



# PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Aditya Wikan Mahastama  
mahas@ukdw.ac.id



Histogram dan Operasi Dasar  
Pengolahan Citra Digital

3



**MAMPIR  
SEBENTAR**

## Histogram

- Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra.
- Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan nisbi (relatif) dari intensitas pada citra tersebut.
- Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (brightness) dan kontras (contrast) dari sebuah citra. Karena itu, histogram adalah alat bantu yang berharga dalam pekerjaan pengolahan citra baik secara kualitatif maupun kuantitatif.



**MAMPIR  
SEBENTAR**

## Histogram

- Secara sederhana histogram citra dihitung dengan cara berikut yang menunjukkan frekuensi citra:

$$h_i = n_i$$

dengan  $n_i$  adalah jumlah piksel dari setiap derajat intensitas yang digunakan dalam citra ybs, tetapi ini tidak normal.

- Histogram yang normal memiliki rentang dari 0..1 untuk setiap frekuensi derajat intensitas, sehingga secara matematis dapat dihitung sebagai berikut:

$$h_i = \frac{n_i}{n} \quad i = 0, 1, \dots, L-1$$

$n_i$  = jumlah piksel yang memiliki derajat keabuan  $i$

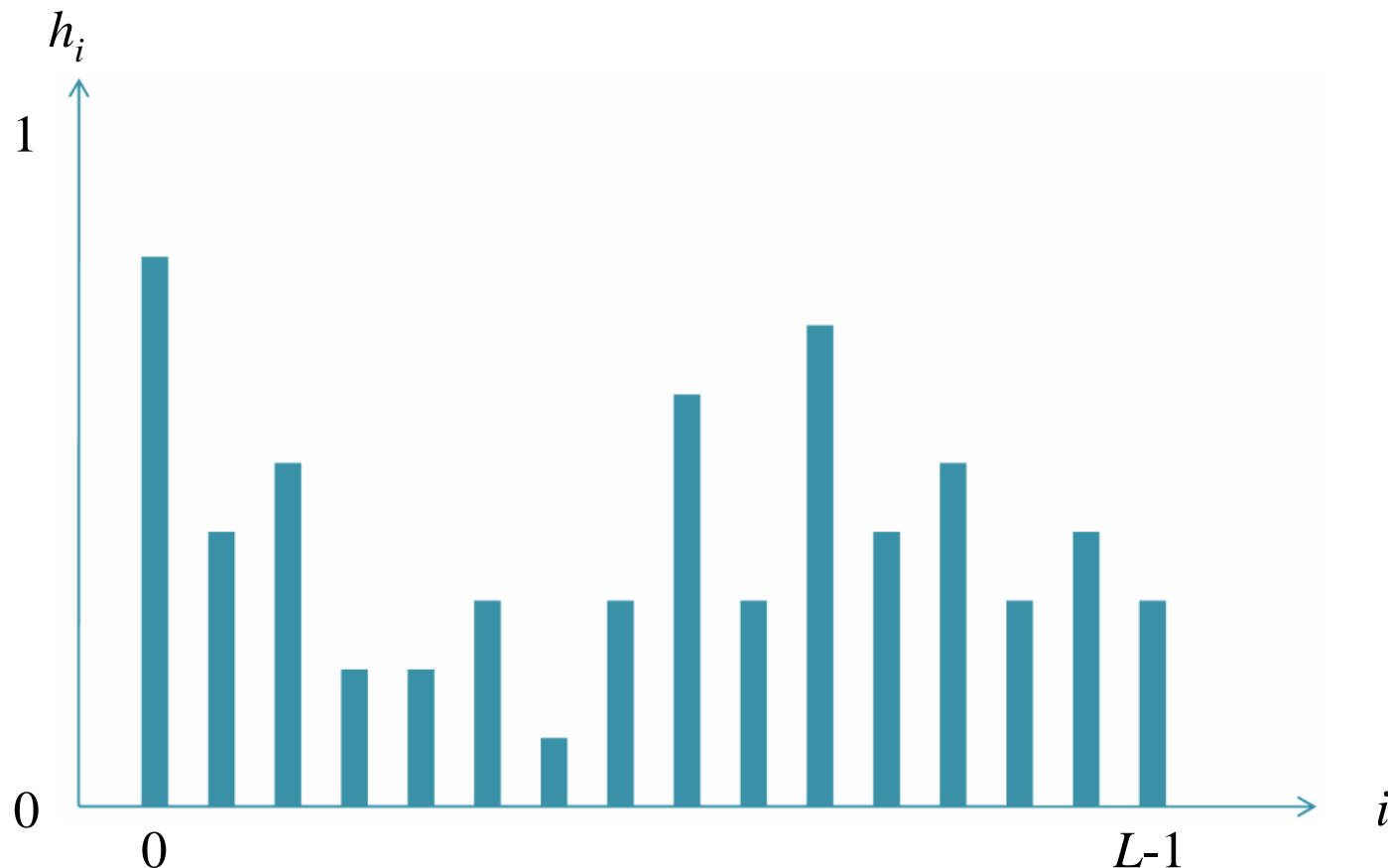
$n$  = jumlah seluruh piksel di dalam citra



**MAMPIR  
SEBENTAR**

## Histogram

- Nilai  $h_i$  yang didapatkan kemudian di-plot ke dalam grafik fungsi dua dimensi  $h_i$  terhadap  $i$





**MAMPIR  
SEBENTAR**

- Diketahui citra 4-bit berikut:

3	7	7	8	10	12	14	10
2	0	0	0	1	8	15	15
14	6	5	9	8	10	9	12
12	12	11	8	8	10	11	1
0	2	3	4	5	13	10	14
4	5	0	0	1	0	2	2
15	13	11	10	9	9	8	7
2	1	0	10	11	14	13	12



