [1]. Tenaga medis, terutama yang bekerja di bidang radiologi, masih sering bergantung pada kemampuan visual mereka untuk menganalisis kerusakan tulang, meskipun kemampuan tersebut memiliki batasan [2]. Dalam hal ini, deteksi kondisi kerangka manusia, seperti tulang patah, retak, atau kering, memerlukan alat yang dapat memberikan gambar yang jelas [3].

Perkembangan teknologi saat ini juga memungkinkan sistem komputer untuk melakukan pengolahan data dengan komputasi tinggi, yang dapat meningkatkan kualitas informasi yang dihasilkan [4]. Salah satu jenis data ini adalah citra digital, yang dapat diproses untuk menghasilkan informasi yang lebih akurat dan efisien, sehingga mengurangi unsur subjektivitas dari pengguna [5]. Secara umum, citra merujuk pada gambar, dan secara khusus, ini adalah representasi visual dari objek atau beberapa objek. Citra memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari data teks, yaitu kaya akan informasi [6]. Namun, seringkali citra yang ada mengalami degradasi kualitas, seperti cacat atau derau (noise), warna yang terlalu kontras, kurang tajam, atau kabur (blurring), serta variasi dalam pose dan sudut pandang [7].

Untuk mengatasi masalah ini, teknologi citra digital muncul sebagai alat bantu yang efektif dalam memberikan gambaran yang lebih baik. Citra digital memungkinkan transformasi gambar ke dalam bentuk digital dan pelaksanaan berbagai operasi [1]. Penggunaan citra digital meluas di berbagai sektor, termasuk pendidikan, industri, hiburan, kesehatan, dan pertahanan. Untuk menghasilkan citra berkualitas, diperlukan berbagai proses, mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks, dengan penggunaan nilai filter yang sesuai [3].

Dalam naskah ini, peneliti akan menyusun bagian-bagian yang mencakup: Bagian II akan membahas karya-karya ilmiah terkait deteksi kerangka manusia oleh peneliti di seluruh dunia. Bagian III akan menjelaskan metodologi yang diusulkan dan data yang diperlukan, dengan penekanan pada kebaruan

pendekatan ini. Bagian IV akan mempresentasikan hasil eksperimen secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan metode Prewitt, diakhiri dengan kesimpulan dan saran di Bagian V.

Dalam analisis kerangka manusia, seperti tulang retak atau patah, tim medis umumnya menggunakan citra rontgen yang dihasilkan dari sinar-X. Namun, terkadang citra tersebut dapat memberikan hasil yang tidak akurat [1]. Citra rontgen dapat diubah menjadi citra digital melalui pemindaian atau pengambilan foto ulang, diikuti dengan pengubahan ukuran menjadi 200x300 piksel melalui cropping. Selanjutnya, citra tulang dikonversi ke dalam format grayscale, dan proses deteksi tepi dilakukan menggunakan metode Prewitt [8]. Dalam penelitian ini, peneliti akan menerapkan filter Prewitt untuk mendeteksi tepi gambar kerangka manusia, sehingga menghasilkan citra keluaran sesuai dengan nilai filter yang diterapkan pada citra masukan. Hasil dari analisis ini akan digunakan sebagai dasar untuk menarik kesimpulan. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Deteksi Tepi Gambar Kerangka Manusia dengan Metode Prewitt.”

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Analisa Data

Adapun data- data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa jenis penyakit yang terdapat pada kerangka atau tulang manusia dengan deteksi gambar (citra). Sampel yang akan digunakan dari jenis gambar penyakit pada kerangka manusia tersebut untuk Covid Skeleton 3616 gambar , Lung Opacity Skeleton 6012 gambar, Normal Skeleton 10192 gambar, Viral Pnuemonia Skeleton 1345 gambar, kemudian dilakukan tahap mengelompokkan dan memberi label pada jenis penyakit.

