

ANALISIS PERBANDINGAN *METODE 2D MEDIAN FILTER* DAN *MULTI LEVEL MEDIAN FILTER* PADA PROSES PERBAIKAN CITRA DIGITAL

Murinto¹, Bachrudin Muchtar

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

Email¹ : aryacettakusno1306@gmail.com

Abstrak

Di dalam penyampaian informasi orang lebih cenderung menggunakan media gambar untuk mempresentasikan sesuatu, misalnya penggunaan rambu-rambau lalu lintas, penggunaan gambar rancang bangun dalam sebuah pembuatan rumah, penggunaan gambar dalam penyuluhan dan lain sebagainya. Namun sering kali citra atau gambar yang dimiliki mengalami penurunan mutu (degradasi). Hal ini akan menyebabkan citra sulit diinterpretasi. Dengan memperbaiki tampilan citra yang mengalami gangguan (noise) sehingga diperoleh citra yang mutunya baik dan mudah diinterpretasikan. Salah satu manipulasi perbaikan mutu citra adalah dengan proses filtering citra. Dalam proses filtering citra ada beberapa metode yang digunakan untuk memproses citra, diantaranya metode 2D median filter dan multilevel median filter. Dari kedua metode tersebut belum diuji keunggulan dan kelemahan dari masing-masing metodenya. Untuk mengetahui perbedaan hasil yang diolah kedua metode filtering citra tersebut maka dilakukan suatu analisis perbandingan kedua metode tersebut. Metode filtering citra digital yang digunakan adalah 2D median filter dan multilevel median filter. Operasi filtering citra menggunakan ukuran matriks 3X3, 5X5, 7X7 dan 9X9. Jenis citra dengan ekstensi bmp berformat 24 bit dengan ukuran piksel 640 X 480. Citra tersebut kemudian di tampilkan ke dalam program lalu dilakukan proses filtering citra, menampilkan histogram, timing-run serta SNR dari citra filter. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa jenis citra, ukuran citra, ukuran matriks serta metode yang dipilih mempengaruhi proses filtering citra. Proses filtering citra dengan metode multilevel median filter menghasilkan mutu citra yang lebih baik dibanding metode 2D median filter. Hal ini dapat dilihat dari mutu citra yang dihasilkan, nilai SNR lebih besar dan timing-run yang lebih cepat.

Kata kunci : *Filtering citra, 2D median filter, multilevel median filter, SNR*

1 PENDAHULUAN

Di dalam penyampaian informasi orang lebih cenderung menggunakan media gambar untuk mempresentasikan sesuatu, misalnya penggunaan rambu-rambau lalu lintas, penggunaan gambar rancang bangun dalam sebuah pembuatan rumah, penggunaan gambar dalam penyuluhan dan lain sebagainya. Citra (*image*) merupakan istilah lain untuk gambar. Sebagai salah satu komponen multimedia, citra memegang peranan penting sebagai bentuk informasi *visual*. Citra memiliki karakteristik yang tidak dimiliki data teks yaitu citra kaya dengan informasi. Ada sebuah peribahasa yang

berbunyi “ sebuah gambar bermakna lebih dari seribu kata” (*a picture is more than a thousand words*). Maksudnya tentu sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata[1]

Meski pun sebuah citra kaya akan informasi, namun sering kali citra atau gambar yang dimiliki mengalami penurunan mutu atau kualitas. Penurunan mutu citra yaitu penurunan kualitas citra dikarenakan mengandung cacat atau derau (*noise*). Derau adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Gangguan tersebut biasanya muncul sebagai akibat dari hasil penerokan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic grain noise*) atau akibat seluruh transmisi (pada pengiriman data). Derau ini akan menyebabkan citra yang dimiliki bisa menjadi terlalu kontras, kabur kurang tajam dan sebagainya. Hal ini akan menyebabkan citra sulit untuk direpresentasikan karena kualitasnya telah berkurang.

