

IMPLEMENTASI PENGOLAHAN CITRA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK KONVOLUSI UNTUK PELEMBUTAN CITRA (IMAGE SMOOTHING) DALAM OPERASI REDUKSI NOISE

*Tugiono^{#1}, Hafizah^{#2}, Asyahri Hadi Nasyuha^{#3}

^{#1,2,3} Program Studi Sistem Informasi, Triguna Dharma Medan

E-Mail : ^{#1}tugix.line@gmail.com

Abstrak

Citra (image) merupakan istilah lain untuk gambar yang kaya dengan informasi. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali citra mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung noise. Tentu saja citra seperti ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Noise adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Hal ini dapat dilihat sebagai bercak-bercak pada citra. Pelembutan citra (image smoothing) bertujuan untuk menekan gangguan noise pada citra. Teknik konvolusi adalah salah satu teknik yang dapat digunakan dalam perbaikan kualitas citra untuk pelembutan citra. Konvolusi merupakan penjumlahan dari perkalian setiap kernel dengan setiap titik pada fungsi masukan. Konvolusi sangat berguna untuk melakukan operasi pentapisan (filtering) pada citra. Proses filtering untuk pelembutan citra menggunakan filter rata-rata, filter gaussian dan filter median. Hasil proses filtering dengan teknik konvolusi yang dilakukan pada citra yang mengandung noise mampu mengurangi bahkan menghilangkan noise yang melekat pada citra. Dan berdasarkan nilai MSE dan PSNR pada hasil pengujian maka didapatkan bahwa filter median merupakan filter yang paling efektif dibanding filter lainnya untuk operasi penghilangan noise pada citra.

Kata Kunci : Noise, Pelembutan Citra, Konvolusi, dan Filtering

Abstract

Image (image) is another term for a picture rich with information. Although an image is rich in information, but often the image is degraded, for example containing noise. Of course, this kind of image becomes more difficult to interpret because the information conveyed by the image becomes lessened. Noise is the points in the actual image that is not part of the image, but also mixed in the image for a reason. This can be seen as spots on the image. Image softening (image smoothing) aims to suppress noise noise in the image. The convolution technique is one technique that can be used in improving image quality for image softening. Convolution is the sum of the multiplication of each kernel with each point in the input function. Convolution is very useful for performing filtering operations on images. The filtering process for image softening uses the average filter, gaussian filter and median filter. The results of the filtering process

with convolution techniques performed on the image containing noise can reduce even eliminate the noise attached to the image. And based on the value of MSE and PSNR on the test results it is found that the median filter is the most effective filter than other filters for noise removal operations on the image.

Keywords : Noise, Image Softening, Convolution, and Filtering

I. PENDAHULUAN

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang *dwimatra* (dua dimensi). Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. (Sutoyo, 2009 : 9)

Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali citra mengalami penurunan mutu (*degradasi*), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra seperti ini menjadi lebih sulit diinterpretasi (ditafsirkan) karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi baik oleh manusia maupun mesin, maka citra perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Proses

memanipulasi citra disebut dengan pengolahan citra.

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, yang bertujuan memperbaiki kualitas citra (*image enhancement*) agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer). Salah satu proses *image enhancement* adalah pelembutan citra (*image smoothing*).

Pelembutan citra (*image smoothing*) bertujuan untuk menekan gangguan derau (*noise*) pada citra. Derau atau *noise* adalah titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Gangguan pada citra (derau) merupakan pixel yang nilai derajat keabuannya mempunyai variasi intensitas pixel yang tidak berkorelasi baik dengan pixel-pixel tetangganya. Hal ini dapat dilihat sebagai bercak-bercak pada citra.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perbaikan kualitas citra untuk pelembutan citra adalah dengan metode/teknik konvolusi.

