MODUL 10 – GLOBAL THRESHOLDING

A. TUJUAN

1. Mahasiswa mampu memahami konsep Thresholding
2. Mahasiswa dapat mengetahui beberapa teknik Thresholding
3. Mahasiswa dapat membuat beberapa teknik Thresholding menggunakan Python pada Google Colab

B. ALAT DAN BAHAN

1. PC/LAPTOP
2. Github
3. *Google Colaborator*

C. ULASAN TEORI

C.1 Pengertian Operasi Thresholding

Thresholding adalah bentuk metode paling sederhana dari segmentasi citra. Biasanya digunakan pada citra grayscale / warna dan ide dasarnya adalah bagaimana memisahkan antara objek foreground dengan objek backgroundnya.

Gambar berikut menunjukkan citra asli sebelum dan sesudah di lakukan thresholding.

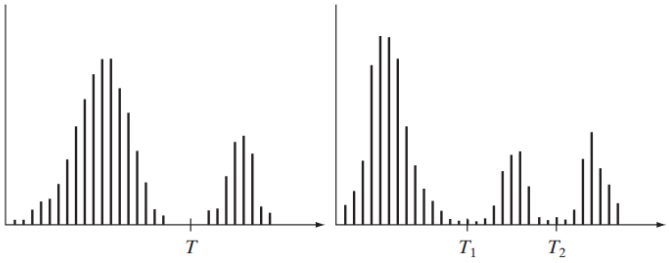
Gambar 1. Citra kiri sebelum di threshold, citra kanan setelah dithreshold (citra binary)

Beberapa metode dari Threshold yang akan dibahas pada modul ini diantaranya:

a. Global Threshold
b. Adaptive Threshold
c. Otsu's Threshold
d. Pengenalan Segmentasi Citra menggunakan K-Means

C.2 Global Threshold

Perhatikan histogram dari sebuah image yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Intensitas histogram dapat dipisahkan dengan 1 Threshold (a) atau multiple Threshold (b)

Dianggap bahwa gambar diatas adalah histogram dari citra f(x,y), yang terdiri dari object terang pada background gelap. Dengan asumsi bahwa object dan background memiliki nilai intensitas warna yang dapat dipisahkan dalam 2 grup dominan. Cara yang termudah dan paling jelas adalah dengan memilih nilai tertentu (Threshold, *T*) yang akan memisahkan dua grup tersebut. Tiap titik (x,y) dalam image dimana f(x,y) > T dapat diistilahkan dengan *object point*, sedangkan grup satunya disebut dengan *background point*. Dengan kata lain, citra tersegmentasi g(x,y) dituliskan sebagai berikut:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & jika\ f(x,y) > T \\ 0 & jika\ f(x,y) \leq T \end{cases}$$

Ketika T ditentukan secara konstanta pada keseluruhan citra, maka proses inilah yang disebut sebagai *global thresholding*. Ketika nilai T berubah-ubah dalam dalam proses satu citra, maka hal ini disebut dengan *variable/adaptive thresholding*.

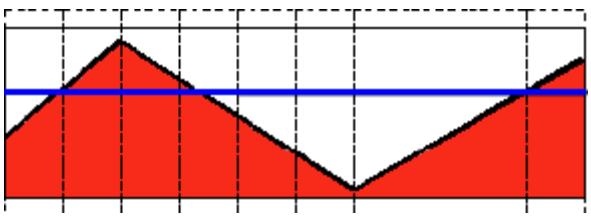
Gambar 2(a) diatas menunjukkan permasalahan thresholding yang melibatkan 3 grup dominan. Diasumsikan bahwa ada 2 grup terang dan 1 grup gelap pada histogram tersebut. Proses multiple threholding akan mengelompokkan titik (x,y) sebagai background jika f(x,y) <= T_1, ke grup object satu jika T_1 < f(x,y) <= T_2, dan object grup lain jika f(x,y) > T_2. Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$g(x,y) = \begin{cases} a & jika\ f(x,y) > T_2 \\ b & jika\ T_1 < f(x,y) \leq T_2 \\ c & jika\ f(x,y) \leq T_1 \end{cases}$$

Pada OpenCV telah disediakan library untuk Thresholding, baik itu Global, Adaptive, maupun Otsu Threshold. Berikut adalah beberapat Global Thresholding yang disediakan:

a. Binary Threshold
b. Binary-Inverted Threshold
c. Truncate Threshold
d. Threshold To Zero
e. Threshold To Zero-Inverted

Untuk mengilustrasikan cara kerja masing-masing threshold, perhatikan histogram dari image asli *src(x,y)* pada gambar 3 berikut. Garis horizontal biru menunjukkan nilai threshold (tetap).