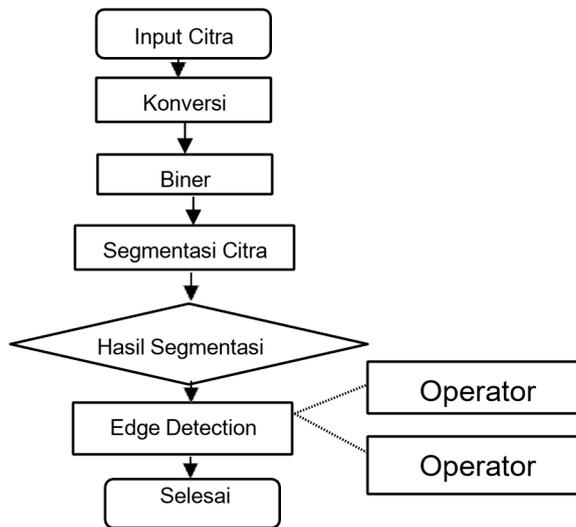
Name Image	Category	Number Of Images
Skeleton	Covid	3616
	Lung Opacity	6012
	Normal	10192
	Viral Pnuemonia	1345
Total		21165

Tabel 1. Analisa Data

Berdasarkan data yang ditemukan, jadi total data yang digunakan yaitu 529 citra yang dibagi menjadi 4 validasi. Data ini nantinya yang akan dianalisis menggunakan metode Prewitt.

### 2.2 Metode Prewitt

Metode penelitian, menurut Sugiyono (2015:2), adalah pendekatan ilmiah yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan tujuan dan manfaat tertentu. Penelitian ini mengadopsi pendekatan campuran yang menggabungkan elemen kualitatif. Pelacakan tepi adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi perubahan intensitas lokal yang berbeda dalam sebuah citra. Gradien dapat dipahami sebagai ukuran perubahan dalam fungsi intensitas, di mana sebuah citra dianggap sebagai kumpulan fungsi intensitas yang berkesinambungan [10]. Perubahan mendadak dalam nilai intensitas citra dapat dideteksi melalui estimasi diskrit pada gradien tersebut. Dalam hal ini, gradien merupakan representasi dua dimensi dari turunan pertama yang dinyatakan dalam bentuk vektor [1]. Metode yang digunakan untuk deteksi tepi dalam penelitian ini adalah metode Prewitt



Gambar 1. Flowchart Sistem

## 2.2 Proses Kerja

Citra memiliki banyak informasi, namun sering kali kualitasnya menurun atau mengalami degradasi. Hal ini bisa disebabkan oleh adanya noise, kontras yang terlalu tinggi, ketajaman yang rendah, atau kaburnya gambar, yang membuat interpretasi menjadi sulit. Oleh karena itu, citra yang berkualitas rendah perlu dimanipulasi agar hasilnya lebih baik. Bidang yang menangani hal ini adalah pengolahan citra (image processing), yang merupakan proses analisis dan manipulasi gambar dengan bantuan komputer [1]. Sebelum melanjutkan ke pengolahan lebih dalam, citra kerangka manusia perlu melalui beberapa tahapan dalam pengolahan citra. Proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini mencakup Binerisasi, Penghapusan Noise, Thinning, Pemotongan (Cropping), dan Perubahan Ukuran (Resizing). Berikut adalah langkah-langkahnya [7]:

### 1. Binerisasi

Pada tahap ini, citra hasil pemindaian diubah menjadi citra berwarna hitam dan putih.

### 2. Penghapusan Noise

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan titik-titik yang dianggap sebagai noise di latar belakang citra.

### 3. Thinning

Di tahap ini, perbedaan ketebalan pada kerangka manusia yang mungkin muncul akibat perbedaan media penandatanganan akan dihilangkan.

### 4. Pemotongan (Cropping)

Pada tahap ini, bagian citra yang tidak diperlukan akan dipotong, sehingga menghasilkan citra yang pas dalam bingkai, dengan semua sisi citra sesuai dengan bingkai.