Konvolusi merupakan penjumlahan dari perkalian setiap kernel dengan setiap titik pada fungsi masukan. Kernel

adalah matriks yang pada umumnya berukuran kecil dengan elemen-elemennya adalah berupa bilangan. Kernel dioperasikan secara bergeser pada fungsi masukan $f(x)$. Jumlah perkalian setiap titik pada fungsi tersebut merupakan hasil konvolusi yang dinyatakan dengan $h(x)$. (Julsam, 2009 : 74)

Konvolusi sangat berguna untuk melakukan operasi penapisan (*filtering*) pada citra. Operasi penapisan ini dilakukan untuk mengatasi gangguan pada kualitas citra khususnya gangguan derau (*noise*). Pentapis (*filter*) yang dapat digunakan dalam operasi penapisan (*filtering*) ada tiga, yakni filter mean, filter gaussian dan filter median.

2. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Citra

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang *dwimatra* (dua dimensi). Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. (Sutoyo, 2009 : 9)

2. Noise Pada Citra

Noise adalah gangguan berupa munculnya bintik-bintik yang disebabkan oleh kotoran-kotoran yang menempel pada citra. Derau (*noise*) adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Ada tiga macam *noise*, yaitu:

1. Noise Aditif

Noise aditif adalah *noise* yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu.

2. Noise Gaussian

Noise ini memiliki intensitas yang sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (*mean*) dan varian tertentu.

3. Noise Speckle

Noise ini muncul pada saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat pengambil citra dan sebagainya. Sifat *noise* ini *multipikatif*, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

Noise muncul biasanya sebagai akibat dari pemblokkan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic gain noise*). Gangguan tersebut umumnya berupa variasi intensitas suatu pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel-pixel tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan pixel tetangganya. Pixel yang mengalami gangguan umumnya memiliki frekuensi tinggi. Komponen citra yang berfrekuensi rendah umumnya mempunyai nilai pixel konstan atau berubah sangat lambat. (Wardani, 2013 : 192).

3. Pelembutan Citra (*Image Smoothing*)

Pelembutan citra (*image smoothing*) bertujuan untuk mengurangi gangguan *noise* pada citra. Gangguan tersebut biasanya muncul sebagai akibat dari hasil *sampling* yang tidak bagus (*sensor noise, photographic grain noise*) atau akibat dari saluran transmisi pada pengiriman data. Khusus untuk penelitian dalam skripsi ini, *noise*

dibangkitkan dengan sengaja dari citra asli untuk menghasilkan keseragaman tampilan.

Gangguan pada citra umumnya berupa variasi intensitas suatu pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel-pixel tetangganya. Secara *visual*, gangguan *noise* mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan pixel tetangganya. Pixel yang mengalami gangguan pada umumnya memiliki frekuensi tinggi.

4. Konvolusi (*Convolution*)

Konvolusi merupakan penjumlahan dari perkalian setiap titik pada *kernel* dengan setiap titik pada fungsi masukan. *Kernel* dioperasikan secara bergeser pada fungsi masukan $f(x)$. Jumlah perkalian setiap titik pada kedua fungsi tersebut merupakan hasil konvolusi yang dinyatakan dengan $h(x)$. (Julsam, 2009 : 74)

Konvolusi sangat berguna untuk melakukan operasi penapisan (*filtering*) pada citra. Pada pengolahan citra digital, konvolusi dilakukan secara dua dimensi pada sebuah citra, seperti ditunjukkan oleh persamaan:

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) = \sum_{a=-\infty}^{\infty} \sum_{b=-\infty}^{\infty} f(a, b)h(x-a, y-b)$$

..... 2-6

Dimana $f(x,y)$ adalah citra asal, $h(x,y)$ adalah matriks konvolusi dan $g(x,y)$ adalah citra hasil konvolusi.

Proses konvolusi dapat dijelaskan sebagai berikut. *Kernel* diletakkan pada setiap pixel dari citra input dan menghasilkan pixel baru. Nilai pixel baru dihitung dengan mengalikan setiap nilai pixel tetangga dengan bobot yang berhubungan pada *kernel* dan kemudian menjumlah hasil perkalian tersebut. Contoh citra input dan *kernel* ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini.

