



Dasar-Dasar Citra Digital

Chapter 1

Model Matematis Citra

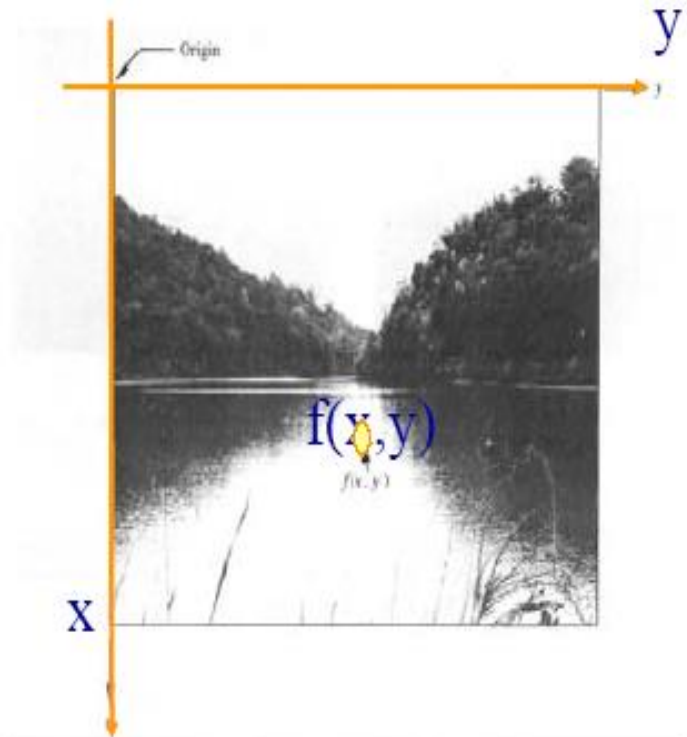
- Model matematis kontinyu :

$$I = f(x,y)$$

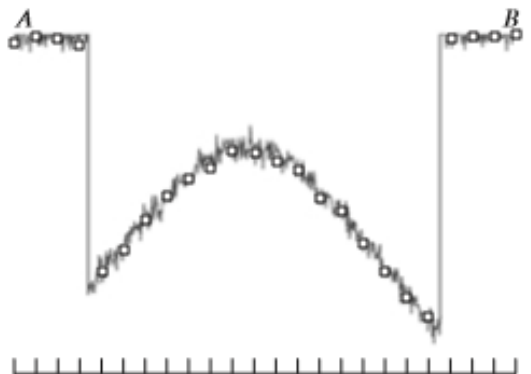
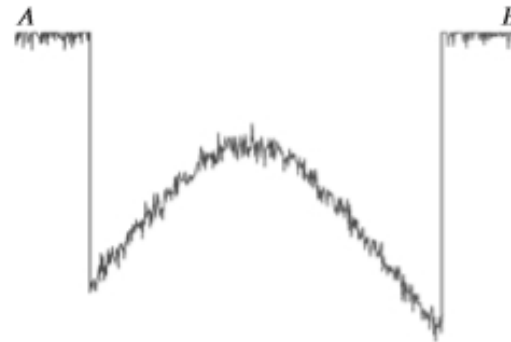
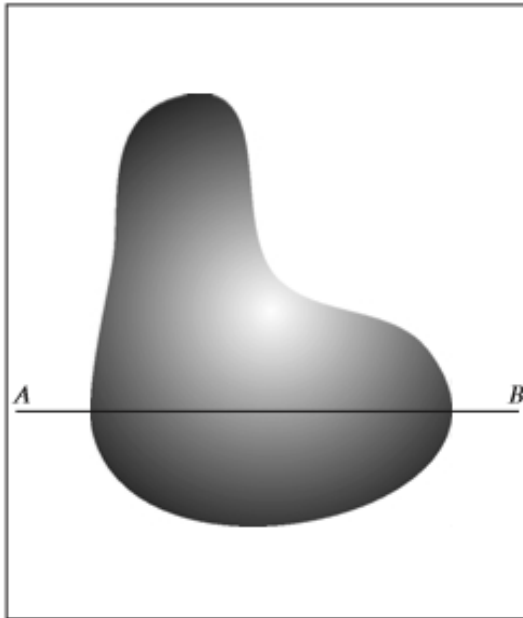
- Pada komputer, model diskret array 2D :

$$I = \text{matrix}(i,j)$$

- Image digital adalah sebuah image $f(x,y)$, yang telah melalui digitasi baik secara koordinat spasial dan brightness/ gray level



