

Enhancing Dental Image Segmentation Techniques: Edge Detection and Color Thresholding

Susandri Susandri¹, Sumijan Sumijan², Ahmad Zamsuri³, Rahmiati,⁴ Asparizal⁵

¹Program Studi Teknik Informatika STMIK Amik Riau

²Fakultas Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

³Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning

⁴Program Studi Sistem Informasi STMIK Amik Riau

⁵Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dumai

e-mail: ¹susandsri@sar.ac.id, ²sumijan@upiypk.ac.id, ³ahmadzamsuri@unilak.ac.id,

⁴rahmiati@sar.ac.id, ⁵asparizal73@gmail.com

Abstract

Rapid advancements in medical technology, particularly in the field of dentistry, have led to significant progress in the application of medical imaging techniques to generate valuable image data. The resulting images often exhibit heterogeneous intensity distributions, with boundaries not always distinctly clear between the tooth roots and bone, along with variations in shape and pose. This study specifically aimed to identify the optimal image for segmenting specific parts of the dental structures. Image segmentation is crucial for ensuring effective diagnosis in the context of dental medicine. To achieve optimal dental image segmentation, this research combines edge detection methods with the determination of color thresholds, specifically grayscale and Hue, Saturation, Value (HSV). The research findings revealed that edge detection using the Sobel gradient operator yielded a relevant count of 17,099 pixels. Using $RGB=3$ and $HSV=0.3$ the color thresholds show an enhancement in the brightness of the resulting HSV-segmented image, while in the RGB-segmented image, the selected object appears more prominent. The findings of this study contribute significantly to the evolution of dental image segmentation techniques, potentially enhancing the accuracy and effectiveness of diagnoses within the realm of modern dental practice

Keywords: Edge Detection, Threshold, Dental Image.

Peningkatan Teknik Segmentasi Citra Gigi: Deteksi Tepi dan Ambang Warna

Abstrak

Kemajuan pesat dalam teknologi medis, khususnya dalam bidang kedokteran gigi, telah menyaksikan perkembangan pesat dalam penerapan teknik pencitraan medis untuk menghasilkan data citra yang berharga. Citra yang dihasilkan menunjukkan distribusi

<https://doi.org/10.31849/digitalzone.v15i1.18757>

Digital Zone is licensed under a Creative Commons Attribution International (CC BY-SA 4.0)

intensitas yang heterogen, dengan batas yang tidak selalu jelas antara akar gigi dan tulang gigi, serta variasi dalam bentuk dan pose. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mencari citra terbaik guna melakukan segmentasi pada bagian tertentu dari struktur gigi. Segmentasi citra menjadi unsur kunci dalam memastikan diagnosis yang efektif dalam konteks kedokteran gigi. Dalam upaya mencapai hasil segmentasi citra gigi yang optimal, penelitian ini menggabungkan metode deteksi tepi dengan penentuan ambang warna, yaitu keabuan (grayscale) dan Hue, Saturation, Value (HSV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa deteksi tepi menggunakan operator gradien Sobel menghasilkan sebanyak 17.099 piksel yang relevan. Penggunaan ambang warna RGB=3 dan HSV=0,3 menunjukkan peningkatan dalam terangnya citra hasil segmentasi HSV, sementara pada citra hasil segmentasi RGB, objek yang dipilih tampak lebih besar. Hasil penelitian ini menyumbangkan nilai signifikan pada evolusi teknik segmentasi citra gigi, berpotensi untuk memperbaiki akurasi dan efektivitas diagnosis dalam lingkup praktik kedokteran gigi modern

Kata kunci: Deteksi tepi, Threshold, Citra gigi

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam ranah medis telah mengalami pertumbuhan yang signifikan. Manusia kini mampu memanfaatkan teknologi sesuai dengan kebutuhannya. Advokasi teknologi telah mendorong kemajuan penelitian di berbagai bidang, salah satunya adalah teknologi pengolahan citra digital. Pengembangan pesat dalam bidang pengolahan citra digital terus berlangsung dan diterapkan secara luas, khususnya dalam ranah kedokteran gigi. Pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital dalam praktek kedokteran gigi tidak hanya terbatas pada identifikasi penyakit yang terkait dengan kondisi gigi, melainkan juga mencakup aspek-aspek lain yang relevan[1].

Secara khusus dalam konteks kedokteran gigi, teknik pencitraan medis dan gigi telah menjadi pilihan utama dalam menyediakan data citra beresolusi tinggi[2]. Meskipun demikian, untuk melakukan diagnosis yang lebih efektif, diperlukan bantuan komputer yang canggih. Segmentasi bagian tertentu pada citra gigi merupakan aspek yang sangat krusial[3][4]. Tantangan utama dalam segmentasi citra ini adalah akurasi, mengingat distribusi intensitas yang heterogen, adanya batas yang tidak selalu jelas antara akar gigi dan tulang gigi, serta variasi dalam bentuk dan pose. [5]Selain itu, sebagian besar citra juga mengandung artefak logam, yang dapat menghambat segmentasi gigi secara akurat.

