

## PEMFLITERAN SPASIAL LINIER DALAM MENINGKATKAN KUALITAS CITRA

Dian Wirdasari <sup>\*1</sup>, Trinanda Syaputra <sup>#2</sup>, Herryance <sup>\*3</sup>

<sup>\*1,3</sup>Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara,

<sup>#2</sup> STMIK Triguna Dharma

Jl. Alumni No. 9 Kampus USU Padang Bulan Medan

Email : [1dianws@gmail.com](mailto:1dianws@gmail.com)

[3herryance\\_usu@yahoo.com](mailto:3herryance_usu@yahoo.com)

### Abstrak

Pemfilteran adalah suatu teknik untuk melakukan perbaikan citra digital. Pemfilteran spasial merupakan pemfilteran yang menggunakan teknik manipulasi langsung terhadap piksel dari suatu citra. Mekanisme pemfilteran spasial dari suatu citra digital  $f(x,y)$  berukuran  $m \times n$  dihitung dengan persamaan  $g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x+s, y+t)$ . Jika  $g(x,y)$  berupa fungsi linier maka pemfilterannya disebut filter linier. Filter linier dapat diimplementasikan dengan mengalikan semua elemen pada *mask* dengan elemen-elemen yang bersesuaian dengan piksel pada citra, dan kemudian dijumlahkan hasilnya. Yang tergolong ke dalam pemfilteran spasial linier adalah filter rata-rata, filter Gaussian, dan filter-filter lain yang bekerja dengan proses korelasi dan konvolusi. Citra hasil pemfilteran linier akan menjadi lebih blur jika dibandingkan dengan citra aslinya.

**KataKunci:** Pemfilteran Linier, citra, rata-rata, Gaussian, korelasi, konvolusi

### Abstrac

*Filtering is a technique to restoration a digital image. Spatial filtering using direct manipulating technique to a pixel of an image. The spatial filtering mechanism from an image  $f(x,y)$  which have size  $m \times n$  is counted with the formula  $g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x+s, y+t)$ . If  $g(x,y)$  is a linear function then it filtering is called linear filtering. Linear filtering is implemented by multiply all of mask elements with the elements which in accord with a pixel of an image, and then calculated the result. Which included of spatial linear filtering are average filtering, Gaussian filtering, and another filtering which using correlation and convolution process. The result of linear filtering is an image with more blurred than the original image.*

**Keywords:** Linear filtering, image, average, Gaussian, correlation, convolution

## A. PENDAHULUAN

Sebuah citra digital merupakan hasil dari proses akuisisi citra. Yakni merupakan perubahan sebuah gambar ke dalam bentuk yang dapat diolah oleh komputer. Dalam proses akuisisi citra tersebut, terkadang dihasilkan citra digital yang tidak sesuai lagi dengan gambar aslinya, hal ini disebabkan karena adanya *noise* pada citra digital yang dihasilkan. *Noise* tersebut dapat disebabkan karena pengambilan gambar dengan kamera yang kurang fokus, ataupun adanya getaran pada saat pengambilan gambar, atau dapat juga disebabkan karena alat yang digunakan untuk mengambil citra digital tersebut (seperti *scanner*, atau kamera) memiliki kualitas yang kurang baik. Untuk mengatasi *noise* ini maka diperlukanlah filter yang harus disesuaikan dengan jenis *noise*-nya.