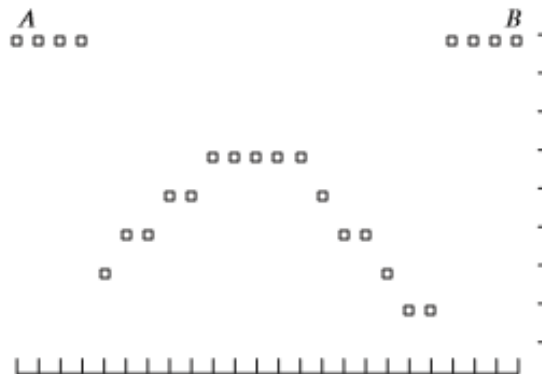
Sampling dan Kuantisasi

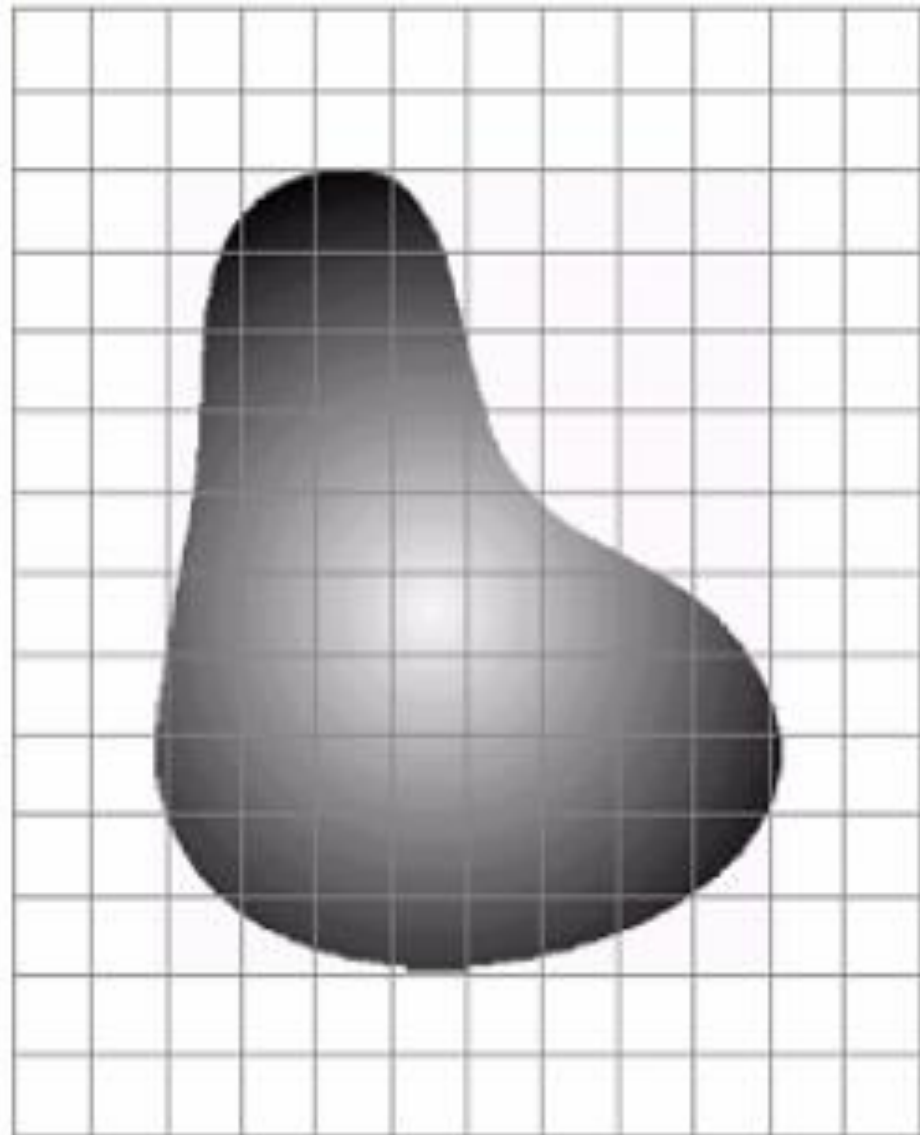


Sampling