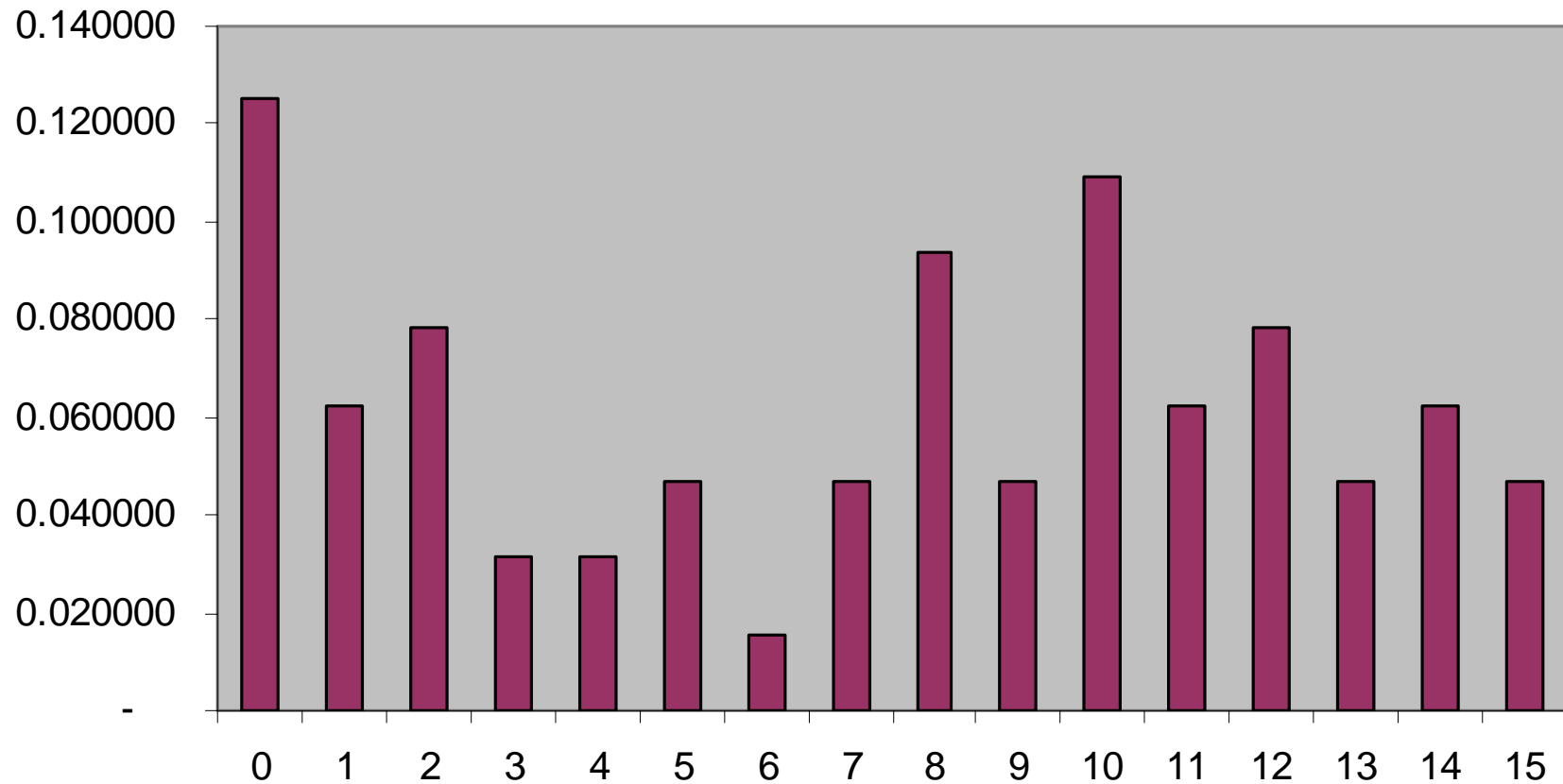
## Contoh Histogram

i	$n_i$	$h_i$
0	8	0,125
1	4	0,0625
2	5	0,078125
3	2	0,03125
4	2	0,03125
5	3	0,046875
6	1	0,015625
7	3	0,046875
8	6	0,09375
9	3	0,046875
10	7	0,109375
11	4	0,0625
12	5	0,078125
13	3	0,046875
14	4	0,0625
15	3	0,046875



## Contoh Histogram

- Histogram citra digital:





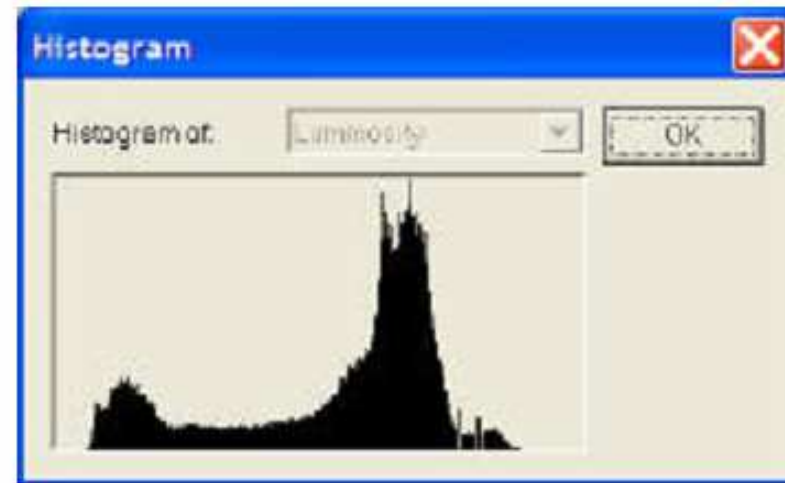
**MAMPIR  
SEBENTAR**

# Histogram

- Histogram untuk citra keabuan:



(a) kapal  $512 \times 512$ , 8-bit



(b) Histogram citra kapal (by *PolyView*)



