

# Aplikasi Filter Digital untuk Citra Mengandung Derau *Salt and Pepper* Menggunakan Metode *Directional Weighted Minimum Deviation*

Rifa Hanifatunnisa<sup>1</sup> dan Rahmawati Hasanah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia

<sup>1</sup>[rifahani@polban.ac.id](mailto:rifahani@polban.ac.id), <sup>2</sup>[rahmawati@polban.ac.id](mailto:rahmawati@polban.ac.id)

## Abstrak

Teknologi telekomunikasi berkembang begitu pesat, dari yang semula berkomunikasi menggunakan surat, berkembang komunikasi suara menggunakan telepon hingga kini telah sampai pada tahap komunikasi gambar dan video. Dalam proses pentransmisi data baik suara maupun gambar tidak terlepas dari adanya derau. Salah satu solusi dalam menjawab permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan teknologi Filter Digital. Dalam penelitian ini direalisasikan sebuah Filter digital dengan objek gambar menggunakan metode DWMD (*Directional Weighted Minimum Deviation*) Filter dengan mendeteksi jenis derau *salt and pepper*. Metode DWMD Filter adalah metode pengolahan data digital berbasis arah dan standar deviasi yang memperbaiki *Median Filter*. Dengan membandingkan parameter PSNR maka diketahui bahwa DWMD dapat menghasilkan gambar lebih baik dari *Median Filter*. Metode Filter DWMD ini ditambah dengan penentuan *Threshold* otomatis untuk membantu proses filter menjadi lebih cepat dimana diambil selisih PSNR terbesar. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pada level derau 5% - 65% metode DWMD menghasilkan PSNR bernilai 21-36 dB dibandingkan dengan *Median Filter* sebesar 13-29 dB. Penelitian ini memiliki output berupa aplikasi desktop yang dilengkapi dengan fitur-fitur yang dapat menambahkan derau *salt and pepper* pada berbagai densitas dan mengakses citra yang dapat diubah ke dalam format *grayscale*.

Kata kunci: Filter Digital, DWMD, Citra, Derau *Salt and Pepper*

## Abstract

Telecommunications technology growing rapidly, from the initial communication using letters, and now has reached the stage of image and video communication. In the process of transmitting data, both sound and images cannot be separated from noise. One solution to answer these problems is develop Digital Filter technology. In this research, a digital filter realized with an image object using the DWMD Filter method by detecting the type of salt and pepper noise. The DWMD Filter is a direction and standard deviation based digital data processing that improves the Median filter. With the PSNR, it is known that DWMD can produce better images than the Median Filter. This DWMD Filter method is coupled with an automatic Threshold determination to help the filter process to be faster where the largest PSNR difference is taken. The experimental results show that at a noise level of 5% - 65% the DWMD method produces a PSNR of 21-36 dB compared to the Median Filter of 13-29 dB. This research has an output in the form a desktop application that is equipped with features that can add salt and pepper noise in various densities and access images that can be converted into grayscale format.

Keywords: Digital Filter, DWMD, Image, Salt and Pepper noise

## 1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi yang pesat saat ini, citra digital merupakan hal yang populer termasuk dalam pengiriman informasi. Selama proses transmisi, sering didapatkan gambar yang tercemar oleh derau yang menghasilkan citra dengan kualitas yang rendah (Fu, Zhao, Ren, Li, & Wang, 2019). Derau dapat menurunkan kualitas citra yang menyebabkan hilangnya informasi dan tampilan yang tidak memuaskan bahkan tidak jelas. Salah satu jenis derau yang paling populer dalam mempengaruhi kualitas citra yaitu derau *salt and pepper* (Al-Azzeh, Zahran, & Alqadi, 2018). Citra digital mungkin mengandung derau yang disebabkan oleh faktor lingkungan, atau disebabkan juga karena saluran transmisi data yang tidak baik saat proses pengiriman citra tersebut (Harmayani & Rahim, 2017). Karena itu, hanya sebagian dari semua piksel citra digital yang rusak sedangkan piksel lainnya tidak mengandung derau. Derau *salt and pepper* adalah salah satu derau yang sering mengganggu citra digital yang berupa piksel hitam dan putih yang dapat mengganggu tampilan citra digital. Padahal citra yang baik merupakan citra yang dapat menampilkan gambar secara utuh, seperti keindahan gambar dan kejelasan gambar tanpa mengurangi dan tanpa mengubah informasi yang terkandung pada sebuah gambar atau citra (Novian, 2019). Oleh karena itu, penting untuk mendeteksi piksel yang telah tercemar oleh derau, dan dapat memulihkan nilai yang efisien untuk masing-masing

### Info Makalah:

Dikirim : 08-18-21;

Revisi 1 : 10-19-21;

Diterima : 12-06-21.

