



Nama : Muhammad Azhar Rasyad
NIM : 0110217029
Mata Kuliah : Pengolahan Citra
Tugas : Ujian Tengah Semester

Berikut adalah representasi citra berukuran 5x5 dengan rentang nilai Grayscale antara 0-9.

1	2	0	0	3
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
4	1	1	2	3
X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
3	1	2	2	1

Terdapat 10 piksel yang masih kosong X 1 s.d. X 10 yang harus dilengkapi. Lengkapilah citra berukuran 5x5 tersebut dengan menggunakan NPM kalian masing-masing, dengan rule sebagai berikut:

Jika mahasiswa memiliki NPM: 0110217999 maka:

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
0	1	1	0	2	1	7	9	9	9

Sehingga, citra lengkapnya menjadi:

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	9	9	9
3	1	2	2	1

NPM Muhammad Azhar Rasyad : 0110217029

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
0	1	1	0	2	1	7	0	2	9

Sehingga, citra lengkapnya menjadi:

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Soal

1. Lakukan proses Konvolusi dengan Filter sebagai berikut:

4	-2	3
1	-1	7
4	-3	5

2. Lakukan proses Template Matching untuk template berikut:

4	1
1	8

3. Lakukan proses Negative Image
4. Lakukan proses Contrast Stretching
5. Lakukan proses Histogram Equalization

Jawaban No 1

Berikut citra yang akan digunakan dengan grayscale antara 0-9

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Berikut filter yang akan digunakan

4	-2	3
1	-1	7
4	-3	5

Langkah 1 : Mensejajarkan piksel tengah pada filter ke piksel citra yang dimulai dari atas kiri

4	-2	3			
1	1 -1	2 7	0	0	3
4	0 -3	1 5	1	0	2
	4	1	1	2	3
	1	7	0	2	9
	3	1	2	2	1

Langkah 2 : Menghitung setiap piksel yang ada

0 x 4	0 x -2	0 x 3			
0 x 1	1 x -1	2 x 7	0	0	3
0 x 4	0 x -3	1 x 5	1	0	2
	4	1	1	2	3
	1	7	0	2	9
	3	1	2	2	1

$$(0*4)+(0*-2)+(0*3)+(0*1)+(1*-1)+(2*7)+(0*4)+(0*-3)+(1*5) = 18$$

Langkah 3 : Masukkan hasil sebelumnya ke dalam matriks baru

18				

Langkah 4 : Menggeser piksel tengah pada filter ke bagian piksel lain dari citra yang belum dihitung

0 x 4	0 x -2	0 x 3		
1 x 1	2 x -1	0 x 7	0	3
0 x 4	1 x -3	1 x 5	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

$$(0*4)+(0*-2)+(0*3)+(1*1)+(2*-1)+(0*7)+(0*4)+(1*-3)+(1*5) = 1$$

Langkah 5 : Setelah mendapat hasilnya lagi maka masukkan kembali ke matriks baru sebelumnya

18	1			

Langkah 6 : Lakukan langkah 4 dan 5 hingga semua piksel terisi, namun hal tersebut membuang banyak waktu jika dikerjakan manual, oleh karena itu disini saya akan menggunakan rumus di excel, seperti berikut:

Citra yang ingin dikonvolusi dalam excel

	O	P	Q	R	S	T	U
1							
2		1	2	0	0	3	
3		0	1	1	0	2	
4		4	1	1	2	3	
5		1	7	0	2	9	
6		3	1	2	2	1	
7							

Filter yang akan digunakan pada citra dalam excel

	V	W	X
2	4	-2	3
3	1	-1	7
4	4	-3	5

Matriks baru untuk tempat setelah dikonvolusi dalam excel

	P	Q	R	S	T
8					
9					
10					
11					
12					

Rumusnya sebagai berikut:

=SUM((O1*\$V\$2)+(P1*-\$W\$2)+(Q1*\$X\$2)+(O2*\$V\$3)+(P2*\$W\$3)+(Q2*\$X\$3)+(O3*\$V\$4)+(P3*\$W\$4)+(Q3*\$X\$4))

Keterangan:

- =SUM : Operasi perhitungan dalam excel
- \$V\$2, \$V\$3, \$V\$4 : Cell filter pada kolom ke 1 dan baris 1, 2, dan 3
- \$W\$2, \$W\$3, \$W\$4 : Cell filter pada kolom ke 2 dan baris 1, 2, dan 3
- \$X\$2, \$X\$3, \$X\$4 : Cell filter pada kolom ke 3 dan baris 1, 2, dan 3
- O1, O2, O3, P1, P2, P3, Q1, Q2, Q3 : Cell-cell dinamis yang bergantung pada posisi filter, sehingga jika posisi filter berubah maka cell-cell tersebut akan berganti
- * : Operasi perkalian
- + : Operasi penjumlahan
- () : Tanda kurung agar mengerjakan suatu operasi terlebih dahulu
- \$: Symbol agar cell tidak berubah