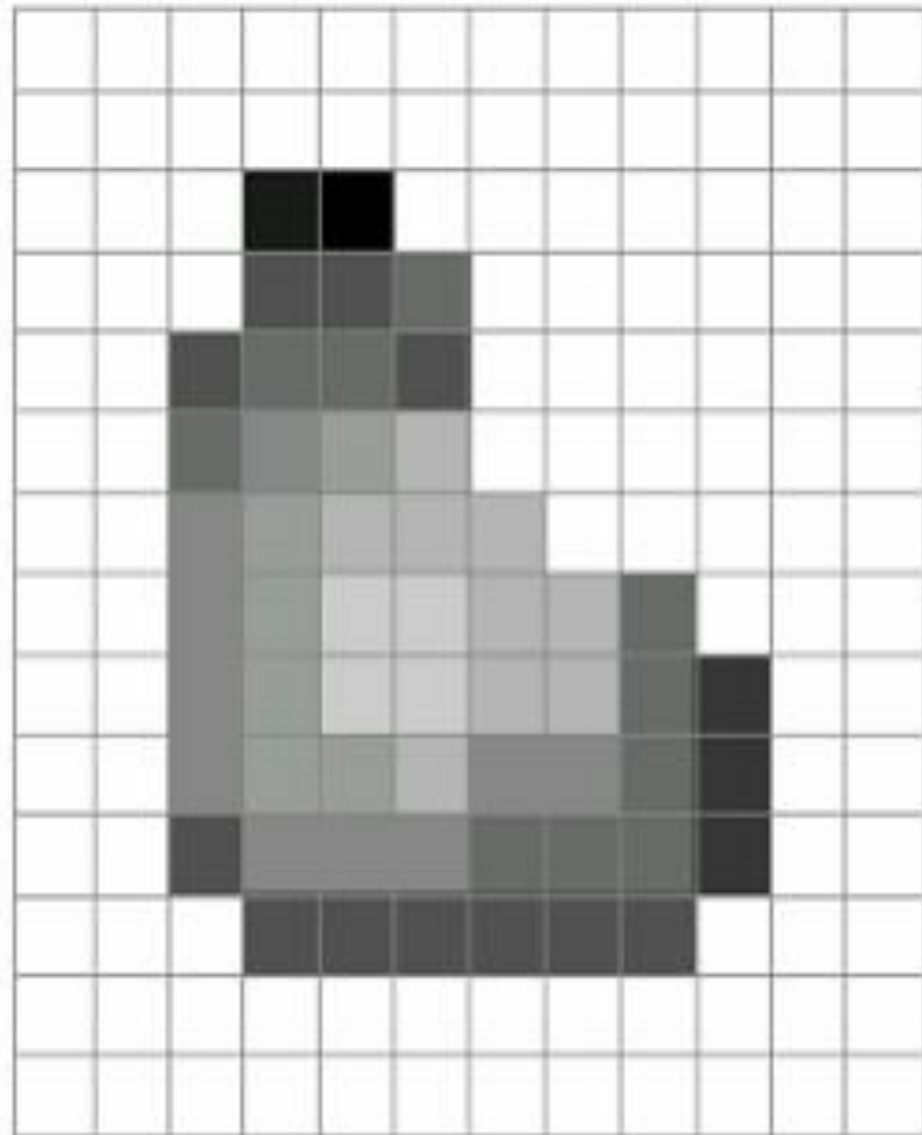


Quantization





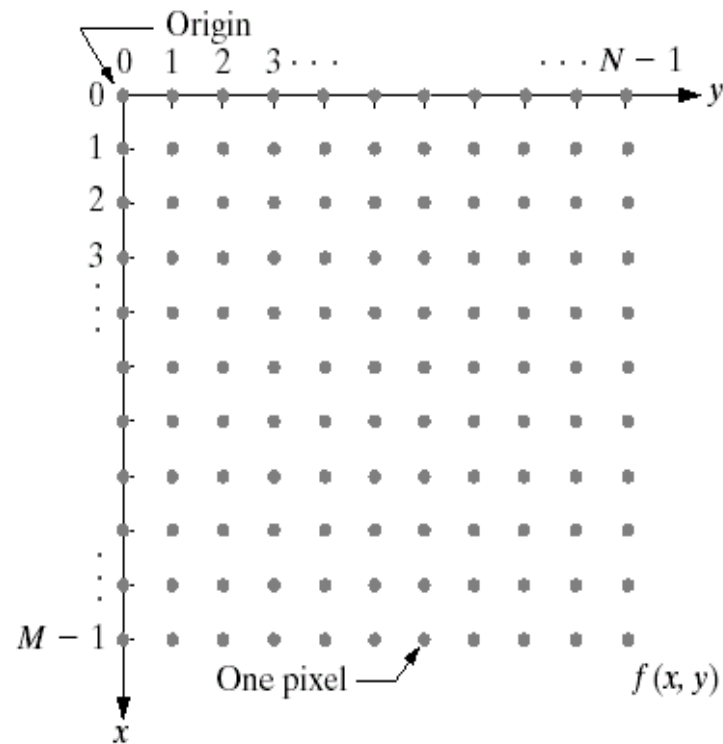
Continuous image
projected onto a
sensor array



