

Penerapan Metode Ekstrapolasi Nonlinear Dan Algoritma Wiener Pada Citra Blur (Deblur)

Dicky Purba

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia
Email: ¹dickyllerz@gmail.com

Abstrak—Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak memiliki persepsi visual yang mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Citra yang kurang baik dapat disebabkan oleh banyak faktor, antara lain kurang penajaman, blur, dan lain sebagainya. Kualitas citra yang buruk tentu saja akan mempengaruhi informasi yang terkandung dalam citra tersebut. Hal ini tentu saja mengakibatkan penyampain informasi pada citra tidak efektif. Untuk itu diperlukan perbaikan citra. Pada penelitian ini, penulis akan menerapkan teknik perbaikan citra kabur dengan menggunakan metode Ekstrapolasi Nonlinear dan filter Wiener. Mula-mula citra kabur akan ditajamkan dengan menggunakan metode Ekstrapolasi Nonlinear. Kemudian citra hasil penajaman akan diperbaiki kekaburannya dengan menggunakan algoritma Wiener. Dari hasil percobaan menggunakan metode Ekstrapolasi Nonlinear didapatkan citra yang lebih baik dengan peningkatan penajaman berdasarkan frekuensi tinggi pada citra tersebut, yaitu dengan proses penambahan penajaman pada citra awal. Kemudian citra hasil penajaman tersebut diperbaiki dengan menggunakan algoritma Wiener yang menghasilkan citra keluaran dengan memperbaiki kekaburan yang ada pada citra tersebut.

Kata Kunci: Citra; Kabur (Blur); Perbaikan Citra; Ekstrapolasi Nonlinear; Wiener

Abstract—Image processing is an image processing and analysis process that has a lot of visual perception that has the characteristics of input data and output information in the form of images. An unfavorable image can be caused by many factors, including lack of sharpening, blur, and so on. Poor image quality of course will affect the information contained in the image. This of course resulted in the delivery of information on the image is not effective. For this reason, image improvement is needed. In this study, the author will apply the technique of improving the blurred image using the Nonlinear Extrapolation method and the Wiener filter. At first, the blurred image will be sharpened by using the Nonlinear Extrapolation method. Then the sharpened image will be corrected by using the Wiener algorithm. From the results of the experiment using the Nonlinear Extrapolation method, a better image was obtained by increasing the sharpening based on the high frequency of the image, namely by adding sharpening to the initial image. Then the sharpened image is corrected using the Wiener algorithm which produces an output image by correcting the blur that exists in the image.

Keywords: Image, Blur, Image Improvement, Nonlinear Extrapolation, Wiener

1. PENDAHULUAN

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Pengolahan citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Salah satu operasi yang dilakukan dalam pengolahan citra adalah pemulihan citra kabur (*deblur*).

Debluring adalah proses menghilangkan artefak yang kabur dari sebuah citra. Citra kabur dapat diakibatkan oleh berbagai hal, misalnya pergerakan selama pengambilan gambar oleh alat optik seperti kamera, penggunaan alat optik yang tidak fokus, penggunaan lensa dengan sudut yang lebar, gangguan atmosfer, pencahayaan yang singkat sehingga mengurangi jumlah foton yang ditangkap oleh alat optik, dan lain sebagainya.

Ada beberapa teknik yang digunakan untuk menghilangkan kekaburan citra (*debluring*), misalnya penapisan dengan beberapa penapis konvensional seperti penapis *Wiener* dan penapis *Butterwooth*. Ada pula penapis lain dengan menggunakan metode iteratif, yaitu algoritma *Lucy-Richardson*. Ada juga yang menggunakan perbandingan frekuensi yaitu metode *Ekstrapolasi Nonlinear*.

Metode *Ekstrapolasi Nonlinear* adalah metode perbaikan citra blur atau *debluring* yang menambahkan komponen frekuensi tinggi dari citra tepi hasil perbaikan dengan citra masukan diawal proses. Metode ini melakukan penajaman terhadap citra kabur tanpa diketahui nilai degradasinya. Sedangkan penapis *Wiener* adalah metode restorasi yang berdasarkan pada *least square*. Penapis ini meminimumkan galat restorasi, yaitu selisih antar citra restorasi dengan citra asli. Penapis ini efektif bila karakteristik frekuensi citra dan derau aditif diketahui.

