

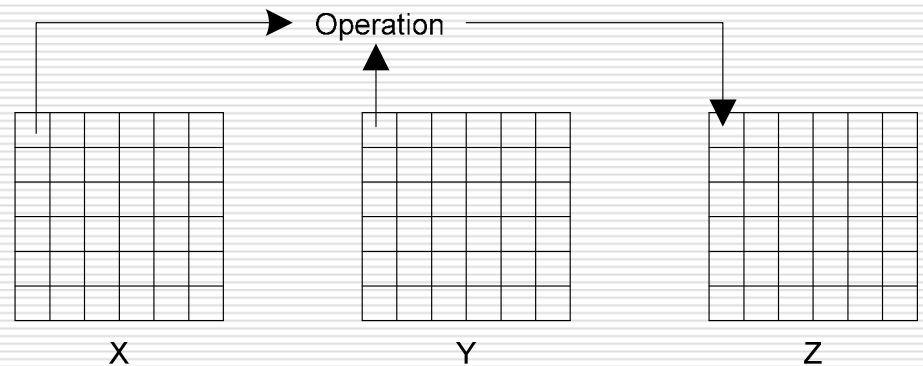
Operasi Aljabar

- $X \text{ opr } Y = Z$
 - X: citra
 - Y: citra atau besaran skalar
 - Z: citra
 - Level komputasi:
 - Berbasis titik (pointwise): dilakukan antara tiap elemen X dan Y
 - Berbasis matriks: melibatkan matriks ketetanggaan
-

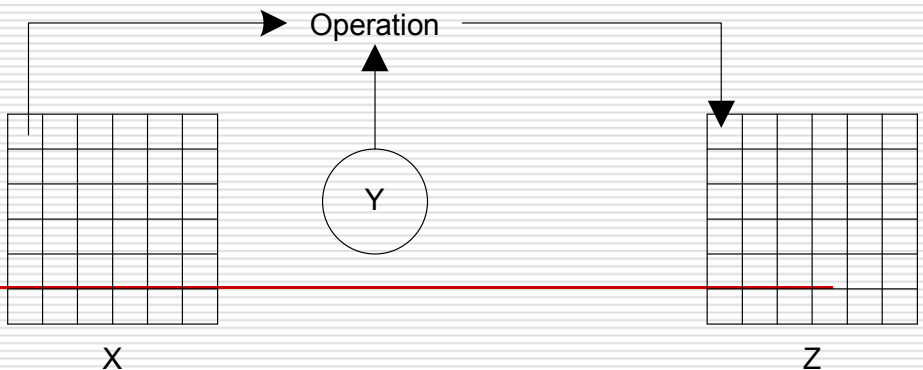
Operasi Aritmatika

□ Beberapa operasi aritmatika:

- Penjumlahan
- Pengurangan
- Perkalian
- Pembagian



Untuk citra RGB,
operasi dilakukan per plane



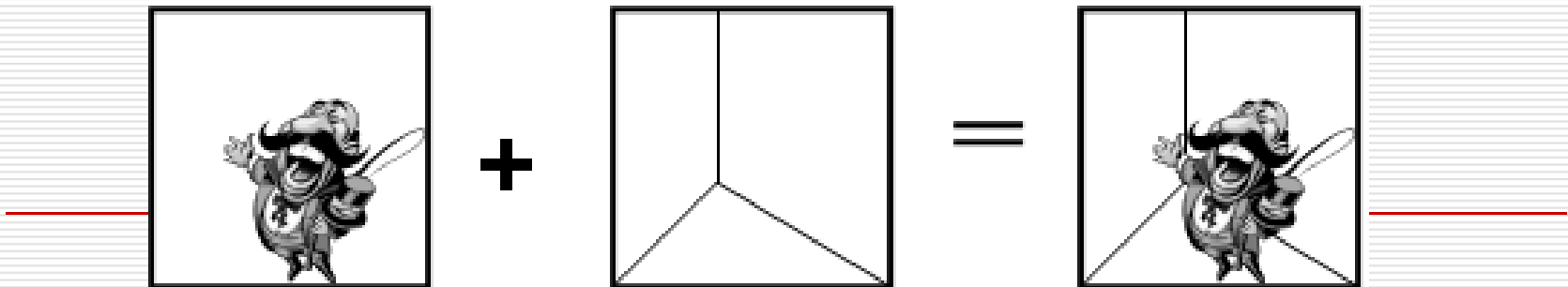
Efek Penjumlahan pada Citra

□ Y citra:

- Z adalah jumlah nilai brightness dari tiap pixel pada X dan Y

□ Y besaran skalar:

- Z adalah versi yang lebih terang dari citra X
- nilai kenaikan brightness sama dengan Y



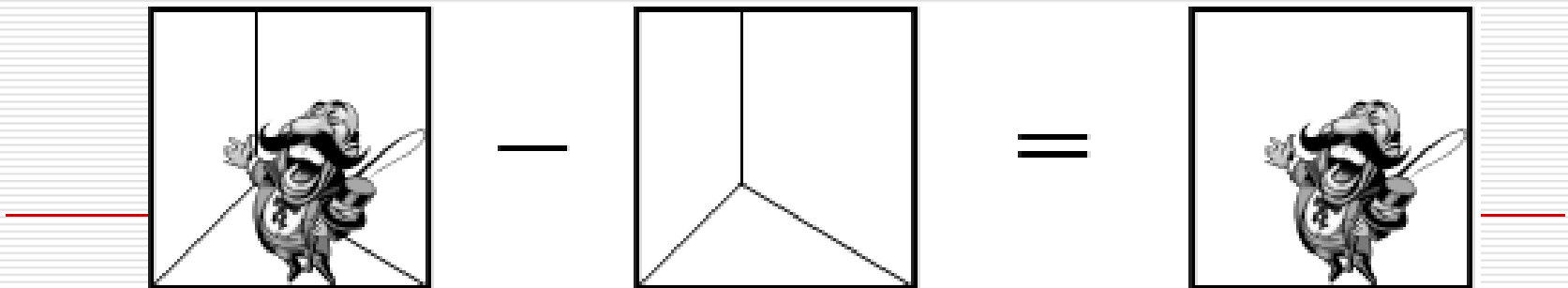
Efek Pengurangan pada Citra

□ Y citra:

- Z adalah perbedaan nilai brightness antar X dan Y

□ Y besaran skalar:

- Z adalah versi yang lebih gelap daripada X
- nilai penurunan brightness sama dengan Y



Efek Perkalian pada Citra

□ Y citra:

- Z adalah hasil product antara nilai brightness citra X dan Y

□ Y besaran skalar:

- nilai brightness Z proporsional terhadap X pada nilai Y
-

Efek Pembagian pada Citra

□ Y citra:

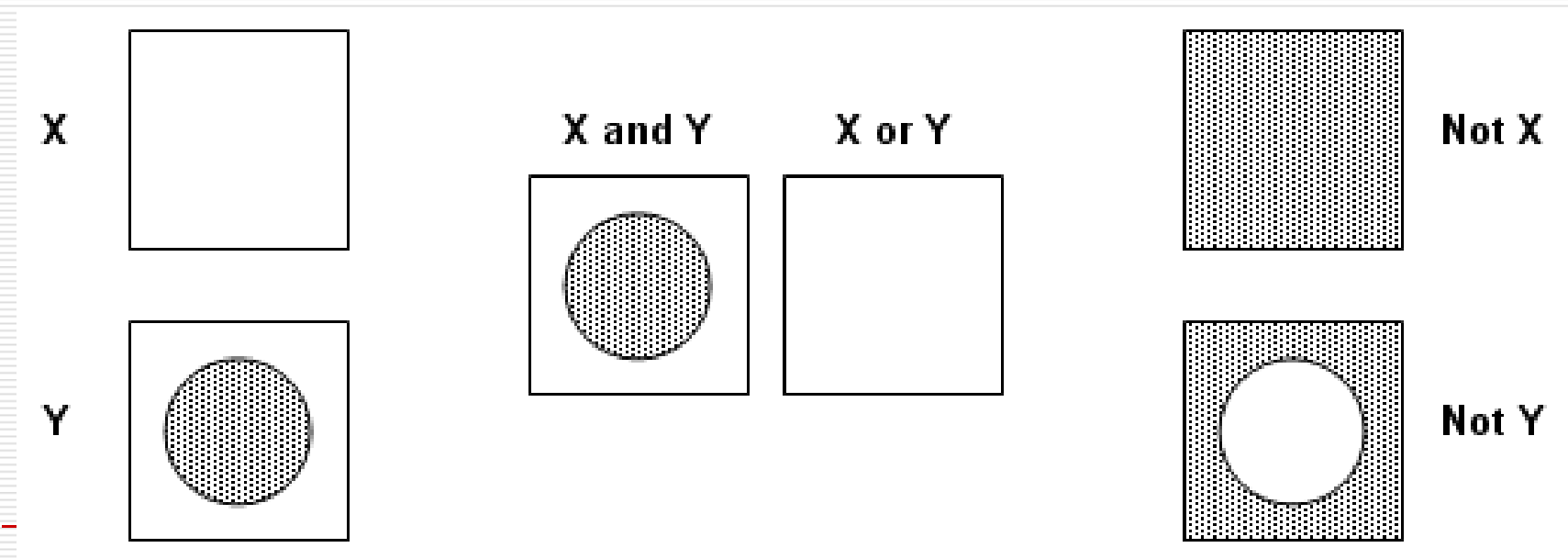
- Z adalah nilai skala brightness pada tiap pixel di X terhadap tiap pixel di Y