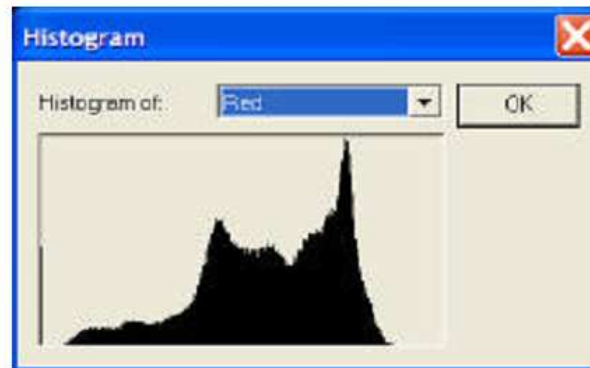
**MAMPIR  
SEBENTAR**

# Histogram

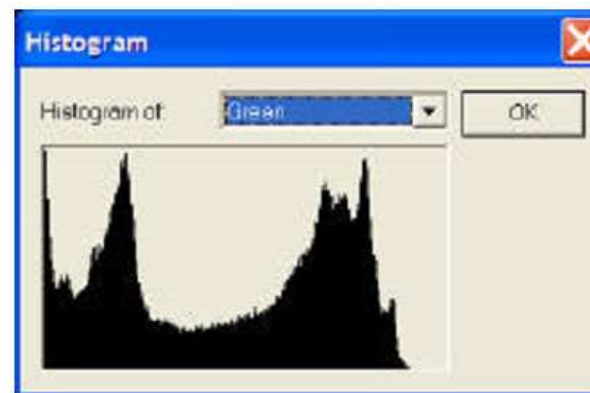
- Citra RGB 24-bit memiliki 3 buah histogram:



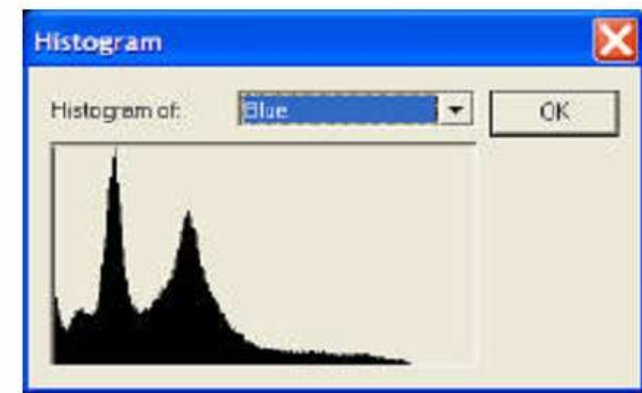
(a) *pepper (color)*,  $512 \times 512$ , 24-bit



(b) Histogram untuk kanal merah



(c) Histogram untuk kanal hijau



(d) Histogram untuk kanal biru





**MAMPIR  
SEBENTAR**

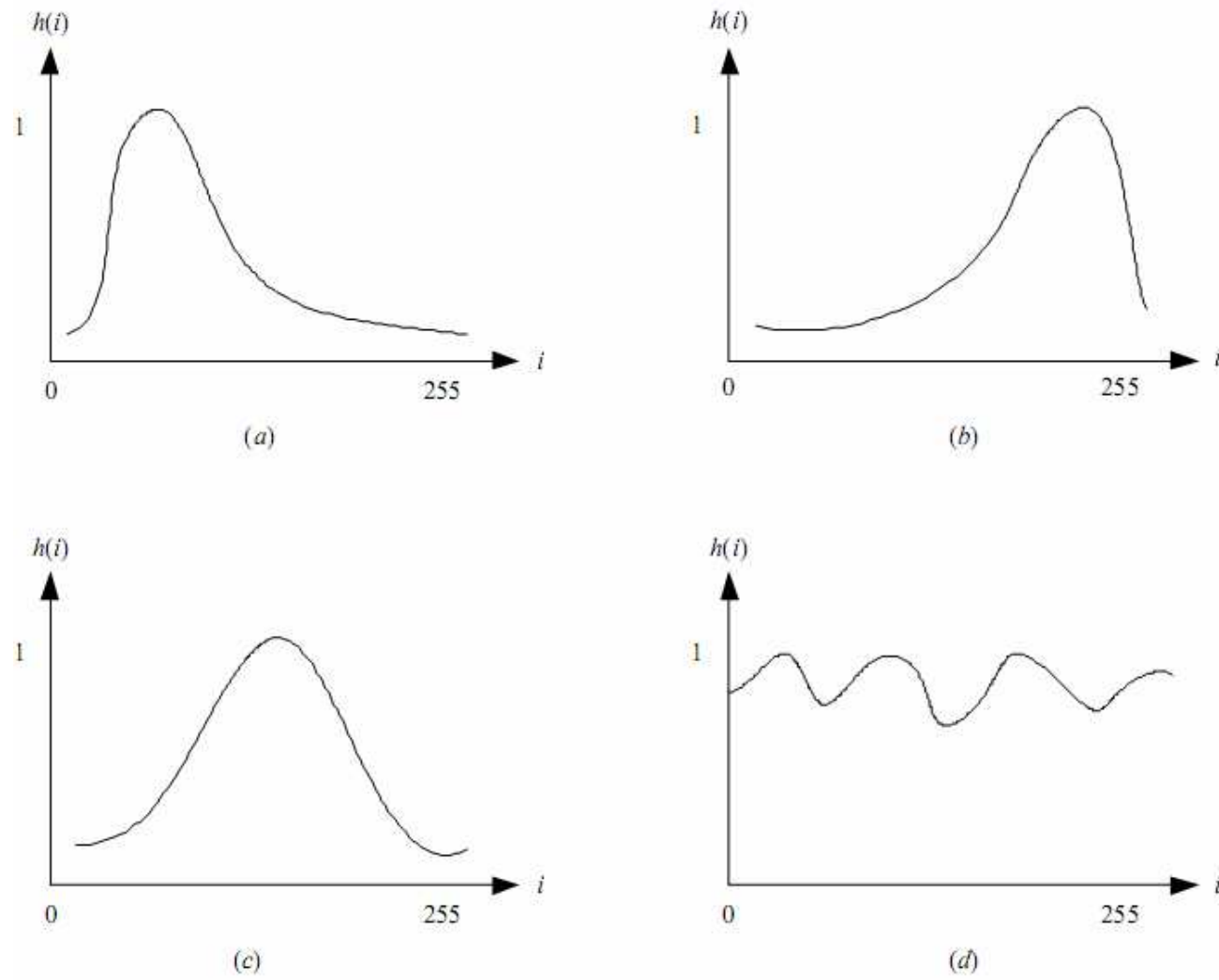
## Histogram

- Puncak histogram menunjukkan intensitas pixel yang menonjol.
- Lebar dari puncak menunjukkan **rentang kontras** dari gambar. Citra yang mempunyai kontras terlalu terang (overexposed) atau terlalu gelap (underexposed) memiliki histogram yang sempit. Histogramnya terlihat hanya menggunakan setengah dari daerah derajat keabuan.
- Citra yang baik memiliki histogram yang mengisi daerah derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap nilai intensitas piksel.