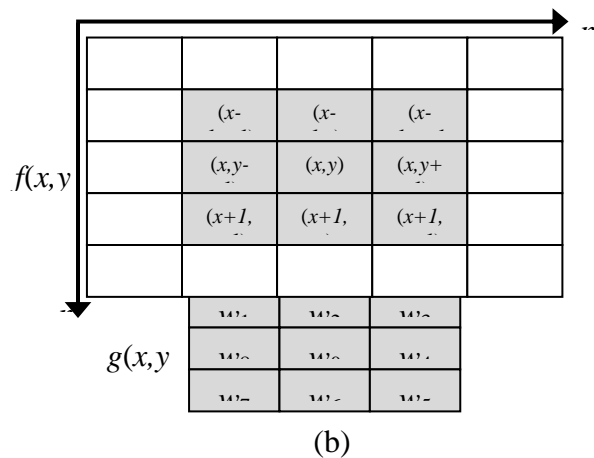
Pemfilteran merupakan proses dalam mengubah sebuah citra ber-*noise* menjadi citra yang sudah tidak memiliki *noise* lagi, sehingga citra yang dihasilkan dapat lebih baik dan sesuai dengan citra aslinya. Pemfilteran spasial merupakan filter yang bekerja dalam domain frekuensi, yaitu menerima (meloloskan) komponen frekuensi tertentu dan menghilangkan (menolak) komponen frekuensi yang lainnya. Misalnya, pemfilteran lolos rendah (*low pass filter*) yang bekerja dengan menerima komponen frekuensi rendah. *Low pass filter* akan menghasilkan citra *blur* (lembut/halus). Filter disebut juga sebagai *mask* atau kernel atau *window*, yang berupa kumpulan piksel berukuran 2x2, 3x3, atau 5x5, dan seterusnya.

Pemfilteran spasial merupakan teknik pemfilteran yang menggunakan teknik manipulasi langsung terhadap piksel dari suatu citra. Pemfilteran spasial adalah proses pemfilteran dengan memanipulasi kumpulan

piksel dari sebuah citra untuk menghasilkan citra baru yang lebih baik dan sesuai dengan citra aslinya.

## B. TEKNIK PEMFILTERAN SPASIAL

Misalkan diketahui sebuah citra  $f(x,y)$  berukuran  $m \times n$  dan filter  $g(x,y)$  yang berukuran 3x3 seperti Gambar 1(a) dan (b) berikut.



Gambar 1. (a) Matriks sebuah citra  $f(x,y)$  berukuran  $m \times n$  dan (b) Filter  $g(x,y)$  berukuran 3x3

Hasil proses filter dari citra  $f(x,y)$  di titik  $(x,y)$  antara citra yang diberi blok dengan filter  $g(x,y)$  ditulis dalam persamaan 1 berikut.

$$\begin{aligned}
 h(x,y) = & w_0 \cdot f(x,y) + w_1 \cdot f(x-1,y-1) \\
 & + w_2 \cdot f(x-1,y) + w_3 \cdot f(x-1,y+1) \\
 & + w_4 \cdot f(x,y-1) + w_5 \cdot f(x,y+1) \\
 & + w_6 \cdot f(x+1,y) + w_7 \cdot f(x+1,y-1) \\
 & + w_8 \cdot f(x,y-1)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dengan  $h(x,y)$  adalah hasil proses filter di titik  $(x,y)$ , dan  $w_0, w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7,$  dan  $w_8$  masing-masing adalah bobot dari filter  $g(x,y)$ . Secara umum, mekanisme pemfilteran spasial dari suatu citra digital  $f(x,y)$  berukuran  $m \times n$  dihitung dengan persamaan 2 berikut ini.

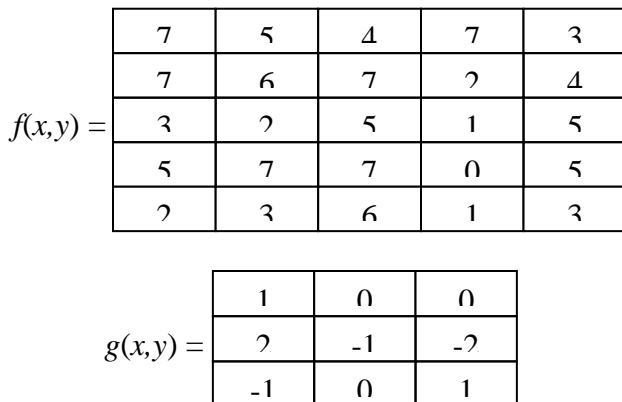
$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x+s, y+t) \dots\dots\dots(2)$$

Diasumsikan bahwa nilai  $m = 2a+1$  dan  $n = 2b+1$ , dengan  $a$  dan  $b$  adalah bilangan bulat positif, serta  $x = 0, 1, \dots, m-1$  dan  $y = 0, 1, \dots, n-1$ . Jika  $g(x, y)$  berupa fungsi linier maka pemfilterannya disebut filter linier.