Penelitian ini berusaha mengatasi hambatan tersebut dengan merancang suatu kerangka kerja segmentasi yang memanfaatkan penyetelan nilai-nilai dalam model warna RGB (Red, Green, Blue) dan HSV (Hue, Saturation, Value) melalui kombinasi parameter tertentu. Tujuan utama adalah untuk mendapatkan segmentasi citra gigi yang lebih baik, khususnya dalam konteks peningkatan akurasi melalui penanganan distribusi intensitas yang heterogen dan batas yang tidak jelas. Langkah-langkah ini diambil dengan mempertimbangkan adanya artefak logam pada sebagian besar citra, yang dapat mengakibatkan hambatan terhadap proses segmentasi. Dengan demikian, penelitian ini berusaha memberikan kontribusi pada pengembangan teknik segmentasi citra gigi yang lebih efektif dan akurat dalam praktik kedokteran gigi.

Sebagian besar literature tentang segmentasi gigi telah diusulkan dalam beberapa tahun terakhir. [1]Melakukan klasifikasi penyakit periodontal pada citra panoramic gigi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk menentukan akurasi hasil klasifikasi. Melalui uji coba pada arah rotasi 0°, 45°, 90°, dan 135° dengan parameter K=1, K=3, dan K=5, diperoleh hasil akurasi tertinggi pada arah 45° dengan K=3 mencapai 64%.

[6]Dalam konteks ini, penggunaan teknik pengolahan citra digital untuk diterapkan pada lembar jawaban guna mempercepat dan mempermudah tahap koreksi hasil ujian dengan pendekatan *Computer Vision*. Pengembangan teknologi *Computer Vision* standar

diimplementasikan untuk koreksi hasil ujian, menyerupai Lembar Jawaban Komputer dengan *OMR*. Studi ini melibatkan tahapan preprocessing, segmentasi *threshold*, dan deteksi jawaban pada citra lembar jawaban sebelum menerapkan teknologi *OMR*. Aplikasi ini memanfaatkan *library OpenCV* dan metode *Canny*, dengan pendekatan pengembangan sistem *Waterfall*. Studi ini melibatkan 15 dataset citra lembar jawaban, terdiri dari 8 citra arsiran penuh, 5 citra arsiran separuh, dan 2 citra arsiran salah. Akurasi hasil uji coba seluruh citra mencapai 93%.

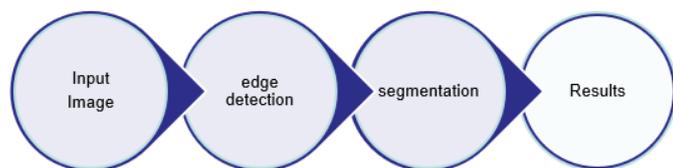
[4] Mengeksplorasi inialisasi otomatis pada metode level set untuk segmentasi gigi tumpang tindih dengan memanfaatkan Analisis Klaster Hirarkis pada citra panorama gigi. Strategi yang diusulkan melibatkan *preprocessing* untuk perbaikan, rotasi, dan *cropping* citra, serta inialisasi otomatis menggunakan algoritma *HCA*, diikuti oleh segmentasi menggunakan metode level set. Evaluasi hasil menunjukkan keberhasilan strategi inialisasi otomatis dengan akurasi 73%. Evaluasi segmentasi objek tumpang tindih memberikan hasil memuaskan dengan rasio kesalahan *misclassification* 0,93% dan kesalahan area relatif *foreground* 24%.

Neural network untuk pelabelan berdasarkan piksel untuk memanfaatkan kerangka kerja segmentasi instance yang kuat untuk artefak logam [7]. Menggunakan *CNN* untuk mempelajari model segmentasi gambar yang sangat kuat untuk mencapai segmentasi [8]. Menggunakan *deep convolutional neural networks* untuk mencapai segmentasi dan identifikasi gigi. Sementara [9] menggunakan metode rekonstruksi daerah yang tersumbat menggunakan *generative adversarial network* (GAN). [10] Menggunakan metode berbasis jaringan saraf konvolusional (*CNN*) untuk segmentasi gigi. Tujuan utama dari teknik segmentasi adalah menghentikan segmentasi pada titik yang tidak diperlukan lagi [11]. [2] Menggunakan metode Sobel untuk mendeteksi tepi tulang belakang dalam segmentasi ginjal, yang menunjukkan efektivitas Sobel dalam aplikasi medis. Studi oleh [12] juga menggunakan jaringan saraf dalam untuk memperoleh wilayah tepi semu dan segmentasi model kontur aktif, namun pendekatan yang dilakukan menekankan pada kombinasi deteksi tepi dan ambang warna untuk mengatasi batasan distribusi intensitas yang tidak merata.

Tahap awal dalam penelitian ini melibatkan preprocessing citra gigi, yang dilakukan melalui deteksi tepi menggunakan operator Gradien, Prewitt, Robert, dan Sobel. Deteksi tepi telah lama digunakan dalam analisis citra karena kemampuannya untuk mengidentifikasi perubahan intensitas piksel yang signifikan dalam citra gigi. Pendekatan ini diambil dari penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan [13],[14], yang menggunakan Modul Peningkatan Skala (SEM) dengan konvolusi dilatasi untuk menghasilkan fitur multi-skala. Namun, penelitian kami menggunakan deteksi tepi Gradien dan operator Sobel, Prewitt, dan Robert sebagai langkah awal sebelum melanjutkan ke proses segmentasi.