### Penulis Korespondensi:

e-mail : [rifahani@polban.ac.id](mailto:rifahani@polban.ac.id)

*piksel*, yang dikenal sebagai *image filters*. Mereduksi derau merupakan suatu proses untuk membersihkan atau mereduksi gangguan pada citra sehingga informasi data dari citra tersebut tidak hilang serta dapat diinterpretasikan dengan mata manusia (Tasni, 2018). *Image de-noising filters* memiliki beragam kegunaan misalnya, penyelidikan citra medis, pemeriksaan sinyal (video, suara, suara), penghapusan informasi, ilmu ruang radio, dan lain-lain (Bharati, Khan, & Podder,

2020). Median Filter merupakan metode reduksi derau yang umum untuk jenis derau *salt and pepper* ini (Jassim, 2013). Tingkat ketahanan dari Median filter dengan kompleksitas komputasi yang rendah telah membuktikan bahwa metode Median filter cocok untuk pengurangan derau. Tetapi, kelemahan pada Median filter adalah bekerja dengan baik apabila mereduksi *impulse noise* yaitu *salt and pepper derau* dalam intensitas derau yang sangat kecil, tidak untuk intensitas yang cukup besar dan juga median *filter* ini memodifikasi nilai *piksel* yang bebas dari derau sehingga *piksel* dari gambar asli terhapus. Untuk memperbaiki Median *Filter*, maka digunakan metode *Directional Weighted Minimum Deviation* (DWMD) Filter yang bekerja berdasarkan perhitungan Standar Deviasi (Mondal & Mukhopadhyay, 2010) dan bekerja pada citra digital berskala keabuan. Dalam DWMD Filter ini terdapat dua tahapan utama yang harus dilakukan.

## 2. Metode

### Citra Berskala Keabuan

Dalam citra digital, skala keabuan berarti bahwa nilai setiap piksel hanya mewakili informasi intensitas cahaya. Gambar seperti itu biasanya hanya menampilkan hitam paling gelap hingga putih paling terang. Dengan kata lain, gambar hanya berisi warna hitam, putih, dan abu-abu, di mana abu-abu memiliki beberapa tingkatan. Dalam gambar skala abu-abu, nilai setiap piksel terkait dengan jumlah bit data yang digunakan untuk mewakili piksel tersebut. Nilai dari citra keabuan biasanya diwakili oleh 8 bit, yaitu kombinasi dari delapan bilangan biner mewakili nilai piksel dari suatu piksel. Oleh karena itu, rentang nilai piksel adalah 0–255 (0b00000000-0b11111111, “0b” berarti angka berikut dalam format biner), dengan total 256 level skala abu-abu. Jika angka 16-bit digunakan untuk mewakili nilai piksel suatu piksel, rentang nilainya adalah 0–65.535, dengan total 65.536 level skala abu-abu (Liu, 2020).

Citra *grayscale* merupakan hasil rata-rata dari citra RGB (Kurniawan, Sentinuwo, & Lantang, 2016). Maka dari itu, untuk membuat gambar berskala keabuan maka kita harus menyamakan intensitas dari tiga komponen warna dasar yaitu RGB dengan mencari nilai rata-ratanya.

### Derau *Salt and Pepper*

Derau *salt and pepper* juga dinamakan sebagai derau impuls positif dan negatif, derau tembakan, atau derau biner, derau ini biasanya disebabkan oleh gangguan yang tiba-tiba dan tajam pada proses perolehan isyarat citra, bentuk derau ini berupa bintik-bintik hitam atau putih di dalam citra digital (Gunadi, Wicaksana, Dwija, Putra, & Putra, 2020). Nilai piksel derau *salt and pepper* standar dapat berupa minimum (0) atau maksimum (255), dimana nilai intensitas tipikal untuk *pepper derau* mendekati 0 dan untuk *salt derau* mendekati 255, piksel yang tidak terpengaruh tetap tidak berubah (Al-Azzeh, Zahran, & Alqadi, 2018).

### Median Filter

Terdapat beberapa metode yang diusulkan untuk merekonstruksi citra yang rusak oleh derau *salt and pepper*. Penelitian untuk non linear filter dilakukan secara aktif untuk mereduksi derau *salt and pepper*, didapatkan median filter yang merupakan jenis filter non linear yang paling populer digunakan (Liang, Li, & Zhao, 2021). Median Filter ini digunakan untuk menghilangkan derau yang tidak diinginkan dari citra digita; sekaligus melindungi orisinalitas gambar (Duth & Deepa, 2018).

### PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) didefinisikan sebagai perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut (Pinki & Mehra, 2016). PSNR biasanya diukur dalam satuan decibel (db). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra sebelum dan sesudah difilter. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai *error* kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra manipulasi (dalam kasus filter ; MSE adalah nilai *error* kuadrat rata-rata antara citra asli (*cover-image*) dengan citra hasil filter (*filter-image*).

Dalam suatu pengembangan dan pelaksanaan rekonstruksi gambar diperlukan perbandingan antara gambar hasil rekonstruksi dengan gambar asli. Ukuran umum yang digunakan untuk tujuan ini adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Nilai PSNR yang lebih tinggi menyiratkan kemiripan yang lebih erat antara hasil rekonstruksi dan gambar asli.

