

Koreksi Citra Bawah Laut Menggunakan Filter Bilateral

Nursanti Abdurrachman¹⁾, Iis Hamsir Ayub Wahab²⁾, Moh. Jamil¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika

²⁾Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Khairun

nursanti.abdurrachman@gmail.com, ayubwahab@unkhair.ac.id, jamil_unkhair@yahoo.co.id

Abstract— Penyerapan cahaya oleh air laut dan penyebaran cahaya oleh partikel kecil di lingkungan air laut telah menjadi sebuah rintangan dari penelitian citra bawah laut dengan kamera. Karena penyebaran dan penyerapan cahaya menyebabkan kualitas gambar menjadi rusak. Untuk memperbaiki kualitas citra dibutuhkan suatu metode filter serta koefisiennya yang tepat agar menghasilkan citra yang memiliki kualitas yang baik. Bilateral Filter merupakan salah satu metode restorasi citra khususnya penapis derau pada citra digital. Pada metode ini, nilai piksel citra hasil diperoleh dari rata-rata pembobotan piksel-piksel tetangga melalui proses konvolusi. Dari hasil perhitungan *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal To Noise Ratio* (PSNR) maka dapat disimpulkan bahwa koefisien spasial (σ_s) = 0.5 dan koefisien fotometrik (σ_R) = 0.05 memperoleh hasil terbaik.

Keywords— Bilateral Filter, Mean Square Error, Peak Signal To Noise Ratio.

I. PENDAHULUAN

Citra (*image*) sebagai salah satu komponen multimedia memegang satu peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi) citra yaitu penurunan kualitas citra [1]. Penurunan mutu (degradasi) citra sering ditemukan pada saat pengambilan citra bawah laut.

Penyerapan cahaya oleh air laut dan penyebaran cahaya oleh partikel kecil di lingkungan air laut telah menjadi sebuah rintangan dari penelitian citra bawah laut dengan kamera. Hal ini dikarenakan memberikan dampak keterbatasan jarak pandang kamera dalam air laut. Karena penyebaran dan penyerapan cahaya inilah yang menyebabkan kualitas gambar menjadi rusak [2]. Untuk memperbaiki kualitas citra maka dilakukanlah *filtering*. *Filtering* citra merupakan salah satu bagian dari perbaikan kualitas citra, yaitu menghaluskan dan menghilangkan *noise* yang ada pada citra. *Filter* merupakan matrik dua dimensi yang terdiri atas kolom (x) dan baris (y) sel-sel kernel yang berukuran 3×3 , 5×5 atau 7×7 , dimana pada setiap sel akan mempunyai nilai koefisien kernel tertentu tergantung fungsinya. Koefisien yang mengisi sel kernel ini merupakan bilangan integer antara -999 sampai +999 [3].

Ada banyak teknik atau metode yang digunakan dalam perbaikan citra. Setiap metode memiliki algoritma yang berbeda satu dengan yang lain dan belum diketahui keunggulan dan kelemahan dari masing-masing metode yang akan digunakan. Selain itu setiap metode yang digunakan harus didukung dengan koefisien terbaik agar perbaikan citra dapat memperoleh hasil yang baik juga. Untuk mendapatkan koefisien terbaik dan juga untuk mengetahui perbedaan hasil yang diolah oleh metode maka dilakukan penelitian “Koreksi Citra Bawah Laut Menggunakan Filter Bilateral”. Dalam penelitian ini akan digunakan filter bilateral dengan 3 koefisien spasial dan 3 koefisien fotometrik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Citra

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (2 dimensi). Ditinjau dari sudut pandang sistematis, citra merupakan fungsi *continue* dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (2D). Ada 2 jenis citra yaitu citra diam dan citra bergerak. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak, sedangkan citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara sekuensial. Sedangkan citra digital merupakan citra yang tersusun dalam bentuk raster (*grid/kisi*) [1].

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya menggunakan komputer digital untuk menghasilkan citra manipulasi yang kualitasnya lebih baik dari sebelumnya, sehingga citra tersebut dapat diinterpretasikan baik oleh manusia maupun mesin [4].