Sebuah filter linier dapat diimplementasikan dengan mengalikan semua elemen pada *mask* dengan elemen-elemen yang bersesuaian dengan piksel pada citra, dan kemudian dijumlahkan hasilnya. Dengan demikian, dibutuhkan tiga tahapan dalam pemfilteran, yaitu:

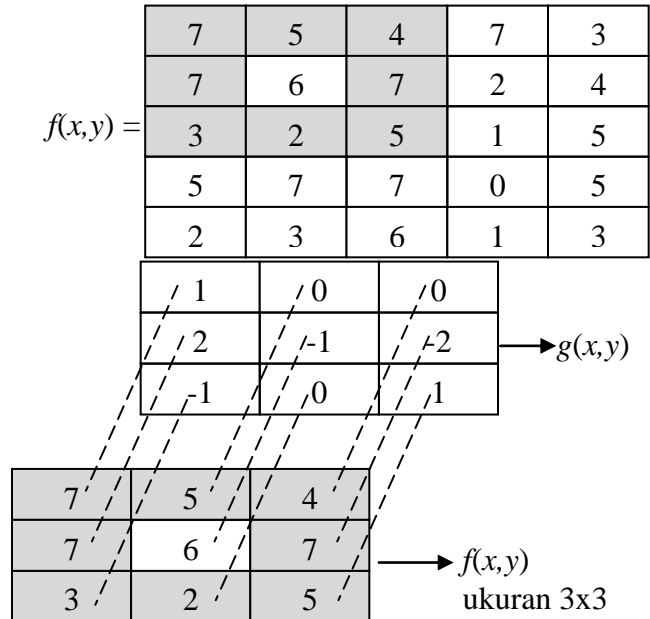
- 1) Menempatkan *mask* pada piksel yang akan diproses,
- 2) Mengalikan elemen-elemen pada *mask* dengan elemen yang bersesuaian pada piksel-piksel tetangga pada citra,
- 3) Menjumlahkan seluruh hasil perkalian.

Misalnya *mask* yang akan digunakan berbentuk segiempat 3x3 piksel dan nilai-nilai piksel yang bersesuaian pada citra yang mempunyai 8 skala keabuan seperti pada Gambar 2 berikut.



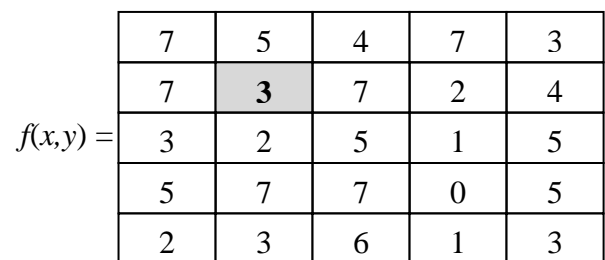
Gambar 2. Matriks sebuah citra  $f(x,y)$  berukuran 5x5 dan Filter  $g(x,y)$  berukuran 3x3

Untuk melakukan proses filtering, dimulai dengan memilih  $f(x,y)$  ukuran 3x3 dari pojok kiri atas. Kemudian dihitung korelasinya dengan filter  $g(x,y)$ .



Hasil korelasinya adalah:  
 $(1.7) + (0.5) + (0.4) + (2.7) + (-1.6) + (-2.7)$   
 $+ (-1.3) + (0.2) + (1.5) = 3$

Maka nilai piksel  $f(2,2) = 6$  diganti oleh 3, dan kemudian tempatkan pada matriks yang baru. Sehingga hasilnya adalah sebagai berikut.



Selanjutnya geser  $f(x,y)$  ukuran 3x3 sejauh satu piksel ke kanan, kemudian hitung korelasinya dengan filter  $g(x,y)$  sebagai berikut.

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

sil korelasinya adalah:  $(1.5) + (0.4) + (0.7) + (2.6) + (-1.7) + (-2.2) + (-1.2) + (0.5) + (1.1) = 5$  Maka nilai 7 diganti oleh 5, dan kemudian tempatkan pada matriks yang baru. Sehingga hasilnya adalah sebagai berikut.