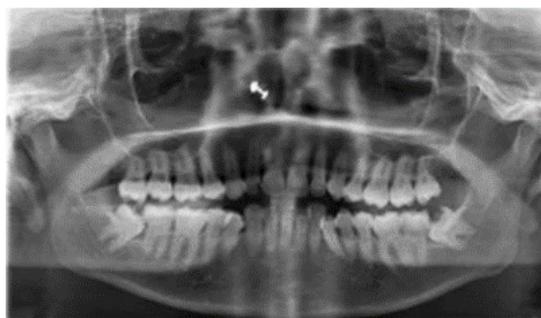
2. Metode Penelitian

Proses mencapai objektif penelitian ini dilakukan melalui perolehan data citra gigi yang gigi diperoleh dari sumber yang dapat diakses publik dan digunakan sebagai input, setelah itu dilakukan proses deteksi tepi untuk mengidentifikasi perubahan intensitas piksel yang signifikan menggunakan Operator Gradien untuk menghitung gradien intensitas, Sobel dengan mendeteksi perubahan intensitas pada sumbu x dan y, Robert untuk mendeteksi tepi pada sumbu diagonal dan Prewitt mendeteksi perubahan intensitas secara horizontal dan vertikal. Selanjutnya, proses segmentasi dilakukan dengan mengubah nilai *threshold* pada komponen *RGB* dengan nilai masing-masing sebesar 4, 3, dan 2, serta *threshold* pada komponen *HSV* sebesar 0.4, 0.3, dan 0.2. Hasil segmentasi dievaluasi untuk menilai kualitas dan ketepatan pemisahan objek dari latar belakang dengan membandingkan model warna *RGB* dan *HSV*, guna melihat efektivitas nilai *threshold* yang digunakan. Semua tahapan ini dilakukan untuk memisahkan dan menonjolkan bagian-bagian tertentu dari citra gigi, dengan harapan mendapatkan segmentasi citra yang optimal. Tahapan yang dilakukan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Segmentasi

Data citra gigi yang digunakan dalam penelitian berasal dari <https://www.iosc.com.sg/ms/digital-imaging>, sumber yang dapat diakses publik. Pemilihan sumber ini didasarkan pada kualitas dan dokumentasi koleksi citra gigi dalam format file *JPG* (Gambar 2). Ketersediaan citra dengan variasi intensitas, struktur gigi, dan pose mendukung analisis segmentasi citra secara komprehensif. Dengan menggunakan dataset yang terpercaya, diharapkan penelitian ini dapat menguji keefektifan metode deteksi tepi dan segmentasi secara representatif. Keberagaman data juga memungkinkan penanganan tantangan segmentasi citra dalam berbagai kondisi klinis, menjadikan pemilihan sumber data ini krusial untuk kontribusi signifikan dalam pengembangan teknik segmentasi citra gigi.



Gambar 2. Citra input

Proses pengolahan citra gigi ini diimplementasikan menggunakan perangkat lunak Matlab versi R2018a, yang menyediakan lingkungan komputasi dan analisis citra yang efisien. Dengan pendekatan ini, penelitian ini berusaha meningkatkan kualitas dan ketepatan hasil segmentasi citra gigi, mengoptimalkan pemahaman mengenai struktur dan fitur pada citra tersebut dalam konteks pengembangan teknik di bidang kedokteran gigi.

Nilai-nilai threshold untuk komponen RGB dan HSV dipilih melalui serangkaian uji coba dan analisis khusus. Dalam tahap ini, berbagai nilai threshold diuji pada dataset citra gigi yang tersedia untuk menentukan parameter yang menghasilkan segmentasi paling optimal. Proses ini melibatkan evaluasi visual dan kuantitatif dari hasil segmentasi untuk setiap kombinasi threshold.

Uji coba dilakukan dengan mengubah nilai threshold secara bertahap dan mengamati pengaruhnya terhadap hasil segmentasi. Untuk komponen RGB, nilai threshold yang diuji berkisar antara 1 hingga 5, dan untuk komponen HSV, nilai threshold berkisar antara 0.1 hingga 0.5. Setiap kombinasi threshold dinilai berdasarkan kemampuan untuk memisahkan bagian-bagian penting dari citra gigi dengan jelas dan mengurangi noise serta artefak yang tidak diinginkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, citra gigi yang didapatkan disimpan kembali dalam format file BMP dan kemudian digunakan sebagai citra input. Evaluasi kinerja strategi yang diusulkan dilakukan melalui tahapan penelitian, dengan proses evaluasi yang dilakukan pada citra yang sama.