U _{1,1}	U _{1,2}	U _{1,3}	U _{1,4}	U _{1,5}	U _{1,6}	U _{1,7}	U _{1,8}
U _{2,1}	U _{2,2}	U _{2,3}	U _{2,4}	U _{2,5}	U _{2,6}	U _{2,7}	U _{2,8}
U _{3,1}	U _{3,2}	U _{3,3}	U _{3,4}	U _{3,5}	U _{3,6}	U _{3,7}	U _{3,8}
U _{4,1}	U _{4,2}	U _{4,3}	U _{4,4}	U _{4,5}	U _{4,6}	U _{4,7}	U _{4,8}
U _{5,1}	U _{5,2}	U _{5,3}	U _{5,4}	U _{5,5}	U _{5,6}	U _{5,7}	U _{5,8}
U _{6,1}	U _{6,2}	U _{6,3}	U _{6,4}	U _{6,5}	U _{6,6}	U _{6,7}	U _{6,8}
U _{7,1}	U _{7,2}	U _{7,3}	U _{7,4}	U _{7,5}	U _{7,6}	U _{7,7}	U _{7,8}
U _{8,1}	U _{8,2}	U _{8,3}	U _{8,4}	U _{8,5}	U _{8,6}	U _{8,7}	U _{8,8}

(a)

K _{1,1}	K _{1,2}	K _{1,3}
K _{2,1}	K _{2,2}	K _{2,3}

(b)

Gambar 1. (a) Citra input (b) *Kernel* 2x3

Sesuai contoh pada gambar 1 maka nilai pixel sebagai berikut.

$O_{4,3} = (U_{4,3} \times K_{1,1}) + (U_{4,4} \times K_{1,2}) + (U_{4,5} \times K_{1,3}) + (U_{5,3} \times K_{2,1}) + (U_{5,4} \times K_{2,2}) + (U_{5,5} \times K_{2,3})$ Operator konvolusi biasanya menggunakan tanda (*). Secara matematika proses konvolusi $U * K$ dapat dinyatakan oleh persamaan 2-7 sebagai berikut.

$$O(i, j) = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n U(i+k-1, j+l-1)K(k, l) \dots\dots\dots 2-7$$

Dengan $i = 1 \dots M - m + 1$ dan $j = 1 \dots N - n + 1$. M dan N menyatakan ukuran baris dan kolom dari citra input, sedangkan m dan n menyatakan ukuran baris dan kolom dari *kernel*. Ukuran citra hasil proses konvolusi di atas adalah

$(M - m + 1)$ baris dan $(N - n + 1)$ kolom, yang berarti ukuran citra hasil proses konvolusi lebih kecil dari ukuran citra awal. Berubahnya ukuran citra hasil ini dapat dijelaskan melalui contoh berikut ini.

$$\begin{array}{cccccc}
 & & & 1 & 1 & 3 & 3 & 4 & & 2 & 5 & 7 & 6 & \circ \\
 & & & & & & & & & & & & & & \\
 1 & 0 & & 1 & 1 & 4 & 4 & 3 & = & 2 & 4 & 7 & 7 & \circ \\
 & & * & & & & & & & & & & & \\
 0 & 1 & & 2 & 1 & 3 & 3 & 3 & & 3 & 2 & 7 & 7 & \circ \\
 & & & & & & & & & & & & & \\
 & & & 1 & 1 & 1 & 4 & 4 & & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ
 \end{array}$$

Dengan menyatakan bukan nilai. Nilai 5 pada hasil konvolusi di atas diperoleh dari:

$$(1 \times 1) + (0 \times 3) + (0 \times 1) + (1 \times 4)$$

Tanda (*) pada hasil keluaran di atas dinyatakan sebagai bukan nilai karena untuk melakukan proses konvolusi pada pixel tersebut, sebagian kernel berada di luar batas ukuran citra. Pada beberapa literatur justru disebutkan ukuran citra output lebih besar dari ukuran citra input, yaitu menjadi $(M + m - 1)$ baris dan $(N + n - 1)$ kolom. Hal ini dapat dijelaskan karena proses konvolusi di luar batas ukuran citra tetap dilakukan dengan menambahkan sembarangan nilai pixel untuk pixel di

luar batas yang umumnya digunakan atau ditambahkan nilai 0 (*zero padding*). Dengan cara tersebut, proses konvolusi tetap dapat dilakukan. Namun demikian, nilai pixel hasil konvolusi di luar batas ukuran citra tidak menunjukkan nilai pixel yang sebenarnya.