Result of image
sampling and
quantization

Merepresentasikan Citra Digital

- Hasil sampling dan kuantisasi adalah matriks yang beranggotakan bilangan real



Jumlah bit

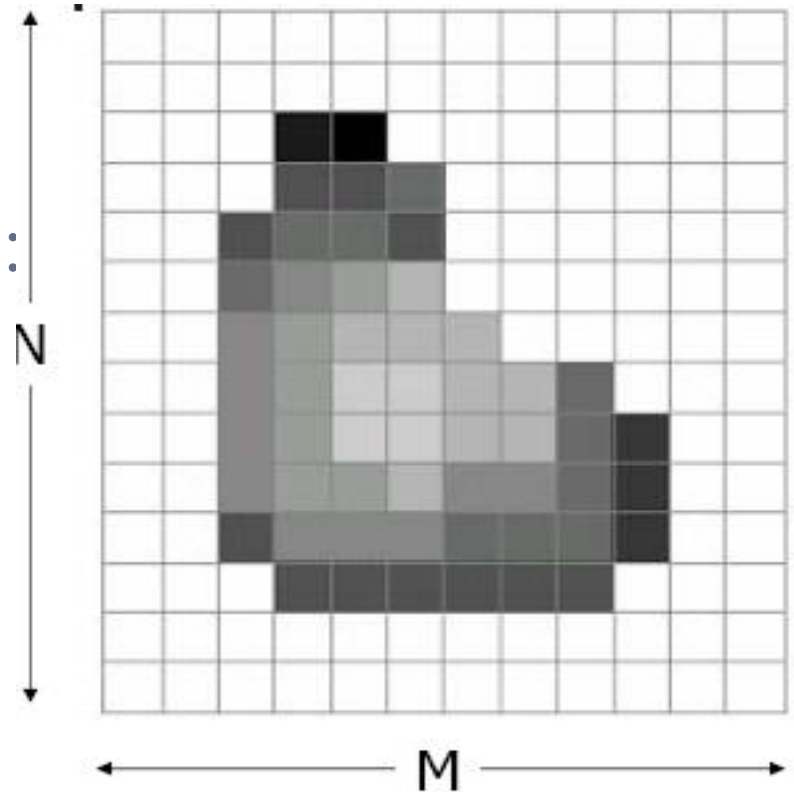
- Banyaknya nilai gray level umumnya dinyatakan dengan pangkat 2 dari integer :

$$L = 2^k$$

dimana $k > 0$

- Jumlah bit yang diperlukan untuk menyimpan image hasil digitasi adalah :

$$b = M \times N \times k$$



Hubungan dasar antar piksel

- Piksel tetangga
- Adjacency
- Connectivity
- Regions
- Boundaries
- Pengukuran jarak

Piksel Tetangga

- Piksel **p** pada koordinat (x,y) memiliki 4 tetangga secara horizontal dan vertikal
 - $(x+1,y)$, $(x-1,y)$, $(x,y+1)$, dan $(x,y-1)$
- 4 titik tersebut disebut 4-tetangga $\rightarrow N_4(p)$
- 4 koordinat secara diagonal $\rightarrow N_D(p)$
- 4-tetangga dan diagonal $\rightarrow N_8(p)$

4-tetangga piksel P

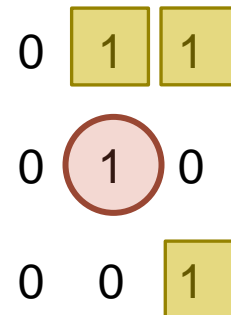
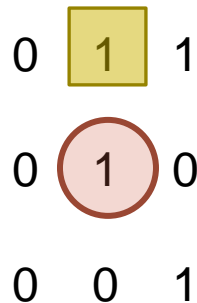
	X	
X	P	X
	X	