### DWMD (*Directional Weighted Minimum Deviation*) Filter

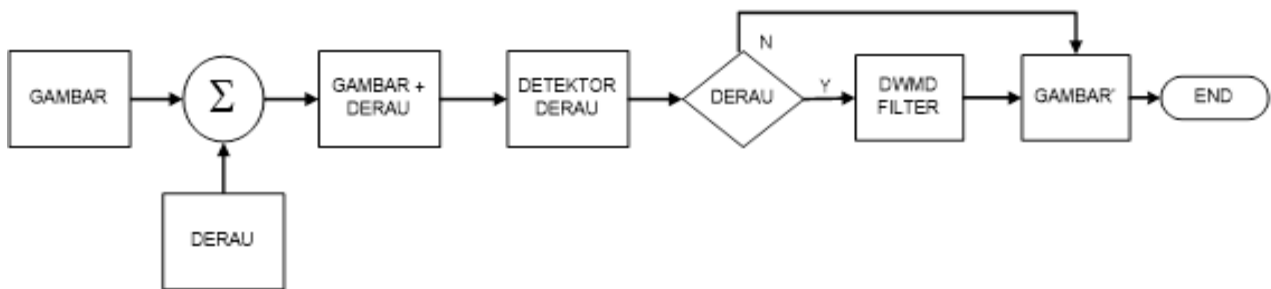
Gambar yang rusak karena *impulse derau* sering menjadi masalah utama selama poses transmisi gambar. Terdapat dua metode umum yang digunakan untuk meredam *derau* yaitu metode linear dan non linear. Metode filter non linear biasanya sering digunakan untuk meredam derau karena karakteristik dan hasil dari metode tersebut lebih baik dari pada metode linear (Chan, Ho, & Nikolova, 2005). Salah satu filter linear yang sering digunakan adalah Median Filter. Tingkat ketahanan dari Median filter dengan kompleksitas komputasi yang rendah telah membuktikan bahwa metode Median filter cocok untuk pengurangan derau. Tetapi, Median *filter* bekerja dengan baik untuk *impulse derau* yaitu

*salt and pepper derau* hanya dalam intensitas derau yang sangat kecil tidak untuk intensitas yang cukup besar dan juga median filter ini memodifikasi nilai *piksel* yang bebas dari derau sehingga *piksel* dari gambar asli terhapus. Untuk memperbaiki Median Filter, maka digunakanlah metode *Directional Weighted Minimum Deviation* (DWMD) Filter yang bekerja berdasarkan perhitungan Standar Deviasi (Mondal & Mukhopadhyay, 2010). Dalam DWMD Filter ini terdapat dua tahapan utama yang harus dilakukan. Tahap pertama adalah mendeteksi *piksel* yang telah terkontaminasi derau dengan mencari selisih antara *piksel* yang sedang diproses dengan *piksel* sekelilingnya menggunakan empat arah utama. Tahapan filter yang kedua adalah menggantikan nilai *piksel* yang telah terdeteksi derau diawali dengan perhitungan Standar Deviasi dari empat arah utama lalu dicari nilai rata-rata dari satu arah yang bernilai minimum. Data Threshold yang diambil dalam aplikasi ini merupakan nilai threshold optimum yang dibuat otomatis dengan membandingkan selisih dari PSNR(2)-PSNR(1) yang terbesar, dimana PSNR (1) sebagai nilai perbandingan antara gambar asli dengan gambar yang terkontaminasi derau dan PSNR (2) sebagai nilai perbandingan antara gambar asli dengan gambar hasil filter yang merupakan tambahan dalam metode ini agar aplikasi dapat menampilkan filter optimal secara otomatis.

Proses Filter ini berawal dengan pengambilan sampel gambar digital dari file gambar yang telah tersimpan pada *device*. Sampel gambar yang diambil diubah menjadi gambar berskala keabuan lalu di-generate dengan *Salt and Pepper Noise* yang dapat diatur kerapatan *noise*-nya. Setelah itu dilakukan proses pendeteksian derau pada gambar yang telah di-generate *noise*-nya dengan menggunakan metode *DWMD Impulse Detector*. Jika terdeteksi *Noise* maka gambar digital difilter dengan *Directional Weighted Minimum Deviation Filter* yang ditentukan nilai threshold filternya terlebih dahulu.

Hasil pemfilteran akan disajikan dalam gambar yang ditampilkan beserta nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dari piksel gambar berskala keabuan dengan piksel gambar yang telah difilter.

Tahapan penyelesaian perancangan peredam *impulse noise* pada sampel gambar digital berskala keabuan dengan metode *Directional Weighted Minimum Deviation Filter* ditempuh dalam beberapa tahap seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Peredaman *Salt and Pepper Noise*

### Detektor Derau

Pada metode DWMD Filter ini dimulai dengan menetapkan 4 buah arah vektor yang berpusat pada titik  $P(x,y)$ . Terdapat berbagai alamat piksel dari masing – masing arah seperti yang terlihat dalam Gambar 2.