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

Proses perhitungan dilakukan terus, geser  $f(x,y)$  ukuran 3x3 satu piksel ke kanan, diperoleh hasilnya adalah:

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

Hasil korelasinya adalah:  $(1.4) + (0.7) + (0.3) + (2.7) + (-1.2) + (-2.4) + (-1.5) + (0.1) + (1.5) = 8$  Maka nilai 2 diganti oleh 8, dan kemudian tempatkan pada matriks yang baru. Sehingga hasilnya adalah sebagai berikut.

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

Jika hasil korelasi menghasilkan nilai piksel lebih kecil dari nol (nilai negatif) maka

nilai tersebut dijadikan nol (0). Sebaliknya, jika hasil korelasi menghasilkan nilai piksel lebih besar dari nilai keabuan maksimal, maka nilai tersebut diganti dengan nilai keabuan maksimal.

Selanjutnya geser lagi  $f(x,y)$  ukuran 3x3 ke bawah satu piksel, dan kembali melakukan korelasi sama seperti pada piksel di baris sebelumnya.

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

Hasil korelasinya adalah:  $(1.7) + (0.6) + (0.7) + (2.3) + (-1.2) + (-2.5) + (-1.5) + (0.7) + (1.7) = 3$  Maka nilai 2 diganti oleh 3, dan kemudian tempatkan pada matriks yang baru. Sehingga hasilnya adalah sebagai berikut.

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

Proses perhitungan dilakukan sampai  $f(x,y)$  ukuran 3x3 sampai pada ujung paling kanan bawah, hasilnya adalah sebagai berikut.

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

### A. PEMFILTERAN SPASIAL LINIER

Pemfilteran spasial linier merupakan proses filter yang bekerja dengan cara korelasi dan konvolusi. Konvolusi adalah suatu proses yang cara kerjanya hampir sama dengan

korelasi, bedanya adalah, pada konvolusi nilai filternya dibalik berputar 180°. Contoh, sebuah citra  $f(x,y)$  akan dikonvolusi dengan filter  $g(x,y)$  sebagai berikut.

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 2 & -1 & -2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Terlebih dahulu nilai-nilai  $g(x,y)$  harus dibalik 180° menjadi:

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -2 & -1 & 2 \\ 3 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

Kemudian perhitungan dilakukan seperti cara perhitungan korelasi.

Yang tergolong ke dalam pemfilteran spasial linier adalah filter rata-rata, filter Gaussian, dan filter-filter lain yang bekerja dengan proses korelasi dan konvolusi.

#### a. Filter Rata-rata

Filter ini biasa juga disebut sebagai filter penghalus (*smoothing filters*). Cara kerja filter ini adalah sama seperti cara kerja konvolusi. Pada filter ini, nilai intensitas suatu piksel diganti dengan nilai rata-rata dari nilai intensitas piksel tersebut dengan piksel-piksel tetangganya. Jumlah tetangga yang dilibatkan bergantung pada filter yang dirancang. Filter rata-rata berukuran  $m \times n$ , dinyatakan secara umum dengan persamaan 3 berikut.

$$g(x,y) = \frac{1}{m.n}, 1 \leq x \leq m, 1 \leq y \leq n \quad \dots\dots(3)$$

Contoh filter rata-rata berukuran 3x3 dan 5x5 adalah sebagai berikut.

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

$$g(x,y) = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Filter rata-rata biasa juga digunakan untuk mengaburkan (*blurring*) citra dan untuk mereduksi noise. Proses *blurring* digunakan untuk menghilangkan ataupun mengaburkan detil kecil dalam suatu citra sebelum dilakukan ekstraksi objek.

Contoh: Hitunglah hasil filter sebuah citra  $f(x,y)$  dengan 8 skala keabuan berukuran 10x8, dengan sebuah filter rata-rata  $g(x,y)$  yang berukuran 3x3 sebagai berikut.

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

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

Untuk melakukan proses filtering, dimulai dengan memilih  $f(x,y)$  ukuran 3x3 dari pojok kiri atas. Kemudian hitung konvolusinya dengan filter  $g(x,y)$ .