### 5. Perubahan Ukuran (Resizing)

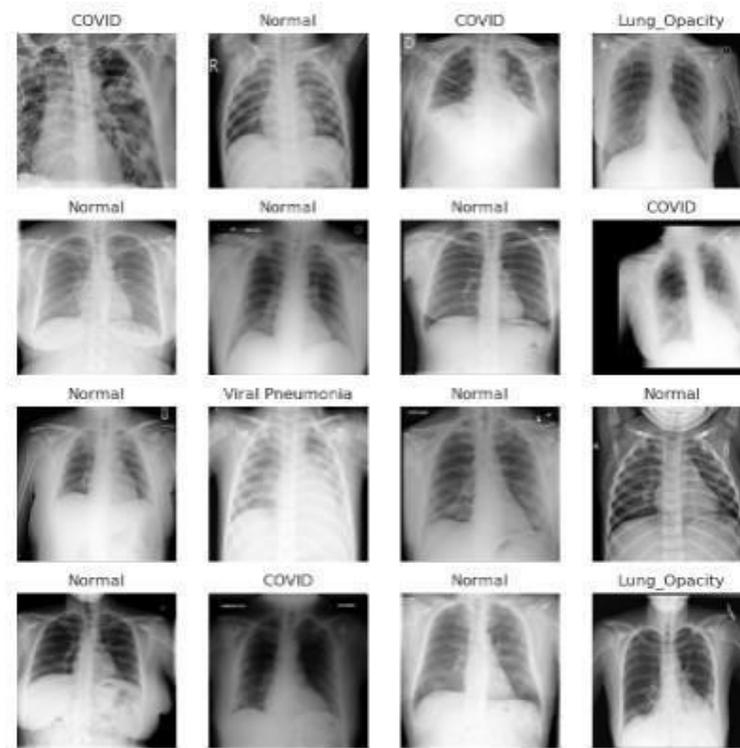
Pada tahap ini, citra diubah menjadi ukuran yang ditentukan agar semua citra yang diolah memiliki ukuran yang konsisten.

Setelah tahap preprocessing selesai, fitur atau ciri dari citra kerangka tersebut akan diekstraksi dalam proses Feature Extraction. Ini bertujuan untuk menyediakan informasi spesifik yang nantinya digunakan untuk melatih sistem agar dapat mengenali citra tanda tangan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Dataset citra Kerangka Manusia

Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 21.166 yang terkena penyakit covid. Pada setiap validasi, dilakukan proses pelatihan (training) dan pengujian (testing) di mana beberapa gambar diambil secara acak untuk digunakan sebagai data latih dan data uji.



Gambar 2. Dataset kerangka dada

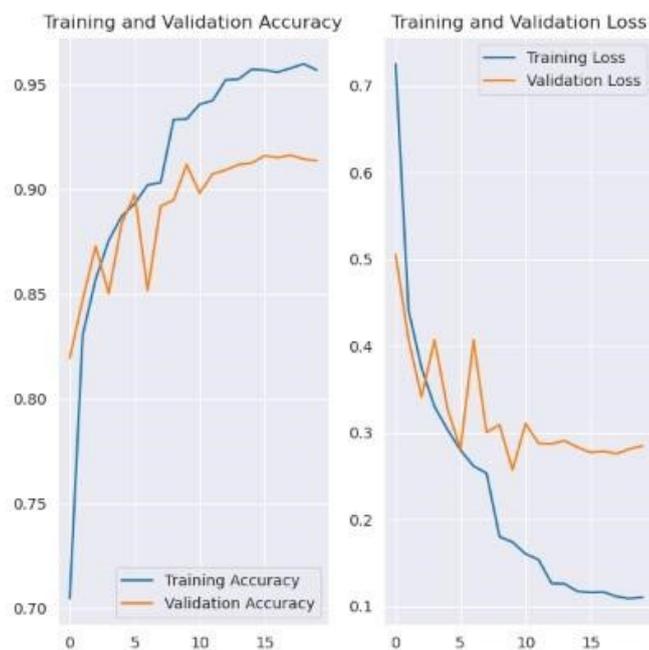
Gambar tersebut menampilkan serangkaian hasil rontgen dada yang dikategorikan berdasarkan kondisi kesehatan paru-paru. Ada beberapa label yang digunakan, seperti **COVID** yang menunjukkan adanya kemungkinan infeksi COVID-19 pada paru-paru, serta **Normal** yang menggambarkan kondisi paru-paru yang sehat tanpa kelainan. Selain itu, ada label **Lung Opacity**, yang menggambarkan area kabur di paru-paru yang dapat mengindikasikan adanya infeksi atau gangguan lain. Label **Viral Pneumonia** juga terlihat, yang menunjukkan tanda-tanda pneumonia akibat infeksi virus. Citra-citra ini mungkin digunakan dalam bidang medis untuk membantu diagnosis atau sebagai bagian dari pengembangan model kecerdasan buatan yang dapat mendeteksi berbagai kondisi paru-paru secara otomatis, seperti infeksi COVID-19, pneumonia, atau paru-paru sehat.