□ Y besaran skalar:

- nilai brightness Z akan proportional terbalik terhadap X dengan nilai Y
-

Operasi Boolean

- ❑ Operasi boolean \rightarrow AND, OR, NOT
- ❑ Kombinasinya : NAND, NOR, XOR



Operasi Geometri

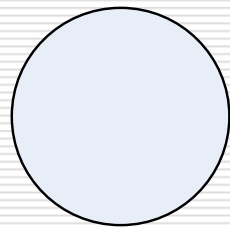
- Proses yang memanipulasi posisi spatial dari pixel
 - Contoh:
 - Zoom (in & out)
 - Rotasi
 - Flipping
 - Cut & paste
 - Warping
-

Zoom

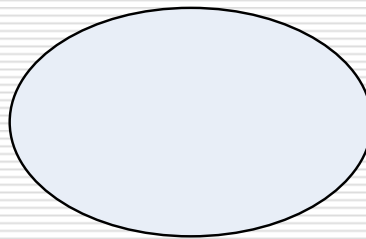
- ❑ Proses-proses yang melibatkan penaikan atau penurunan ukuran citra
 - ❑ Teknik yang paling sederhana dalam *zooming* → menduplikasikan nilai pixel pada arah X atau Y.
 - ❑ Jika citra tidak di *zoom* dengan nilai yang sama, maka "*aspect ratio*" dari citra akan berubah.
-

Aspect Ratio

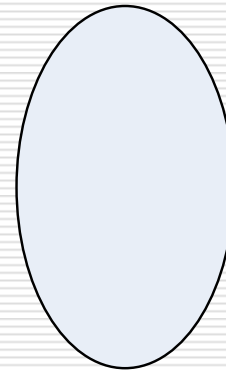
- Rasio antara jumlah titik vertikal dan horizontal untuk mendapatkan panjang yang sama di kedua arah tersebut



AR=1



AR>1



AR<1

Zoom in

- ❑ Resolusi tidak bertambah
- ❑ Perubahan pada besar pixelnya
 - titik kecil dapat terlihat lebih besar