T <sub>15</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>11</sub>
T <sub>16</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>10</sub>
T <sub>17</sub>	T <sub>5</sub>	P	T <sub>1</sub>	T <sub>9</sub>
T <sub>18</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>24</sub>
T <sub>19</sub>	T <sub>20</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>23</sub>

Gambar 2. Pengalamatan 4 arah pada *window* 5 x 5

$$S_1 = ( T_{15} , T_4 , P , T_8 , T_{23} )$$

$$= ((i-2,j-2) , (i-1,j-1) , (i,j) , (i+1,j+1) , (i+2,j+2)) \quad (1)$$

$$S_2 = ( T_{17} , T_5 , P , T_1 , T_9 )$$

$$= ((i,j-2) , (i,j-1) , (i,j) , (i,j+1) , (i,j+2)) \quad (2)$$

$$S_3 = ( T_{11} , T_2 , P , T_6 , T_{19} )$$

$$= ((i-2,j+2),(i-1,j+1),(i,j),(i+1,j-1),(i+2,j-2)) \quad (3)$$

$$S_4 = (T_{13}, T_3, P, T_7, T_{21}) \\ = ((i,j-2), (i,j-1), (i,j), (i,j+1), (i,j+2)) \quad (4)$$

Dalam window  $5 \times 5$  berpusat di  $(i, j)$ , untuk setiap arah mendefinisikan  $d_{i,j}^{(k)}$  sebagai jumlah dari perbedaan absolut nilai *gray level* antara  $y_{i+s,j+t}$  dan  $y_{i,j}$  dengan  $(s, t) \in S_k^0$  ( $k = 1$  sampai  $4$ ). Dengan mempertimbangkan jarak *pixel* yang sangat dekat dengan nilai spasial yang kecil, berarti nilai *gray level* harus dekat. Nilai *pixel* yang paling dekat dengan titik pusat akan dikalikan agar nilainya lebih besar daripada nilai *pixel* yang lainnya dengan cara mengalikannya dengan  $\omega_m$  sebelum semuanya dijumlahkan. Tetapi, jika  $\omega_m$  bernilai sangat besar, itu akan menjadi penyebab utama perbedaan  $d_{i,j}^{(k)}$  sesuai dengan besarnya nilai  $\omega_m$ .

Dimisalkan  $\omega_m = 2$ , maka didapatkan :

$$d_{i,j}^{(k)} = \sum_{(s,t) \in S_k^0} \omega_{s,t} |y_{i+s,j+t} - y_{i,j}|, 1 \leq k \leq 4 \quad (5)$$

$$\text{dimana } \omega_m = \begin{cases} 2 : (s,t) \in \Omega^3 \\ 1 : \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (6)$$

$$\Omega^3 = \{(s,t) : -1 \leq s, t \leq 1\} \quad (7)$$

$d_{i,j}^{(k)}$  disebut sebagai indeks arah. Kemudian empat indeks arah digunakan untuk deteksi derau, yang dapat dilambangkan sebagai

$$r_{i,j} = \min\{d_{i,j}^{(k)} : 1 \leq k \leq 4\} \quad (8)$$

Kemudian mendefinisikan detektor *derau* sebagai Threshold (T) otomatis.

$$y_{i,j} \text{ adalah } \begin{cases} \text{noise pixel} : \text{jika } r_{i,j} > T \\ \text{free noise pixel} : \text{jika } r_{i,j} \leq T \end{cases} \quad (9)$$

### Filterisasi

Setelah deteksi derau, kebanyakan median filter cukup melakukan penggantian *pixel* yang terdeteksi derau dengan nilai mediannya saja. Dalam *Directional Weighted Minimum Deviation* (DWMD) Filter ini telah dikemukakan dengan berdasarkan minimum standar deviasi dari empat arah. Pada awalnya, nilai standar deviasi  $\delta_{i,j}^{(k)}$  dari nilai *gray level* dari semua  $y_{i+s,j+t}$  dengan  $(s,t) \in S_k^0$  ( $k = 1$  s.d.  $4$ ), dihitung.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{N}} \quad (10)$$

Lalu mencari nilai minimum dari keempat arah tersebut.

$$l_{i,j} = \min k \{ \delta_{i,j}^{(k)} : 1 \leq k \leq 4 \} \quad (11)$$

Setelah  $l_{i,j}$  diketahui, maka dilanjutkan mengambil nilai *pixel* dari arah tersebut misal  $S = \{a, b, c, d, e\}$ . Pertama, nilai tengah diganti dengan *pixel*  $x$  untuk menghasilkan  $S = \{a, b, x, d, e\}$ . Dilanjutkan dengan menghitung tiga standar deviasi menggunakan  $x = \{\text{mean}, \text{mean} + 5, \text{mean} - 5\}$  carilah nilai paling rendah di antara ketiga standar deviasi tersebut lalu ambil nilai  $x$  untuk mengganti nilai tengah yang teridentifikasi sebagai derau.