3.1. Deteksi Tepi

Deteksi yang dilakukan secara berulang yang merupakan komponen esensial dalam tujuh proses visi komputer klasik, termasuk segmentasi, pengenalan gambar, terjemahan gambar-ke-gambar, serta sketsa foto, dengan aplikasi yang signifikan dalam bidang analisis citra medis dan penginderaan jauh [15] [16]. Hasil deteksi tepi untuk memilih atau memisahkan objek-objek yang terdapat dalam gambar. Setiap objek memiliki rentang warna atau tekstur yang khas, penting untuk mengetahui batas atau tepi antara satu objek dengan objek lainnya guna memisahkan mereka secara optimal [11][2].

Hasil yang optimal diperoleh pada tahap segmentasi citra harus dilakukan langkah-langkah pra-pemrosesan. Kombinasi metode segmentasi, eliminasi noise Gaussian sebagai metode peningkatan, dan konversi skala abu-abu sebagai perubahan model warna diimplementasikan sebagai strategi pra-pemrosesan. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan ketelitian dan keberhasilan pada tahap segmentasi citra, memastikan bahwa proses deteksi tepi yang dilakukan memberikan kontribusi yang signifikan pada langkah-langkah analisis citra yang selanjutnya.

3.1.1 Gradien

Gradien merupakan hasil perhitungan turunan pertama, dihitung sebagai akar kuadrat dari jumlah kuadrat dua derivatif terhadap variabel x dan y [17], secara matematis dinotasikan oleh persamaan (1). *Gradien* citra merupakan ukuran perubahan intensitas citra terhadap perubahan spasialnya, yang dapat diartikan sebagai kecuraman atau tingkat perubahan dalam nilai *pixel* [7]. Persamaan (1) menggambarkan perhitungan gradien sebagai perbandingan antara perubahan intensitas citra dalam arah *horizontal* (x) dan *vertical* (y). Melalui penggunaan persamaan ini, dapat ditelusuri sejauh mana perubahan intensitas citra terjadi pada setiap *pixel*, memberikan wawasan tentang tekstur dan struktur objek dalam citra.

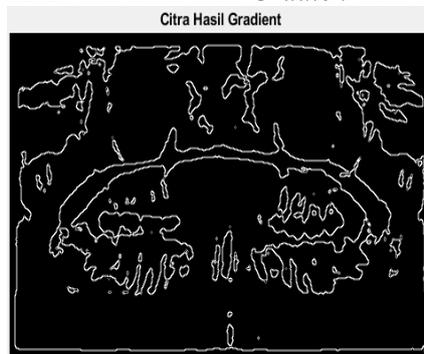
$$\text{Gradien} = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2} \quad (1)$$

$$\nabla I(x,y)_x = \frac{\partial I}{\partial x}(x,y) = I(x+1,y) - I(x,y) \quad (2)$$

$$\nabla I(x,y)_y = \frac{\partial I}{\partial y}(x,y) = I(x,y+1) - I(x,y) \quad (3)$$

$$\nabla I(x,y) = \sqrt{(\nabla I(x,y)_x)^2 + (\nabla I(x,y)_y)^2} \quad (4)$$

Hasil turunan parsial pertama fungsi citra $I(x, y)$ terhadap sumbu *horizontal* (x) dan sumbu *vertical* (y) dinyatakan dalam persamaan (2) untuk *gradien* citra arah x , persamaan (3) untuk gradien citra arah y , dan total gradien citra dalam suatu persamaan. Hasil deteksi tepi dengan menggunakan operator *Gradien* menghasilkan citra dengan jumlah pixel sebanyak 12,843 pixel. Gambar 3 menunjukkan visualisasi dari hasil citra *Gradien* tersebut.

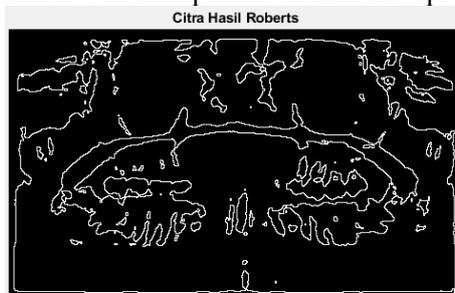


Gambar 3. Hasil Citra Operator *Gradien*

<https://doi.org/10.31849/digitalzone.v15i1.18757>

3.1.2 Robert

Teknik *Robert* merupakan suatu pendekatan diferensial yang menitikberatkan pada arah *horizontal* dan *vertical*, lengkap dengan proses konversi biner setelah melalui tahap diferensial. Tujuan dari konversi biner ini adalah untuk menghasilkan distribusi warna hitam dan putih yang seragam [18] [11]. Penerapan operator *Robert* dalam proses deteksi tepi menghasilkan citra dengan total 17.099 pixel. Gambar 4 menampilkan visualisasi representatif dari citra *Robert* ini.