Filtering citra digital adalah suatu algoritma matematik yang bernama *Finite Impulse Response* (FIR) dalam bentuk dua dimensi. Untuk menyaring suatu citra digital, diperlukan sebuah kernel atau sering disebut juga dengan mask dua dimensi. atau Filtering adalah suatu proses dimana diambil sebagian sinyal dari frekuensi tertentu dan membuang sinyal pada frekuensi yang lain. Filtering pada citra juga menggunakan prinsip yang sama, yaitu mengambil fungsi citra pada frekuensi-frekuensi tertentu dan membuang fungsi citra pada frekuensi-frekuensi tertentu.[2]

Filter linier adalah *filter* yang baik untuk menghilangkan *noise* tipe gaussian yang banyak dijumpai pada citra hasil digital dari pemandangan benda-benda yang sesungguhnya. Pada banyak kasus, juga sangat efektif untuk menghilangkan jenis-jenis *noise* lainya dari citra dengan sifat-sifat yang sama. *Filter linier* bekerja berdasarkan penjumlahan piksel-piksel dalam jendela dengan memperhitungkan bobot yang diberikan pada masing-masing piksel. Umumnya, pola pembobotan yang sama digunakan pada semua jendela, yang artinya *filter linier* bersifat *invarian* dan dapat menggunakan cetakan *konvulusi* dengan berbagai bentuk dalam implementasinya. Bentuk *filter* yang tidak menggunakan nilai hasil penjumlahan dalam perhitungan piksel-piksel yang berpengaruh setelah pembobotan adalah *filter non linier*, misalnya *filter median*. Namun sama seperti *filter linier*, *filter* ini dapat bersifat *invarian* atau tidak tetapi umumnya bersifat *invarian*. Masing-masing jenis *filter*, baik yang *linier* maupun yang *non linier*, mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing yang tergantung pada sifat-sifat citra yang akan diproses serta hasil akhir yang diinginkan.

Dalam pengolahan citra terdapat beberapa *metode filter* yang digunakan untuk memperbaiki mutu suatu citra digital. Metode-metode perbaikan mutu cita diantaranya *metode mean filter*, *metode modus filter*, *two dimensional median filter* dan *multilevel median filter*. *Metode mean filter* sistem kerjanya mencari nilai rata-rata dari kumpulan data citra. *Proses metode mean filter* untuk menentukan warna baru yang akan diletakan pada citra. *Metode modus filter* sistem kerjanya mencari nilai dari *variabel* yang memiliki *frekuensi* tertinggi, hasil dari *metode modus filter* sering disebut dengan efek cat minyak. Karena hasil gambar setelah diproses akan muncul bintik seperti bila dicat dengan cat minyak.

Metode two dimensional median filter dan *multilevel median filter* sangat populer karena, untuk tipe-tipe *noise* tertentu, *filter* ini memberikan kemampuan reduksi *noise* yang baik, dengan *blurring* yang lebih sedikit dari pada *linier smooting filter* untuk ukuran cita yang sama. Kedua metode tersebut digunakan untuk memperbaiki mutu suatu citra dengan mengurutkannya, mencari nilai tengah dari sebuah matrik dan mengantikannya dengan nilai matrik yang baru. Metode-metode tersebut diatas

memiliki *algoritma* yang berbeda satu dengan yang lain dan belum diketahui keunggulan dan kelemahan dari masing-masing metode yang akan digunakan. Untuk mengetahui perbedaan hasil yang diolah oleh metode tersebut maka dilakukan penelitian “Analisis Perbandingan Metode *Two Dimensional Median filter* dan *Multilevel median filter* pada *filtering citra digital*”. Yang akan diajukan pada penelitian kali ini..