3. Masalah dan Tujuan Penelitian

Yang menjadi pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai "bagaimana melembutkan citra dengan teknik Konvolusi".

Untuk menghasilkan perbaikan kualitas citra dalam hal pelembutan citra (*image smoothing*) dengan menggunakan teknik konvolusi.

II. METODE PENELITIAN

Teknik yang digunakan dalam melakukan pengumpulan data adalah dengan cara melakukan studi literature.

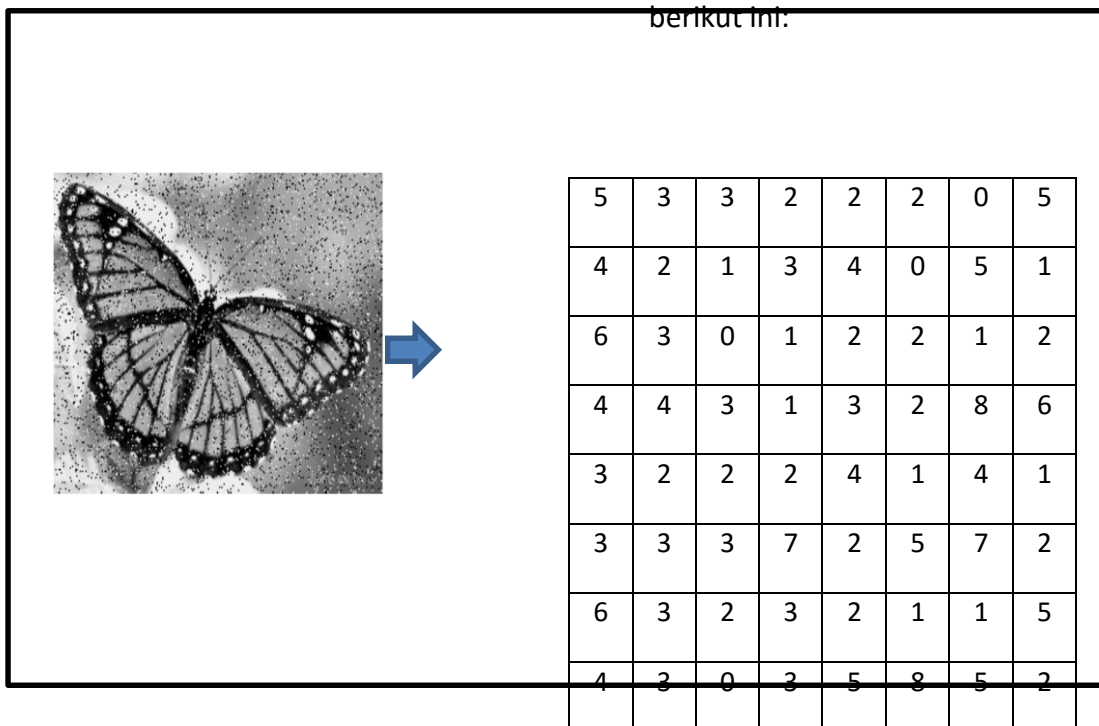
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek citra yang digunakan sebagai masukan dalam sistem yang dirancang adalah citra *grayscale* yang mengandung *noise*.

Jika citra yang digunakan sebagai masukan adalah citra RGB, maka citra tersebut *dikonversi* terlebih dahulu ke bentuk citra *grayscale*. Citra *grayscale* lebih mudah dideteksi, karena hanya memiliki nilai warna hitam, warna keabuan dan warna putih.

Untuk filter rata-rata, proses perhitungannya adalah seperti pada contoh berikut ini.