Gambar 4. Hasil Citra Operator *Robert*

3.1.3 Prewitt

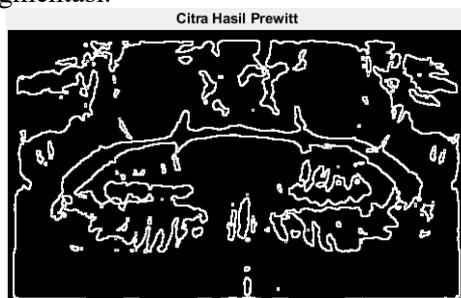
Pendekatan *Prewitt* merupakan suatu pengembangan dari metode *Robert*, mengaplikasikan *filter High Pass Filter (HPF)* dengan inklusi satu elemen nol sebagai elemen penyangga. Pendekatan ini mengeksplorasi prinsip dari fungsi Laplacian yang dikenal sebagai fungsi pembangkit *HPF*[16],[18]. Operator *Prewitt* dibentuk dalam format matriks 3x3, dengan persamaan (5) yang menentukan matriks operator *Prewitt* untuk arah sumbu x, persamaan (6) untuk arah sumbu y, dan persamaan (7) yang mengilustrasikan hasil *gradien Prewitt*

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$GP = |G_x * I| + |G_y * I| \quad (7)$$

Hasil deteksi tepi menggunakan operator *Prewitt* menghasilkan citra dengan total 17.098 *pixel*. Representasi visual dari citra *Prewitt* ini dapat dilihat pada Gambar 4. Citra yang dihasilkan oleh operator *Prewitt* ini akan menjadi landasan untuk langkah-langkah analisis selanjutnya dalam proses segmentasi.



Gambar 4. Hasil Citra Operator *Prewitt*

3.1.4 Sobel

Pendekatan ini mengintegrasikan prinsip dari fungsi *Laplace* dan *Gaussian*, yang dikenal sebagai fungsi pembangkit *HPF*. Keunggulan utama dari metode Sobel terletak pada kemampuannya untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi,

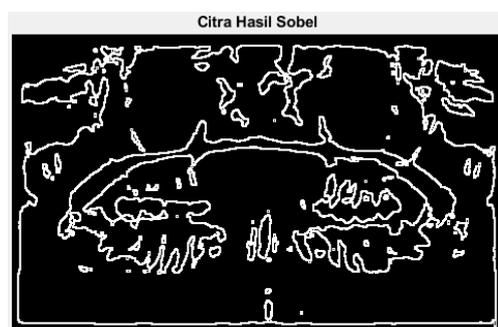
menghasilkan output yang lebih bersih dan akurat dalam proses analisis citra[2],[19]. Operator *Sobel* dirancang dalam matriks 3x3, di mana persamaan (8) memberikan representasi matriks operator *Sobel* untuk arah sumbu x, persamaan (9) untuk arah sumbu y, dan persamaan (10) menunjukkan hasil gradien Sobel.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$GS = |G_x * I| + |G_y * I| \quad (10)$$

Hasil pengaplikasian operator *Sobel* dalam deteksi tepi menghasilkan citra dengan jumlah total *pixel* sebanyak 17.099. Gambar 5 memvisualisasikan citra *Sobel* ini secara representatif. Citra yang dihasilkan oleh operator *Sobel* akan menjadi fondasi untuk tahapan analisis berikutnya dalam rangkaian proses segmentasi.



Gambar 5. Hasil Citra Operator *Sobel*

Deteksi tepi dilakukan dengan melakukan pencarian jumlah *pixel* secara berulang melalui logika pengulangan dalam perintah program yang sama selama proses deteksi tepi. Hasil perhitungan jumlah *pixel* terdapat pada Tabel 1. Tabel 1 menyajikan hasil deteksi tepi menggunakan empat operator berbeda, yaitu *Gradien*, *Roberts*, *Sobel*, dan *Prewitt*. Operator *Gradien* menghasilkan 12843 *pixel*, *Roberts* 8776 *pixel*, *Sobel* mencapai 17099 *pixel*, dan *Prewitt* sejumlah 17098 *pixel*.

Tabel 1. Hasil Deteksi Tepi

Operator	<i>pixels</i>
<i>Gradient</i>	12843
<i>Roberts</i>	8776
<i>Sobel</i>	17099
<i>Prewitt</i>	17098

Analisis terhadap hasil deteksi tepi pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *Sobel* mengungguli *Prewitt*, meskipun perbedaannya hanya satu *pixel*. Sementara itu, perbedaan jumlah *pixel* yang signifikan terlihat antara *Roberts* dan *Gradien*. Ketidakseragaman ini mencerminkan sensitivitas dan ketepatan masing-masing operator dalam menangkap tepi pada citra gigi yang digunakan.

Penting untuk dicatat bahwa perbedaan sebanyak satu *pixel* antara *Sobel* dan *Prewitt* dapat memiliki implikasi signifikan dalam konteks analisis citra. Keunggulan deteksi tepi oleh *Sobel*, terutama dengan jumlah *pixels* yang lebih tinggi, memberikan dasar yang kuat untuk langkah-

langkah berikutnya dalam meningkatkan akurasi dan ketepatan dalam proses segmentasi citra gigi.