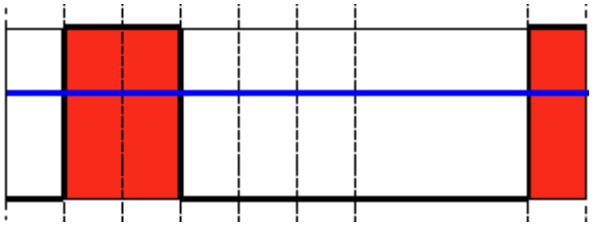
Gambar 3. Histogram dari citra *src(x,y)*

a. Binary Threshold

Binary Threshold seperti yang dijelaskan sebelumnya, merupakan threshold yang akan memisahkan dua grup warna. Untuk threshold ini, masing-masing kelompok warna akan diubah ke nilai gelap (hitam) untuk object yang dianggap background, dan diubah ke nilai terang (putih) untuk object yang dianggap foreground. Berikut adalah persamaannya:

$$dst(x,y) = \begin{cases} maxVal & jika\ src(x,y) > thresh \\ 0 & jika\ lainnya \end{cases}$$

Jadi jika nilai intensitas piksel warna pada *src(x,y)* lebih tinggi dari *thresh*, maka nilainya akan diubah menjadi *maxVal*. Selain itu akan diubah menjadi 0.



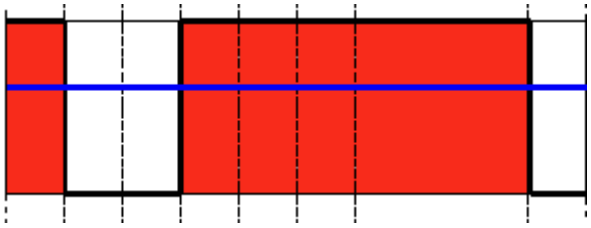
Gambar 4. Histogram hasil dari Binary Threshold

b. Binary-Inverted Threshold

Threshold ini merupakan kebalikan dari Binary Threshold. Jika intensitas warna diatas Threshold, maka nilai akan diubah menjadi 0 dan sebaliknya. Berikut adalah persamaannya:

$$dst(x,y) = \begin{cases} 0 & jika\ src(x,y) > thresh \\ maxVal & jika\ lainnya \end{cases}$$

Gambar 5 berikut merupakan histogram hasil Binary-Inverted Threshold.

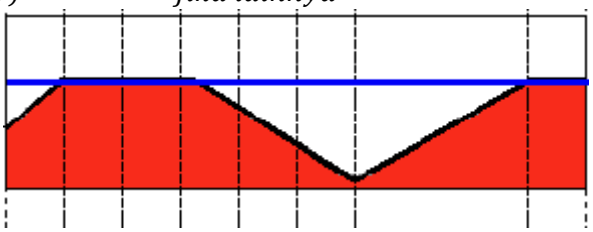


Gambar 5. Histogram hasil dari Binary-Inverted Threshold

c. Truncate Threshold

Jika nilai intensitas warna *src(x,y)* lebih besar dari *thresh*, maka nilainya akan ditruncate. Berikut adalah persamaan dan Histogram hasilnya.

$$dst(x,y) = \begin{cases} thresh & jika\ src(x,y) > thresh \\ src(x,y) & jika\ lainnya \end{cases}$$

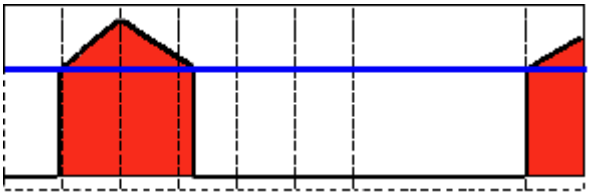


Gambar 6. Histogram hasil dari Truncate Threshold

d. Threshold To Zero

Jika nilai *src(x,y)* lebih rendah dari nilai *thresh*, maka nilai pixel barunya akan diubah menjadi 0. Berikut adalah persamaan dan gambar Histogram hasil thresholdnya.

$$dst(x,y) = \begin{cases} src(x,y) & jika\ src(x,y) > thresh \\ 0 & jika\ lainnya \end{cases}$$