Pada cara diatas saya cukup menggunakan 1 rumus untuk menentukan 1 piksel dan sisanya tinggal dilakukan copy paste pada cell-cell yang lainnya, sehingga hasilnya seperti berikut:

SUM							=SUM((O1*\$V\$2)+(P1*-\$W\$2)+(Q1*\$X\$2)+(O2*\$V\$3)+(P2*\$W\$3)+(Q2*\$X\$3)+(O3*\$V\$4)+(P3*\$W\$4)+(Q3*\$X\$4))				X	Y	Z	AA
SUM(► Number 1; Number 2; ...) : Number 1, number 2, ... are arguments whose total is to be calculated.														
1														
2		1	2	0	0	3		4	-2	3				
3		0	1	1	0	2		1	-1	7				
4		4	1	1	2	3		4	-3	5				
5		1	7	0	2	9								
6		3	1	2	2	1								
7														
8	=SUM((O1*\$V\$2)+(P1*-\$W\$2)+(Q1*\$X\$2)+(O2*\$V\$3)+(P2*\$W\$3)+(Q2*\$X\$3)+(O3*\$V\$4)+(P3*\$W\$4)+(Q3*\$X\$4))													
9	(P1*-\$W\$2)+													
10	(Q1*\$X\$2)+													
11	(O2*\$V\$3)+													
12	(P2*\$W\$3)+													
13	(Q2*\$X\$3)+													
14	(O3*\$V\$4)+													
15	(P3*\$W\$4)+													
16	(Q3*\$X\$4))													

Setelah dimasukkan rumus tersebut ke 1 cell maka hasilnya akan didapat

P8														=SUM((O1*\$V\$2)+(P1*-\$W\$2)+(Q1*\$X\$2)+(O2*\$V\$3)+(P2*\$W\$3)+(Q2*\$X\$3)+(O3*\$V\$4)+(P3*\$W\$4)+(Q3*\$X\$4))			
	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA				
1																	
2		1	2	0	0	3		4	-2	3							
3		0	1	1	0	2		1	-1	7							
4		4	1	1	2	3		4	-3	5							
5		1	7	0	2	9											
6		3	1	2	2	1											
7																	
8		18															
9																	
10																	
11																	
12																	

Untuk cell yang lain cukup dicopy dari rumus sebelumnya, kemudian paste pada cellnya maka hasilnya akan didapat

SUM		fx		=SUM((S5*\$V\$2)+(T5*-\$W\$2)+(U5*\$X\$2)+(S6*\$V\$3)+(T6*\$W\$3)+(U6*\$X\$3)+(S7*\$V\$4)+(T7*\$W\$4)+(U7*\$X\$4))												
	O	P	SUM(Number 1; Number 2; ...) : Number 1, number 2, ... are arguments whose total is to be calculated.												Z	AA
1																
2			1	2	0	0	3									
3			0	1	1	0	2									
4			4	1	1	2	3									
5			1	7	0	2	9									
6			3	1	2	2	1									
7																
8			18	1	3	35	-9									
9			8	32	19	37	3									
10			38	-2	58	69	-16									
11			55	34	41	85	12									
12			=SUM((S5*\$V\$2)+(T5*-\$W\$2)+(U5*\$X\$2)+(S6*\$V\$3)+(T6*\$W\$3)+(U6*\$X\$3)+(S7*\$V\$4)+(T7*\$W\$4)+(U7*\$X\$4))													
13			(U6*\$X\$3)+(S7*\$V\$4)+(T7*\$W\$4)+(U7*\$X\$4))													

Sehingga matriks barunya seperti berikut:

18	1	3	35	-9
8	32	19	37	3
38	-2	58	69	-16
55	34	41	85	12
27	34	47	38	27

Langkah 7 : Karena konvolusi ini memiliki grayscale antara 0-9 maka nilai yang dibawah 0 diubah menjadi 0 dan nilai yang diatas 9 diubah menjadi 9

Matriks baru sebelum menyesuaikan dengan grayscale

18	1	3	35	-9
8	32	19	37	3
38	-2	58	69	-16
55	34	41	85	12
27	34	47	38	27

Matriks baru setelah disesuaikan dengan grayscale 0-9, **hasil akhir**

9	1	3	9	0
8	9	9	9	3
9	0	9	9	0
9	9	9	9	9
9	9	9	9	9

Jawaban No 2

Berikut citra yang akan digunakan

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Berikut template yang akan digunakan

4	1
1	8

Langkah 1 : Sejajarkan template ke citra dimulai dari posisi atas kiri untuk mempermudah