### Penentuan Nilai Threshold Optimum

Dalam suatu pengembangan dan pelaksanaan rekonstruksi gambar diperlukan perbandingan antara gambar hasil filter dengan gambar asli. Perbandingan ini digunakan untuk mengetahui seberapa dekatnya hasil gambar filterisasi dengan gambar aslinya atau tanpa mengandung derau. Ukuran umum yang digunakan untuk tujuan ini adalah *Peak Signal to Derau Ratio* (PSNR). Nilai PSNR yang lebih tinggi menyiratkan kemiripan yang lebih erat antara hasil filterisasi dengan gambar asli. PSNR didefinisikan sebagai :

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{C_{max}^2}{MSE} \right) \quad (12)$$

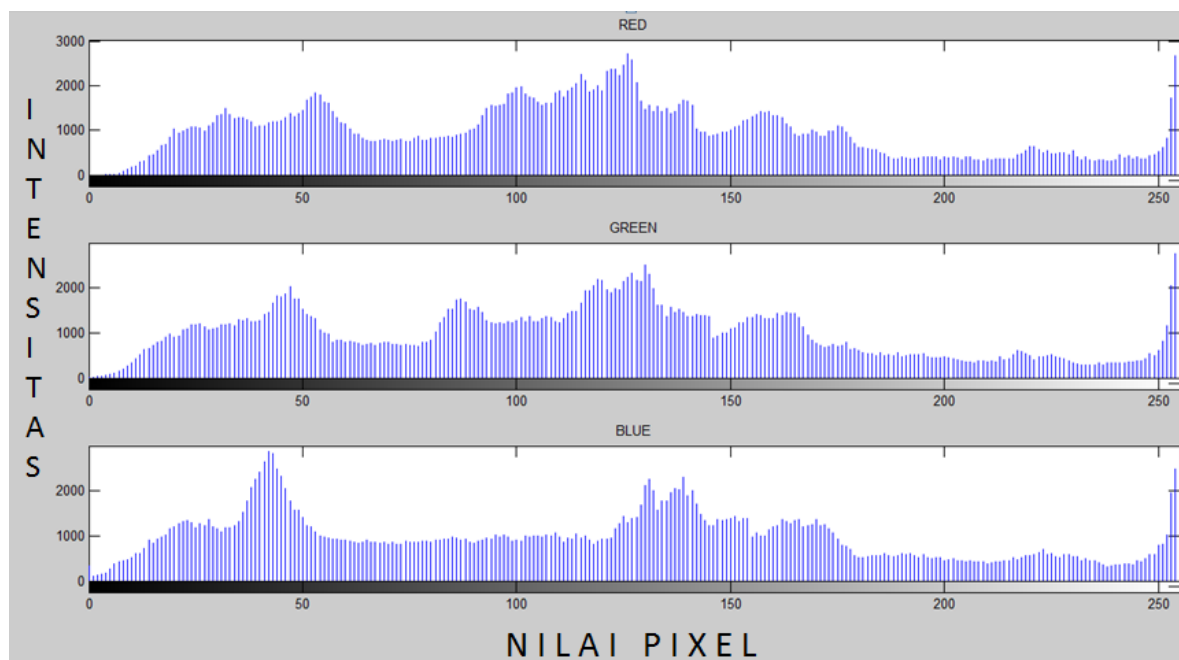
Filter digital ini menggunakan nilai *threshold* optimum yang didapatkan secara otomatis berbasis nilai PSNR, yaitu dengan membandingkan selisih dari PSNR(2)-PSNR(1) yang terbesar, dimana PSNR (1) sebagai nilai perbandingan antara gambar asli dengan gambar yang terkontaminasi derau dan PSNR (2) sebagai nilai perbandingan antara gambar asli dengan gambar hasil filter yang merupakan tambahan dalam metode ini agar aplikasi dapat menampilkan filter optimal secara otomatis.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses pengambilan citra digital orisinal, gambar yang akan diproses belum tentu gambar berskala keabuan. Dikarenakan dalam proses filterisasi ini harus menggunakan gambar berskala keabuan maka gambar orisinal yang masih berskala RGB seperti gambar 3. harus diubah menjadi gambar berskala keabuan. Gambar orisinal diambil nilai pikselnya lalu dilanjutkan dengan proses mengubah gambar menjadi gambar berskala keabuan. Nilai Piksel dapat diukur menggunakan program Histogram dalam perangkat lunak Matlab dengan hasil seperti pada Gambar 4.

