

Pengolahan Citra untuk Perbaikan Kualitas Citra Sinar-X Dental Menggunakan Metode *Filtering*

Alfia Septiana Wilianti dan Suhartati Agoes

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Jalan Kyai Tapa No. 1, Grogol, Jakarta Barat, 11440, Indonesia

E-mail: sagoes@trisakti.ac.id

ABSTRACT

Image is an object that has characteristics in a visual form. Dental x-ray is one example of a digital image. Dental panoramic results have a weak lighting level, so image quality improvement is needed. Dentists still rely on visual observation in reading X-rays therefore the results are subjective. X-ray images do not always have good image quality, for example the results of dental x-ray that are dark or there are vague parts so that the images are difficult to be identified. This study uses a filtering method to improve the image quality of decentralized x-rays, namely unsharp filters, median filters, Wiener filters and Gaussian filters. The initial step is converting the image into gray image and continue with filtering process. The successful of filtering process was indicated by measuring the quantitatively using image quality parameters, namely mean square error (MSE) and peak signal to noise ratio (PSNR). The best average MSE is obtained by using a Gaussian filter for jpg format image that is equal to 0.685 with a PSNR of 49.935 dB.

Keywords: *image, PSNR, MSE, filtering*

ABSTRAK

Citra merupakan sebuah objek yang memiliki karakteristik dalam bentuk visual. Sinar-X dental merupakan salah satu contoh citra digital. Hasil citra dental panoramik memiliki tingkat pencahayaan yang lemah, maka diperlukan perbaikan kualitas citra. Para dokter gigi masih mengandalkan pengamatan visual dalam pembacaan foto rontgen sehingga hasilnya subjektif. Hasil citra rontgen tidak selalu memiliki kualitas citra yang baik, seperti misalnya hasil citra sinar-X dental yang gelap atau ada bagian yang samar sehingga sulit diidentifikasi. Penelitian ini menggunakan metode filtering dalam meningkatkan kualitas citra sinar-X dental, yaitu dengan filter unsharp, filter Median, filter Wiener, dan filter Gaussian. Tahap awal yang dilakukan adalah mengubah citra menjadi keabuan dengan format citra yang berbeda-beda dan selanjutnya dilakukan tahap filtering. Pengukuran keberhasilan filtering diukur secara kuantitatif menggunakan parameter kualitas citra yaitu mean square error (MSE) dan peak signal to noise ratio (PSNR). Nilai MSE rata-rata yang paling baik didapat

dengan menggunakan filter Gaussian untuk citra tipe format jpg yaitu sebesar 0,685 dan nilai PSNR rata-rata sebesar 49,935 dB.

Kata kunci: citra, PSNR, MSE, filtering

1. Pendahuluan

Citra digital adalah gambaran suatu objek yang dapat berupa sinyal video analog pada monitor televisi atau sinyal digital yang dapat disimpan pada suatu media penyimpanan seperti *harddisk*, *flashdisk*, dan *memory card* [1].

Setiap citra yang diolah atau diproses dapat dianalisis dengan melihat citra histogramnya. Citra histogram adalah grafik yang menunjukkan frekuensi suatu intensitas warna. Sumbu horizontal menunjukkan intensitas warna yang dipakai (0-255). Sumbu vertikal menunjukkan jumlah titik yang menggunakan warna yang bersangkutan [2]. Pada kondisi pencahayaan yang kurang, citra terlihat kurang jelas. Untuk mengurangi citra yang kabur terskala (*scaled unsharp version*) adalah dengan menggunakan metode *unsharp masking*.

Terdapat beberapa metode untuk perbaikan kualitas citra digital, contohnya metode *filtering*, *mathematical morphology*, *machine learning*, dan lain-lain. Diantara berbagai macam metode, teknik filtering yang paling representatif, sederhana, dan efektif [3].

Bidang radiologi pada dunia kedokteran, merupakan bidang ilmu yang menggunakan sumber sinar ion, gelombang suara, dan magnet untuk menghasilkan citra yang selanjutnya digunakan untuk diagnosis dan terapi. Contoh sinar pengion adalah sinar-X. Penyinaran dengan menggunakan sinar-X bertujuan untuk mengetahui dan mendiagnosis kondisi organ dalam dari pasien, akan tetapi dimensi dari hasil sinar-X terlalu besar untuk dibawa sehingga kurang praktis. Agar mudah dibawa maka citra sinar-X diubah menjadi digital. Dengan format digital maka citra sinar-X dapat disimpan dan dianalisis dengan efisien.