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Filtering Citra Dgital

Filtering adalah teknik untuk memodifikasi atau meningkatkan mutu citra. Sebagai contoh, kita dapat memfilter sebuah citra untuk mengutamakan fitur tertentu dan membuang fitur yang lain (*noise*)[8]. Proses *filtering* citra dapat dibagi atas dua cara :

a. *Filtering* citra secara linear

Linear filtering dapat dilakukan dengan menggunakan operator kernel yang elemennya terdiri dari faktor pembobotan yang menentukan nilai intensitas suatu piksel berdasarkan nilai intensitas piksel-piksel tetangganya. Pembahasan disini akan mencakup proses *filtering* citra dengan filter frekuensi rendah (LPF) dan filter frekuensi tinggi (HPF).

b. *Filtering* citra secara non-linear

Dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan *filter* linear tetapi cara operasinya tidak terhadap setiap titik melainkan menurut misalnya suatu sumbu tertentu, jadi mempunyai arah tertentu dalam operasinya. Cara kedua adalah dengan berdasarkan suatu nilai statistik pada sekelompok piksel seperti median atau varian.

2.2 Metode 2D Median Filter

Metode two dimensional Median filter adalah salah satu teknik *filtering* citra non linear yang berfungsi untuk memperhalus suatu citra dan menghilangkan *noise* atau gangguan yang berupa bintik putih. Cara kerja metode ini dilakukan dengan mengganti nilai piksel yang diacu dalam suatu bidang operasi dengan suatu formula yang memanfaatkan nilai piksel tetangganya. Median adalah nilai tengah dari kumpulan data. Untuk mencari median dari kumpulan data yang ganjil maka:

$$x = \frac{n+1}{2} \quad (1)$$

di mana: n= jumlah data, x= Nilai baru median

untuk median filter ini, data yang digunakan untuk menghitung median terdiri dari kumpulan data yang ganjil. Hal ini disebabkan dengan jumlah data yang ganjil maka piksel yang akan diproses dapat berbeda ditengah. Median filter digunakan matriks berdimensi N x N. Dari matriks tersebut, kemudian data yang ada diurutkan dan dimasukkan dalam sebuah matriks yang berukuran (N x N). Hal ini berguna untuk mempermudah menemukan median dari kumpulan data yang telah terurut tersebut. Median filter sama seperti *mean filter* karena termasuk dalam *spatial filtering*. Dimensi matriks yang digunakan *median filtering* berukuran 3 x 3, 5 x 5, 7 x 7 dan 9 x 9, hasil dari *median filtering* ini juga sering disebut sebagai efek siluman. Karena efek yang ditimbulkan menyerupai efek gambar yang dilukis dengan *crayon* kemudian gosok-gosok sehingga terlihat kabur.

2.2.1 Metode Multilevel Median Filter

Metode *Multilevel median filter* digunakan untuk melakukan proses *filtering* dan untuk menghaluskan suatu citra digital. Cara kerja filter ini sangat sederhana dimana proses pencarian nilai tengah untuk mengganti nilai piksel dilakukan secara bertahap dengan mencari nilai tengah secara vertikal, horisontal, diagonal dan setelah didapatkan nilai tengahnya selanjutnya diurutkan kembali nilai yang didapatkan dengan nilai piksel yang akan diganti dan diambil nilai tengahnya, nilai tengah yang didapat tersebut akan menjadi nilai yang menggantikan nilai piksel yang akan diganti.

Misalkan adalah serangkaian citra digital dan W adalah matriks atau bidang operasi dengan ukuran $(2N+1) \times (2N+1)$ dengan pusat pada piksel (i,j) . Terdapat 4 himpunan dari bidang W yang didefinisikan sebagai berikut :

$$W_1(i,j) = \{x(i+k,j+k); -N \leq k \leq N\} \tag{3}$$

$$W_2(i,j) = \{x(i+k,j-k); -N \leq k \leq N\} \tag{4}$$

$$W_3(i,j) = \{x(i+k,j); -N \leq k \leq N\} \tag{5}$$

$$W_4(i,j) = \{x(i,j+k); -N \leq k \leq N\} \tag{6}$$

Misalkan $Z_s(i,j)$ ($s=1,2,3,4$) adalah nilai median pada elemen-elemen dari keempat himpunan, kemudian dicari nilai minimum ($Y_{\min}(i,j)$) dan nilai maksimum ($Y_{\max}(i,j)$) dari $Z_s(i,j)$.