Zoom 3x
AR = 1

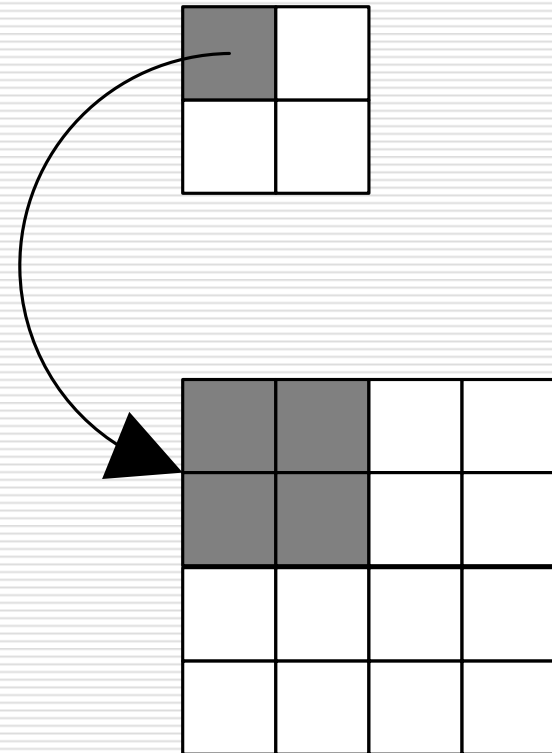


Zoom 3x
AR ≠ 1



Contoh algoritma zoom 2x, AR = 1

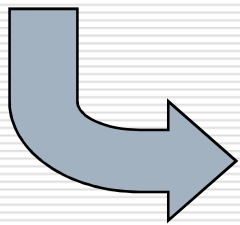
```
int i,j,m,n;
m=0;
n=0;
for (i=0;i<=jmlbaris-1;i++)
{
  for(j=0;j<=jmlkolom-1;j++)
  {
    Z[m,n] = X[i,j];
    Z[m,n+1] = X[i,j];
    Z[m+1,n] = X[i,j];
    Z[m+1,n+1] = X[i,j];
    n=n+2;
  }
  m=m+2;
  n=0;
}
```



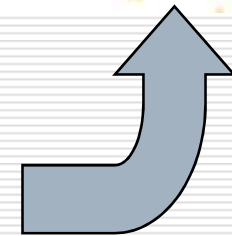
Zoom out

- Ada informasi pada citra yang harus dihilangkan.
 - Salah satu metode sederhana → ambil rata-rata dari n pixel bertetangga pada X sebagai nilai dari satu pixel pada Z
 - Contoh: hasil rata-ratanya 4 pixel pada X menjadi 1 pixel pada Z
-