2.3 Filter Bilateral

Bilateral Filter merupakan salah satu metode restorasi citra khususnya penapis derau pada citra digital. Pada metode ini, nilai piksel citra hasil diperoleh dari rata-rata pembobotan piksel-piksel tetangga melalui proses konvolusi [5].

Semakin kecil bobot spasial suatu piksel berarti semakin besar jarak piksel tersebut terhadap piksel yang sedang menjadi pusat analisis pada citra g , begitupun sebaliknya. Semakin besar perbedaan intensitas antara dua piksel, maka semakin kecil pula bobot fotometriknnya, sehingga kontribusinya pada pembobotan pun kecil,

begitupun sebaliknya [6]. Kedua bobot ini merupakan ciri khas metode *bilateral filter*. Metode *Bilateral Filter* dikendalikan oleh 3 parameter, yaitu:

- a. N = dimensi kernel.
- b. σ_s = standar deviasi untuk mengontrol faktor pembobotan spasial.
- c. σ_R = standar deviasi untuk mengontrol faktor pembobotan fotometrik.

Pembobotan spasial pada *Bilateral Filter* artinya pemberian bobot pada piksel sesuai dengan besarnya jarak antara piksel tersebut dengan piksel yang sedang menjadi pusat analisis pada citra g . Bobot spasial (W_s) merupakan realisasi pengukuran kedekatan spasial dalam fungsi *Gaussian* yang mengukur jarak spasial antar piksel dengan menggunakan jarak Euclidean [7]. Perhitungan bobot spasial pada tiap piksel ditunjukkan pada persamaan (1).

$$W_s[x, u] = \exp\left\{\frac{-d^2[x], [x-u]}{2\sigma^2 s}\right\} = \exp\left\{\frac{-u^2}{2\sigma^2 s}\right\} \quad (1)$$

dengan:

- a. $W_s[x, u]$ adalah bobot spasial tiap piksel pada kernel.
- b. x merupakan titik tengah kernel ($w(0,0)$)
- c. u merupakan elemen-elemen tetangga pada kernel
- d. σ_s merupakan standar deviasi untuk pembobotan spasial, yang besarnya dapat berubah-ubah, sesuai *input* dari *user* [5].

Sedangkan pembobotan fotometrik artinya pemberian bobot pada piksel sesuai dengan besar kecilnya perbedaan intensitas piksel tersebut dengan intensitas pada piksel yang sedang menjadi pusat analisis pada citra g . Bobot fotometrik (W_R) merupakan realisasi pengukuran perbedaan intensitas pada kesamaan fotometrik dalam fungsi *Gaussian*, yang mengukur perbedaan intensitas antar piksel dengan menggunakan jarak *Euclidean* [7]. Perhitungan bobot fotometrik pada tiap piksel ditunjukkan pada persamaan (2).

$$W_R[x, u] = \exp\left\{\frac{-d^2[g[x], g[x-u]]}{2\sigma^2 R}\right\} = \exp\left\{\frac{-[g[x]-g[x-u]]^2}{2\sigma^2 R}\right\} \quad (2)$$

dengan:

- a. $W_R[x, u]$ adalah bobot fotometrik tiap piksel pada kernel.
- b. x merupakan titik tengah kernel tersebut ($w(0,0)$).
- c. u merupakan elemen-elemen tetangga pada kernel
- d. $g[x]$ adalah piksel yang menjadi pusat analisis pada citra terdegradasi.
- e. $g[x-u]$ adalah piksel tetangga dari piksel $g[x]$.
- f. σ_R = merupakan standar deviasi untuk pembobotan fotometrik, yang besarnya tergantung input dari user [5].