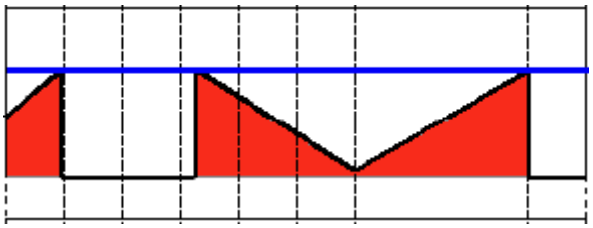


Gambar 7. Histogram hasil dari Threshold To Zero

e. Threshold To Zero – Inverted

Jika nilai *src(x,y)* lebih besar dari nilai *thresh*, maka nilai pixel barunya akan diubah menjadi 0. Berikut adalah persamaan dan gambar Histogram hasil thresholdnya.

$$dst(x,y) = \begin{cases} 0 & jika\ src(x,y) > thresh \\ src(x,y) & jika\ lainnya \end{cases}$$



Gambar 8. Histogram hasil dari Threshold To Zero

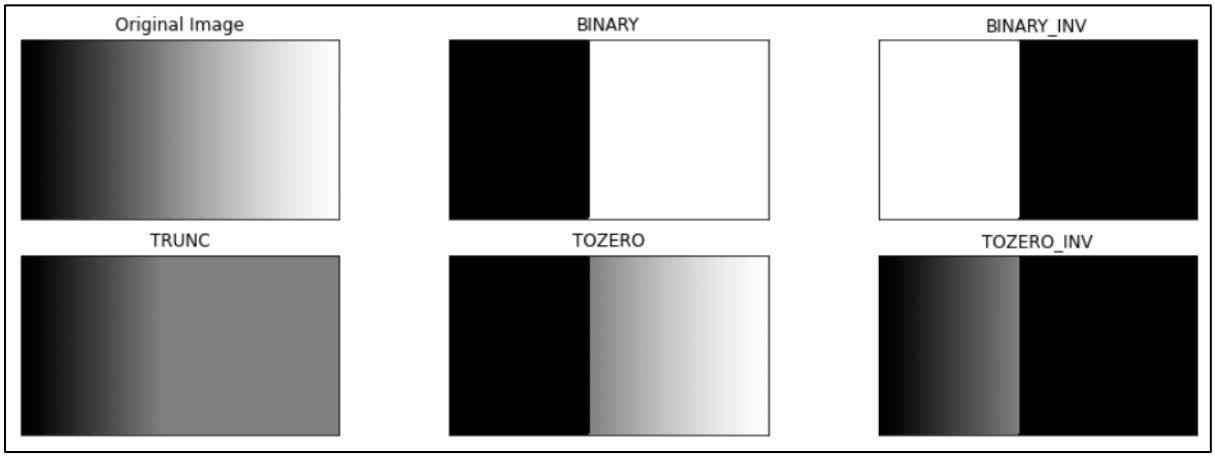
Global threshold yang telah disebutkan diatas dapat digunakan secara langsung menggunakan library OpenCV cv.Threshold. berikut adalah link dokumentasinya:

https://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html

Code Berikut menunjukkan penggunaan dari library OpenCV cv.Threshold

```
import cv2 as cv
from google.colab.patches import cv2_imshow
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

filename = ('/content/drive/MyDrive/Polinema/Kuliah/PCVK/Images/gradient
.jpg')
img = cv.imread(filename)
thresh = 127      #nilai Threshold yang ditentukan

#1. thresh1 jika pixel di img>127, maka thresh1 bernilai 1(putih) selain
 itu bernilai 0(hitam)
ret,thresh1 = cv.threshold(img,thresh,255,cv.THRESH_BINARY)
#2. thresh2 adalah binary threshold inverse
ret,thresh2 = cv.threshold(img,thresh,255,cv.THRESH_BINARY_INV)
#3. Threshold Truncate
ret,thresh3 = cv.threshold(img,thresh,255,cv.THRESH_TRUNC)
#4. Threshold Tozero
ret,thresh4 = cv.threshold(img,thresh,255,cv.THRESH_TOZERO)
#5. Threshold Tozero Inverse
ret,thresh5 = cv.threshold(img,thresh,255,cv.THRESH_TOZERO_INV)

titles = ['Original Image','BINARY','BINARY_INV','TRUNC', 'TOZERO', 'TOZ
ERO_INV']
images = [img, thresh1, thresh2, thresh3, thresh4, thresh5]

plt.figure(figsize = (15,5))
for i in range(len(images)):
  plt.subplot(2,3,i+1),plt.imshow(images[i],'gray', interpolation='neare
st')
  plt.title(titles[i])
  plt.xticks([]),plt.yticks([])
plt.show()
```

Gambar berikut menunjukkan perbedaan masing-masing global threshold yang merupakan keluaran dari code diatas. Seperti yang terlihat pada code tersebut, nilai Global thresholdnya adalah 127 dan nilai tersebut berlaku untuk keseluruhan image.