**MAMPIR  
SEBENTAR**

# Histogram

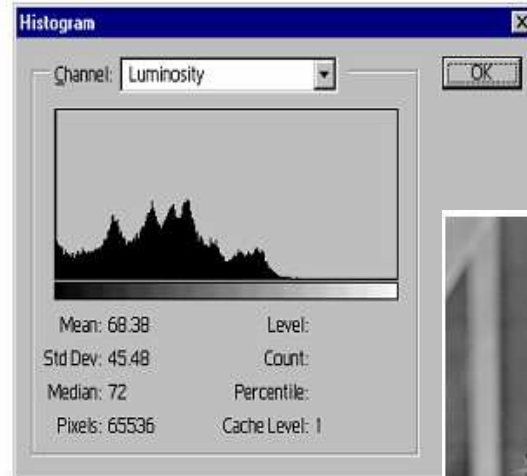


**Gambar 6.4.** (a) citra gelap, (b) citra terang, (c) citra normal (normal brightness), (d) normal brightness dan high contrast

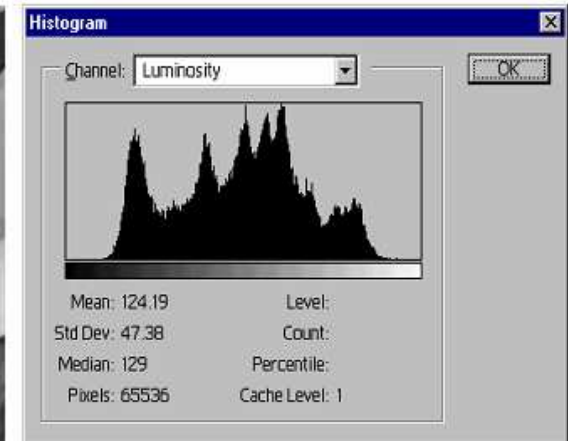


**MAMPIR  
SEBENTAR**

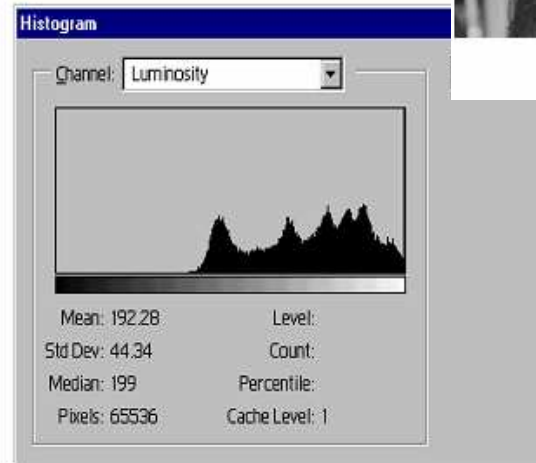
# Histogram



(a) Kiri: citra Lena yang terlalu gelap; kanan: histogramnya (by Photoshop)



(c) Kiri: citra Lena yang bagus (normal); kanan: histogramnya



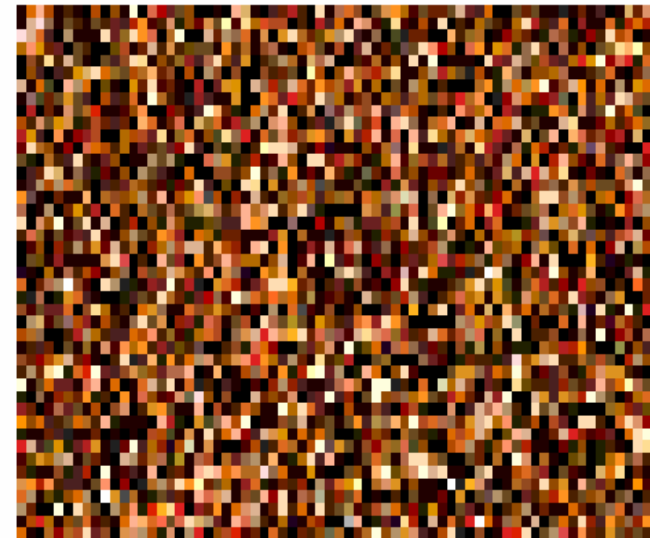
(b) Kiri: citra Lena yang terlalu terang; kanan: histogramnya



**MAMPIR  
SEBENTAR**

## Histogram – Test Question

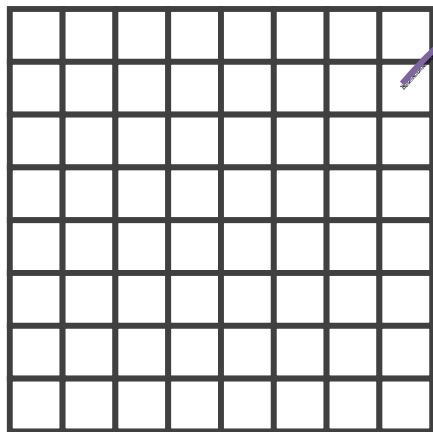
- Seandainya ada sebuah citra, kemudian koordinat pikselnya diacak, apakah masih akan menghasilkan histogram yang sama?