Kedua bobot tersebut (bobot spasial dan bobot fotometrik) dinormalisasi menjadi satu nilai bobot (W) seperti pada persamaan (3).

$$W[x, u] = W_s[x, u] * W_R[x, u] \quad (3)$$

σ_s merupakan standar deviasi untuk mengontrol faktor pembobotan pada W_s (bobot spasial). σ_s mempengaruhi besarnya dimensi kernel ($A \times A$), karena σ_s mengontrol kedekatan spasial dan kernel merupakan ukuran untuk menentukan besarnya jarak spasial. Semakin besar σ_s , maka objek pada citra semakin pudar. Namun bila σ_s terlalu kecil maka penapisan terhadap derau tidak akan berdampak terlalu besar. Sedangkan σ_R merupakan standar deviasi untuk mengontrol faktor pembobotan pada W_R (bobot fotometrik). Semakin besar σ_R , maka derau pada citra semakin pudar, karena σ_R mengontrol kekuatan penapisan derau pada citra yang terdegradasi [7].

Setelah pembobotan terhadap piksel-piksel dilakukan, maka nilai piksel hasil dapat dicari dengan persamaan (4).

$$f[x] = \frac{\sum_{u=-N}^N W[x, u]g[x-u]}{\sum_{u=-N}^N W[x, u]} \quad (4)$$

dengan:

- a. N = dimensi kernel.
- b. $W[x, u]$ merupakan nilai bobot tetangga pada matriks bobot W .
- c. $g[x, u]$ merupakan piksel tetangga dari piksel $g[x]$.
- d. $F(x)$ merupakan nilai piksel hasil.

2.4 Mean Square Error (MSE)

MSE adalah rata-rata kuadrat nilai kesalahan antara citra asli dengan citra hasil pengolahan [8]. Yang mana secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |(f(x, y) - g(x, y))|^2 \quad (5)$$

dengan:

- M = lebar citra dalam *pixel*
- N = tinggi citra dalam *pixel*
- f = nilai *pixel* citra sebelum reduksi *noise*
- g = nilai *pixel* citra sesudah reduksi *noise*

2.5 Peak Signal To Noise Ratio (PSNR)

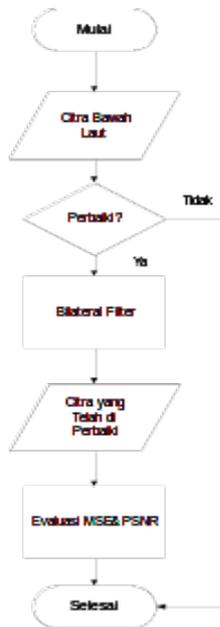
PSNR merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum warna pada citra hasil *filtering* dengan kuantitas gangguan (*noise*), yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), *noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai kesalahan (\sqrt{MSE}) [8]. Secara matematis, nilai PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (6)$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar penelitian ini akan dilaksanakan seperti diagram alir di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini data citra bawah laut di ambil dari jarak 100 cm, 200 cm, 300 cm, 400 cm dan 500 cm. Setelah pengambilan gambar, selanjutnya citra akan diperbaiki dengan metode bilateral filter. Adapun *pseudo-code* filter bilateral adalah sebagai berikut:

Input : Image

Output : Bilateral Filtered Image

```

01| Set sigma_space and sigma_range
02| Make spacial gaussian kernel in advance, where
   | kernel radius = 3*sigma_spacial
03| For each pixel p in the input_image
04|     p_value = 0;
05|     weight = 0;
06|     for each pixel q inside the range of spacial
   | kernel
07|         p_value += Gaussian_spacial(|p-
   | q|)*Gaussian_range(|Ip-Iq|)*Iq;
08|         weight += Gaussian_spacial(|p-
   | q|)*Gaussian_range(|Ip-Iq|);
09|     end
10|     //normalize
11|     p_value /= weight;
12| end
  
```

Pada *filter bilateral* akan digunakan 3 koefisien fotometrik dan 3 koefisien spasial.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada citra bawah laut dengan kedalaman 1, 2, 3, 4 dan 5 meter. Metode yang digunakan

untuk perbaikan citra adalah filter bilateral. Proses filtering dengan bilateral akan dilakukan dengan menggunakan 3 koefisien spasial yaitu 0.5, 3 dan 9, 3 koefisien fotometrik yaitu 0.05, 0.5 dan 5.