#### 3.2 Model prewitt

Model Prewitt adalah salah satu teknik deteksi tepi yang sering digunakan dalam pengolahan citra. Teknik ini bekerja dengan mengidentifikasi perubahan intensitas di gambar untuk menemukan tepi atau batas objek. Dalam konteks citra rontgen dada, model Prewitt dapat digunakan untuk menonjolkan struktur paru-paru atau perbedaan antara paru-paru yang sehat dan yang mengalami infeksi. Cara kerjanya adalah dengan menggunakan dua filter (kernel) berukuran 3x3 untuk menghitung gradien gambar dalam arah horizontal dan vertikal. Filter ini membantu mendeteksi perubahan mendadak pada intensitas piksel yang biasanya menandakan adanya tepi objek. Hasil dari deteksi tepi ini berupa gambar baru yang menunjukkan garis-garis tepi dari struktur penting dalam citra tersebut. Pada citra rontgen dada, Prewitt bisa membantu mengidentifikasi batas-batas paru-paru, bagian yang mungkin terkena infeksi seperti COVID-19, atau area yang kabur akibat kondisi seperti **\*\*Lung Opacity\*\***. Dengan demikian, metode ini bisa sangat bermanfaat dalam analisis medis karena memudahkan dokter atau sistem otomatis untuk lebih cepat mendeteksi dan menganalisis kondisi paru-paru yang berbeda.

### 3.3 Pengujian Pada Model Prewitt

Pengujian model Prewitt pada citra rontgen dada dimulai dengan memproses gambar menjadi format grayscale dan menormalkan intensitasnya. Setelah itu, filter Prewitt diterapkan untuk mendeteksi perubahan intensitas dalam arah horizontal dan vertikal. Kemudian, hasil gradien dari kedua arah ini digabungkan untuk mendapatkan gambaran tepi yang lebih jelas. Langkah selanjutnya adalah menerapkan thresholding untuk mengubah gambar menjadi biner, sehingga hanya tepi-tepi yang signifikan yang tetap terlihat. Hasil deteksi tepi ini dievaluasi dengan membandingkannya dengan gambar referensi atau ground truth, menggunakan metrik seperti akurasi dan jumlah kesalahan deteksi. Jika hasilnya kurang memuaskan, beberapa penyesuaian bisa dilakukan, seperti mengubah nilai ambang atau menerapkan teknik perataan untuk mengurangi noise. Dengan cara ini, model Prewitt diharapkan dapat menyoroti tepi-tepi penting dalam gambar paru-paru, sehingga memudahkan identifikasi kelainan atau infeksi dan mendukung analisis lebih lanjut dalam bidang medis.



Gambar 3. Hasil Pada Pengolahan Data

Confusion Matrix

Actual \ Predicted	COVID	Lung Opacity	Normal	Viral Pneumonia
	COVID	690	13	10
Lung Opacity	13	993	201	2
Normal	20	87	1914	3
Viral Pneumonia	3	3	9	271

Gambar 4. *Confusion Matrix (Percentage)*

Hasil pengujian model ditunjukkan melalui confusion matrix yang menggambarkan kinerja klasifikasi citra rontgen ke dalam empat kategori: COVID, Lung Opacity, Normal, dan Viral Pneumonia. Dalam analisis ini, model berhasil mengklasifikasikan 690 gambar sebagai COVID, namun terdapat 13 gambar yang keliru diidentifikasi sebagai Lung Opacity, 10 sebagai Normal, dan 1 sebagai Viral Pneumonia. Untuk kategori Lung Opacity, model berhasil mengidentifikasi 993 gambar dengan benar, tetapi 13 gambar salah dikategorikan sebagai COVID, 201 sebagai Normal, dan 2 sebagai Viral Pneumonia. Sementara itu, 1914 gambar berhasil diidentifikasi sebagai Normal, dengan 20 gambar yang salah diklasifikasikan sebagai COVID, 87 sebagai Lung Opacity, dan 3 sebagai Viral Pneumonia. Terakhir, model dengan tepat mengklasifikasikan 271 gambar sebagai Viral Pneumonia, meskipun ada 3 gambar yang salah dikategorikan sebagai COVID, 3 sebagai Lung Opacity, dan 9 sebagai Normal. Secara keseluruhan, confusion matrix ini memberikan gambaran jelas tentang akurasi model serta menunjukkan area yang perlu diperbaiki untuk mengurangi kesalahan klasifikasi pada kategori tertentu.