Zoom in → reversible

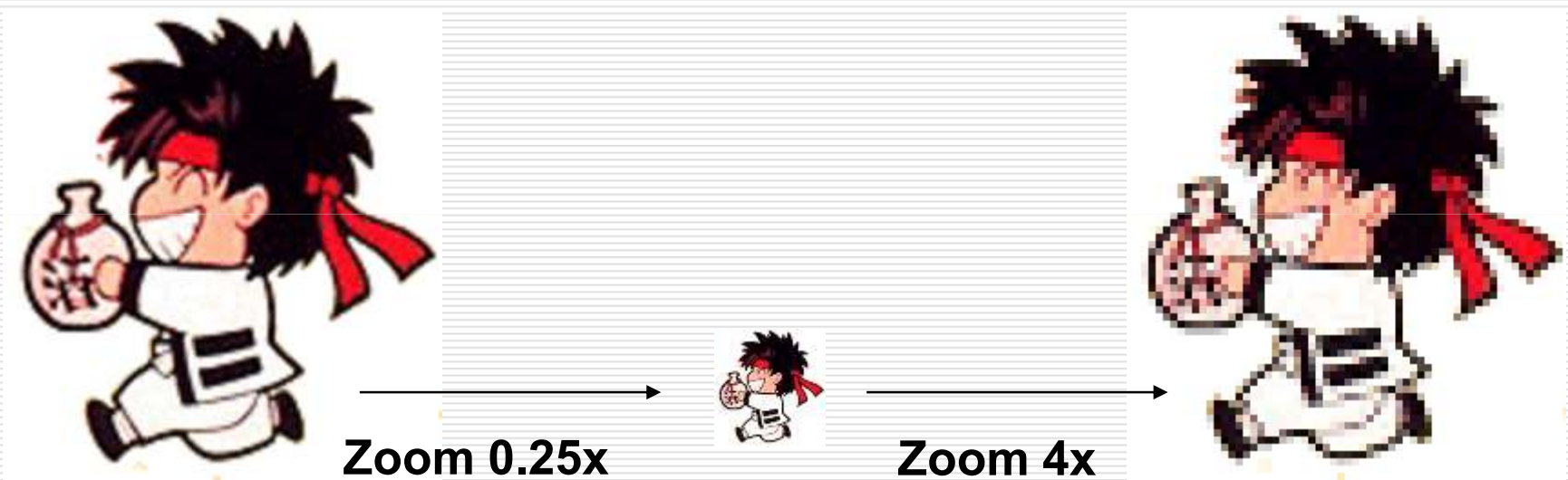


Zoom 2x



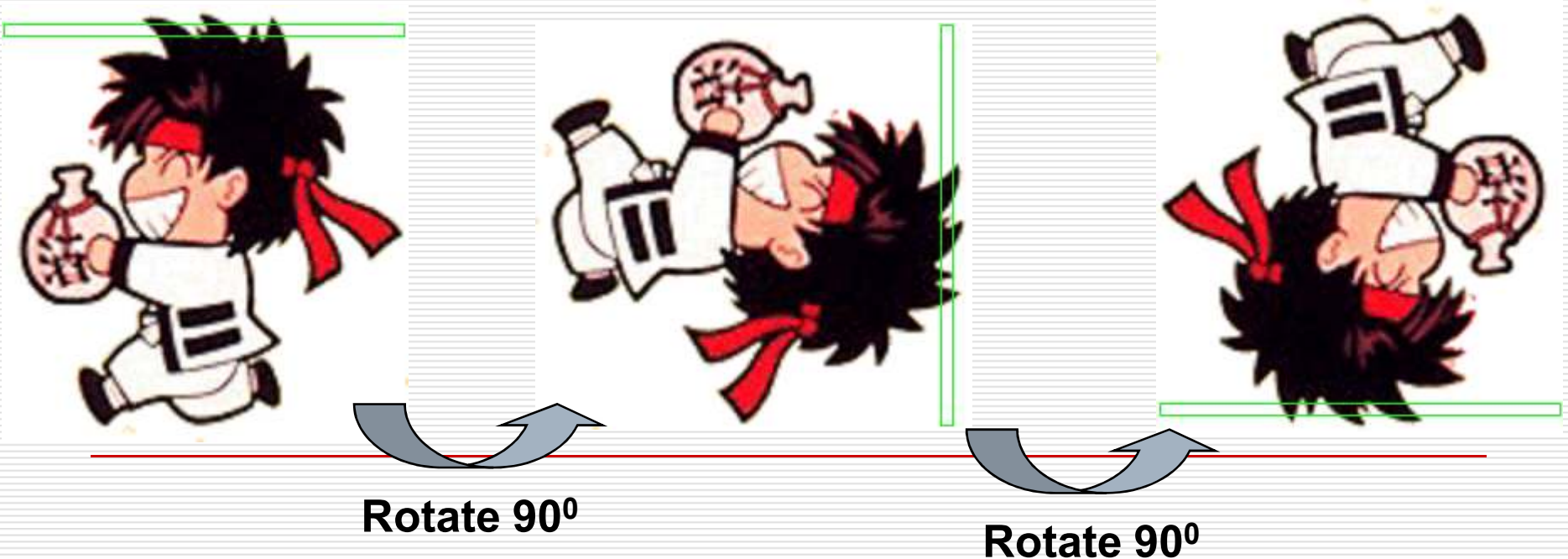
Zoom 0.5x

Zoom out → not reversible



Rotasi

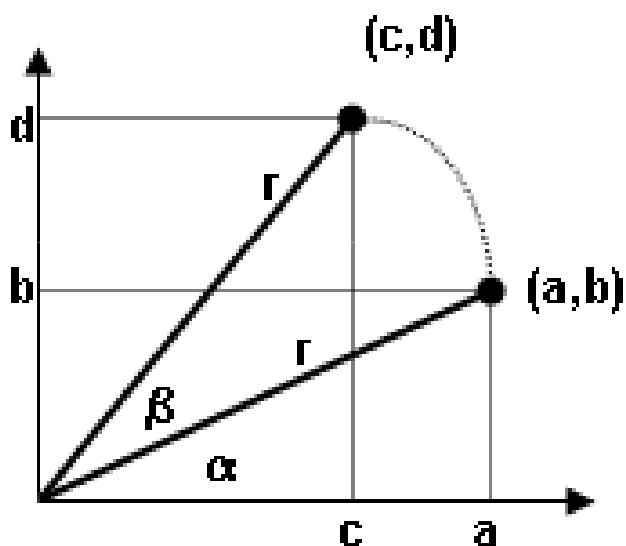
- Rotasi sederhana: kelipatan 90°
 - salin pixel-pixel baris ke pixel-pixel kolom sesuai arah rotasi