$$Y_{\min}(i,j) = \min[Z_1(i,j), Z_2(i,j), Z_3(i,j), Z_4(i,j)] \tag{7}$$

$$Y_{\max}(i,j) = \max[Z_1(i,j), Z_2(i,j), Z_3(i,j), Z_4(i,j)] \tag{8}$$

Nilai piksel yang didapat dari metode *Multilevel median filter* ini ($Y(i,j)$) adalah nilai median dari $Y_{\min}(i,j)$, $Y_{\max}(i,j)$, dan nilai piksel yang lama ($x(i,j)$).

$$Y(i,j) = \text{Med}[Y_{\min}(i,j), Y_{\max}(i,j), (x(i,j))] \tag{9}$$

2.2.2 Signal to Noise Reduction (SNR)

SNR digunakan untuk menentukan kualitas citra setelah dilakukan operasi pengurangan derau. Citra hasil dibandingkan dengan citra sal untuk memberi perkiraan kasar kualitas citra hasil. Semakin besar nilai SNR berarti pengurangan derau dapat meningkatkan kualitas citra., sebaliknya jika nilai SNR semakin kecil maka pada citra hasil hanya sedikit juga peningkatan kualitasnya.

Tabel 1. Nilai kualitas SNR

Rasio dB	Kualitas Citra
60 dB	<i>Excellent</i>
50 dB	<i>Good</i>
40 dB	<i>Reasonable</i>
30 dB	<i>Poor</i>
20 dB	<i>Unusable</i>

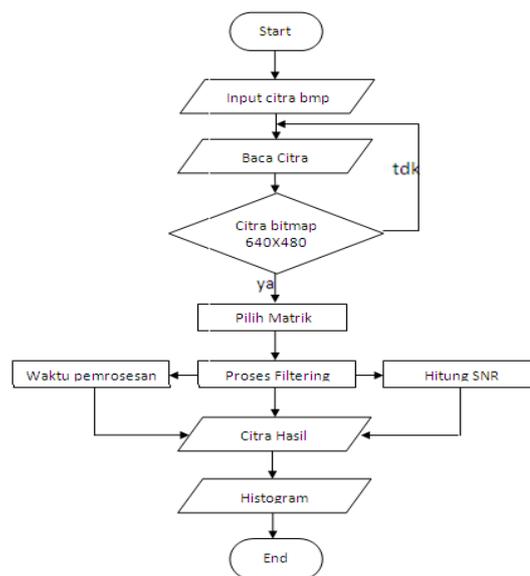
Nilai SNR yang lebih tinggi adalah lebih baik karan rasio sinyal terhadap derau juga tinggi, dimana sinyal adalah citra asli. SNR biasanya diukur dengan satuan *decible* (dB). Rumus unruk menghitung SNR dapat dilihat dalam persamaan (20):

$$SNR = 10 \log \frac{\sum_{m,n} I_{m,n}^2}{\sum_{m,n} (I_{m,n}^2 - I'_{m,n})^2} \quad (10)$$

di mana : $I_{m,n}$ adalah citra asli, $I'_{m,n}$ adalah citra *filter* dan m,n adalah ukuran citra

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dibangun untuk analisis perbandingan metode filtering secara keseluruhan digambarkan dalam bentuk diagram flowchar seperti yang terlihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Analisis Perbandingan Metode Filtering

Pada tahapan analisis, akan dilakukan pengujian terhadap setiap keada metode median filtering. Pengujian ini berdasarkan parameter : *timing-run* (lama waktu yang diperlukan), nilai SNR dan histogram. Metode-metode yang digunakan untuk melakukan *filtering* pada citra akan menghasilkan kualitas ketajaman citra yang berbeda berdasarkan matriks yang digunakan. Gambar 2, gambar 3 dan gambar 4 masing-masing memeprihatkan citra asli, citra hasil 2D median filter dan multilevel median filtering, menggunakan ukuran matriks 3X3.