Sebuah citra *grayscale* $f(x,y)$ yang *bernoise* dengan ukuran 8x8 memiliki nilai matriks seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Citra Kupu-Kupu Dengan *Noise* Dan Nilai Matriksnya

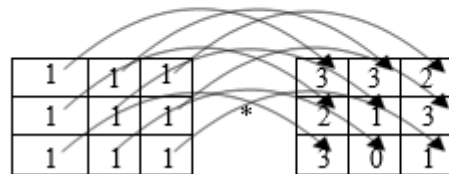
Dilakukan operasi konvolusi dengan sebuah filter rata-rata $g(x,y)$ yang berukuran 3x3 berikut ini.

$$g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Maka proses perhitungan konvolusinya $h(x,y)$ adalah sebagai berikut:

- Langkah pertama, pilih $f(x,y)$ ukuran 3x3, dimulai dari pojok kiri atas. Kemudian hitung konvolusinya dengan filter $g(x,y)$.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 3 & 4 & 0 & 5 & 1 \\ 6 & 3 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 8 & 6 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 7 & 2 & 5 & 7 & 2 \\ 6 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 5 & 8 & 5 & 2 \end{bmatrix} \quad g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

$$h(x,y) = \frac{1}{9} (1*5) + (1*3) + (1*3) + (1*4) + (1*2) + (1*1) + (1*6) + (1*3) + (1*0) = 3$$

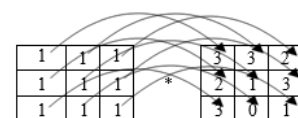
Maka nilai 2 diganti dengan dengan 3 dan ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

5	3	3	2	4	4	0	5
4	3						1
6							0
7							2
7							2
7							2
6							2
6	5	1	3	2	4	4	1

- Langkah Selanjutnya, geser $f(x,y)$ ukuran 3x3 satu pixel ke kanan,

kemudian hitung kembali dengan filter atau kernel $g(x,y)$

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 3 & 4 & 0 & 5 & 1 \\ 6 & 3 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 8 & 6 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 7 & 2 & 5 & 7 & 2 \\ 6 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 5 & 8 & 5 & 2 \end{bmatrix} \quad g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

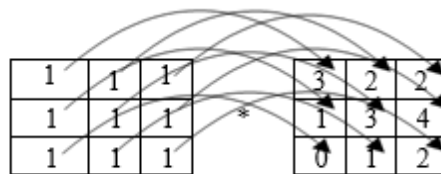
$$h(x,y) = \frac{1}{9} (1*3) + (1*3) + (1*2) + (1*2) + (1*1) + (1*3) + (1*3) + (1*0) + (1*1) = 2$$

Maka nilai 1 diganti dengan 2 dan ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

5	3	3	2	2	2	0	5
4	3	2					1
6							2
4							6
3							1
3							2
6							5
4	3	0	3	5	8	5	2

3. Langkah ketiga, geser $f(x,y)$ ukuran 3x3 satu pixel ke kanan, kemudian hitung kembali dengan filter atau kernel $g(x,y)$,

$$f(x,y) = \begin{matrix} \begin{matrix} 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 3 & 4 & 0 & 5 & 1 \\ 6 & 3 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 8 & 6 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 7 & 2 & 5 & 7 & 2 \\ 6 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 5 & 8 & 5 & 2 \end{matrix} \\ \cdot \\ \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \end{matrix} = \frac{1}{9} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

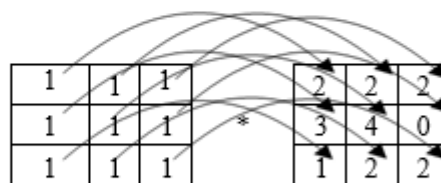
$$h(x,y) = \frac{1}{9} (1*3) + (1*2) + (1*2) + (1*1) + (1*3) + (1*4) + (1*0) + (1*1) + (1*2) = 2$$

Maka nilai 3 diganti dengan 2 dan ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

5	3	3	2	2	2	0	5
4	3	2	2				1
6							2
4							6
3							1
3							2
6							5
4	3	0	3	5	8	5	2

4. Langkah selanjutnya, geser $f(x,y)$ ukuran 3x3 satu pixel ke kanan, kemudian hitung kembali dengan filter atau *kernel* $g(x,y)$,

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 3 & 4 & 0 & 5 & 1 \\ 6 & 3 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 8 & 6 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 7 & 2 & 5 & 7 & 2 \\ 6 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 5 & 8 & 5 & 2 \end{bmatrix} \quad g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