8-tetangga piksel P

X	X	X
X	P	X
X	X	X

Adjacency (kedekatan)

- Diberikan V merupakan himpunan nilai gray-level yang digunakan untuk mendefinisikan adjacency
- Tipe adjacency:
 - 4-adjacency \rightarrow dua piksel p dan q dari V dikatakan 4-adjacent jika q berada pada himpunan $N_4(p)$
 - 8-adjacency \rightarrow dua piksel p dan q dari V dikatakan 8-adjacent jika q berada pada himpunan $N_8(p)$



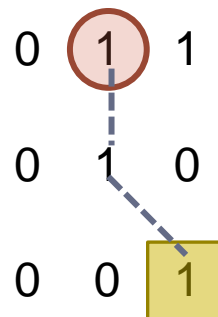
Path (Digital Path atau curve)

- Path dari piksel **p** dengan koordinat **(x,y)** ke piksel **q** dengan koordinat **(s,t)** merupakan urutan piksel-piksel berbeda dengan koordinat

$$(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$$

dimana $(x_0, y_0) = (x, y)$, $(x_n, y_n) = (s, t)$ dan (x_i, y_i) dan (x_{i+1}, y_{i+1}) adalah adjacent untuk $0 \leq i < n$. n merupakan panjang path.

- Jika $(x_0, y_0) = (x_n, y_n)$ disebut sebagai **closed path**.

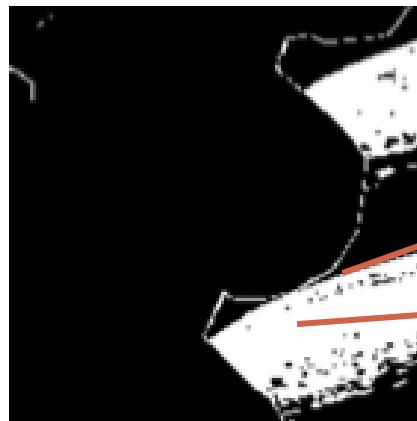


Connected Component and Set

- Misal S subset piksel dalam suatu citra (I)
- Dua piksel p dan q dikatakan terhubung (**to be connected**) dalam S jika terdapat sebuah path diantara kedua piksel tersebut.
- Untuk setiap piksel p di dalam S , himpunan piksel-piksel yang terhubung dengan piksel p dalam S disebut sebagai **connected component** dari S .
- Jika kemudian terdapat himpunan *connected component*, maka himpunan S disebut sebagai **connected set**.

Region dan Boundary

- Misal **R** subset piksel dari suatu citra (**I**)
- **R** dikatakan sebagai **region** dari suatu citra jika R merupakan **connected set**.
- **Boundary** (disebut juga **border** atau **contour**) dari *region* **R** merupakan himpunan piksel dalam *region* tersebut yang memiliki satu atau lebih tetangga yang tidak anggota dari R.



Boundary

Region

Pengukuran Jarak

- Misal **p**, **q**, dan **z** masing-masing pada koordinat (x,y) , (s,t) , dan (v,w)
- D merupakan fungsi jarak atau *metric*, jika:
 - $D(p, q) \geq 0$ ($D(p, q)=0$ jika dan hanya jika $p=q$),
 - $D(p, q) = D(q, p)$, dan
 - $D(p, z) \leq D(p, q) + D(q, z)$.
- Jarak euclidean antara **p** dan **q** :

$$D_e(p, q) = \sqrt{(x - s)^2 + (y - t)^2}$$

Pengukuran Jarak

- Jarak D_4 (*city-block distance*) antara \mathbf{p} dan \mathbf{q} :

$$D_4(p, q) = |x - s| + |y - t|$$

- Piksel dengan $D_4 = 1$ adalah 4-tetangga dari (x, y)

$$\begin{array}{ccccc} & & 2 & & \\ & 2 & 1 & 2 & \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ & 2 & 1 & 2 & \\ & & 2 & & \end{array}$$

Pengukuran Jarak

- Jarak D_8 (*chessboard distance*) antara \mathbf{p} dan \mathbf{q} :

$$D_8(p, q) = \max(|x - s|, |y - t|)$$

- Piksel dengan $D_8 = 1$ adalah 8-tetangga dari (x, y)

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

Latihan 1

- Diketahui dua subset citra S_1 dan S_2 seperti gambar di bawah ini:

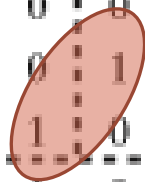
	S_1					S_2				
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1

- Jika $V=\{1\}$,
 - Apakah S_1 dan S_2 connected ?
 - Jika connected, 4-adjacent atau 8-adjacent ?
 - Gambarkan piksel yang adjacent tersebut !