Gambar 2. Citra Asli



Gambar 3. Citra Hasil 2D Median Filter



Gambar 4. Citra Hasil Multilevel Median Filter

Dengan melihat perbandingan gambar-gambar diatas dengan menggunakan *metode 2D median filter* dan *metode multilevel median filter* diperoleh citra hasil yang memiliki kualitas ketajaman dengan ukuran matriks 3X3 adalah *metode 2D median filter*. Namun apabila ukuran matriks diperbesar citra hasil akan semakin kehilangan detailnya. Timing run adalah lama waktu proses *filtering* pada suatu citra, jadi dalam analisis ini akan menganalisis lama waktu yang digunakan dalam melakukan prose *filtering*. Analisis ini akan menggunakan sepuluh sampel agar didapat hasil yang akurat. Tabel 2 berikut menampilkan hasil selisih waktu proses *filtering* dari kedua *metode filter* yang digunakan.

Tabel 2. Hasil proses perbandingan *timing-run* dari setiap metode dan ukuran matrik

Nama Citra	Waktu Metode 2D Median Filter(Detik)				Waktu Metode Multilevel Median Filter (Detik)			
	3X3	5X5	7X7	9X9	3X3	5X5	7X7	9X9
Anak Singa Noise	1.73	2.97	4.14	8.61	1.78	0.23	0.72	2.28
Beruang-Noise	1.66	2.77	4.66	7.76	1.64	1.3	2.55	2.6
Harimau-Noise	1.61	2.52	3.22	6.41	1.51	1.94	1.36	2,75
HP Noise	1.77	2.5	4.33	8.14	1.72	1.27	2.8	2.39
Ikan-Noise	0.45	1.17	2.48	5.52	0.44	1.73	1.6	1.38
Jumlah:	5.49	11.93	14.17	36.44	7.09	6.47	9.03	8.65
Rata-rata	1.3725	2.386	3.5425	7.288	1.418	1.294	1.806	2.1625

Berdasarkan pada tabel diatas maka diperoleh *timing-run* terbaik dari kedua metode adalah *timing-run* dengan menggunakan *metode multilevel median filter*. Perbedaan waktu dari kedua proses metode *filtering* sangat besar. Data *timing-run* menunjukkan, proses *filtering citra* dengan menggunakan *metode multilevel median filter* membutuhkan waktu lebih cepat dari pada *metode two dimensionala median filter*. Hal ini terjadi karena *metode 2D median filter* bekerja dengan mendeteksi dan menghitung terlebih dahulu jumlah frekuensi pemakaian tiap nilai warna yang sama. Apabila terdapat titik yang berbeda pada range tersebut akan dianggap sebagai *noise*, yang menyebabkan proses bekerja dua kalih lama. Tentu saja hal ini membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode *multilevel median filter* yang hanya mendeteksi sinyal tinggi dan sinyal rendahnya saja.

SNR (*Signal to Noise Reduction*) adalah nilai yang menunjukan kualitas citra, analisis ini untuk menentukan citra mana yang paling bagus pengaruh deraunya, namun besar nilai SNR belum tentu menunjukan citra hasil terbaik oleh indra pengelihatan kita. Untuk mendaptkan hasil yang lebih akurat, digunakan sepuluh sampel citra yang digunakan dalam