1 4	2 1	0	0	3
0 1	1 8	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Langkah 2 : Setelah dijejerkan, citra tersebut tidak perlu dioperasikan matematika melainkan hanya dikorelasikan citra dengan template saja

1 = 4	2 = 1	0	0	3
0 = 1	1 = 8	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Langkah 3 : Jika antara template dan citra yang disejajarkan terdapat nilai yang sama, maka setiap nilai yang sama hasil korelasi ditambah 1 dan jika tidak ditambah 0

Pada posisi berikut tidak ada nilai yang sama diantara keduanya sehingga hasil korelasinya 0

1 = 4	2 = 1	0	0	3
0 = 1	1 = 8	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Hasilnya =>

0				

Langkah 4 : Geser posisi template ke kanan 1 piksel dan korelasikan kembali

1	2 = 4	0 = 1	0	3
0	1 = 1	1 = 8	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Hasilnya =>

0	1			

Langkah 5 : Lakukan kembali langkah 3 dan 4 hingga posisi template dengan piksel lainnya

Catatan ketika ada posisi template yang berada diluar citra asli maka hasil korelasinya x (undefined) meskipun ada nilai yang sama

1	2	0	0	3 = 4	' = 1'
0	1	1	0	2 = 1	' = 8'
4	1	1	2	3	
1	7	0	2	9	
3	1	2	2	1	

Hasilnya =>

0	1	1	0	x

Langkah 6 : Setelah melakukan korelasi dengan nilai citra dan template maka cari nilai terbesar supaya dimatchkan

0	1	1	0	x
1	2	1	0	x
3	1	0	0	x
0	1	0	0	x
x	x	x	x	x

Langkah 7 : **Hasil akhir** pada hasil korelasi nilai terbesar yaitu 3 pada posisi berikut

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Hasil Korelasi =>

0	1	1	0	x
1	2	1	0	x
3	1	0	0	x
0	1	0	0	x
x	x	x	x	x

Jawaban No 3

Berikut citra yang akan digunakan dengan grayscale antara 0-9

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Mengubah nilai grey-level citra input dengan transformasi agar menjadi negative image, menggunakan rumus berikut:

$$s = (L-1) - r$$

Keterangan:

- s = Piksel citra baru
- L = Grayscale maksimal
- r = Piksel citra asli

Langkah 1 : Menentukan L , karena grayscale antara 0-9 maka, $L = 9$

Langkah 2 : Memasukkan L ke dalam rumus, maka $s = (9-1) - r$, sehingga $s = 8 - r$

Langkah 3 : Menghitung setiap piksel dengan menggunakan rumus sebelumnya

8-1	8-2	8-0	8-0	8-3
8-0	8-1	8-1	8-0	8-2
8-4	8-1	8-1	8-2	8-3
8-1	8-7	8-0	8-2	8-9
8-3	8-1	8-2	8-2	8-1

Langkah 4 : Sehingga hasilnya dari negative image yaitu

7	6	8	8	5
8	7	7	8	6
4	7	7	6	5
7	1	8	6	-1
5	7	6	6	7

Langkah 5 : Jika terdapat nilai minus dari citra yang baru maka ubah menjadi grayscale minimum dan menjadi **hasil akhir**

7	6	8	8	5
8	7	7	8	6
4	7	7	6	5
7	1	8	6	0
5	7	6	6	7

Jawaban No 4

Berikut citra yang akan digunakan dengan grayscale antara 0-9

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Langkah 1 : Menjabarkan grayscale dari 0-9

<u>Grayscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Langkah 2 : Menjabarkan kemunculan setiap pikselnya

<u>Grayscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1

Langkah 3 : Menggunakan rumus berikut

$$L = ((L_{\max} - L_{\min}) (M - M_{\min}) / (M_{\max} - M_{\min})) + L_{\min}$$

Keterangan:

- L = Grayscale
- M = Nilai piksel
- L_{\min} = Grayscale terkecil
- L_{\max} = Grayscale terbesar
- M_{\min} = Nilai piksel terkecil
- M_{\max} = Nilai piksel terbesar

Langkah 4 : Memasukkan nilai citra ke dalam rumus tersebut

- $L_{\min} = 0$
- $L_{\max} = 9$
- $M_{\min} = 0$
- $M_{\max} = 9$
- $L = ((9 - 0) (M - 0) / (9 - 0)) + 0$
- $L = ((9) (M - 0) / (9)) + 0$
- $L = 9 (M - 0) / 9$

Langkah 5 : Setelah mendapatkan rumus tersebut maka lanjutkan dengan memasukkan nilai M, dimana M dimasukkan dengan grayscale 0-9