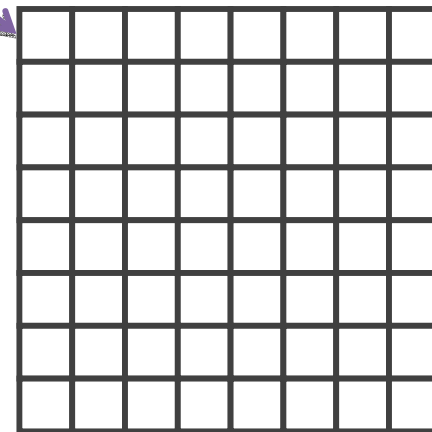


# Operasi-operasi Dasar PCD

- Operasi Komputasional
  - Operasi Aritmetik
  - Operasi Boolean
  - Operasi Geometri
- } Intensitas
- } Koordinat



CITRA ASLI



CITRA HASIL

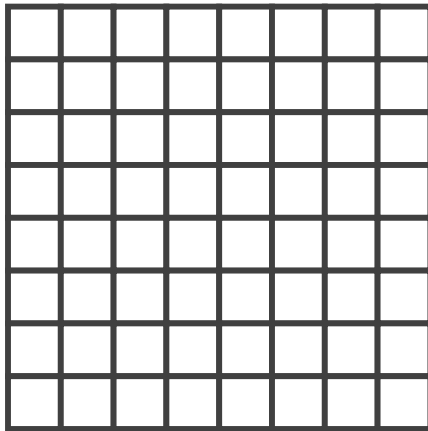


# Operasi Komputasional

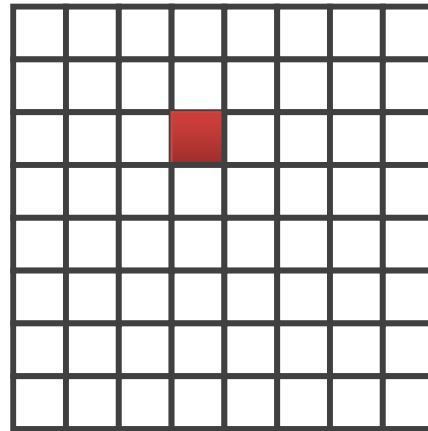
- Level Titik (Operasi Titik)  
Apa yang akan kita bahas hari ini
- Level Lokal  
Contoh: operasi konvolusi yang digunakan pada deteksi tepi, filter *blur* dan sebagainya
- Level Global  
Contoh: operasi pemerataan histogram berdasarkan rentang intensitas
- Level Obyek  
Contoh: deteksi fitur dari objek biner → computer vision



# Operasi Komputasional

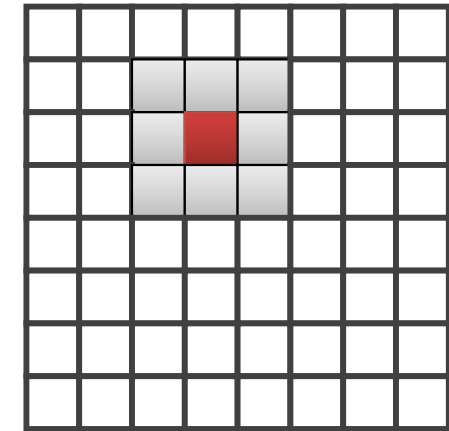


CITRA ASLI



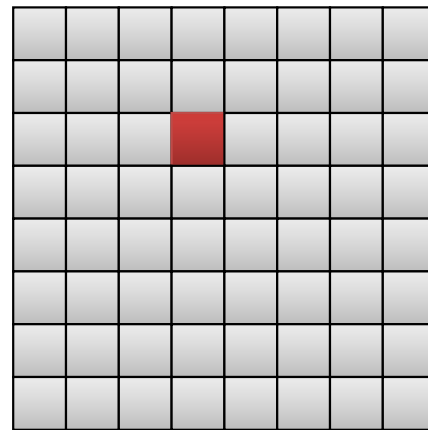
Level titik,

Piksel hasil ditentukan dari piksel asal



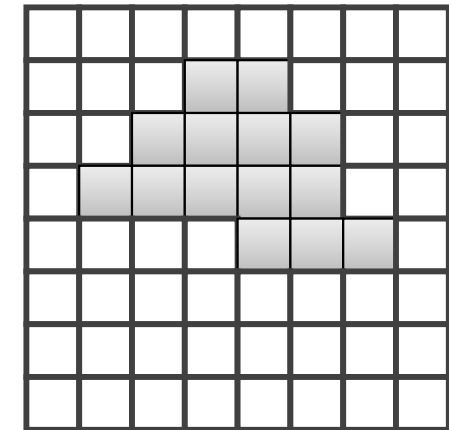
Level lokal,

Intensitas piksel hasil ditentukan dari intensitas piksel-piksel dalam lingkup tetangga



Level global,

Intensitas piksel hasil ditentukan dari intensitas seluruh piksel citra



Level objek,

Menentukan sifat yang dapat diketahui dari area suatu objek → Fitur objek  
Area objek harus ditentukan dahulu



# Operasi Titik

- Reminder: piksel dinyatakan sebagai sebuah fungsi intensitas pada sebuah titik koordinat  $f(x,y)$
- Operasi titik memodifikasi nilai intensitas piksel, tetapi tidak mengubah nilai koordinat piksel tersebut
- Operasi ini bersifat *pointwise* (tiap operasi hanya diterapkan pada piksel tunggal)  
→ dapat juga diulang terhadap seluruh piksel citra digital
- Operasi titik disebut juga Fungsi GST (Greyscale Transformation Function)





# Operasi Titik

- Operasi titik dapat dinyatakan secara matematis sebagai:

$$f_B(x,y) = O \{ f_A(x,y) \}$$

$f_A$  : citra input

$f_B$  : citra output

O : operasi titik linier / non-linier



# Operasi Titik

Jenis-jenis operasi titik:

- Thresholding
- Modifikasi *Brightness* (Kecerahan)
- Modifikasi Kontras
- Negasi
- Clipping



# Thresholding

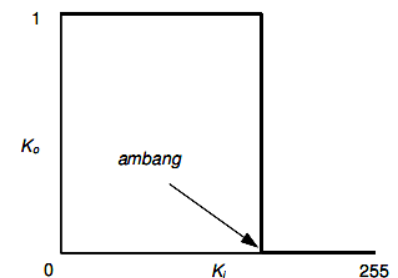
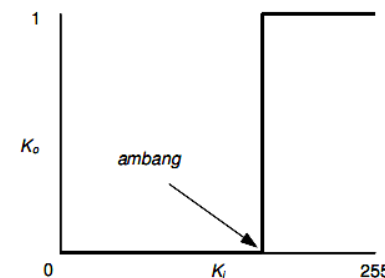
- Mengubah nilai intensitas suatu piksel dengan nilai tertentu, berdasarkan ambang yang telah ditetapkan
- *Thresholding* tunggal:

$$f_B(x,y) = \begin{cases} a_1, & f_A(x,y) < T \\ a_2, & f_A(x,y) \geq T \end{cases}$$

atau

$$f_B(x,y) = \begin{cases} a_1, & f_A(x,y) > T \\ a_2, & f_A(x,y) \leq T \end{cases}$$