Algoritma rotasi 90⁰

```
int i,j,k;
k=jmlkolom-1;
for (i=0;i<=jmlbaris-1;i++)
{
    for(j=0;j<=jmlkolom-1;j++)
    {
        Z[j,k] = X[i,j];
    }
    k=k-1;
}
```

Rotasi β^0



Titik $(a,b) \rightarrow (c,d)$, dimana :

$$a = r \cdot \cos \alpha$$

$$b = r \cdot \sin \alpha$$

$$c = r \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$= r \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta - r \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

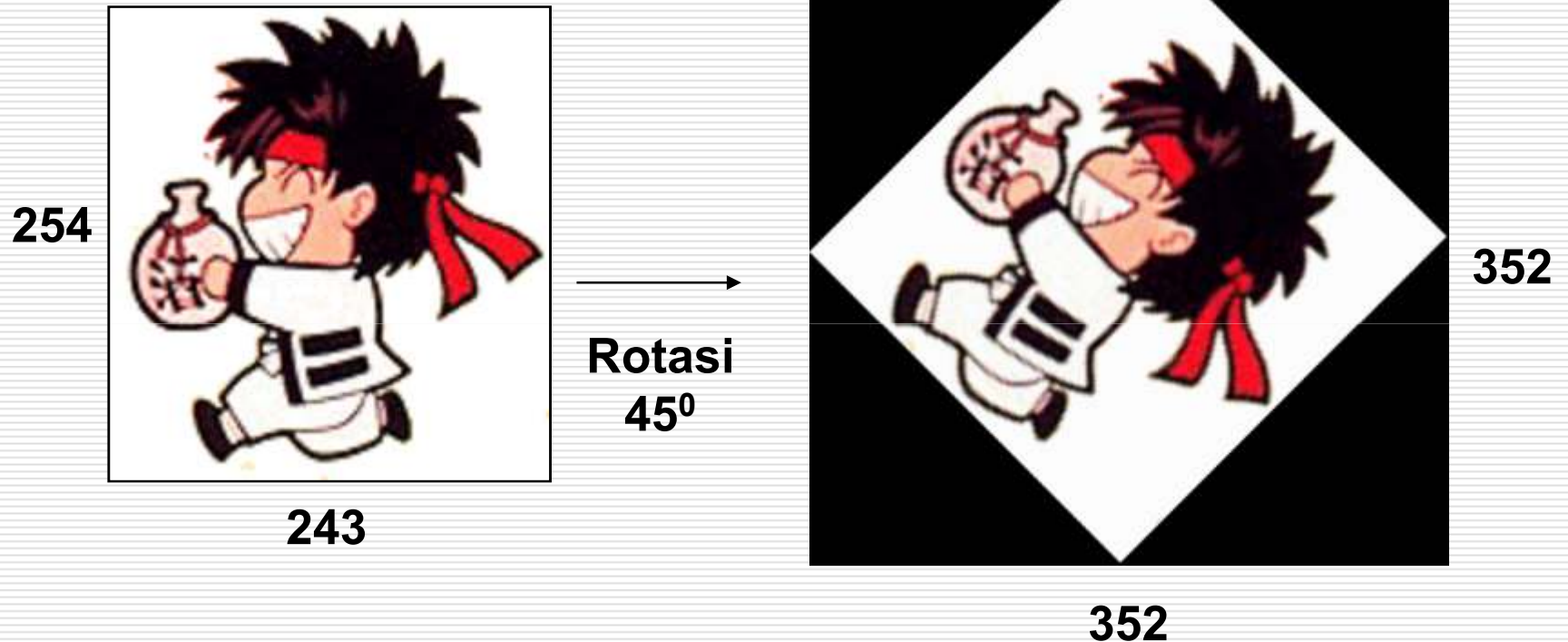
$$= a \cdot \cos \beta - b \cdot \sin \beta$$

$$d = r \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

$$= r \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta + r \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$= b \cdot \cos \beta + a \cdot \sin \beta$$

Rotasi X^0 (cont'd)

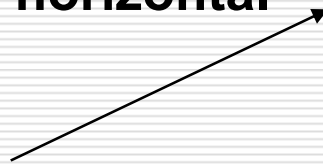


- Di titik mana sebaiknya sumbu putaran?
- Bagaimana rumus umum mencari ukuran citra yang dirotasikan X^0 ?