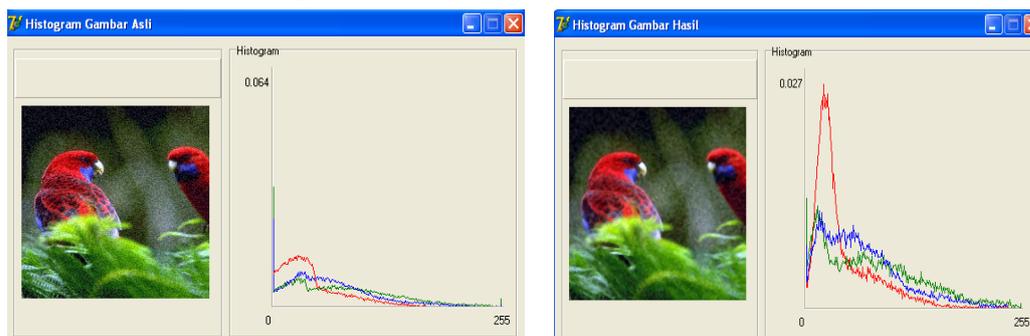
uji coba program. Pengujian menggunakan citra Noise true color dan ukuran matriks pada setiap metode filter yang diuji. Tabel 3 Menampilkan hasil SNR proses *filtering image* dari kedua *metode filter* yang digunakan.

Tabel 3. Perbandingan hasil SNR dari setiap *metode filtering* dan ukuran matriks

Nama Citra	SNR Metode 2D Median				SNR Metode Multilevel Median			
	Filter (dB)				Filter (dB)			
	3X3	5X5	7X7	9X9	3X3	5X5	7X7	9X9
Anak Singa_Noise	1,4	0,6817	0,1755	0,2509	14,33	4,713	7,671	6,518
Beruang-Noise	9,564	8,772	8,218	7,761	22,22	17,66	15,68	14,48
Harimau-Noise	6,725	5,608	5,009	4,606	17,66	13,53	11,83	10,88
HP_Noise	2,676	1,658	1,058	0,5018	14,29	10,52	8,88	7,844
Ikan-Noise	14,4	11,36	10,72	10,39	26,41	19,69	17,51	16,42
Jumlah	34,767	28,0797	25,1805	23,5097	94,91	66,113	61,571	56,142
Rata-rata	6,953	5,61594	5,0361	4,70194	18,982	13,2226	12,3142	11,2284

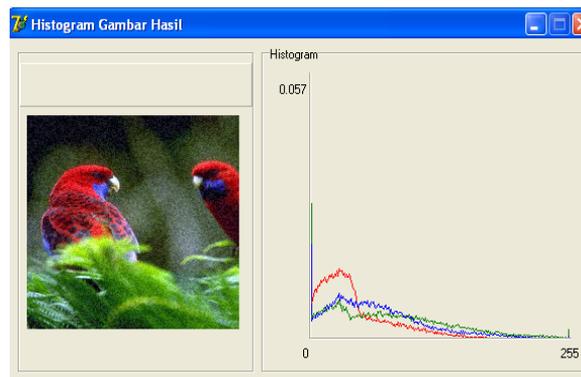
Dari data hasil SNR diatas dihitung nilai rata-rata dari tiap metode. Dengan menjumlahkan nilai hasil SNR tiap citra dari dari suatu metode lalu membaginya dengan jumlah sampel citra yang ada. Dari data yang didapat hasil rata-rata SNR citra hasil yang paling tinggi adalah dengan *metode multilevel median filter*. Semakin besar nilai SNR berarti pengurangan deraunya dapat meningkatkan kualitas citra, sebaliknya jika nilai SNR semakin kecil maka pada citra hasil hanya sedikit juga peningkatan kualitasnya, ini dikarenakan nilai hasil SNR didapat berdasarkan perbandingan antara citra asli dengan citra *hasil filtering image*. Dari tabel 3 proses *filtering image* pada *metode two dimensional median filter* dengan menggunakan matriks 3X3 akan menghasilkan nilai SNR yang terbesar, hal ini berarti semakin kecil nilai ukuran matriks yang digunakan akan semakin dapat meningkatkan kualitas suatu citra karena proses yang digunakan lebih detail, dengan menggunakan ukuran matriks yang lebih kecil

Histogram merupakan grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai *intensitas piksel*. Analisis ini akan membandingkan *histogram citra* asli dengan *histogram citra* hasil, dari prose *filtering* menggunakan *metode filter*. Gambar 5 menunjukkan perbandingan *histogram citra* asli dengan citra hasil *filtering*. Citra yang digunakan dalam perbandingan ini adalah citra true color dengan ukuran citra 300X200 serta ukuran matriks 3X3.