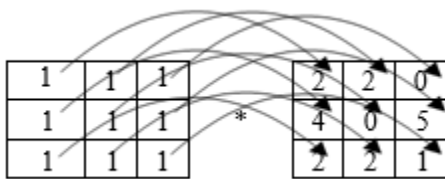
$$h(x,y) = \frac{1}{9}(1*2)+(1*2)+(1*2)+(1*3)+(1*4)+(1*0)+(1*1)+(1*2)+(1*2) = 2$$

Maka nilai 4 diganti dengan 2 dan ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

5	3	3	2	2	2	0	5
4	3	2	2	2			1
6							2
4							6
3							1
3							2
6							5
4	3	0	3	5	8	5	2

5. Langkah kelima, geser $f(x,y)$ ukuran 3x3 satu pixel ke kanan, kemudian hitung kembali dengan filter atau *kernel* $g(x,y)$,

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 3 & 4 & 0 & 5 & 1 \\ 6 & 3 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 8 & 6 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 7 & 2 & 5 & 7 & 2 \\ 6 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 5 & 8 & 5 & 2 \end{bmatrix} \quad g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

$$h(x,y) = \frac{1}{9} (1*2) + (1*2) + (1*0) + (1*4) + (1*0) + (1*5) + (1*2) + (1*2) + (1*1) = 2$$

Maka nilai 0 diganti dengan 2 dan ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

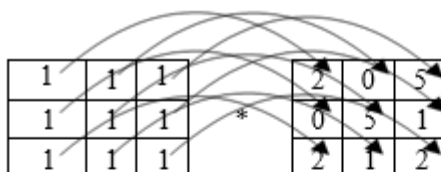
5	3	3	2	2	2	0	5
4	3	2	2	2	2		1
6							2
4							6
3							1
3							2
6							5
4	3	0	3	5	8	5	2

6. Langkah selanjutnya, geser $f(x,y)$ ukuran 3x3 satu pixel ke kanan, kemudian hitung kembali dengan filter atau kernel $g(x,y)$,

$f(x,y) =$

5	3	3	2	2	2	0	5
4	2	1	3	4	0	5	1
6	3	0	1	2	2	1	2
4	4	3	1	3	2	8	6
3	2	2	2	4	1	4	1
3	3	3	7	2	5	7	2
6	3	2	3	2	1	1	5
4	3	0	3	5	8	5	2

$$g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

$$h(x,y) = \frac{1}{9} (1*2) + (1*0) + (1*5) + (1*0) + (1*5) + (1*1) + (1*2) + (1*1) + (1*2) = 2$$

Maka nilai 5 diganti dengan 2 dan ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

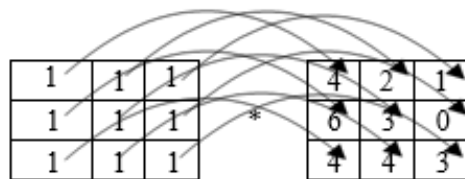
5	3	3	2	2	2	0	5
4	3	2	2	2	2	2	1
6							2
4							6
3							1
3							2
6							5
4	3	0	3	5	8	5	2

7. Langkah berikutnya, geser $f(x,y)$ ukuran 3x3 satu pixel ke bawah kiri, kemudian hitung kembali dengan filter atau kernel $g(x,y)$,

$f(x,y) =$

5	3	3	2	2	2	0	5
4	2	1	3	4	0	5	1
6	3	0	1	2	2	1	2
4	4	3	1	3	2	8	6
3	2	2	2	4	1	4	1
3	3	3	7	2	5	7	2
6	3	2	3	2	1	1	5
4	3	0	3	5	8	5	2

$$g(x,y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Hasil Konvolusi $h(x,y)$ adalah:

$$h(x,y) = \frac{1}{9}(1*4) + (1*2) + (1*1) + (1*6) + (1*3) + (1*0) + (1*4) + (1*4) + (1*3) = 3$$