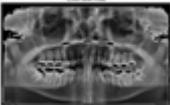
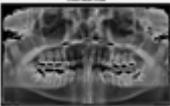
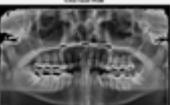
3.2. Segmentasi

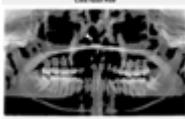
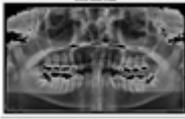
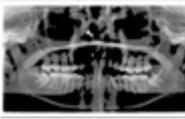
Segmentasi citra medis memiliki aplikasi berharga dalam bidang medis yang melibatkan pemrosesan dan analisis citra untuk mendapatkan informasi yang bermanfaat. Motif utama dari proses segmentasi ini adalah untuk menyederhanakan dan mengubah representasi citra sehingga dapat diinterpretasikan lebih baik [13],[20]. Tujuan utama dari segmentasi adalah membagi citra menjadi bagian-bagian yang memiliki intensitas yang kuat, memfasilitasi ekstraksi area yang relevan [21]. [9]. Dalam konteks ortodontik, proses segmentasi dan penataan gigi memberikan wawasan yang berharga tentang kemungkinan dan batasan perawatan ortodontis. Segmentasi dilakukan untuk memisahkan objek pada citra yang memiliki warna dan tekstur tertentu sesuai dengan referensi warna yang ditentukan [22].

Penelitian yang dilakukan melalui software matlab dengan menentukan nilai *threshold RGB* pada rentang pilihan (4, 3, dan 2) serta nilai *threshold HSV* pada rentang (0.4, 0.3, 0.2) yang dikombinasikan. Setiap kombinasi yang dilakukan diujikan pada citra input (gigi.bmp). Metode *thresholding* merupakan strategi segmentasi citra yang berfokus pada perbedaan tingkat keabuan dalam citra[23] [5]. Komponen Hue dalam model warna *HSV* menjadi elemen yang menggambarkan variasi warna dalam panjang gelombang cahaya. Komponen ini dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengenalan warna suatu objek pada citra digital[20].

Program telah dibuat untuk membaca citra sebagai input dan menunggu respons dari pengguna yang memanipulasi mouse, yaitu dengan melakukan klik ganda pada objek atau segmen yang ingin dipilih. Setelahnya, program menampilkan hasil segmentasi terpilih dalam bentuk citra berbasis model warna *HSV* dan citra berbasis model warna *RGB*. Proses ini memberikan kemudahan interaktif dalam memahami dan mengevaluasi hasil segmentasi. Hasil penelitian terkait proses segmentasi ini secara rinci dapat ditemukan pada Tabel 2, yang merinci hasil-hasil signifikan yang diperoleh selama eksperimen.

Tabel 2. Hasil Segmentasi

Threshold		Citra RGB	Citra HSV
RGB	HSV		
2	0,2		
3	0,2		
4	0,2		
2	0,3		
3	0,3		
4	0,3		

	Threshold		Citra RGB	Citra HSV
	RGB	HSV		
	2	0,4		
	3	0,4		
	4	0,4		

Berdasarkan hasil deteksi tepi dan segmentasi yang telah dilakukan pada citra gigi.bmp, terdapat temuan menarik yang terekam dalam Tabel 2. Nilai threshold pada kanal warna RGB dan HSV memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil output citra yang dihasilkan. Perbedaan ini signifikan karena nilai threshold menentukan batasan intensitas yang digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang, yang pada akhirnya mempengaruhi kejelasan dan kualitas segmentasi.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pada nilai threshold $RGB=2$ dan $HSV=0,2$, terdapat perbedaan yang mencolok dalam hasil segmentasi. Pada citra hasil segmentasi dalam model warna HSV, citra masih tampak gelap. Hal ini menunjukkan bahwa nilai threshold $HSV=0,2$ tidak cukup untuk memisahkan objek dari latar belakang secara efektif, mengakibatkan segmentasi yang kurang jelas dan informatif. Sebaliknya, pada citra hasil segmentasi dalam model warna RGB dengan nilai threshold 2, area yang sesuai dengan warna yang dipilih ditandai dengan warna hitam. Ini berarti bahwa segmentasi dalam model warna RGB berhasil mengisolasi objek gigi dari latar belakang dengan lebih baik, memberikan kontras yang lebih jelas dan membantu dalam identifikasi struktur gigi.

Signifikansi perbedaan ini terletak pada kemampuan metode segmentasi untuk menghasilkan citra yang jelas dan akurat, yang sangat penting dalam konteks analisis medis. Segmentasi yang kurang optimal pada model warna HSV dapat menyebabkan kesalahan interpretasi dan diagnosis, sementara segmentasi yang lebih jelas pada model warna RGB dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses diagnosis dan perawatan gigi. Dengan demikian, pemilihan nilai threshold yang tepat pada kanal warna RGB dan HSV sangat penting untuk mencapai hasil segmentasi yang optimal dan dapat diandalkan.

Peningkatan kualitas citra terlihat pada nilai threshold $RGB=3$ dan $HSV=0,3$, di mana citra hasil segmentasi dalam model warna HSV menjadi lebih terang, dan pada citra hasil segmentasi dalam model warna RGB, area yang sesuai dengan warna yang dipilih ditandai dengan warna hitam semakin membesar.