Pengujian yang dilakukan menggunakan filter bilateral menggunakan 3 koefisien spasial dan 3 koefisien fotometrik memiliki hasil citra dan nilai MSE serta nilai PSNR yang bervariasi. Pada gambar 1 dan 2 akan diperlihatkan pengaruh koefisien spasial dan koefisien fotometrik pada citra.

Pada gambar 2 menunjukkan grafik hasil MSE bilateral filter pada citra panorama bawah laut. Grafik tersebut menunjukkan $\sigma_s = 0.5$ dan $\sigma_r = 0.05$ memiliki hasil MSE yang paling rendah. Sedangkan hasil MSE tertinggi terdapat pada $\sigma_s = 9$ dan $\sigma_r = 5$.

Gambar 3 menunjukkan grafik hasil PSNR bilateral filter. Pada grafik terlihat bahwa $\sigma_s = 0.5$ dan $\sigma_r = 0.05$ memperoleh hasil PSNR yang paling tinggi dengan nilai rata-rata adalah 242.277.

V. KESIMPULAN

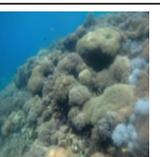
Setelah melalui beberapa tahap, yang dimulai dari tahap penelitian hingga tahap implementasi bilateral filter untuk mencari koefisien terbaik maka dapat disimpulkan bahwa Koefisien fotometrik dan koefisien spasial adalah yang terpenting karena kedua koefisien ini menentukan hasil citra yang akan diolah. Untuk penentuan kedua koefisien ini sebaiknya digunakan parameter seperti nilai koefisien kecil, sedang dan besar agar dapat dilihat perbedaannya. Setelah semua proses dilakukan maka untuk menentukan koefisien terbaik diperlukan parameter seperti MSE dan PSNR. Dengan menggunakan MSE dan PSNR maka akan diperoleh koefisien terbaik dari bilateral filter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Sholihin, "PERBAIKAN CITRA DENGAN MENGGUNAKAN MEDIAN FILTER dan METODE HISTOGRAM EQUALIZATION," vol. 14, no. 02, 2014.
- [2] A. Hendrawan, "Analisa Peningkatan Kualitas Citra Bawah Air Berbasis Koreksi Gamma Untuk Pencocokan Gambar Pada Algoritma SIFT," vol. 12, no. 1, pp. 27–34, 2014.
- [3] Murinto and B. Muchtar, "ANALISIS PERBANDINGAN METODE 2D MEDIAN FILTER DAN MULTI LEVEL MEDIAN FILTER PADA PROSES PERBAIKAN CITRA," vol. 6, no. 2, pp. 654–662, 2012.
- [4] Muhtadan and Djiwo Harsono, "PENGEMBANGAN APLIKASI UNTUK PERBAIKAN CITRA DIGITAL FILM RADIOGRAFI," pp. 25–26, 2008.
- [5] M. Elad, "On the Origin of the Bilateral Filter and Ways to Improve It," vol. 11, no. 10, pp. 1141–1151, 2002.
- [6] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images," 1998.
- [7] I. P. Ningrum, A. E. Putra, and D. Nursantika, "Penapisan Derau Gaussian , Speckle dan Salt & Pepper Pada Citra Warna," vol. 5, pp. 29–35, 2011.
- [8] P. Kaushik and Y. Sharma, "Comparison Of Different Image Enhancement Techniques Based Upon Psnr & Mse," vol. 7, no. 11, 2012.