Banyak penelitian yang dilakukan untuk membantu dokter dalam mendeteksi suatu penyakit, contohnya sinar-X *thorax*, sinar-X *proximal premur* maupun sinar-X dental. Sinar-X dental biasanya digunakan dalam ilmu kedokteran gigi untuk

menganalisis kesehatan gigi dan mulut. Perkembangan penelitian menggunakan sinar-X dental dapat diperluas untuk mengidentifikasi mayat korban. Tidak semua citra sinar-X dapat dianalisis dengan baik, contohnya pada sinar-X dengan tingkat kontras rendah. Citra ini terjadi pada kondisi pencahayaan yang kurang sehingga terlihat kurang jelas.

Penelitian ini membahas implementasi metode *filtering* khususnya telah dikembangkan oleh Maria Sebatubun. Secara kualitatif, metode yang digunakan pada penelitian tersebut berhasil memperjelas citra sehingga mudah untuk diinterpretasi oleh radiolog. Secara kuantitatif, metode tersebut mendapatkan MSE sebesar 0,3424 dB dan PSNR sebesar 53,2330 dB [4].

2. Kajian Pustaka

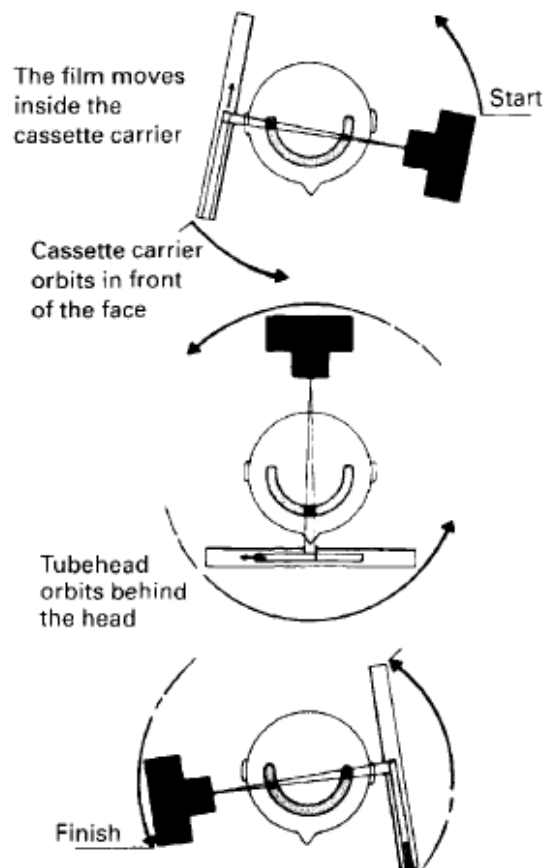
2.1 Radiografi Panoramik

Gigi terdiri dari dua bagian besar, yaitu mahkota dan akar. Mahkota gigi diselubungi lapisan *email* dan akar gigi diselubungi lapisan *sementum*. Kedua lapisan ini bertemu pada leher gigi. Secara klinis yang tampak oleh mata adalah mahkota gigi, bagian gigi yang berada di atas area perlekatan gusi. Sedangkan yang tidak tampak dari mata manusia adalah akar gigi. Tulang *mandibula* adalah tulang rahang tempat gigi menempel.

Penelitian mengenai perancangan dan pembuatan *Automated Dental Identification System* (ADIS) yaitu sistem untuk mengidentifikasi manusia dengan menggunakan sinar-X dental telah dilakukan oleh F. Ida. ADIS adalah sebuah sistem otomatisasi proses identifikasi citra *postmortem* (PM) yang telah didesain untuk mencapai hasil yang akurat dan tepat waktu dengan intervensi manusia yang minimum dan cocok untuk ahli forensik gigi [5].

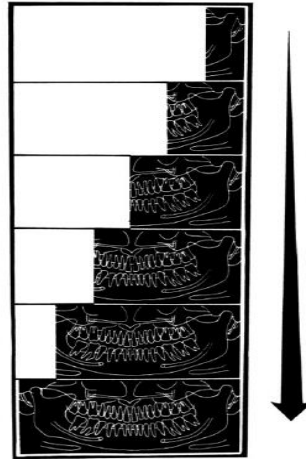
Dalam radiografi panoramik pencitraan dilakukan dengan menggunakan berkas sinar-X yang terkolimasi oleh *slit* dan akan berputar dalam suatu bidang horizontal. Sebuah *slit* di depan kaset bertindak sebagai kolimator sekunder bagi berkas yang mengenai film [6].