Hasil korelasinya adalah:  $1/9[(1.7) + (1.5) + (1.4) + (1.1) + (1.6) + (1.0) + (1.3) + (1.2) + (1.1)] = 1/9(29) = 3$

Maka nilai 6 diganti oleh 3, dan kemudian tempatkan pada matriks yang baru. Sehingga hasilnya adalah sebagai berikut.

$$f(x,y) =$$

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

Setelah dilakukan proses perhitungan sampai ujung kanan bawah matriks, maka diperoleh matriks citra menjadi sebagai berikut.

$$f(x,y) =$$

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

**a. Filter Gaussian**

Pada filter Gaussian, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri berdasarkan fungsi Gaussian.

Untuk membuat filter Gaussian diperlukan nilai pembobotan langsung dari distribusi diskrit Gaussian yang diberikan pada persamaan 4 berikut ini.

$$g(x,y) = c.e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Di mana  $c$  adalah konstanta normalisasi,  $e=2,72$  dan  $\sigma^2$  adalah variansi.

Elemen-elemen filter Gaussian dapat ditentukan bila nilai  $\sigma^2$  dan ukuran filter NxN ditentukan terlebih dahulu dan nilai pada (0,0) diseting sama dengan 1.

Misalnya akan dibuat filter Gaussian yang berukuran 7x7 dengan memilih  $\sigma^2 = 3$  dan nilai pada (0,0) = 1. Berdasarkan persamaan 4

diperoleh matriks untuk  $e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$  sebagai berikut.

$$f(x,y)$$

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

**b. Filter Gaussian**

Pada filter Gaussian, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri berdasarkan fungsi Gaussian.

Untuk membuat filter Gaussian diperlukan nilai pembobotan langsung dari distribusi diskrit Gaussian yang diberikan pada persamaan 4 berikut ini.

$$g(x,y) = c.e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Di mana  $c$  adalah konstanta normalisasi,  $e=2,72$  dan  $\sigma^2$  adalah variansi.

Elemen-elemen filter Gaussian dapat ditentukan bila nilai  $\sigma^2$  dan ukuran filter NxN ditentukan terlebih dahulu dan nilai pada (0,0) diseting sama dengan 1.

Misalnya akan dibuat filter Gaussian yang berukuran 7x7 dengan memilih  $\sigma^2 = 3$  dan nilai pada (0,0) = 1. Berdasarkan persamaan 4

diperoleh matriks untuk  $e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$  sebagai beriku

(x,y)	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	0.050	0.114	0.189	0.223	0.189	0.114	0.050

-2	0.114	0.263	0.434	0.513	0.434	0.263	0.114
-1	0.189	0.434	0.716	0.846	0.716	0.434	0.189
0	0.223	0.513	0.846	1.000	0.846	0.513	0.223
1	0.189	0.434	0.716	0.846	0.716	0.434	0.189
2	0.114	0.263	0.434	0.513	0.434	0.263	0.114
3	0.050	0.114	0.189	0.223	0.189	0.114	0.050

Kemudian nilai pembobotan ini dibulatkan dengan cara mencari nilai konstanta normalisasi  $c$  dengan cara mengambil nilai bobot terkecil dalam matriks yaitu 0,050. Agar nilai  $g(3,3)=1$  maka  $c$  adalah:

$$g(3,3) = c \cdot e^{-\frac{3^2+3^2}{2 \cdot 2^2}}$$

$$1 = c \cdot 0,050$$

$$c = 20$$

Dengan menggunakan nilai  $c=20$  maka diperoleh matriks  $g(x,y)$  sebagai berikut:

(x,y)	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	1	2	4	4	4	2	1
-2	2	5	9	10	9	5	2
-1	4	9	14	17	14	9	4
0	4	10	17	20	17	10	4
1	4	9	14	17	14	9	4
2	2	5	9	10	9	5	2
3	1	2	4	4	4	2	1

Berdasarkan matriks tersebut, jumlah semua elemen nilai pembobot pada filter adalah 347. Jadi, filter Gaussian hasil rancangannya adalah:

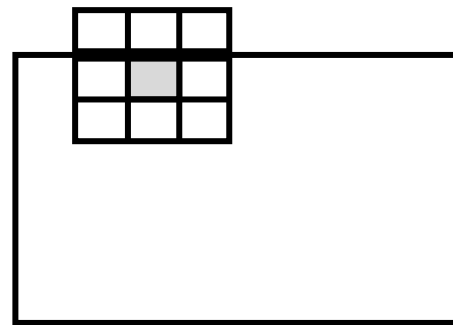
$$g(x, y) =$$

$$\frac{1}{347}$$

1	2	4	4	4	2	1
2	5	9	10	9	5	2
4	9	14	17	14	9	4
4	10	17	20	17	10	4
4	9	14	17	14	9	4
2	5	9	10	9	5	2
1	2	4	4	4	2	1

Selanjutnya filter ini dapat digunakan untuk melakukan proses pemfilteran dengan cara konvolusi ataupun korelasi.

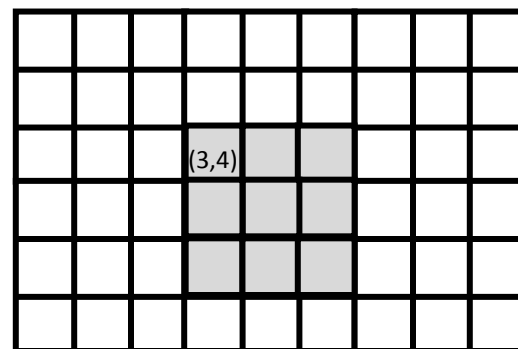
Batas atau tepi citra (*edges of the image*) merupakan hal yang harus diselesaikan dalam proses pemfilteran. Sering sekali dalam proses pemfilteran terjadi matriks filter (*mask*) berada di luar matriks citra seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Matriks mask melebihi batas (tepi) matriks citra

Ada beberapa pendekatan yang dilakukan untuk menyelesaikan hal ini, diantaranya:

- 1) Perhitungan hanya dilakukan pada semua piksel yang berjarak tidak kurang dari  $(n-1)/2$  piksel dari tepi citra, dengan  $n$  adalah ukuran citra. Misalnya, citra berukuran 6x9 (6 baris, 9 kolom), maka pemfilteran akan dilakukan dengan matriks *mask* melingkupi matriks citra mulai pada piksel (3,4). Seperti diperlihatkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Matriks mask 3x3 melingkupi matriks citra mulai dari piksel (3,4)

- 2) Tidak mempedulikan batas atau tepi citra. Dalam hal ini, *mask* hanya diaplikasikan pada piksel-piksel di mana seluruh mask berada dalam citra. Pendekatan ini menghasilkan citra output yang ukurannya lebih kecil daripada citra input. Jika ukuran *mask* sangat besar, maka akan menyebabkan hilangnya sejumlah informasi. Pada contoh-contoh sebelumnya digunakan pendekatan jenis ini.
- 3) Menambahkan piksel-piksel dengan nilai 0 (*pad with zeroes*). Dalam pendekatan ini diasumsikan bahwa semua piksel yang berada di luar citra mempunyai nilai intensitas sama dengan nol. Pendekatan ini akan menghasilkan citra output yang ukurannya sama dengan citra input.
- 4) Menambahkan baris dan kolom yang berisi konstanta tertentu atau dengan mereplikasi baris dan kolom.

### C. PEMFILTERAN LINIER MENGGUNAKAN MATLAB

Proses pemfilteran secara khusus oleh matlab menggunakan fungsi built-in *fspecial* (special filter) yang memiliki sintaks secara umum sebagai berikut:

$$w = \text{fspecial}(\text{'jenis\_filter'}, \text{parameter})$$

Fungsi *fspecial* akan menghasilkan sebuah filter *mask* *w*, dimanajenis filter yang digunakan, antara lain: average (filter rata-rata), gaussian (filter Gaussian), disk (circular averaging filter), laplacian (aproksimasi operator 2-D laplace), log (laplacian of Gaussian filter), motion (motion filter), prewitt (Prewitt horizontal edge-emphasizing filter), sobel (Sobel horizontal edge-emphasizing filter), unsharp (unsharp contrast enhancement filter). Pemfilteran spasial yang

didukung oleh fungsi *fspecial* ini diperlihatkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pemfilteran spasial dengan fungsi *fspecial*