#### 4. DISKUSI

Tujuan utama penggunaan metode Prewitt dalam analisis citra rontgen adalah untuk mendeteksi tepi-tepi penting dalam gambar yang memberikan informasi krusial tentang kondisi kesehatan paru-paru, sehingga dapat meningkatkan akurasi diagnosis untuk penyakit seperti COVID-19 dan pneumonia. Metode ini juga bertujuan untuk memudahkan segmentasi citra, memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap area tertentu, serta menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut seperti pengenalan pola dan pembelajaran mesin. Selain itu, dengan menonjolkan tepi-tepi penting, metode Prewitt membantu dokter dan profesional kesehatan dalam memahami kondisi paru-paru secara visual, sehingga memudahkan komunikasi dan pengambilan keputusan medis. Dengan otomatisasi proses deteksi, metode ini berpotensi mengurangi waktu yang diperlukan untuk menganalisis citra rontgen, memungkinkan diagnosis yang lebih cepat dan respons yang lebih baik terhadap kondisi pasien.

```

Classification Report:
-----

```

	precision	recall	f1-score	support
COVID	0.95	0.97	0.96	714
Lung_Opacity	0.91	0.82	0.86	1209
Normal	0.90	0.95	0.92	2024
Viral Pneumonia	0.98	0.95	0.96	286
accuracy			0.91	4233
macro avg	0.93	0.92	0.93	4233
weighted avg	0.91	0.91	0.91	4233

```

Confusion Matrix:
-----

```

Gambar 5. Hasil Train Data Set

Metode Prewitt dalam mendeteksi tepi citra rontgen memiliki keunggulan yang jelas dibandingkan dengan metode klasik yang sebelumnya digunakan. Metode klasik, seperti pemrosesan berbasis histogram dan teknik thresholding sederhana, sering kali mengandalkan analisis manual dan pengaturan parameter yang bersifat subjektif. Hal ini bisa membuat deteksi perubahan halus dalam gambar menjadi sulit, terutama pada citra medis di mana informasi penting sering tersembunyi dalam detail yang sangat kecil. Kesalahan dalam interpretasi citra dapat terjadi, dan hal ini berpotensi mengganggu proses diagnosis yang tepat.

Di sisi lain, metode Prewitt menggunakan filter yang dirancang khusus untuk menghitung gradien intensitas gambar, sehingga memberikan pendekatan yang lebih terstruktur dalam mendeteksi tepi. Dengan cara ini, metode Prewitt menjadi lebih sensitif terhadap perubahan intensitas yang tajam, yang memungkinkan penonjolan batas antara jaringan paru-paru yang sehat dan yang terinfeksi. Selain itu, metode ini lebih cepat dan efisien dalam pemrosesan, karena algoritma Prewitt dapat diotomatisasi untuk analisis citra. Dalam konteks medis, di mana waktu diagnosis sangat penting, kemampuan untuk melakukan deteksi secara otomatis dapat meningkatkan respons terhadap kondisi pasien.

Meskipun demikian, metode Prewitt juga memiliki beberapa keterbatasan. Sensitivitas terhadap noise dalam citra dapat memengaruhi akurasi deteksi tepi, sehingga kadang menghasilkan tepi yang tidak relevan. Sementara itu, metode klasik, meskipun lebih sederhana dan mudah dipahami, tidak mampu menangkap detail dan tepi yang kompleks seperti yang dilakukan oleh metode berbasis gradien. Secara keseluruhan, meskipun metode klasik memberikan dasar yang penting dalam pemrosesan citra, metode Prewitt menawarkan kemajuan yang signifikan dalam hal akurasi, efisiensi, dan kemampuan untuk mendeteksi detail halus dalam citra medis, menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk aplikasi modern dalam bidang kesehatan.