Skema akuisisi citra radiografi panoramik dijelaskan pada Gambar 1, yang menunjukkan kasus gerakan sumber radiasi sederhana dengan pusat rotasi tetap. Pada penjelasan dalam citra posisi pasien dan tabung sinar-X yang membentuk bidang horizontal selama pencitraan. Berkas sinar-X mengalami dua kali kolimasi, pertama pada saat keluar dari tabung yang akan mengenai permukaan kulit pasien dan kedua keluar dari pasien yang akan mengenai film.



Gambar 1 Akuisisi Citra Radiografi Panoramik [7]

Hasil pencitraan dari berkas sinar-X panoramik yang sempit diperoleh dengan cara menggabungkan bagian-bagian dari rahang pasien menjadi satu gambar rahang pasien yang utuh dari seluruh hasil penyinaran seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Tahapan Pembentukan Citra Panoramik [7]

2.2 Citra

Citra merupakan representasi secara visual dari suatu objek yang dapat dibagi menjadi 2 yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti citra pada televisi, foto, lukisan, dan pemandangan alam [6]. Citra analog tidak dapat direpresentasikan dalam komputer, sehingga tidak dapat diolah. Supaya dapat diolah oleh komputer maka citra analog harus diubah ke citra digital melalui sebuah konverter.

2.2.1 Citra Digital

Citra diskrit dua dimensi dihasilkan dari citra analog dua dimensi yang kontinu melalui proses *sampling* yang menghasilkan matriks dengan indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra. Nilai matriks yang terdapat pada citra merupakan nilai kecerahan titik tersebut.

Citra digital adalah citra hasil representasi berdasarkan pendekatan *sampling* dan kuantisasi dalam baris dan kolom, sehingga *sampling* pada citra menyatakan besar kecilnya ukuran piksel (titik) pada citra dan kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan (*grayscale*) sesuai dengan jumlah bit biner yang digunakan oleh mesin. Kuantisasi pada citra dapat juga menyatakan jumlah warna yang ada pada citra [8].

Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x,y)$ yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel atau elemen terkecil dari sebuah citra [8] yang dijelaskan seperti pada Persamaan (1).

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,m-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,m-1) \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ f(n-1,0) & f(n-1,1) & \dots & f(n-1,m-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$0 \leq f(x,y) \leq G-1$$

dengan M adalah jumlah piksel baris (*row*) pada *array* citra, N adalah jumlah piksel kolom (*column*) pada *array* citra, dan G adalah nilai skala keabuan (*grayscale*). Besarnya nilai M , N dan G pada umumnya merupakan perpangkatan dari dua ($M = 2^m$, $N = 2^n$, $G = 2^k$). Untuk nilai m , n dan k adalah bilangan bulat positif. Interval $(0,G)$ disebut skala keabuan (*grayscale*). Besar G tergantung pada proses digitalisasinya. Biasanya keabuan 0 (nol) menyatakan intensitas hitam dan 255 menyatakan intensitas putih. Untuk citra 8 bit, nilai G sama dengan $2^8 = 256$ warna (derajat keabuan).

2.2.2 Citra Skala Keabuan (*Grayscale*)

Citra keabuan merupakan citra digital yang mempunyai satu nilai kanal pada setiap pikselnya sehingga nilai RGB bernilai sama. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas dari citra. Warna yang ditampilkan adalah warna hitam, keabuan dan putih. Tingkat keabuan merupakan warna abu dengan tingkat hitam yang mendekati putih [8].

Tujuan mengubah menjadi *grayscale* adalah untuk menyederhanakan model citra karena citra berwarna terdiri dari matriks 3 *layer*, yaitu *R-layer*, *G-layer* dan *B-layer* sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga *layer* di atas. Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga *layer*, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Dengan mengubah citra menjadi *grayscale* maka matriks 3 *layer* diubah menjadi 1 *layer*. Dalam citra ini tidak ada lagi warna,

yang ada derajat keabu abuan. Citra skala keabuan memberikan warna yang lebih banyak pada citra biner karena terdapat kemungkinan nilai-nilai lain antara nilai minimum (0) hingga maksimum.