Jenis Filter	Sintaks dan Parameter
'average'	<i>fspecial</i> ('average', [r c]). Filter rata-rata berbentuk bujur sangkar berukuran rxc. Defaultnya 3x3.
'disk'	<i>fspecial</i> ('disk', r). Filter circular rata-rata (dengan persegi berukuran 2r+1), r adalah jari-jari. Default r=5.
'gaussian'	<i>fspecial</i> ('gaussian', [r c], sig). Filter Gaussian lolos rendah berukuran rxc dengan standart deviasi sig (positif). Defaultnya adalah 3x3 dan sig=0.5.
'laplacian'	<i>fspecial</i> ('laplacian', alpha). Filter laplacian 3x3 diperinci oleh nilai alpha berada di range [0 1]. Nilai default alpha = 0.5.
'log'	<i>fspecial</i> ('log', [r c], sig). Filter Laplacian of a Gaussian (LoG) berukuran rxc dan dengan standart deviasi sig (positive). Ukuran defaultnya 5x5 dan sig=0.5.
'motion'	<i>fspecial</i> ('motion', len, theta). Pendekatan motion linier (dari kamera yang memandang ke sebuah image) dari sejumlah len piksel. Arah motion adalah theta (dalam derajat) dihitung searah jarum jam. Default len=9 dan theta=0, yang merepresentasikan sebuah motion dari 9 piksel citra pada arah horizontal.
'prewitt'	<i>fspecial</i> ('prewitt'). Output dari mask filter <i>w</i> , berukuran 3x3, yang mendekati gradient



	vertikal. Mask untuk gradient horizontal diperoleh dengan men-transposisikan $wh = wv'$ .
'sobel'	<code>fspecial('sobel')</code> . Output dari mask filter <code>sv</code> , berukuran 3x3, yang mendekati gradient vertikal. Mask untuk gradient horizontal diperoleh dengan men-transposisikan $sh = sv'$ .
'unsharp'	<code>fspecial('unsharp', alpha)</code> . Outputnya berukuran 3x3. Parameter <code>alpha</code> mengontrol bentuk citra, $0 < \alpha \leq 1$ , default <code>alpha=0.2</code> .

Filter-filter ini diimplementasikan pada fungsi filter `imfilter` untuk citra RGB (3-D) dan `filter2` untuk citra grayscale atau 2-D.

Fungsi filter `imfilter.m` mengikuti sintaks sebagai berikut,

`G = imfilter(f, w, filtering_mode, boundary_options, size_options)`

dimana, `f` adalah citra masukan, `w` adalah filter mask, `G` adalah citra hasil, `filtering_mode` adalah mode pemfilteran apakah menggunakan korelasi ('`corr`') atau konvolusi ('`conv`'), `boundary_options` adalah berkaitan dengan masalah padding pada batas citra dengan ukuran batas telah ditetapkan oleh ukuran filter, `size_options` dapat diisi dengan '`same`' atau '`full`'.

Penjelasan untuk fungsi `imfilter` diperlihatkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Options untuk fungsi `imfilter`

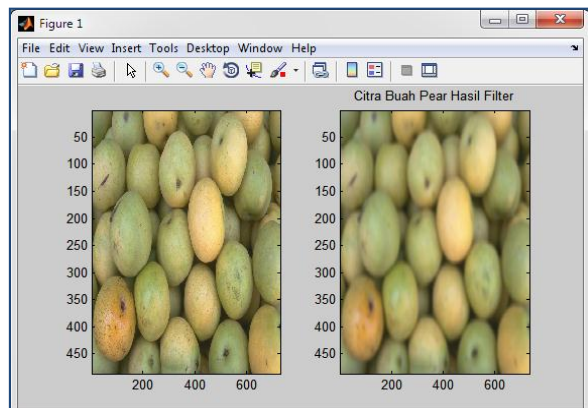
Options	Deskripsi
<b>Filtering Mode</b>	
' <code>corr</code> '	Pemfilteran dilakukan menggunakan korelasi. Merupakan default pemfilteran <code>imfilter</code> .
' <code>conv</code> '	Pemfilteran dilakukan menggunakan konvolusi.
<b>Boundary Options</b>	
P	Batas dari citra masukan ditambahkan dengan sebuah nilai