Penelitian ini akan membahas sebuah teknik perbaikan citra yang dikemukakan oleh C. Faticah, N. Suciati, dan D. Rosida, dalam papernya yang berjudul "*Perbaikan Citra Menggunakan Ekstrapolasi Nonlinear pada Domain Frekuensi*". Melalui paper ini dijelaskan bagaimana cara melakukan proses perbaikan citra dengan menambahkan komponen frekuensi tinggi dari citra tepi hasil perbaikan terhadap citra masukan diawal proses. Dan juga sebuah teknik restorasi citra yang dikemukakan oleh Hansi Efendi dalam papernya yang berjudul "*Restorasi Citra Kabur (Blur) Menggunakan Algoritma Wiener*".

Melalui paper ini dijelaskan cara merestorasi citra yang telah diberikan motion blur dan *Gaussian* blur dan menyelidiki kemampuan algoritma *Wiener* dalam memperbaiki degradasi pada citra.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra (image processing) merupakan suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan berupa citra (image) dan hasilnya juga berupa citra (image). Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer, serta munculnya ilmu-ilmu komputasi yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra, maka image processing tidak dapat dilepaskan dengan bidang computer vision.

2.2 Ekstrapolasi Nonlinear

Ekstrapolasi Nonlinear adalah sebuah metode pengolahan citra yang digunakan untuk memperbaiki ketajaman sebuah citra dengan melakukan ekstrapolasi via nonlinear terhadap frekuensi tinggi yang diperoleh dari citra kabur dan kemudian ditambahkan ke citra semula [5].

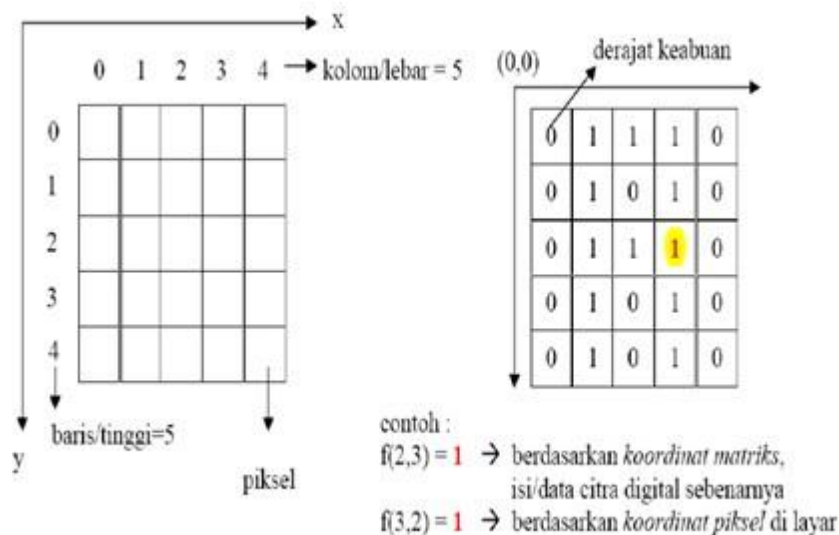
Sebelum citra blur (deblur) diolah menggunakan metode ini, terlebih dahulu citra tersebut direpresentasi. Representasi citra adalah sebuah aktivitas dalam kegiatan pengolahan citra, dimana kegiatan ini merupakan proses menampilkan kembali suatu citra yang telah melalui tahap *digitizing* dengan cara mencacah gambar tersebut dalam bentuk titik-titik warna yang ditandai dengan angka yang menunjukkan tingkat kecerahan warna tersebut, kemudian ditetapkan dengan menggunakan sistem koordinat.

Suatu citra digital direpresentasikan dengan format $f(x,y) = f(N,M)$, dimana :

N menunjukkan angka pada baris, dengan ketentuan nilai N (ditunjukkan dengan x) = $0 \leq x \leq N - 1$

M menunjukkan angka pada kolom, dengan ketentuan nilai M (ditunjukkan dengan y) = $0 \leq y \leq M - 1$

Kemudian kedua faktor diatas dinyatakan dengan nilai L, yaitu nilai maksimal warna intensitas, dengan ketentuan nilai $L = 0 \leq f(x,y) \leq L - 1$



Gambar 1. Contoh format representasi citra

1. Representasi Edge

Sebuah citra dapat direpresentasikan/digambarkan melalui komposisi dari komponen-komponen frekuensinya, selama citra tersebut belum mengalami proses *aliasing* atau *overlapping*, dimana komponen *low-resolution* dan *high-resolution* diambil dari citra yang sama.

$$\text{Low-resolution image} + \text{High-resolution components} = \text{Original image} \quad (1)$$

Fokus dari perbaikan citra ini adalah penggambaran dari tepi citra yang didapat dari selisih dua buah citra yang saling berbeda resolusinya atau komponen-komponen frekuensi dari citra. Tepi adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak dalam jarak yang singkat. Perbedaan intensitas inilah yang menampakkan rincian pada gambar. Tepi biasanya terdapat pada batas dua daerah berbeda pada suatu citra. Tepi dapat diorientasikan dengan suatu arah, dan arah ini berbeda-beda bergantung pada perubahan intensitas.

Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi didalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek, oleh karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek didalam citra. Tujuan operasi pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek didalam citra. Karena tepi termasuk kedalam komponen berfrekuensi tinggi, maka pendeteksian tepi dapat dilakukan dengan penapis lolos-tinggi (*highpass filter*).

Tepi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu pertama melalui *local peak* pada turunan pertama dari fungsi tingkat kecerahan suatu citra dan kedua melalui nilai nol pada turunan keduanya (*zero crossing*). Sebuah tepi yang ideal mempunyai sifat *scale invariant*, yang berarti tepi tersebut akan senantiasa muncul walaupun resolusinya diubah baik itu naik atau turun.

2. Representasi Pyramid Multiresolusi

Dalam representasi *pyramid multiresolusi* akan dibahas dua buah algoritma dan penjelasan pembentukan masing-masing *pyramid* yaitu *Gaussian Pyramid* dan *Laplacian Pyramid*. Burt and Andelson pada tahun 1983 mengenalkan sebuah teknik pengkodean citra mengenai algoritma *Laplacian*. Algoritma ini kemudian dikenal dengan *Gaussian Pyramid* dan *Laplacian Pyramid*. Secara *recursive* prosedur algoritma *Gaussian Pyramid* dan *Laplacian Pyramid* ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} G^0 &= W \times G_n \\ L_n &= G_n - G_{n+1} \\ G_{n+1} &= \text{Subsample } G_{n+1} \\ n &= 0 \dots (N-1) \end{aligned} \quad (2)$$

Dimana W sebagai fungsi pemberat umumnya menggunakan dengan nilai varian 1, dan dinormalisasikan sehingga nilai koefisiennya jika ditambahkan akan bernilai 1. Pada penelitian ini akan digunakan nilai LPF (*Lowpass Filter*) dengan ukuran matriks 5x5 yang bernilai (1/16, 1/4, 3/8, 1/4, 1/16). Berikut ini digambarkan proses pembentukan *Gaussian Pyramid* dan *Laplacian Pyramid* beserta blok diagram yang menggambarkan hubungan *Gaussian Pyramid* dan *Laplacian Pyramid*.

2.3. Algoritma Wiener

Algoritma *Wiener* adalah metode restorasi yang berdasarkan pada *least square*. Algoritma ini meminimumkan galat restorasi, yaitu selisih antar citra restorasi dengan citra asli [6]. Algoritma ini efektif bila karakteristik frekuensi citra dan derau aditif diketahui. Dalam domain transform, algoritma *Wiener* berbentuk :

$$H_w(u,v) = \frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + S_n(u,v)} \frac{S_f(u,v)}{S_f(u,v)} \quad (3)$$

dimana, $S_n(u,v)$ dan $S_f(u,v)$ berturut-turut menyatakan *power spectra* dari derau aditif dan citra masukan, sedangkan $H^*(u,v)$ menyatakan konyugasi dari operator *blurring*, H . Cara yang umum memperoleh power spectra adalah dengan menggunakan transformasi *Fourier* dan mengambil kuadrat dari magnitude koefisien kompleksnya. Jika $S_n(u,v)$ dan $S_f(u,v)$ tidak diketahui atau tidak dapat diestimasi, maka algoritma *Wiener* dihipotesis dengan persamaan berikut :

$$H_w(u,v) = \frac{H(u,v)}{|H(u,v)|^2 + K} \quad (4)$$

yang dalam hal ini K menyatakan konstanta yang dispesifikasikan oleh pengguna. Dengan menggunakan penapis *Wiener*, maka citra restorasi diperoleh dengan mengalikan penapis tersebut dengan citra masukan :

$$\hat{K}(u,v) = H_w(u,v).G(u,v) \quad (5)$$

dimana, $G(u,v)$ adalah citra masukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Masalah