Format citra ini umumnya memiliki warna antara hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimal, sedangkan warna di antaranya adalah warna kelabu. Dalam prakteknya warna yang dapat dipakai tidak terbatas pada warna kelabu, sebagai contoh dipilih warna minimalnya adalah warna putih dan warna maksimalnya adalah warna merah, maka semakin besar nilainya semakin besar pula intensitas warna merahnya. Beberapa buku menyebut format citra ini sebagai citra intensitas [8].

2.3 Format Citra

2.3.1 *Joint Photographic Expert Group (JPEG)*

Joint Photographic Expert Group (JPEG) adalah standar kompresi *file* yang dikembangkan oleh *Group Joint Photographic Experts* yang menggunakan kombinasi DCT dan pengkodean Huffman untuk mengkompresikan suatu *file* citra. JPEG adalah suatu algoritma kompresi yang bersifat *lossy* yang berarti kualitas citranya agak kurang bagus.

Format *file* ini mampu mengkompres objek dengan tingkat kualitas sesuai dengan pilihan yang disediakan. Format *file* sering dimanfaatkan untuk menyimpan citra yang akan digunakan untuk keperluan halaman web, multimedia dan publikasi elektronik lainnya. Format *file* ini mampu menyimpan citra dengan mode warna RGB, CMYK, dan *grayscale*. Format *file* ini juga mampu menyimpan *alpha channel*, namun karena orientasinya ke publikasi elektronik maka format ini berukuran relatif lebih kecil dibandingkan dengan format *file* lainnya.

2.3.2 *Matriks Bitmap (BMP)*

Citra disimpan di dalam berkas (*file*) dengan berbagai format. Terdapat beberapa ekstensi citra yang dapat digunakan yaitu tif, gif, png, bmp, xwd, ras dan pnm. Format citra yang baku pada *Microsoft Windows* adalah format *bitmap* (*.bmp). Format BMP sudah jarang digunakan karena berkas BMP pada umumnya tidak

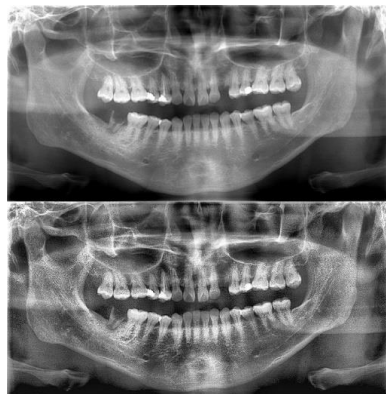
dimampatkan sehingga ukuran berkasnya relatif lebih besar dari pada format berkas JPEG maupun GIF, sehingga format berkas yang paling banyak diminati adalah JPEG dan GIF.

Meskipun format BMP tidak efektif dari segi ukuran, namun format BMP mempunyai kelebihan dari segi kualitas citra. Citra dalam format BMP lebih bagus daripada citra dalam format yang lainnya, karena citra dalam format BMP umumnya tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. Terjemahan bebas *bitmap* adalah pemetaan bit artinya nilai intensitas piksel pada citra dipetakan menjadi sejumlah bit tertentu. Peta bit ini merepresentasikan nilai intensitas piksel, sehingga dengan 8 bit piksel didapat $2^8 = 256$ derajat keabuan dengan nilai dari 0-255.

2.4 Perbaikan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)

Operasi perbaikan kualitas citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter yang membentuk citra itu sendiri. Dengan melakukan operasi ini diharapkan dapat menonjolkan ciri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra [8].

Gambar 3 adalah salah satu contoh operasi penajaman citra, operasi ini menggunakan masukan sebuah citra dengan warna *blur* dan pada keluarannya didapatkan citra yang lebih tajam dengan bagian yang ditajamkan adalah tepi-tepi objek dari citra tersebut.



Gambar 3 Operasi Penajaman Citra

2.5 Teknik *Filtering*

Filter spasial non-linear atau yang disebut juga dengan filter statik berdasarkan urutan merupakan filter yang responnya didasarkan pada urutan atau *ranking* piksel yang ada dalam citra yang dicakup oleh area filter dan menggantikan nilai dari piksel yang berada di tengah dengan nilai hasil pengurutan.

Filter juga dapat digunakan untuk menghilangkan derau dan menghaluskan citra digital. Filter non-linear lebih unggul dibanding dengan filter linear karena terdapat ukuran filter yang akan dipakai. Selain itu, filter non-linear tidak memerlukan operasi konvolusi terhadap *original*.