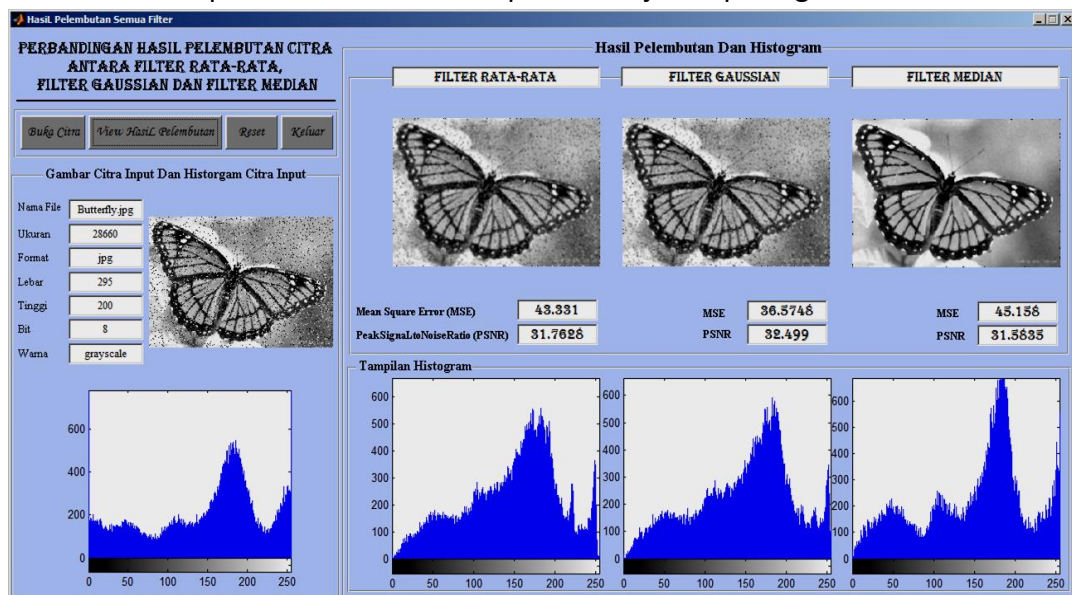
Maka nilai 3 diganti dengan 3 (tidak berubah), maka ditempatkan pada matriks yang baru, hasilnya adalah:

5	3	3	2	2	2	0	5
4	3	2	2	2	2	2	1
6	3						2
4							6
3							1
3							2
6							5
4	3	0	3	5	8	5	2

8. Langkah selanjutnya yaitu proses perhitungan dilakukan terus hingga $f(x,y)$ ukuran 3x3 sampai pada ujung paling kanan pojok bawah, sehingga diperoleh matriks baru hasil konvolusi $h(x,y)$ sebagai berikut:

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 5 \\ 4 & 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 6 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 6 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 2 \\ 6 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 & 2 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 5 & 8 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

Hasil akhir dari penelitian ini adalah seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Tampilan Hasil Pelembutan Dengan Semua Filter

IV. KESIMPULAN

Dari hasil implementasi dan hasil pengujian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan, diantaranya:

1. Dengan menggunakan aplikasi program ini maka perbaikan citra dalam hal pelembutan citra (*image smoothing*) dapat dilakukan dengan baik.
2. Dengan menggunakan aplikasi program pelembutan citra dengan teknik konvolusi maka gangguan derau (*noise*) yang sering terjadi pada citra dapat diatasi, selain itu operasi pelembutan citra yang dilakukan ini

menghasilkan citra baru yang ukurannya lebih kecil dibanding citra sebelum dilakukan pelembutan.

3. Berdasarkan nilai parameter MSE dan PSNR pada hasil pengujian maka didapatkan bahwa filter *median* merupakan filter yang paling efektif dibanding filter lainnya untuk operasi penghilangan *noise* pada citra, karena semakin besar nilai MSE maka semakin besar perbedaan antara dua buah citra yang dibandingkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fadlisyah. (2007). *Computer Vision Dan Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Andi.
- [2] Hermawati, F. A. (2013). *Pengolahan Citra Digital Konsep Dan Teori*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Julsam. (2009). *Pendeteksian Derau Citra Secara Otomatis Menggunakan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan*. Elektron: Vol.1 no.2.
- [4] Sigit, R., Basuki, A., Ramadijanti, N., & Pramadihanto, D. (2005). *Step By Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., Nurhayati, O.D., & Wijanarto. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- [6] Wardhani R. N. (2013). *Analisa Penerapan Metode Konvolusi Untuk Reduksi Derau Pada Citra Digital*. 10-17-1PB (191-198).