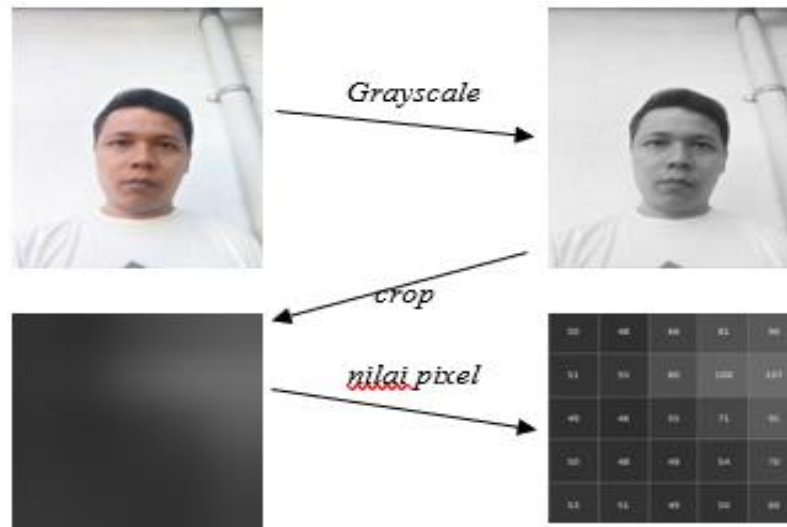
Analisa adalah aktivitas yang memuat sejumlah kegiatan yang dilakukan untuk meneliti suatu objek. Adapun aktivitas yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan proses restorasi citra blur (*deblur*) dengan menggunakan metode *Ekstrapolasi Nonlinear* dan algoritma *Wiener*.

Langkah-langkah dalam perbaikan citra *blur (deblur)* menggunakan metode *Ekstrapolasi Nonlinear* adalah melakukan penambahan efek kabur terhadap citra masukan dengan menggunakan *Gaussian filter*. Setelah citra ditambahkan efek kabur, kemudian mencari citra tepi dari citra yang telah diberikan efek kabur. Selanjutnya, citra tepi tersebut akan diperbaiki menggunakan metode *Ekstrapolasi Nonlinear*. Sehingga hasil yang didapatkan adalah citra tepi perbaikan.

Setelah citra uji diperbaiki menggunakan metode *Ekstrapolasi Nonlinear*, selanjutnya adalah memperbaiki citra uji tersebut dengan menggunakan algoritma *Wiener*. Sama halnya seperti pada metode *Ekstrapolasi Nonlinear*, didalam algoritma *Wiener* citra uji coba juga akan ditambahkan efek *motion blur* menggunakan *Gaussian filter*. Setelah citra diberikan efek kabur, selanjutnya citra tersebut akan langsung diperbaiki menggunakan algoritma *Wiener*. Sehingga hasil yang didapatkan adalah citra perbaikan.

3.1.1 Penerapan Metode Ekstrapolasi Nonlinear

Langkah pertama adalah menggunakan metode Ekstrapolasi Nonlinear dengan cara memasukkan citra *blur (deblur)*, kemudian melakukan perubahan citra RGB menjadi citra grayscale. Selanjutnya melakukan pemotongan citra dengan ukuran piksel 5x5 dan mengambil nilai pikselnya seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Mengambil Nilai Pixel Citra 5x5

Berdasarkan gambar diatas, maka didapat nilai pikselnya seperti berikut ini.

50	48	66	81	90
51	55	80	100	107
49	46	55	71	91
50	48	49	54	70
53	51	49	50	60

Berdasarkan nilai pixel diatas, maka diperoleh $\sum x = 1574$ dan $\sum x^2 = 107092$ dan kemudian menghitung nilai σ_0 menggunakan persamaan (4)

$$\begin{aligned}\sigma_0 &= \frac{1}{n(n-1)} \sqrt{(\sum x)^2 - \sum x^2} \\ &= \frac{1}{25(25-1)} \sqrt{(1574)^2 - 107092} \\ &= \frac{1}{600} \sqrt{2477476 - 107092} \\ &= 1.08\end{aligned}$$

Dengan skala 2:1 maka $\sigma_{-1} = 1.08/2 = 0.54$

Setelah mendapat nilai σ_0 dan σ_{-1} , selanjutnya mencari nilai σ_1 sesuai rumus (5), yaitu :

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_w^2} \\ &= \sqrt{1.08^2 + 1^2} \\ &= 1.47\end{aligned}$$