2.5.1 *Unsharp Masking Filter*

Unsharp masking filter ini merupakan *edge enhancement filter* yang akan menyebabkan citra *input* akan menjadi lebih jelas dan tepian objek semakin tajam. Keuntungan dari *unsharp filter* ini adalah dapat mengontrol ketajaman dan tidak menimbulkan efek buruk pada citra.

Ide dasar dari *unsharp masking* adalah untuk mengurangi versi kabur terskala (*scaled unsharp version*) dari citra aslinya. Secara praktis dapat dilakukan dengan mengurangi citra yang telah dikaburkan dan diskala (*scaled blurred image*) terhadap citra aslinya.

Operasi *filtering* dan pengurangan dapat dilakukan sekaligus dengan menggunakan linearitas filter 3 x 3 yang disebut filter identitas sehingga *unsharp masking* dapat diterapkan menggunakan filter tersebut.

2.5.2 Filter Median

Filter Median adalah salah satu filter non-linear yang mengurutkan nilai intensitas sekelompok piksel, kemudian mengganti nilai piksel yang diproses dengan nilai mediannya. Filter Median biasanya digunakan untuk menghaluskan dan mengurangi *noise* atau gangguan pada citra.

Cara penggunaan filter Median yaitu setiap *output* yang dihasilkan merupakan hasil operasi piksel-piksel dari nilai rata-rata sekelompok piksel sebelum dan sesudah titik piksel yang hendak diperbaiki. Metode filter Median dapat menghilangkan *noise* tanpa menyebabkan pengurangan tingkat ketajaman dari citra.

2.5.3 Filter Gaussian

Filter Gaussian adalah salah satu filter linear dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi Gaussian. Filter ini sangat baik digunakan untuk menghilangkan derau yang bersifat sebaran normal. Secara alami derau juga memiliki sebaran Gaussian, sehingga secara teoritis akan menjadi netral jika melawan fungsi lain yang juga memiliki fungsi Gaussian, hal ini disebut sebagai *zero mean*.

2.5.4 Filter Wiener

Filter Wiener sangat optimal karena dapat meminimalkan *mean square error*. Filter Wiener adalah estimasi linear dari citra asli. Pendekatan ini didasarkan pada pendekatan stokastik. Filter Wiener adalah filter yang akan melakukan penyaringan terhadap *noise* yang menyerang citra yang menyebabkan penurunan kualitas citra dengan menggunakan pendekatan statistik berdasarkan piksel tetangganya.

2.6 Parameter Kualitas Citra

Hasil dari peningkatan kualitas citra biasanya hanya dinilai secara visual tetapi dapat juga dinilai dengan menggunakan metode yang mampu mengukur tingkat kualitas suatu citra. Untuk mengevaluasi citra *output*, *peak signal-to-noise ratio* (PSNR) dan *mean square error* (MSE) digunakan sebagai kriteria evaluasi secara objektif. Nilai yang diperoleh dari hasil proses pengukuran ini berbanding terbalik, artinya kualitas citra dapat dikatakan baik jika nilai PSNR cenderung tinggi dan nilai MSE cenderung rendah. Jika yang terjadi sebaliknya, maka dapat dikatakan bahwa kualitas citra masih perlu ditingkatkan. PSNR dan MSE dirumuskan pada Persamaan (2) dan Persamaan (3).

$$MSE = \left(\frac{1}{mn}\right) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [u(i,j) - v(i,j)]^2 \quad (2)$$

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{m \times n \times L^2}{\sum_{i,j} [u(i,j) - v(i,j)]^2} \right) \quad (3)$$