(a). Histogram Citra Asli

(b). Histogram Hasil 2D Median Filter



(c). Histogram Hasil Multilevel Median Filter

Gambar 5. Perbandingan *Histogram Citra Asli* dengan *Citra Hasil Proses Filtering*

Tumpukan histogram citra hasil proses filtering menggunakan *metode 2D median filter* dan *metode multilevel median filter* terhadap citra tidak terdapat perbedaan yang mencolok. Hal ini ditunjukkan dengan tumpukan histogram yang terdistribusi merata keseluruhan daerah derajat *true color*, namun perbedaan terlihat pada nilai intensitas piksel pada masing-masing metode. Pada *metode 2D median filter* nilai intensitas piksel pada citra tinggi, sedangkan pada *metode multilevel median filter* nilai intensitas piksel rendah namun *histogram* terdistribusi secara merata keseluruhan daerah, dengan distribusi yang merata pada setiap nilai intensitas piksel, berarti tingkat kecerahan gambar tetap terjaga. Tumpukan histogram citra hasil proses *filtering* menggunakan metode *2D median filter* perbedaan yang mencolok. Hal ini ditunjukkan dengan tumpukan *histogram* yang terdistribusi merata keseluruhan daerah, dengan distribusi yang pada setiap nilai intensitas piksel berarti tingkat kecerahan gambar terjaga. Dengan melihat hasil proses *filtering* menggunakan *2D median filter* dan *metode multilevel median filter* dengan menggunakan ukuran matriks 3X3, 5X5, 7X7 dan 9X9 tidak memberikan pengaruh pada tingkat kecerahan citra ditunjukkan dengan panjang histogram yang terlihat sama yakni distribusi merata pada setiap nilai intensitas piksel.

4 SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan sebagai berikut :

1. Jenis citra, ukuran citra, ukuran matriks serta metode yang dipilih mempengaruhi proses filtering citra digital.
2. *Timing-run* yang paling cepat dalam pemrosesan *filtering citra* adalah *metode multilevel median filter* karena metode ini melakukan proses komponen warna, mengurutkan dan mencari nilai maksimum dan minimumnya saja.
3. *Metode multilevel median filter* menghasilkan kualitas yang paling baik dibanding metode *2D median filter*, ini dapat dilihat dari kualitas citra yang dihasilkan dan nilai SNR terbesar.
4. SNR yang dihasilkan berbeda-beda tergantung pada piksel dan kompleksitas citra yang diuji. Pada penelitian ini SNR yang paling besar adalah *metode multilevel median filter*.
5. Semakin besar ukuran matriks yang digunakan citra yang dihasilkan semakin rendah kualitas ini dapat dilihat dari nilai SNR yang semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rinaldi, M. 2004. Pengolahan citra digital dengan pendekatan algoritmik, Penerbit Informatika Bandung
- [2]. Andreswari, D, 2001. *Proses Peningkatan Mutu Citra Menggunakan Borland Delphi*, Tugas Akhir S1, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
- [3]. Perwistari, E.W, 2005, *Analisis perbandingan Metode Transformasi Wavelet Dengan Metode Contur Untuk Pengurangan Derau Pada Suatu Citra*, Tugas Akhir- S1, Universitas Ahmad Dahlan.
- [4]. Ritonga, H. 2006, *Penggabungan Dua Citra Menggunakan Penapis Transparansi*, Tugas Akhir - S1 Teknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
- [5]. Sutoyoh dan Mulyanto, E. Teori Pengolahan citra digital, penerbit Andi.
- [6]. <http://pengcit.blogspot.com/search/label/Citra%20Digital>