$a_1, a_2$  : nilai intensitas baru  
 $f_A$  : citra input  
 $f_B$  : citra output  
 $T$  : nilai ambang (*threshold*)



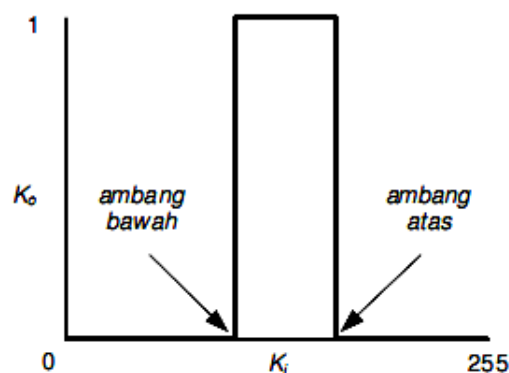
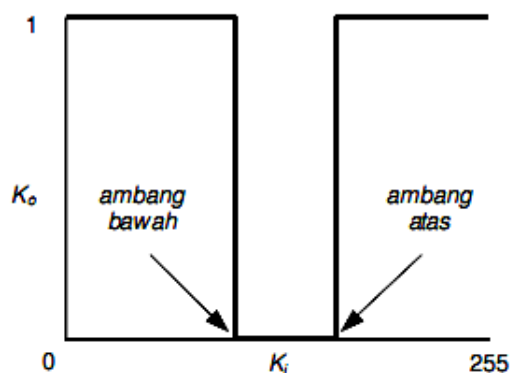


# Thresholding

- Mengubah nilai intensitas suatu piksel dengan nilai tertentu, berdasarkan ambang yang telah ditetapkan
- *Thresholding* ganda:

$$f_B(x,y) = \begin{cases} a_1, & T_1 \leq f_A(x,y) \leq T_2 \\ a_2, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$a_1, a_2$  : nilai intensitas baru  
 $f_A$  : citra input  
 $f_B$  : citra output  
 $T_1$  : nilai ambang bawah  
 $T_2$  : nilai ambang atas





# Contoh Thresholding Tunggal

A

250	80	80	80
250	25	25	120
200	200	100	100
200	150	150	100



B

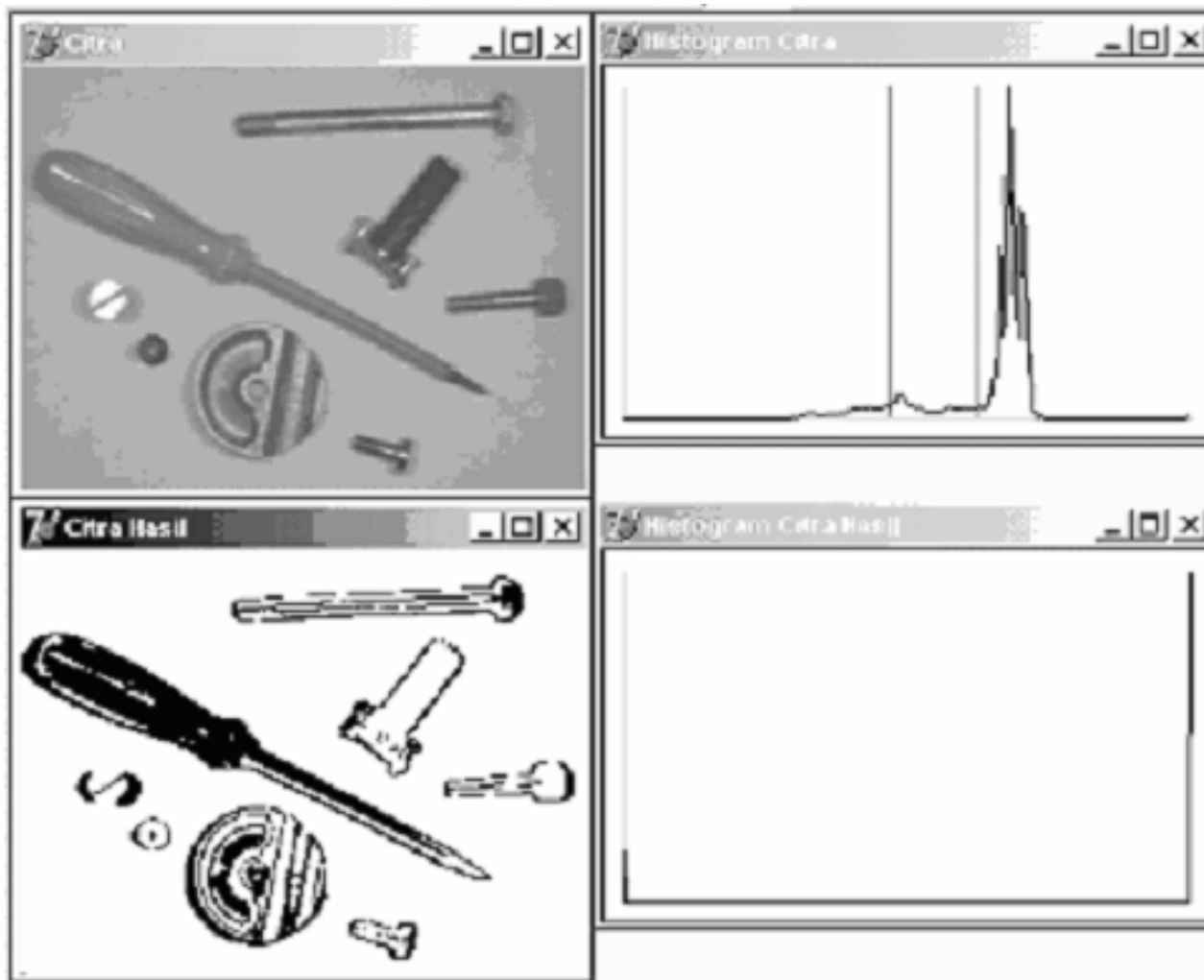
1	0	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$$f_B(x,y) = \begin{cases} 0, & f_A(x,y) < 128 \\ 1, & f_A(x,y) \geq 128 \end{cases}$$