Selanjutnya pencarian nilai x_{max} sesuai persamaan (6) seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}x_{max} &= \text{sqr}t(2 \log\left(\frac{1.47}{1.08}\right) / \left(\frac{1}{(1.47)^2} - \frac{1}{(1.08)^2}\right)) \\ &= 1.416\end{aligned}$$

Maka diperoleh nilai $L_{0 max}$ seperti pada persamaan (7), yaitu :

$$\begin{aligned}L_{0 max} &= \text{Erf}\left(\frac{1.416}{1.08}\right) - \text{Erf}\left(\frac{1.416}{1.47}\right) \\ &= 0.109\end{aligned}$$

mencari nilai $L_{-1 max}$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}x_{-1 max} &= \text{sqr}t(2 \log\left(\frac{1.47}{0.54}\right) / \left(\frac{1}{(1.47)^2} - \frac{1}{(0.54)^2}\right)) \\ &= 1.152\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{-1 max} &= \text{Erf}\left(\frac{1.152}{0.54}\right) - \text{Erf}\left(\frac{1.152}{1.47}\right) \\ &= 0.265\end{aligned}$$

Maka akan didapatkan persamaan pertama seperti pada persamaan (9), yaitu :

$$s x (1 - c)x 0.109 = 0.265$$

Selanjutnya mencari nilai $L_0(x = 0)$ sesuai persamaan (10)

$$L_0(x=0) = G_0(x=0) - G_1(x=0)$$

$$= \left(\frac{1}{(1.08x\sqrt{2\pi})-1} \right) / \left(\frac{1}{(1.47x\sqrt{2\pi})-1} \right)$$

$$= 1.572$$

mencari nilai $L_{-1}(x=0)$ sesuai persamaan (11)

$$L_{-1}(x=0) = G_{-1}(x=0) - G_0(x=0)$$

$$= \left(\frac{1}{(0.54x\sqrt{2\pi})-1} \right) / \left(\frac{1}{(1.47x\sqrt{2\pi})-1} \right)$$

$$= 7.593$$

Maka akan didapatkan persamaan kedua seperti pada persamaan (12)

$$s \times 1.572 = 7.593$$

$$s = 7.593/1.572 = 4.83$$

setelah mendapatkan nilai s yaitu $s = 4.83$, kemudian disubstitusikan ke persamaan pertama,

$$s \times (1 - c) \times 0.109 = 0.265$$

$$4.83 \times (1 - c) \times 0.109 = 0.265$$

$$c = 0.497$$

nilai $c = 0.15$ akan disubstitusikan ke persamaan

$$T = (1-c) \times L_{0 \max}$$

$$= (1-0.497) \times 0.109$$

$$= 0.055$$

setelah didapatkan nilai T , kemudian mencari nilai Bound (L_0) pada persamaan (4)

$$\text{Bound}(L_0) = \begin{cases} T & \text{if } L_0 > T \\ L_0 & \text{if } -T \leq L_0 \leq T \\ -T & \text{if } L_0 < -T \end{cases}$$

dimana kondisi $L_0 > T$ yaitu $1.572 > 0.055$, maka

$$\text{Bound}(L_0) = T = 0.055$$

Setelah nilai Bound (L_0) didapatkan, kemudian nilai $s=2.6$ disubstitusikan ke persamaan 2 yaitu :

$$L_{-1} = s \times (\text{Bound}(L_0))$$

$$= 4.83 \times 0.055$$

$$= 0.266$$

Jika nilai L_{-1} sudah didapatkan, maka hasil penajaman citra dapat dihitung sesuai dengan persamaan 3 seperti berikut ini.