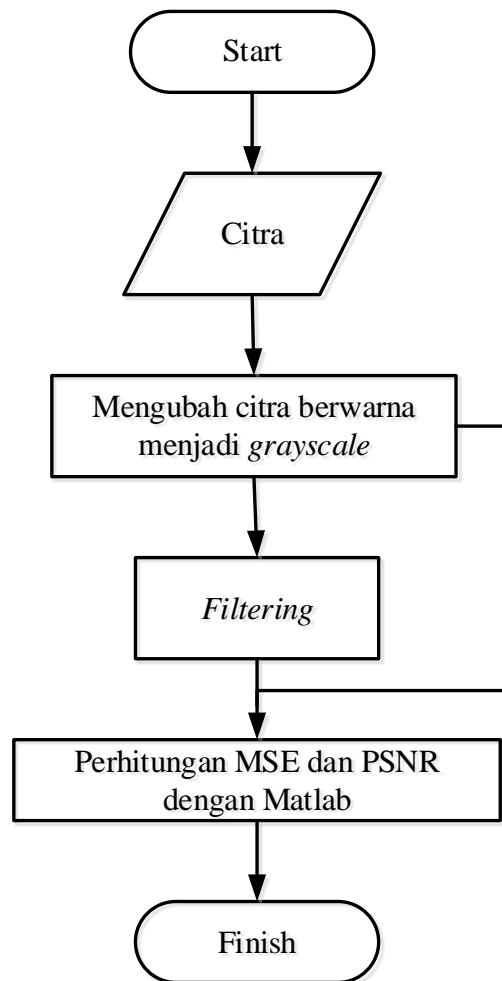
Dengan L adalah nilai *gray level* maksimum, m dan n adalah baris dan kolom, u(i,j) adalah nilai keabuan citra asli, dan v(i,j) adalah nilai keabuan citra yang diperoleh dari hasil *filtering*.

3. Metode Penelitian

Proses perbaikan kualitas citra dalam penelitian ini memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan ujicoba pada beberapa citra masukan yang digunakan. Tahapan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra disebut *preprocessing*. Tahapan awal dari *preprocessing* adalah proses pemilihan komponen citra menjadi citra keabuan (*gray*). Citra masukan awalnya berupa citra yang mengandung komponen RGB. Selanjutnya komponen warna dari citra masukan yang diambil hanya komponen *gray* sedangkan komponen lain yang terdapat pada citra akan dihilangkan.

Proses ini menyebabkan citra memiliki derau. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan *unsharp masking* yang merupakan teknik perbaikan citra untuk memperbaiki kualitas citra hasil citra keabuan pada citra sinar-X dental dengan cara mempertajam citra. Filter *Unsharp* digunakan untuk mengurangi versi kabur terskala (*scaled unsharp version*) pada sebuah citra masukan dengan memperbaiki lokal kontras dan penajaman citra.

Perhitungan MSE dan PSNR dilakukan empat kali, yaitu setelah melakukan *gray scaling* kemudian mem-filter citra masukan dengan filter *unsharp*, filter median, filter Wiener, dan filter Gaussian. Perhitungan MSE dan PSNR dilakukan dengan membandingkan citra keluaran tersebut dengan citra keabuan (*gray*). Proses uji coba perbaikan kualitas citra dijelaskan dengan diagram alir seperti Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Diagram Alir Perbaikan Kualitas Citra

Pada Gambar 4 diperlihatkan proses perubahan kualitas citra. Mula-mula citra berwarna diubah menjadi citra abu-abu kemudian dilanjutkan dengan proses *filtering*. Citra keluaran hasil *filtering* dihitung nilai MSE dan PSNRnya dengan menggunakan parameter sinyal asli. Proses *filtering* dilakukan sebanyak empat kali dengan menggunakan empat jenis filter.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengukuran MSE dan PSNR

Hasil uji coba pada perbaikan kualitas citra format bmp dengan keempat jenis filter yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran MSE dan PSNR dalam *Format bmp*

Citra	<i>Unsharp Masking</i>		Filter Wiener		Filter Median		Filter Gaussian		Tipe File
	MSE1	PSNR1 (dB)	MSE2	PSNR2 (dB)	MSE3	PSNR3 (dB)	MSE4	PSNR4 (dB)	
Citra 1	73,676	29,458	5,646	40,614	5,969	40,372	1,047	47,931	bmp
Citra 2	102,343	28,030	7,863	39,175	8,664	38,754	1,477	46,437	bmp
Citra 3	87,804	28,696	6,522	39,987	7,221	39,545	1,258	47,134	bmp
Citra 4	192,314	25,291	1,953	36,684	15,828	36,137	2,667	43,870	bmp
Citra 5	143,232	26,570	11,043	37,700	12,520	37,155	1,097	44,915	bmp
Citra 6	79,715	29,115	6,038	40,322	6,451	40,034	1,126	47,616	bmp
Citra 7	86,901	28,741	6,598	39,937	7,050	39,649	1,222	47,260	bmp
Citra 8	114,806	27,531	8,462	38,856	9,894	38,177	1,670	45,904	bmp
Citra 9	126,809	27,099	9,250	38,469	10,834	37,783	1,820	45,531	bmp
Citra 10	108,270	27,786	8,296	38,942	9,179	38,503	1,519	46,315	bmp
Rata-rata	111,587	27,832	8,367	39,069	9,361	38,611	1,590	46,291	bmp

Hasil uji coba pada perbaikan kualitas citra format jpg dengan ke-empat jenis filter yang digunakan terdapat pada Tabel 2. Format citra jpg memiliki nilai MSE yang paling kecil dengan metode filter Gaussian, yaitu dengan nilai rata-rata 0,685, sedangkan untuk format citra bmp memiliki nilai MSE yang paling kecil adalah metode filter Gaussian, yaitu dengan nilai rata-rata 1,590.