# Contoh Hasil Thresholding Ganda



Ambang atas = 159  
Ambang bawah = 119



# Modifikasi Kecerahan

- Mengubah nilai intensitas suatu piksel dengan menambahkan/mengurangkannya dengan sebuah konstanta

$$f_B(x,y) = f_A(x,y) + c$$

$f_A$  : citra input

$f_B$  : citra output

$c$  : konstanta kecerahan

- jika  $C$  bernilai positif maka kecerahan bertambah
- jika  $C$  bernilai negatif maka kecerahan berkurang



# Contoh Modifikasi Kecerahan

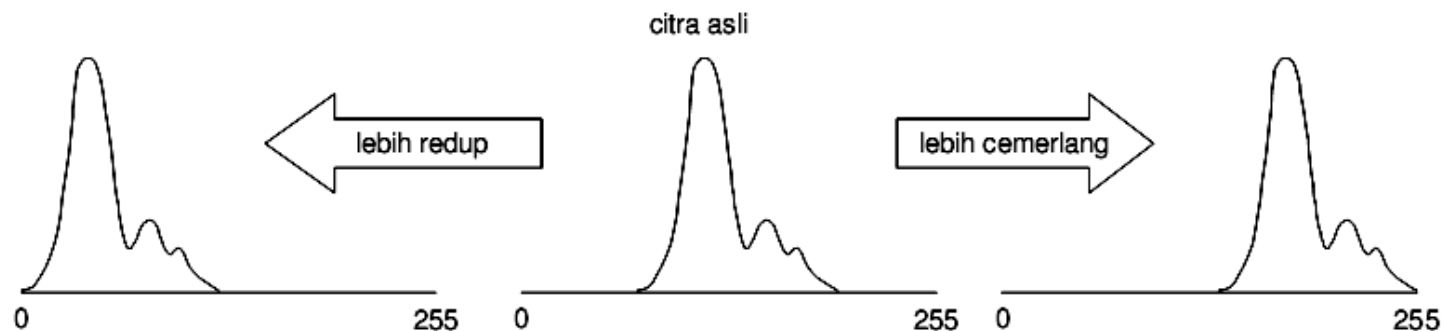
A

250	80	80	80
250	25	25	120
200	200	100	100
200	150	150	100

B

255	85	85	85
255	30	30	125
205	205	105	105
205	155	155	105

$$f_B(x,y) = f_A(x,y) + 5$$







## Modifikasi Kontras

- Mengubah nilai intensitas suatu piksel dengan mengalikannya terhadap koefisien penguatan yang terkendali terhadap pusat sebaran tertentu

$$f_B(x,y) = G ( f_A(x,y) - P ) + P$$

$f_A$  : citra input

$f_B$  : citra output

G : koefisien penguatan kontras

- jika  $0 < G < 1$  maka nilai kontras melemah
- jika  $G > 1$  maka nilai kontras menguat

P : pusat kontras, umumnya diambil dari  $\frac{1}{2} L$



# Contoh Modifikasi Kontras

A

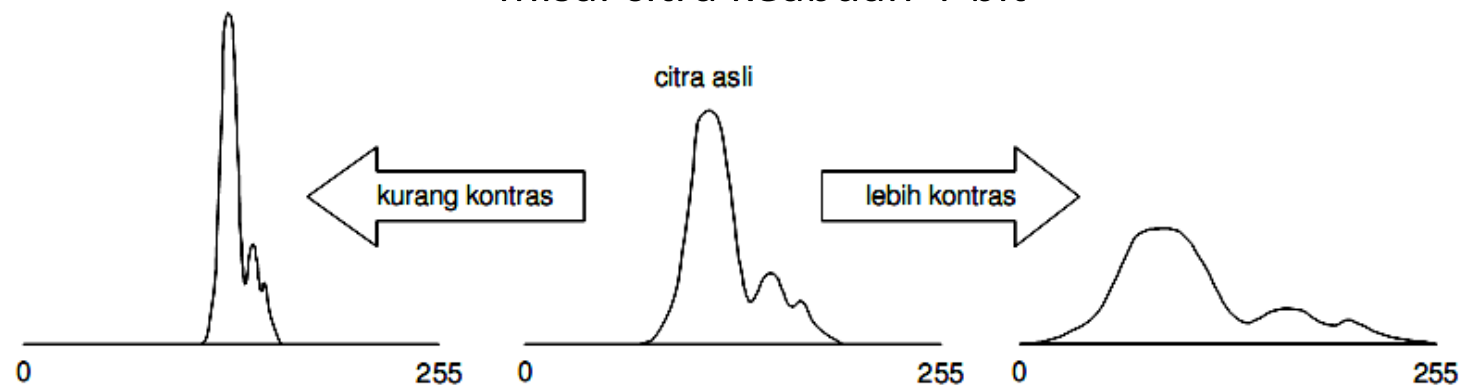
10	9	9	10
9	8	8	9
7	8	8	7
6	7	7	6

B

12	10	10	12
10	8	8	10
6	8	8	6
4	6	6	4

$$f_B(x,y) = 2 ( f_A(x,y) - 8 ) + 8$$

misal citra keabuan 4-bit





## Negasi

- Mengubah nilai intensitas suatu piksel dengan mengurangkannya terhadap nilai keabuan maksimum

$$f_B(x,y) = (L-1) - f_A(x,y)$$

L-1 : nilai intensitas keabuan maksimum untuk kedalaman bit citra ybs.