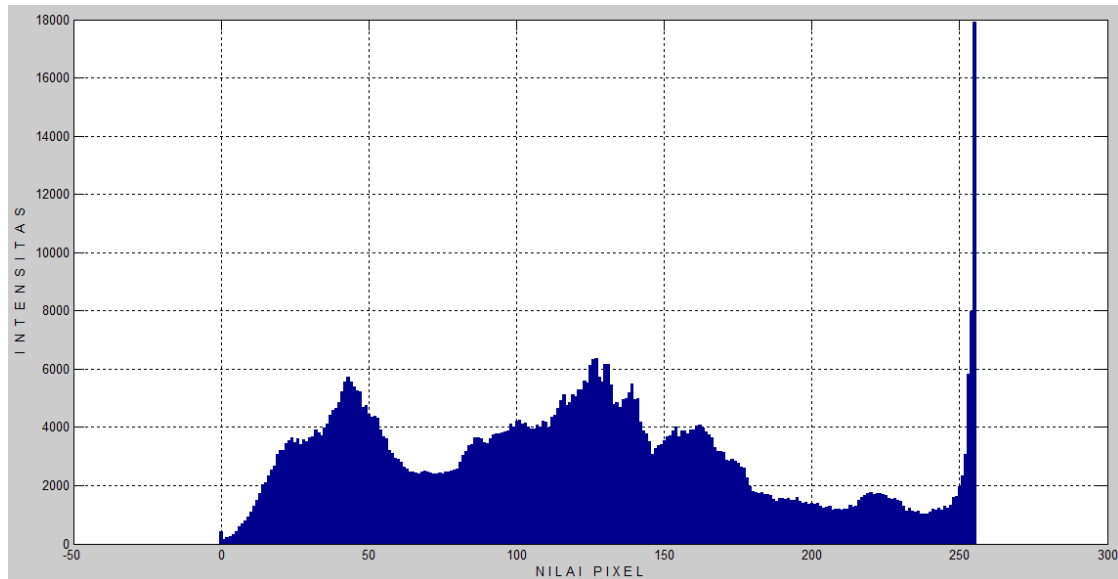


Gambar 3. (a) Gambar Orisinal (b) Gambar Berskala Keabuan



Gambar 4. Histogram Gambar Orisinal (RGB)

Dapat dilihat bahwa diagram pada Gambar 4 yang menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul di seluruh *piksel* gambar orisinal intensitas warna dalam nilai *piksel* yang bernilai 255 (warna putih) berjumlah 18000 lebih *piksel* RGB sedangkan pada diagram Gambar 5 nilai *piksel* yang bernilai 255 tidak lebih dari 14000 *piksel*.



Gambar 5. Histogram Gambar Berskala Keabuan

Dengan menggunakan diagram histogram yang telah diukur, maka dapat diketahui jumlah pasti dalam setiap *pixel*. Dalam pengujian ini, diperlukan jumlah *pixel* hitam dan putih untuk mengetahui intensitas derau yang di-generate dalam program nantinya seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah *Pixel* Hitam dan Putih dalam Gambar Sample

Pixel	Intensitas Pixel
0	12
255	$1,304 \times 10^4$

#### Pengujian dan Analisis Gambar dengan Probabilitas Derau yang tetap dan Ukuran Gambar yang Berbeda.

Pada pengujian ini dilakukan penambahan *salt and pepper* derau dengan probabilitas dan gambar yang sama dalam berbagai variasi ukuran (*pixel*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *Threshold* dan PSNR yang optimum dengan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Nilai *Threshold* dan PSNR Optimum

No.	Ukuran Gambar ( <i>pixel</i> )	<i>Threshold</i>	PSNR(dB)
1	$2000 \times 2000$	400	30,94
2	$1800 \times 1800$	450	29,53
3	$1600 \times 1600$	500	27,94
4	$1400 \times 1400$	550	26,39
5	$1200 \times 1200$	600	25,06
6	$1000 \times 1000$	650	23,86
7	$800 \times 800$	700	22,79
8	$600 \times 600$	750	22,05
9	$400 \times 400$	750	21,76
10	$200 \times 200$	650	23,35
11	$100 \times 100$	600	24,59
12	$50 \times 50$	500	27,73

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa ukuran gambar mempengaruhi nilai optimum *Threshold* dan PSNR. Nilai PSNR berbanding terbalik dengan nilai *threshold*. Semakin besar nilai *threshold* maka nilai PSNR semakin menurun.

#### Analisis Hasil Pengujian Derau *Pixel*

Pada proses pengurangan derau *salt and pepper* menggunakan metode *Directional Weighted Minimum Deviation* (DWMD) Filter ini didapatkan data seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Derau yang diproses

No	Probabilitas	Derau yang Bersisa	Derau yang Tereduksi
1	0,05	3024	10101
2	0,1	5355	20913
3	0,15	7953	31269
4	0,2	11208	41086
5	0,25	11595	53634
6	0,3	14283	64296
7	0,35	17100	80660
8	0,4	20256	84780
9	0,45	23923	94083
10	0,5	20568	109773
11	0,55	23142	121230
12	0,6	27899	128816
13	0,65	29490	140764













Semakin tinggi nilai probabilitas, maka semakin tinggi pula jumlah derau yang harus diredam. Dari data pada tabel 3 didapatkan jumlah derau yang tertinggal pada gambar digital yang telah di proses dengan metode DWMD Filter. Derau yang tereduksi mengalami peningkatan di setiap kenaikan nilai probabilitas, akan tetapi derau yang tertinggal pun semakin banyak di setiap kenaikan nilai probabilitasnya. Maka, semakin besar nilai probabilitas akan semakin buruk pula hasil filterisasinya.

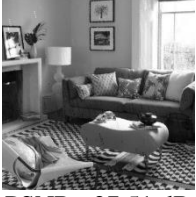







Dalam pengujian ini hanya memasukkan nilai probabilitas sampai 0,65 karena dalam percobaan, gambar yang dihasilkan sudah rusak dan dalam perbandingan jumlah *piksel* derau sudah lebih banyak dibandingkan dengan jumlah *piksel* gambar asli, maka proses filterisasi pun akan sulit memroses gambar agar hasilnya menjadi seperti sedia kala tanpa derau.