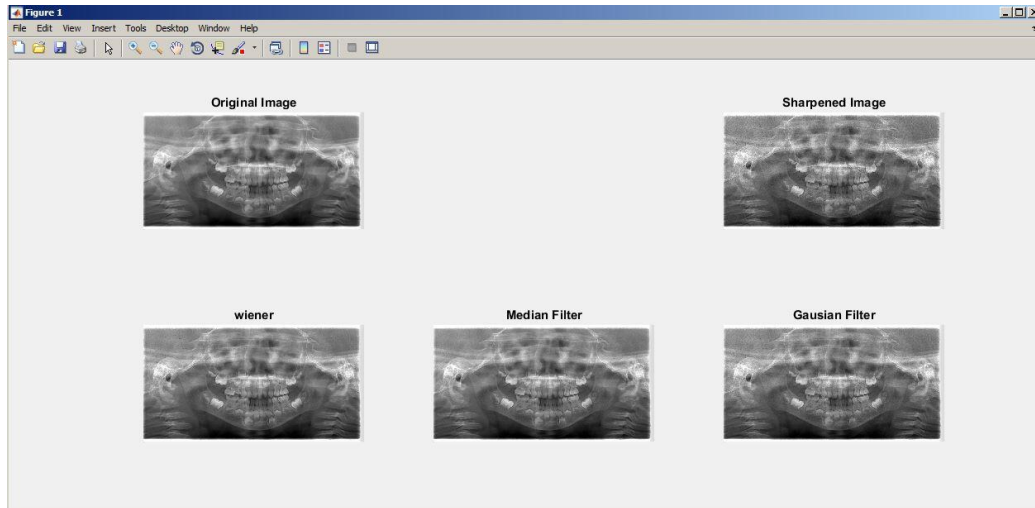
Tabel 2 Hasil Pengukuran MSE dan PSNR dalam *Format jpg*

Citra	<i>Unsharp Masking</i>		Filter Wiener		Filter Median		Filter Gaussian		Tipe File
	MSE1	PSNR1 (dB)	MSE2	PSNR2 (dB)	MSE3	PSNR3 (dB)	MSE4	PSNR4 (dB)	
Citra 1	32,026	33,076	2,927	43,467	2,935	43,455	0,450	51,602	Jpg
Citra 2	46,455	31,460	4,214	41,884	4,438	41,659	0,667	49,956	Jpg
Citra 3	38,818	32,240	3,441	42,764	3,642	42,517	0,543	50,779	Jpg
Citra 4	81,934	28,996	7,027	39,663	7,687	39,273	1,112	47,669	Jpg
Citra 5	61,633	30,233	5,607	40,644	6,051	40,312	0,875	48,712	Jpg
Citra 6	34,794	32,716	3,134	43,170	3,210	43,065	0,484	51,279	Jpg
Citra 7	38,460	32,281	3,461	42,739	3,549	42,630	0,533	50,865	Jpg
Citra 8	52,686	30,914	4,589	41,514	5,156	41,007	0,747	49,398	Jpg
Citra 9	56,241	30,630	4,838	41,284	5,371	40,830	0,788	49,167	Jpg
Citra 10	47,560	31,358	4,258	41,839	4,508	41,591	0,661	49,926	Jpg
Rata-rata	49,061	31,390	4,349	41,897	4,655	41,634	0,685	49,935	Jpg