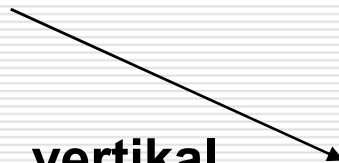
Flipping



horizontal



vertikal



Algoritma flipping vertikal

```
int i,j,k;
k=jmlbaris-1;
for (i=0;i<=jmlbaris-1;i++)
{
    for(j=0;j<=jmlkolom-1;j++)
    {
        Z[k,j] = X[i,j];
    }
    k=k-1;
}
```

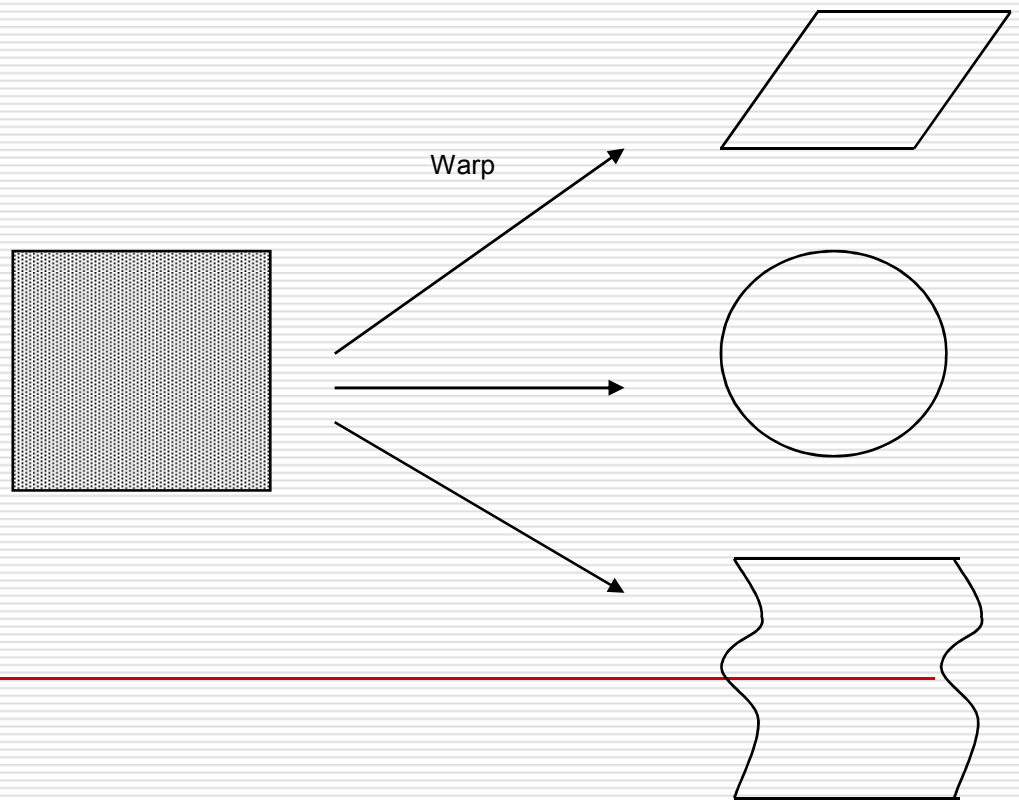
Cut & Paste

- Pemilihan (mulai paling mudah):
 - Segiempat
 - Bentuk geometri lain: lingkaran, elips, poligon
 - Freeform



Warping

- ❑ Citra diubah dengan cara mengatur kembali hubungan spatial antara objek dengan suatu template spatial → menimbulkan efek-efek khusus



Contoh warping