#### Analisis Perbandingan DWMD dengan Median Filter

Dalam pengujian mencari nilai PSNR kali ini, dilakukan dengan membandingkan DWMD Filter dengan Median Filter. Pengujian Median Filter menggunakan sampel gambar yang sama dan probabilitas yang sama. Dari hasil pemfilteran gambar digital yang telah diberi salt and pepper derau menggunakan DWMD Filter dan Median Filter sebagai pembanding, maka didapatkan data seperti pada Tabel 4.

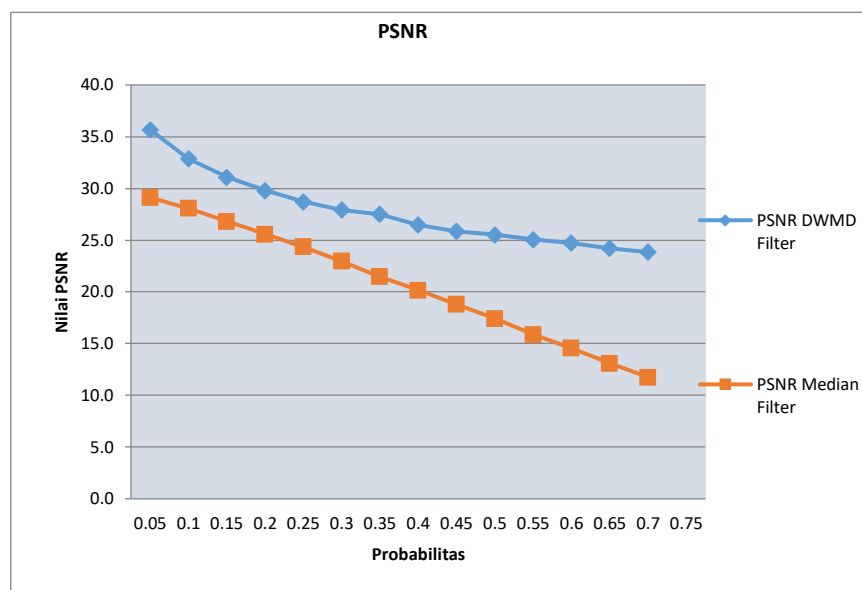
Tabel 4. Perbandingan DWMD dengan Median Filter

Proba-bilitas	DWMD Filter	Median Filter	Proba-bilitas	DWMD Filter	Median Filter
0,05	 PSNR:35.67659 dB	 PSNR : 29.1190 dB	0,2	 PSNR : 29,82 dB	 PSNR : 25,59 dB
0,1	 PSNR : 32.86809 dB	 PSNR : 28.0924 dB	0,25	 PSNR : 28,72 dB	 PSNR : 24,37 dB
0,15	 PSNR : 31,08 dB	 PSNR : 26,82 dB	0,3	 PSNR : 27,92 dB	 PSNR : 22,97 dB

Probabilitas	DWMD Filter	Median Filter	Probabilitas	DWMD Filter	Median Filter
0,35	 PSNR : 27,51 dB	 PSNR : 21,47 dB	0,55	 PSNR : 25,08 dB	 PSNR : 15,88 dB
0,4	 PSNR : 26,49 dB	 PSNR : 20,16 dB	0,6	 PSNR : 24,74 dB	 PSNR : 14,57 dB
0,45	 PSNR : 25,85 dB	 PSNR : 18,79 dB	0,65	 PSNR : 24,22 dB	 PSNR : 13,11 dB
0,5	 PSNR : 25,53 dB	 PSNR : 17,44 dB			

Data tersebut menunjukkan bahwa probabilitas derau mempengaruhi besarnya nilai *Peak Signal to Derau Ratio* (PSNR) untuk gambar yang telah diproses dengan gambar asli. Semakin besar nilai probabilitas, maka semakin kecil nilai PSNR pada tiap hasil filterisasi. Pada PSNR yang dihasilkan oleh DWMD Filter terlihat perbedaan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan PSNR yang dihasilkan oleh Median Filter. Maka, dengan data tersebut dapat terlihat bahwa DWMD Filter dapat mengurangi derau lebih baik dari pada Median Filter.

Perbandingan nilai PSNR pada DWMD Filter dengan Median Filter dapat ditunjukkan oleh grafik seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai PSNR



Dari grafik pada gambar 4 menunjukkan bahwa nilai PSNR untuk DWMD Filter maupun Median Filter nilainya menurun dalam setiap kenaikan nilai probabilitasnya hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas derau pada suatu gambar maka semakin buruk pula kualitas gambar yang dihasilkan oleh proses filterisasi tersebut.