Jawaban Latihan 1

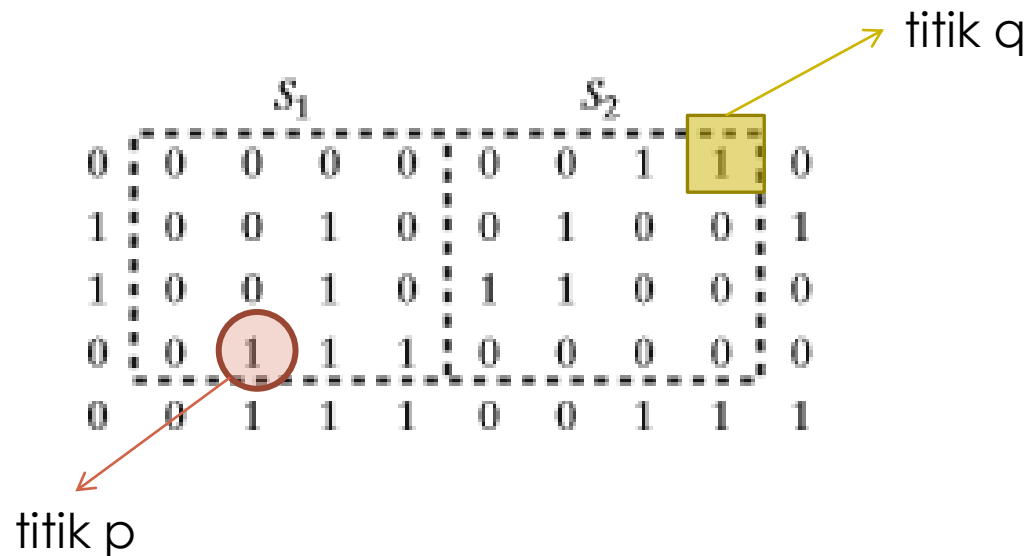
- Ya
- 8-adjacent

	S_1					S_2				
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	



Latihan 2

- Hitung jarak antara titik **p** dan **q** menggunakan D_8



Jawaban Latihan 2

- jarak dari p ke q adalah 6

Latihan 3

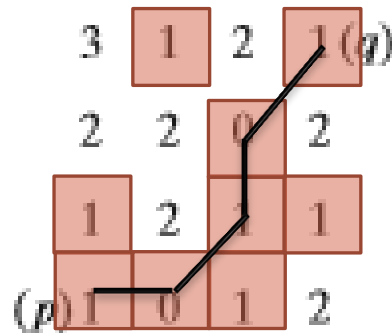
- Diberikan $V=\{0,1\}$, hitung **jarak terpendek** menggunakan 4-adj dan 8-adj antara piksel p dan q seperti gambar di bawah ini:

3	1	2	1(q)
2	2	0	2
1	2	1	1
(p)1	0	1	2

Jika tidak terbentuk path antara kedua piksel tersebut, jelaskan mengapa!

- Ulangi untuk $V=\{1,2\}$
- Bandingkan dengan menggunakan formula D_4 dan D_8

Jawaban Latihan 3



- $V=\{0,1\}$ untuk 4-adjacent= 0, karena tidak terbentuk path
- $V=\{0,1\}$ untuk 8-adjacent= 4

Jawaban Latihan 3

3	1	2	1 (q)
2	2	0	2
1	2	1	1
(p) 1	0	1	2

- $V=\{1,2\}$ untuk 4-adjacent= 6
- $V=\{1,2\}$ untuk 8-adjacent= 4

Latihan Implementasi

- Buat program untuk menampilkan citra
- Tampilkan informasi resolusi spasial ($M \times N$)
- Tampilkan informasi tingkat keabuan (L)

Thank You !