Temuan ini menunjukkan bahwa nilai optimal untuk *threshold RGB* dan *HSV* dalam konteks penelitian ini adalah pada $RGB=3$ dan $HSV=0,3$. Pengaturan ini memberikan hasil segmentasi citra yang lebih baik, yang ditandai dengan peningkatan kecerahan pada citra HSV dan pembesaran area segmentasi pada citra RGB. Hal ini menggambarkan keberhasilan metode deteksi tepi dan segmentasi yang dikombinasikan dengan pengaturan nilai *threshold* yang tepat dalam meningkatkan kualitas dan akurasi hasil segmentasi citra gigi.

Hasil ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, seperti [4] yang menggunakan metode level set dengan akurasi 73% untuk segmentasi gigi tumpang tindih. Pendekatan yang dilakukan menunjukkan peningkatan akurasi dan kejelasan segmentasi, terutama dalam mengatasi distribusi intensitas heterogen dan artefak logam. Penelitian [2] yang menggunakan metode Sobel untuk deteksi tepi, berfokus pada segmentasi ginjal, menunjukkan pentingnya deteksi tepi dalam segmentasi. Namun, hasil penelitian kami dengan kombinasi deteksi tepi Sobel dan penentuan ambang warna HSV dan RGB, memberikan solusi yang lebih komprehensif dan efektif dalam meningkatkan kualitas dan akurasi segmentasi citra gigi.

<https://doi.org/10.31849/digitalzone.v15i1.18757>

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi deteksi tepi dan pengaturan threshold yang tepat mampu menghasilkan hasil segmentasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode yang digunakan dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan teknik deteksi tepi dengan operator Gradien Prewitt, Sobel, dan Robert. Operator Sobel terbukti paling efektif dengan mendeteksi 17.099 piksel, menunjukkan keunggulannya dalam menangkap kontur dan tepi pada citra gigi, sehingga dipilih untuk tahap segmentasi. Segmentasi optimal dicapai dengan nilai threshold RGB=3 dan HSV=0,3. Pada konfigurasi ini, citra hasil segmentasi dalam model warna HSV lebih terang, sementara dalam model warna RGB, area yang dipilih semakin besar. Kombinasi nilai threshold ini meningkatkan visibilitas dan akurasi dalam memisahkan struktur gigi dari latar belakangnya. Implikasi temuan ini dalam kedokteran gigi sangat signifikan. Peningkatan kejelasan dan akurasi segmentasi citra gigi memperbaiki representasi citra gigi, yang penting untuk diagnosis dan analisis medis. Ini membantu dokter gigi mendeteksi kelainan atau penyakit dengan lebih tepat, memungkinkan perawatan yang lebih efektif dan efisien. Temuan ini juga dapat diterapkan dalam sistem diagnostik otomatis, meningkatkan akurasi dan kecepatan diagnosis dalam praktik kedokteran gigi modern.

Daftar Pustaka

- [1] H. Hasnita, S. Anraeni, and F. Umar, "Klasifikasi Penyakit Periodontal Pada Citra Panoramic Gigi Dengan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 2, no. 4, pp. 284–288, 2021, [doi: 10.33096/busiti.v2i4.1013](https://doi.org/10.33096/busiti.v2i4.1013).
- [2] Y. D. Arimbi and N. Sofi, "Deteksi Tulang Belakang Pada Citra Ct-Scan Menggunakan Metode Deteksi Tepi Sobel," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 26, no. 3, pp. 207–216, 2021, [doi: 10.35760/ik.2021.v26i3.4910](https://doi.org/10.35760/ik.2021.v26i3.4910).
- [3] G. Rubiu *et al.*, "Teeth Segmentation in Panoramic Dental X-ray Using Mask Regional Convolutional Neural Network," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 13, pp. 1–14, 2023, [doi: 10.3390/app13137947](https://doi.org/10.3390/app13137947).
- [4] S. Adam and A. Z. Arifin, "Inisialisasi Otomatis Metode Level Set untuk Segmentasi Objek Overlapping pada Citra Panorama Gigi," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 3, p. 429, 2021, [doi: 10.25126/jtiik.0813013](https://doi.org/10.25126/jtiik.0813013).
- [5] V. Majanga and S. Viriri, "Dental Images' Segmentation Using Threshold Connected Component Analysis," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2021, pp. 1–9, 2021, [doi: 10.1155/2021/2921508](https://doi.org/10.1155/2021/2921508).
- [6] I. F. H. Muhamad Rizki Pratama, "Implementasi Metode Canny dalam Deteksi Tepi Pada Aplikasi Omr (Optical Mark Recognition) Menggunakan Pengembangan Sistem Waterfall," *J. Edunity Kaji. Ilmu Sos. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2023, [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- [7] M. Chung *et al.*, "Pose-aware instance segmentation framework from cone beam CT images for tooth segmentation," *Comput. Biol. Med.*, vol. 120, no. February, p. 103720, 2020, [doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103720](https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103720).
- [8] J. Zhang, C. Li, Q. Song, L. Gao, and Y. K. Lai, "Automatic 3D tooth segmentation using convolutional neural networks in harmonic parameter space," *Graph. Models*, vol. 109, no. April, p. 101071, 2020, [doi: 10.1016/j.gmod.2020.101071](https://doi.org/10.1016/j.gmod.2020.101071).
- [9] T. Kim, Y. Cho, D. Kim, M. Chang, and Y. J. Kim, "Tooth segmentation of 3D scan data using generative adversarial networks," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 2, 2020, [doi: 10.3390/app10020490](https://doi.org/10.3390/app10020490).
- [10] S. Lee, S. Woo, J. Yu, J. Seo, J. Lee, and C. Lee, "Automated CNN-Based tooth segmentation in cone-beam CT for dental implant planning," *IEEE Access*, vol. 8, pp.