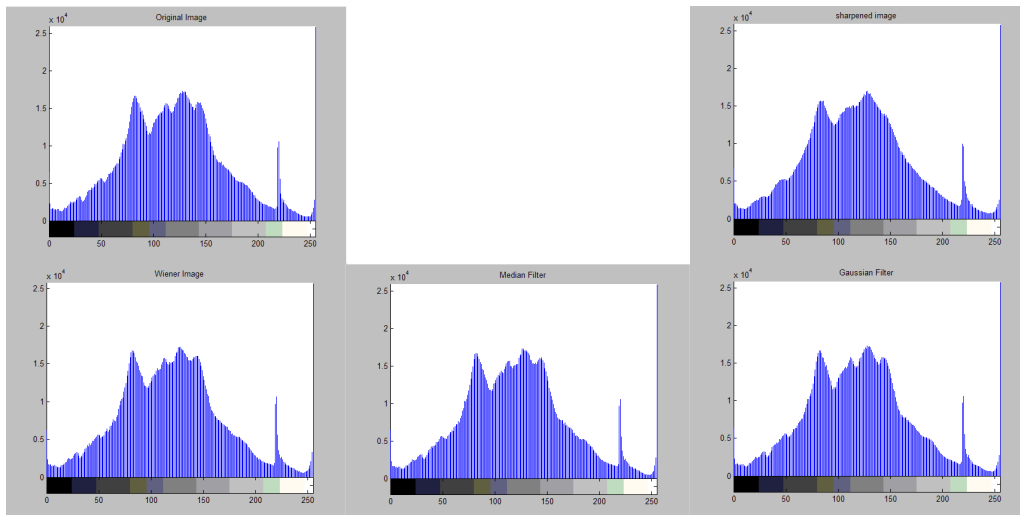
4.2 Hasil Keluaran Citra

Keluaran hasil perbaikan kualitas citra dalam bentuk citra sinar-X dental terdapat pada Gambar 5. Gambar 5 merupakan hasil perbaikan kualitas citra dengan menampilkan citra sinar-X dental pada Citra 1. Sedangkan Gambar 6 merupakan hasil

perbaikan kualitas citra yang menampilkan histogram Citra 1 yang memiliki MSE paling baik dibandingkan dengan citra lainnya.



Gambar 5 Keluaran Citra Menggunakan Berbagai Jenis Filter pada Citra 1



Gambar 6 Perbandingan Histogram Hasil Uji Coba

5. Kesimpulan

Dari hasil ujicoba dari sepuluh citra dapat disimpulkan bahwa Citra 1 menghasilkan nilai MSE yang paling kecil dan PSNR yang paling besar dibandingkan dengan citra lainnya untuk kedua jenis format bmp dan jpg. Sedangkan dari ujicoba ke empat metode *filtering* yang digunakan untuk perbaikan kualitas citra sinar-X dental dengan parameter kualitas citra yang terbaik dihasilkan dengan menggunakan filter Gaussian. Nilai MSE rata-rata yang paling baik didapat dengan menggunakan filter Gaussian untuk citra format jpg yaitu sebesar 0,685 dan nilai PSNR rata-rata sebesar 49,935 dB.

Daftar Pustaka

- [1] Shaleh, "Implementasi Contrast Stretching Untuk Perbaikan Kualitas Citra Digital," Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Informatika STMIK MDP, Palembang, 2015.
- [2] T. Sutikno, K. Firdausy, and E. Prasetyo, "Perangkat Lunak Perbaikan Kualitas Citra Digital Model RGB dan IHS Dengan Operasi Peningkatan Kontras," in *Proc. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 2007, pp. F7-F11.
- [3] M. Santoso, T. Indriyani, and R.E. Putra, "Deteksi Microeursyms Pada Citra Retina Mata Menggunakan Matched Filter," *INTEGER Journal of Information Technology*, 2(2), pp. 59-68, 2017.
- [4] M. M. Sebatubun, "Peningkatan Kualitas X-Ray Paru-paru Menggunakan CLAHE dan Gaussian Filter," Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Informatika STMIK AKAKOM, Yogyakarta, 2016.
- [5] F. Ida, "Peningkatan Citra Dental Panoramic Radiograph Pada Tulang Mandibula Menggunakan Multi-Histogram Equalization," Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Informatika UIN, Malang, 2014.
- [6] Dinayawati, "Estimasi Dosis Pasien Pada Pemeriksaan Dental Panoramik," Skripsi Sarjana. Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, 2011.

- [7] E. Whaites, *Essential of Dental Radiography and Radiology*. Third Edition. New York: Churchill Livingstone, 2003, pp. 177-179.
- [8] M. K. A. Fauzi, “Pengukur Kecepatan Kendaraan Di Kawasan Pemukiman Menggunakan Algoritma Image Subtracting Berbasis Open CV,” Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Elektro, ISTA, Yogyakarta, 2017.