Koreksi Citra Bawah Laut Menggunakan Filter Bilateral

Tabel 1. MSE Bilateral Filter

1 Meter		
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 0.5$ MSE = 0.95 PSNR = 48.34	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 2.04 PSNR = 45.04	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 2.48 PSNR = 44.18
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 3$ MSE = 6.87 PSNR = 39.76	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 3$ MSE = 23.29 PSNR = 34.46	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 3$ MSE = 23.53 PSNR = 34.41
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 9$ MSE = 8.37 PSNR = 38.90	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 9$ MSE = 26.26 PSNR = 33.94	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 9$ MSE = 26.51 PSNR = 33.90
2 Meter		
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 0.5$ MSE = 1.22 PSNR = 47.27	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 3.05 PSNR = 43.29	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 3.70 PSNR = 42.44
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 3$ MSE = 8.86 PSNR = 38.65	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 3$ MSE = 37.58 PSNR = 32.38	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 3$ MSE = 38.09 PSNR = 32.32
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 9$ MSE = 10.90 PSNR = 37.76	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 9$ MSE = 41.78 PSNR = 31.92	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 9$ MSE = 42.30 PSNR = 31.87

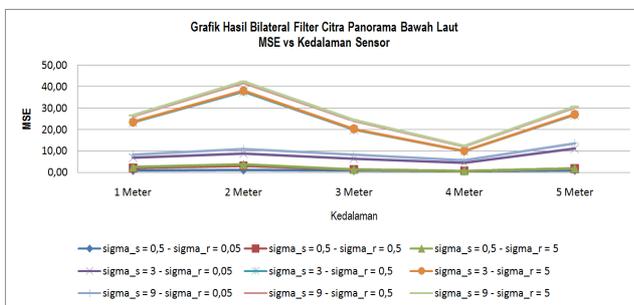
Tabel 1. Lanjutan

3 Meter		
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 0.5$ MSE = 0.92 PSNR = 48.49	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 1.38 PSNR = 46.73	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 1.44 PSNR = 46.55
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 3$ MSE = 6.46 PSNR = 40.03	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 3$ MSE = 19.97 PSNR = 35.13	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 3$ MSE = 20.31 PSNR = 35.05
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 9$ MSE = 8.29 PSNR = 38.94	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 9$ MSE = 24.02 PSNR = 34.32	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 9$ MSE = 24.44 PSNR = 34.25
4 Meter		
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 0.5$ MSE = 0.62 PSNR = 50.23	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 0.72 PSNR = 49.53	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 0.73 PSNR = 49.48
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 3$ MSE = 4.53 PSNR = 41.57	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 3$ MSE = 9.90 PSNR = 38.17	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 3$ MSE = 10.03 PSNR = 38.12
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 9$ MSE = 5.76 PSNR = 40.52	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 9$ MSE = 12.16 PSNR = 37.28	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 9$ MSE = 12.29 PSNR = 37.24

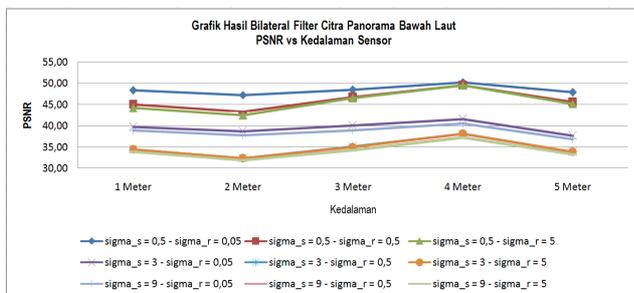
Koreksi Citra Bawah Laut Menggunakan Filter Bilateral

Tabel 1. Lanjutan

5 Meter		
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 0.5$ MSE = 1.04 PSNR = 47.94	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 1.78 PSNR = 45.64	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 0.5$ MSE = 1.97 PSNR = 45.19
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 3$ MSE = 11.14 PSNR = 37.66	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 3$ MSE = 26.87 PSNR = 33.84	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 3$ MSE = 27.035 PSNR = 33.81
 $\sigma_r = 0.05 \sigma_s = 9$ MSE = 13.43 PSNR = 36.85	 $\sigma_r = 0.5 \sigma_s = 9$ MSE = 30.34 PSNR = 33.31	 $\sigma_r = 5 \sigma_s = 9$ MSE = 30.55 PSNR = 33.28



Gambar 2. Grafik Hasil MSE Bilateral Filter Citra Panorama Bawah Laut



Gambar 3. Grafik Hasil PSNR Bilateral Filter Citra Panorama Bawah Laut