50	48	66	81	90
51	55	80	100	107
49	46	55	71	91
50	48	49	54	70
53	51	49	50	60

Citra Output = Citra Input + $L_{-1} \times$ Citra Input

$$O_{11} = 50 + (0.266 \times 50) = 63$$

$$O_{12} = 48 + (0.266 \times 48) = 61$$

$$O_{13} = 66 + (0.266 \times 66) = 84$$

$$O_{14} = 81 + (0.266 \times 81) = 103$$

$$O_{15} = 90 + (0.266 \times 90) = 114$$

$$O_{21} = 51 + (0.266 \times 51) = 65$$

$$O_{22} = 55 + (0.266 \times 55) = 70$$

$$O_{23} = 80 + (0.266 \times 80) = 101$$

$$O_{24} = 100 + (0.266 \times 100) = 127$$

$$O_{25} = 107 + (0.266 \times 107) = 135$$

$$O_{31} = 49 + (0.266 \times 49) = 62$$

$$O_{32} = 46 + (0.266 \times 46) = 58$$

$$O_{33} = 55 + (0.266 \times 55) = 70$$

$$O_{34} = 71 + (0.266 \times 71) = 90$$

$$O_{35} = 91 + (0.266 \times 91) = 115$$

$$O_{41} = 50 + (0.266 \times 50) = 63$$

$$O_{42} = 48 + (0.266 \times 48) = 61$$

$$O_{43} = 49 + (0.266 \times 49) = 62$$

$$O_{44} = 54 + (0.266 \times 54) = 68$$

$$O_{45} = 70 + (0.266 \times 70) = 89$$

$$O_{51} = 53 + (0.266 \times 53) = 67$$

$$O_{52} = 51 + (0.266 \times 51) = 65$$

$$O_{53} = 49 + (0.266 \times 49) = 62$$

$$O_{54} = 50 + (0.266 \times 50) = 63$$

$$O_{55} = 60 + (0.266 \times 60) = 76$$

63	61	84	103	114
65	70	101	127	135
62	58	70	90	115
63	61	62	68	89
67	65	62	63	76

3.1.2 Penerapan Algoritma Wiener

Langkah kedua adalah menggunakan Algoritma Wiener dengan memasukkan nilai piksel yang telah didapat dari hasil perbaikan menggunakan metode Ekstrapolasi Nonlinear untuk menghitung nilai PSNR-nya. Untuk menghitung nilai PSNR, terlebih dahulu mengitung nilai MSE seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (S_{xy} - C_{xy})^2 \\ &= \frac{1}{25} (13^2 + 13^2 + 18^2 + 22^2 + 24^2 + 14^2 + 15^2 + 21^2 + 27^2 + 28^2 + 13^2 + 12^2 + 15^2 + 19^2 + 24^2 + \\ &\quad 13^2 + 13^2 + 13^2 + 14^2 + 19^2 + 24^2 + 14^2 + 13^2 + 13^2 + 16^2) \\ &= 300,08 \end{aligned}$$

Maka nilai PSNR nya adalah

$$\begin{aligned} PSNR &= 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{\sqrt{300,08}} \right) \\ &= 45,74 \end{aligned}$$

Setelah melakukan analisa PSNR dari gambar masukan dan gambar keluaran dengan hasil PSNR adalah 47.867 maka dapat dikatakan citra memiliki kualitas yang baik, artinya hasil rekonstruksi citra memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, begitu juga sebaliknya

4. KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa tahapan penerapan metode Ekstrapolasi Nonlinear dan algoritma Wiener pada citra *blur (deblur)*, berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat diperoleh Metode Ekstrapolasi Nonlinear dapat memperbaiki ketajaman sebuah citra kabur yang tidak diketahui degradasinya. Melalui representasi edge yang dihasilkan sebuah citra, maka dapat dilakukan proses penajaman sehingga citra akan terlihat lebih tajam dan jelas secara visual, yaitu dengan cara melakukan ekstrapolasi via nonlinear terhadap frekuensi tinggi yang diperoleh dari citra kabur, kemudian hasil ekstrapolasi akan ditambahkan ke dalam citra semula. Algoritma Wiener dapat memperbaiki noise kabur pada citra yang sudah ditajamkan oleh metode Ekstrapolasi Nonlinear dengan tingkat perbaikan %.

REFERENCES

- [1] N., A., Pulung, dkk. Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta : Andi, 2018.
- [2] P., Darna. Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta : Andi, 2010.
- [3] A., A., Rosa. Pengolahan Citra Digital, Malang : Polinema Press, 2018.
- [4] K., Abdul dan S., Adhi. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Yogyakarta : Andi, 2013.
- [5] F., Chastine, S., Nanik, dan R., Dewi. Perbaikan Citra Menggunakan Ekstrapolasi Nonlinear pada Domain Frekuensi. *Jurnal Teknik Informatika*, Vol.5, No. 2, Juli 2006.
- [6] E., Hansi. Restorasi Citra Kabur (Blur) Menggunakan Algoritma Wiener. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.1, No. 32, November 2009.
- [7] S., Yuni. Analisis & Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2013.
- [8] P., Eko. Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab, Yogyakarta : Andi, 2011.
- [9] L., Christoper. Buku Pintar Pemrograman Visul Basic 2010, Jakarta : Elex Media Komputindo, 2014.