- $M_0 = 5, L = 9(5 - 0) / 9 = 45 / 9 = 5$
- $M_1 = 8, L = 9(8 - 0) / 9 = 72 / 9 = 8$
- $M_2 = 6, L = 9(6 - 0) / 9 = 54 / 9 = 6$
- $M_3 = 3, L = 9(3 - 0) / 9 = 27 / 9 = 3$
- $M_4 = 1, L = 9(1 - 0) / 9 = 9 / 9 = 1$
- $M_5 = 0, L = 9(0 - 0) / 9 = 0 / 9 = 0$
- $M_6 = 0, L = 9(0 - 0) / 9 = 0 / 9 = 0$
- $M_7 = 1, L = 9(1 - 0) / 9 = 9 / 9 = 1$
- $M_8 = 0, L = 9(0 - 0) / 9 = 0 / 9 = 0$
- $M_9 = 1, L = 9(1 - 0) / 9 = 9 / 9 = 1$

Langkah 6 : Setelah mendapatkan nilai Lnya maka ditentukan kedalam hasil akhirnya

<u>Grayscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1
<u>Grayscale Baru</u>										

Grayscale Baru atau L ditentukan berdasarkan kumulatif kemunculan nilai grayscale lama atau M yang sama, seperti berikut:

- $L_0 = M_5 + M_6 + M_8 = 0 + 0 + 0 = 0$
- $L_1 = M_4 + M_7 + M_9 = 1 + 1 + 1 = 3$
- $L_2 = 0$
- $L_3 = M_3 = 3$
- $L_4 = 0$
- $L_5 = M_1 = 5$
- $L_6 = M_2 = 6$
- $L_7 = 0$
- $L_8 = M_1 = 8$
- $L_9 = 0$

Sehingga **hasil akhir** grayscale baru seperti berikut:

<u>Grayscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1
<u>Grayscale Baru</u>	0	3	0	3	0	5	6	0	8	0

Jawaban No 5

Berikut citra yang akan digunakan dengan grayscale antara 0-9

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Langkah 1 : Menjabarkan grayscale dari 0-9

<u>Greyscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Langkah 2 : Menghitung jumlah kemunculan setiap piksel

<u>Greyscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1

Langkah 3 : Menghitung probabilitas (P) dari setiap kemunculan pikselnya

<u>Greyscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1
Probabilitas	<u>5/25</u>	<u>8/25</u>	<u>6/25</u>	<u>3/25</u>	<u>1/25</u>	<u>0/25</u>	<u>0/25</u>	<u>1/25</u>	<u>0/25</u>	<u>1/25</u>
	0,2	0,32	0,24	0,12	0,04	0	0	0,04	0	0,04

Langkah 4 : Menghitung s_k dari hasil probabilitas dengan cara kumulatif

<u>Greyscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1
Probabilitas	<u>5/25</u>	<u>8/25</u>	<u>6/25</u>	<u>3/25</u>	<u>1/25</u>	<u>0/25</u>	<u>0/25</u>	<u>1/25</u>	<u>0/25</u>	<u>1/25</u>
	0,2	0,32	0,24	0,12	0,04	0	0	0,04	0	0,04
s_k	0,2	0,52	0,76	0,88	0,92	0,92	0,92	0,96	0,96	1

Langkah 5 : Mengkalikan s_k dengan derajat tertinggi grayscale yaitu 9

<u>Greyscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1
Probabilitas	<u>5/25</u>	<u>8/25</u>	<u>6/25</u>	<u>3/25</u>	<u>1/25</u>	<u>0/25</u>	<u>0/25</u>	<u>1/25</u>	<u>0/25</u>	<u>1/25</u>
	0,2	0,32	0,24	0,12	0,04	0	0	0,04	0	0,04
s_k	0,2	0,52	0,76	0,88	0,92	0,92	0,92	0,96	0,96	1
$s_k * 9$	1,8	4,68	6,84	7,92	8,28	8,28	8,28	8,64	8,64	9

Langkah 6 : Membulatkan hasilnya ke bawah

<u>Greyscale</u>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kemunculan	5	8	6	3	1	0	0	1	0	1
Probabilitas	5/25	8/25	6/25	3/25	1/25	0/25	0/25	1/25	0/25	1/25
	0,2	0,32	0,24	0,12	0,04	0	0	0,04	0	0,04
<u>s_k</u>	0,2	0,52	0,76	0,88	0,92	0,92	0,92	0,96	0,96	1
<u>$s_k * 9$</u>	1,8	4,68	6,84	7,92	8,28	8,28	8,28	8,64	8,64	9
<u>Greyscale Baru</u>	1	4	6	7	8	8	8	8	8	9

Langkah 7 : Terakhir, mengganti setiap piksel dengan grayscale yang baru

Citra sebelumnya,

1	2	0	0	3
0	1	1	0	2
4	1	1	2	3
1	7	0	2	9
3	1	2	2	1

Citra setelahnya, **hasil akhir**

4	6	1	1	7
1	4	4	1	6
8	4	4	6	7
4	8	1	6	9
7	4	6	6	4