Tabel 5. Perbandingan Waktu Eksekusi pada DWMD dan Median Filter

No.	Ukuran Gambar (piksel)	Waktu yang Digunakan	
		DWMD Filter	Median Filter
1	2000 × 2000	97,96 s	77,35 s
2	1800 × 1800	81,78 s	60,24 s
3	1600 × 1600	63,47 s	46,71 s
4	1400 × 1400	48,47 s	36,17 s
5	1200 × 1200	37,69 s	26,36 s
6	1000 × 1000	27,19 s	18,69 s
7	800 × 800	18,09 s	12,43 s
8	600 × 600	11,35 s	6,93 s
9	400 × 400	6,39 s	3,12 s
10	200 × 200	3,25 s	1,08 s
11	100 × 100	2,97 s	0,44 s
12	50 × 50	2,08 s	0,34 s

DWMD Filter dan Median Filter ini memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Pada tabel 5 terlihat bahwa kekurangan dari DWMD Filter ini terdapat pada waktu pengerjaannya. Semakin besar ukuran gambar yang diproses, maka semakin lama pula waktu yang diperlukan untuk memfilter suatu gambar. Pada DWMD Filter, waktu eksekusi bergantung pula pada besarnya nilai *threshold* yang digunakan. Dimana Nilai PSNR yang lebih tinggi menyiratkan kemiripan yang lebih erat antara hasil rekonstruksi dan gambar asli dalam penelitian ini

### Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa filter digital untuk objek gambar dengan metode *Directional Weighted Minimum Deviation* ini meredam *Salt and Pepper derau* lebih baik dibandingkan dengan Median Filter pada umumnya. Dengan kualitas nilai *Peak Signal to Derau Ratio* (PSNR) yang lebih besar dibandingkan dengan Median Filter untuk setiap nilai *threshold*. Dalam pengujian metode DWMD filter ini, didapatkan persentase rata-rata mampu meredam *salt and pepper derau* sekitar 80% dari jumlah derau yang muncul dalam setiap perubahan nilai probabilitasnya (0 s.d. 0,65). Semakin besar ukuran dan intensitas *derau* pada gambar maka semakin lambat pula proses filterisasi pada DWMD filter dibandingkan dengan Median filter. Nilai PSNR yang didapatkan pada pengujian DWMD Filter berkisar antara 21 – 36 dB. Gambar yang sudah di filter dengan metode ini terlihat lebih baik dari gambar asli saat terkontaminasi oleh derau.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M Polban yang telah mendukung penelitian yang dilakukan ini, sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik.

### Daftar Notasi

$P = (i, j)$  = Titik Pusat

$i$  = baris

$j$  = kolom;

$S$  = Standar Deviasi

$n$  = jumlah sampel ( jumlah *piksel* dalam satu arah )

$X$  = nilai dari setiap *piksel*

### Daftar Pustaka

- Al-Azzeh, J., Zahran, B., & Alqadi, Z. (2018). Salt and Pepper Noise: Effects and Removal. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*.
- Bharati, S., Khan, T. Z., & Podder, P. (2020). A comparative analysis of image denoising problem: noise models, denoising filters and applications. *preprints.org*.
- Chan, R. H., Ho, C.-W., & Nikolova, M. (2005). Salt-and-pepper noise removal by median-type noise detectors and detail-preserving regularization. *IEEE Transactions on Image Processing*, 1479-1485.
- Duth, P. S., & Deepa, M. M. (2018). Color detection in RGB-modeled images using MAT LAB. *International Journal of Engineering & Technology*, 29-33.

- Fu, B., Zhao, X.-Y., Ren, Y.-G., Li, X.-M., & Wang, X.-H. (2019). A salt and pepper noise image denoising method based on the generative classification. *Multimedia Tools and Applications*, 12043–12053. doi:<https://doi.org/10.1007/s11042-018-6732-8>
- Gunadi, I. G., Wicaksana, I. G., Dwija, M. R., Putra, I. P., & Putra, P. P. (2020). Pengurangan Noise Pada Citra Digital Menggunakan Filter Aritmatik Mean, Harmonik Mean, Gaussian, Max, Min, Dan Median Dengan Membandingkan PSNR. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia(JIK)*, 35-44.
- Harmayani, & Rahim, R. (2017). 24 Bit Image Noise Reduction with Median Filtering Algorithm. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research (IJRTER)*, 1-5.
- Jassim, F. A. (2013). Kriging Interpolation Filter to Reduce High Density Salt and Pepper Noise. *World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT)* , 8-14.
- Kurniawan, B. S., Sentinuwo, S. R., & Lantang, O. A. (2016). Aplikasi Pengenal Citra Nomor Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Template Matching. *E-journal Teknik Informatika*, 7-12.
- Liang, H., Li, N., & Zhao, S. (2021). Salt and Pepper Noise Removal Method Based on a Detail-Aware Filter. *The 3rd International Conference on Symmetry*. sciforum.
- Liu, H. (2020). Grayscale and gray image. In *Robot Systems for Rail Transit Applications* (pp. 123-124). Matthew Deans.
- Mondal, P. J., & Mukhopadhyay, S. (2010). A Novel Directional Weighted Minimum Deviation (DWMD) Based Filter for Removal of Random Valued Impulse Noise. *Proceedings of ICCS* (pp. 214-220). Burdwan, West Bengal: Department of Computer Science, The University of Burdwan.
- Novian, A. (2019). 42Perancangan Aplikasi Denoise Citra Dengan Menerapkan New Daptive Based Median Filter. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 42-47.
- Pinki, & Mehra, R. (2016). Estimation of the Image Quality under Different Distortions. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 17291-17296.
- Tasni, K. (2018). Penerapan Algoritma Band Reject Filter untuk Mereduksi Noise pada Citra Digital. *Jurnal Pelita Informatika*, 341-346.