## 7. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa metode Prewitt efektif dalam mendeteksi tepi pada citra rontgen kerangka manusia. Dengan menggunakan dataset yang terdiri dari berbagai kondisi paru-paru, termasuk COVID-19, pneumonia, dan kondisi normal, metode ini dapat meningkatkan akurasi dalam mengidentifikasi batas-batas penting di dalam gambar. Melalui penerapan teknik ini, hasil analisis menunjukkan bahwa deteksi tepi dapat membantu tenaga medis dalam mendiagnosis berbagai penyakit dengan lebih cepat dan akurat. Meskipun metode ini menawarkan keunggulan dibandingkan teknik klasik, tetap ada tantangan terkait sensitivitas terhadap noise. Namun, secara keseluruhan, metode Prewitt memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pengolahan citra medis dan berpotensi untuk diimplementasikan dalam sistem diagnostik otomatis yang lebih canggih.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode Prewitt dalam deteksi tepi citra rontgen kerangka manusia memberikan hasil yang menjanjikan dalam konteks analisis medis. Metode ini

tidak hanya meningkatkan kemampuan dalam mengidentifikasi perubahan signifikan di dalam gambar, tetapi juga mempercepat proses diagnosis yang krusial bagi penanganan pasien. Meskipun ada beberapa keterbatasan terkait pengaruh noise, hasil yang diperoleh membuktikan bahwa metode Prewitt dapat menjadi alat bantu yang berharga bagi tenaga medis dalam mendiagnosis penyakit. Dengan demikian, penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan algoritma deteksi tepi yang lebih kompleks dan efisien di masa depan, serta potensi integrasinya dengan teknologi kecerdasan buatan untuk meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. J. Aditya, I. Kanedi, dan A. Sudarsono, "Segmentasi Deteksi Tepi Pada Citra Digital Patah Tulang Orang Dewasa Menggunakan Metode Sobel Dan Metode Prewitt," *Djtechno J. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, hal. 224–233, 2022, doi: 10.46576/djtechno.v3i2.2735.
- [2] A. Haleem, M. Javaid, R. Pratap, S. Rab, dan R. Suman, "Applications of nanotechnology in medical field : a brief review," *Glob. Heal. J. J.*, vol. 7, no. 1, hal. 70–77, 2023, doi: 10.1016/j.glohj.2023.02.008.
- [3] Y. Rakesh dan A. Akilandeswari, "Evaluation of Bernsen algorithm for bone fracture detection based on edge detection," *J. Surv. Fish. Sci.*, vol. 10, no. 1, hal. 2060–2068, 2023, doi: <https://doi.org/10.17762/sfs.v10i1S.440>.
- [4] M. Faisal, J. Simarmata, dan P. C. Susanto, "Determinant Development of Airport Service Quality at Terminal 2 Soekarno Hatta," *Dinasti Int. J. Manag. Sci.*, vol. 5, no. 4, hal. 908–919, 2024, doi: <https://doi.org/10.31933/dijms.v5i4>.
- [5] N. Sudiar dan V. Amelia, "Jurnal Perpustakaan Universitas Airlangga : Media Informasi Dan Komunikasi Kepustakawanan Research Topic Trends In Information And Communication Technology Indexed Science And Technology Index ( Sinta ) 1 Year 2021 With The Zipf Approach ( Sinta ) 1 Tahun," *J. Perpust. Univ. Airlangga Media Inf. dan Komun. Kepustakawanan*, vol. 13, no. 1, hal. 32–42, 2023.
- [6] D. C. Shubhangi dan P. Hiremath, "Edge Detection of Femur Bones in X-ray images A comparative study of Edge Edge Detection of Femur Bones in X-ray images – A comparative study of Edge Detectors," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 42, no. 1, hal. 0975–8887, 2017, doi: 10.5120/5663-7696.
- [7] A. K. Bharodiya dan A. M. Gonsai, "Heliyon An improved edge detection algorithm for X-Ray images based on the statistical range," *Heliyon*, vol. 5, no. 1, hal. e02743, 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02743.
- [8] S. Kumar dan Karthikamani, "Performance Analysis of Various Edge Detection Techniques in X-Ray Imaging Performance Analysis of Various Techniques in X-Ray Imaging," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 01, no. 1, hal. 995, 2024, doi: 10.1088/1757-899X/995/1/012024.
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Bandung: Alfa Beta, 2015.
- [10] L. Widiawati dan N. Wulandari, "Akurasi Deteksi Tepi Wajah dengan Metode Robert, Metode Prewitt Dan Metode Sobel," *J. Ilm. Al Muslim*, vol. 3, no. 2, hal. 79–87, 2019.