- 50507–50518, 2020, [doi: 10.1109/ACCESS.2020.2975826](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2975826).
- [11] M. Gandhi, J. Kamdar, and M. Shah, “Preprocessing of Non-symmetrical Images for Edge Detection,” *Augment. Hum. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2020, [doi: 10.1007/s41133-019-0030-5](https://doi.org/10.1007/s41133-019-0030-5).
- [12] S. Kim and C.-O. Lee, “Individual tooth segmentation in human teeth images using pseudo edge-region obtained by deep neural networks,” *Signal Process. Image Commun.*, vol. 120, p. 117076, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.image.2023.117076>
- [13] P. Tripathi, S. Tyagi, and M. Nath, “A Comparative Analysis of Segmentation Techniques for Lung Cancer Detection,” *Pattern Recognit. Image Anal.*, vol. 29, no. 1, pp. 167–173, 2019, [doi: 10.1134/S105466181901019X](https://doi.org/10.1134/S105466181901019X).
- [14] J. He, S. Zhang, M. Yang, Y. Shan, and T. Huang, “Bi-directional cascade network for perceptual edge detection,” *arXiv*, pp. 3828–3837, 2019, [doi: 10.1109/tpami.2020.3007074](https://doi.org/10.1109/tpami.2020.3007074).
- [15] X. Soria, E. Riba, and A. D. Sappa, “Dense extreme inception network: Towards a robust CNN model for edge detection,” *arXiv*, pp. 1923–1932, 2019.
- [16] M. Parse and D. Pramod, “Edge Detection Technique Based on Bilateral Filtering and Iterative Threshold Selection Algorithm and Transfer Learning for Traffic Sign Recognition,” *Sci. J. Silesian Univ. Technol. Ser. Transp.*, vol. 119, pp. 199–222, 2023, [doi: 10.20858/sjsutst.2023.119.12](https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.119.12).
- [17] J. H. Lee, S. S. Han, Y. H. Kim, C. Lee, and I. Kim, “Application of a fully deep convolutional neural network to the automation of tooth segmentation on panoramic radiographs,” *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.*, vol. 129, no. 6, pp. 635–642, 2020, [doi: 10.1016/j.oooo.2019.11.007](https://doi.org/10.1016/j.oooo.2019.11.007).
- [18] M. A. Elgargni, “Investigation of Image Processing for Detecting Teeth Conditions of Dental X-Ray Images,” *Humanit. Nat. Sci. J.*, vol. 3, no. 9, pp. 1–9, 2022, [doi: 10.53796/hnsj399](https://doi.org/10.53796/hnsj399).
- [19] C. J. J. Sheela and G. Suganthi, “Morphological edge detection and brain tumor segmentation in Magnetic Resonance (MR) images based on region growing and performance evaluation of modified Fuzzy C-Means (FCM) algorithm,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 79, no. 25–26, pp. 17483–17496, 2020, [doi: 10.1007/s11042-020-08636-9](https://doi.org/10.1007/s11042-020-08636-9).
- [20] M. J. Arifin *et al.*, “Segmentasi Pertumbuhan Padi Berbasis Aerial Image Segmentation Of Paddy Growth Area Based On Aerial Imagery Using Color And Texture Feature For Estimating Harvest,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 209–216, 2021, [doi: 10.25126/jtiik.202183438](https://doi.org/10.25126/jtiik.202183438).
- [21] P. Mohamed Shakeel, S. Baskar, R. Sampath, and M. M. Jaber, “Echocardiography image segmentation using feed forward artificial neural network (FFANN) with fuzzy multi-scale edge detection (FMED),” *Int. J. Signal Imaging Syst. Eng.*, vol. 11, no. 5, pp. 270–278, 2019, [doi: 10.1504/IJSISE.2019.100651](https://doi.org/10.1504/IJSISE.2019.100651).
- [22] V. Majanga and S. Viriri, “A Survey of Dental Caries Segmentation and Detection Techniques,” *Sci. World J.*, vol. 2022, pp. 1–19, 2022, [doi: 10.1155/2022/8415705](https://doi.org/10.1155/2022/8415705).
- [23] C. W. Li *et al.*, “Detection of dental apical lesions using cnns on periapical radiograph,” *Sensors*, vol. 21, no. 21, 2021, [doi: 10.3390/s21217049](https://doi.org/10.3390/s21217049).