	padding, P (ditulis tanpa tanda petik). Defaultnya adalah <code>P = 0</code> .
' <code>replicate</code> '	Ukuran citra ditambahkan dengan menggandakan nilai pada batas terluarnya.
' <code>symmetric</code> '	Ukuran citra ditambahkan dengan merefleksikan batasnya.
' <code>circular</code> '	Ukuran citra ditambahkan dengan mengolah citra sebagai suatu fungsi periodic 2D.
<b>Size Options</b>	
' <code>full</code> '	Citra output memiliki ukuran yakni ukuran citra input ditambahkan dengan nilai padding.
' <code>same</code> '	Ukuran citra output sama dengan ukuran citra inputnya. Merupakan default <code>size_options</code> .

## A. MPLEMENTASI PEMFILTERAN LINIER MENGGUNAKAN MATLAB

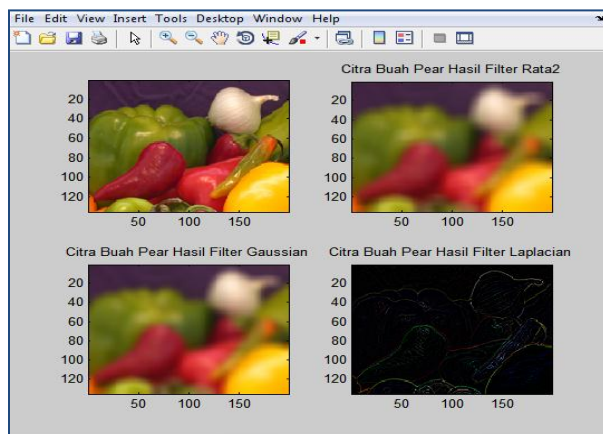
Berikut ini contoh implementasi pemfilteran linier dengan filter Gaussian pada citra `pears.png` dengan matriks citra 12x12 dan terlihat bahwa citra hasil menjadi blur seperti pada gambar 5.

```
%Program filtergauss.m
gambar = imread('pears.png');
gaussFil = fspecial('gaussian', [12, 12], 5)
hasil =
imfilter(gambar,gaussFil,'symmetric','conv');
subplot(1,2,1), image(gambar);
subplot(1,2,2), image(hasil),
title('Citra Buah Pear Hasil Filter');
```



**Gambar 5.** Citra pears.png sebelum dan sesudah pemfilteran menggunakan filter Gaussian

Pada gambar 6 diperlihatkan hasil pemfilteran dengan filter rata-rata, filter Gaussian, dan filter Laplacian dengan nilai  $\alpha=0$ . Ketiga citra hasil memperlihatkan citra yang lebih blur dibandingkan citra inputnya.



**Gambar 6.** Citra sebelum dan sesudah pemfilteran menggunakan filter Rata-rata, Filter Gaussian, dan Filter Laplacian dengan  $\alpha=0$

## SIMPULAN

Suatu filter disebut filter linier jika dalam proses pemfilterannya menggunakan fungsi linier. Beberapa filter linier antara lain: filter rata-rata (average), filter Gaussian, dan filter Laplacian.

Sebuah filter linier dapat diimplementasikan dengan menjumlahkan hasil kali dari semua elemen pada *mask* dengan elemen-elemen yang bersesuaian pada piksel yang bertetangga.

Citra hasil pemfilteran linier akan menjadi lebih blur jika dibandingkan dengan citra aslinya. Bahkan jika dengan menggunakan filter laplacian, citra hasil menjadi hitam dan tidak terlihat.

## DAFTAR PUSTAKA

Gonzalez, R.C, Woods, R.E, and Eddins, S.L. 2004. *Digital Image Processing Using Matlab*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.

Iqbal, Muhammad. 2009. *Dasar Pengolahan Citra Menggunakan Matlab*. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan: Institut Pertanian Bogor.

Kadir, A, dan Susanto, A. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: ANDI.

Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.

Sutoyo, T., dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.

<http://meandmyheart.files.wordpress.com/2009/09/kuliah-4-neighborhood-processing.pdf>

*Dian Wirdasari , dkk, pemfilteran spasial linier dalam meningkatkanKualitas citra*