# Contoh Negasi

A

255	200	50	0
255	100	100	0
255	100	100	0
255	200	50	0

B

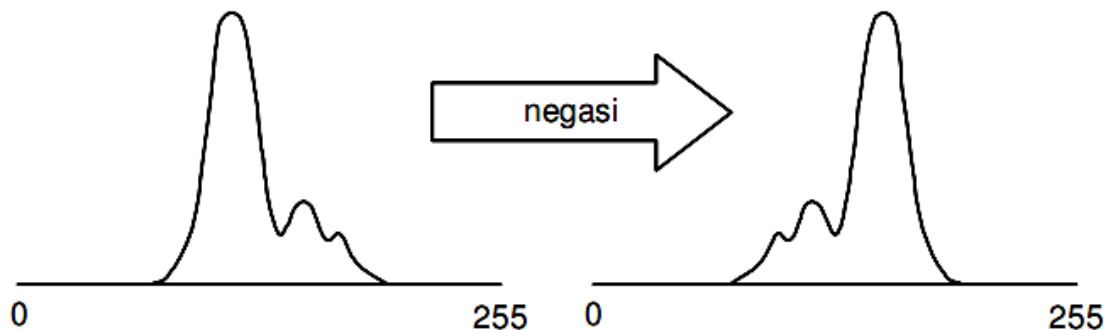
0	55	205	255
0	155	155	255
0	155	155	255
0	55	205	255



contoh untuk 8-bit

citra asli

citra negatif





# Clipping

- Pemotongan nilai intensitas piksel jika nilai intensitas berada di atas nilai intensitas maksimum atau di bawah nilai intensitas minimum dari kedalaman warna citra digital ybs.

$$f_B(x,y) = \begin{cases} L-1, & f_A(x,y) > L-1 \\ f_A(x,y), & 0 \leq f_A(x,y) \leq L-1 \\ 0, & f_A(x,y) < 0 \end{cases}$$

L-1 : nilai intensitas keabuan maksimum untuk kedalaman bit ybs.



## Contoh Clipping

**A**

<b>270</b>	200	50	0
255	100	100	0
255	100	100	<b>-3</b>
255	200	50	0

**B**

<b>255</b>	200	50	0
255	100	100	0
255	100	100	<b>0</b>
255	200	50	0

contoh untuk 8-bit



## Operasi Aritmetik

- Citra digital merupakan representasi citra yang berbentuk matriks, oleh karena itu operasi aritmetik matriks biasa juga berlaku.
- Anggaplah A adalah fungsi yang menyatakan citra pertama, B adalah citra ke dua, dan C adalah citra ke tiga (hasil), maka operasi aritmetik yang berlaku pada citra digital adalah:
- Penjumlahan/pengurangan  $C(x,y) = A(x,y) + B(x,y)$
- Perkalian  $C(x,y) = A(x,y) \cdot B(x,y)$
- Penjumlahan/pengurangan dengan skalar  $C(x,y) = A(x,y) + K$
- Perkalian/pembagian dengan skalar  $C(x,y) = A(x,y) \cdot K$



# Penjumlahan/Pengurangan

- Intensitas piksel citra hasil merupakan hasil penjumlahan intensitas piksel citra pertama dan ke dua
- Kadangkala memerlukan operasi clipping
- Guna penjumlahan, misalnya: mendapatkan rata-rata intensitas dengan membagi dua hasil penjumlahan → untuk noise reduction dari citra sama yang diambil berkali-kali
- Guna pengurangan, misalnya: mendapatkan piksel-piksel yang berbeda antara dua citra digital. Piksel yang berbeda umumnya tidak menghasilkan nilai nol





# Contoh Penjumlahan/Pengurangan

A

30	20	10	0
0	40	80	120
30	20	10	0
0	40	80	120

B

0	10	20	30
120	80	40	0
0	10	20	30
120	80	40	0

C

30	30	30	30
120	120	120	120
30	30	30	30
120	120	120	120

+

=

30	20	10	0
0	40	80	120
30	20	10	0
0	40	80	120

-

30	20	10	0
0	40	20	20
30	20	20	20
0	40	80	120

=

0	0	0	0
0	0	60	100
0	0	<b>-10</b>	<b>-20</b>
0	0	0	0



## Perkalian

- Intensitas piksel citra hasil merupakan hasil perkalian matriks antara intensitas piksel citra pertama dan ke dua
- Kadangkala memerlukan operasi clipping
- Guna perkalian, misalnya: normalisasi intensitas citra dengan matriks konstanta tertentu



# Contoh Perkalian

**A**

0	12	142	255
1	6	40	254
24	0	20	255
30	2	10	240

**B**

1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

**C**

0	12	142	255
1	6	40	254
24	0	20	255
30	2	10	240



## Aritmetik dengan Skalar

- Intensitas piksel citra hasil akan lebih terang atau gelap (mengubah kecerahan)
- Perubahan nilai intensitas akan sama untuk operasi penjumlahan dan pengurangan
- Perubahan nilai intensitas akan sebanding untuk operasi perkalian dan pembagian
- Mungkin memerlukan operasi clipping



# Contoh Aritmetik dengan Skalar

A

30	20	10	0
0	40	80	120
30	20	10	0
0	40	80	120

 $+ 20 =$ 

C

50	40	30	20
20	60	100	140
50	40	30	20
20	60	100	140

 $\times 0.5 =$ 

30	20	10	0
0	40	80	120
30	20	10	0
0	40	80	120

15	10	5	0
0	20	40	60
15	20	10	0
0	20	40	60



## Operasi Biner

- Menggunakan operator logika yang dapat diterapkan pada bilangan biner
- Hanya diterapkan pada level bit, sehingga umumnya diterapkan pada citra biner (1-bit)
- Apakah bisa diterapkan pada citra dengan kedalaman bit lebih besar?



# Operasi Biner - AND

A					B					C			
1	1	0	0		1	1	0	0		1	1	0	0
0	1	1	1		1	1	0	0		0	1	0	0
0	0	1	1	<b>AND</b>	0	0	1	1	=	0	0	1	1
0	0	0	0		0	0	1	1		0	0	0	0



# Operasi Biner - OR

A					B					C			
1	1	0	0		1	1	0	0		1	1	0	0
0	1	1	1		1	1	0	0		1	1	1	1
0	0	1	1	<b>OR</b>	0	0	1	1	=	0	0	1	1
0	0	0	0		0	0	1	1		0	0	1	1





# Operasi Biner - NOT



(a) Ganesha



(b) not Ganesha

**NOT**

**A**

1	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	1
0	0	1	1

=

**C**

0	0	1	1
0	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	0

- Dapat juga menggunakan operator logika lainnya



## **SELESAI UNTUK HARI INI**

- Materi minggu depan: Demo Programming Operasi Titik, Operasi Geometri (Transformasi) dan Perataan Histogram