Gambar 9. Global Threshold dari Library OpenCV

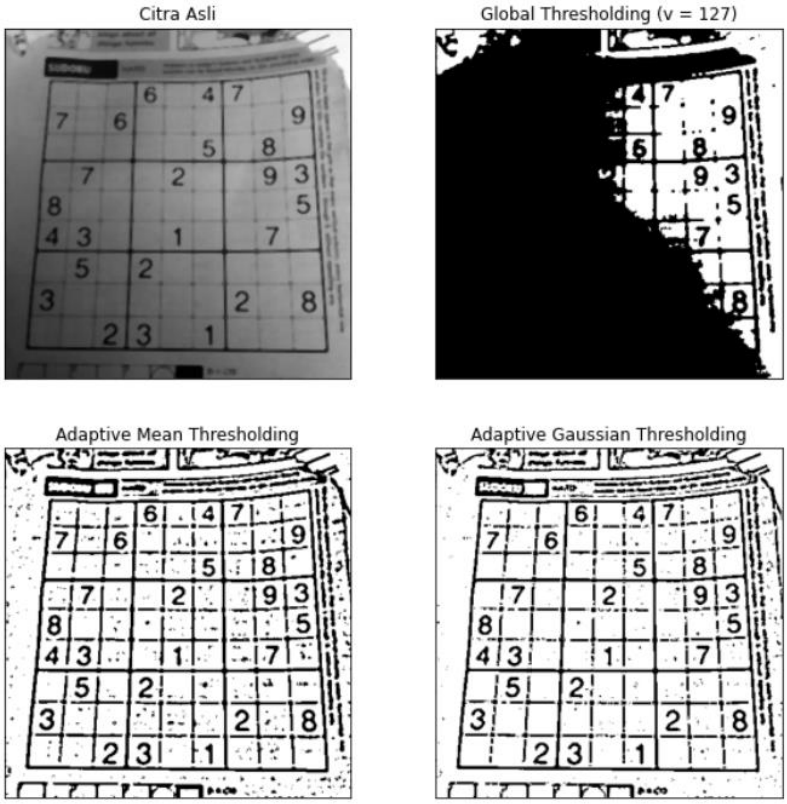
C.3 Adaptive Threshold

Pada bagian sebelumnya, kita menggunakan nilai global sebagai nilai threshold. Hal ini kadang tidak cukup baik di semua kondisi di mana gambar memiliki kondisi pencahayaan berbeda. Pada kasus ini dapat digunakan thresholding adaptif. Algoritma untuk menghitung nilai threshold dikenakan untuk area tertentu dari keseluruhan citra. Sehingga akan didapatkan nilai threshold yang berbeda untuk area yang berbeda dari citra yang sama. Diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk citra dengan pencahayaan yang berbeda.

Terdapat 2 library yang disediakan yaitu: cv.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C (nilai threholdnya adalah rata-rata dari area tetangga yang didefinisikan) dan cv.ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C (nilai thresholdnya adalah jumlah bobot dari nilai tetangga dimana bobotnya adalah gaussian window). Area tetangga didefinisikan dengan Block Size, sedangkan C adalah konstanta yang diberikan dimana akan dikurangkan dari nilai rata-rata atau jumlah bobot. Berikut adalah contoh code untuk Adaptive Threshold.

```
filename = ('/content/drive/MyDrive/Polinema/Kuliah/PCVK/Images/sudoku-original.jpg')
citra = cv.medianBlur(cv.imread(filename),5)
gray = cv.cvtColor(citra, cv.COLOR_BGR2GRAY)
#gray = cv.medianBlur(gray,5)

thresh = 127

ret,th1 = cv.threshold(gray,thresh,255,cv.THRESH_BINARY)
th2 = cv.adaptiveThreshold(gray,255,cv.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C, cv.THRESH_BINARY,11,2)
th3 = cv.adaptiveThreshold(gray,255,cv.ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C, cv.THRESH_BINARY,11,2)

titles = ['Citra Asli', 'Global Thresholding (v = 127)',
            'Adaptive Mean Thresholding', 'Adaptive Gaussian Thresholding']
citra2 = [gray, th1, th2, th3]

plt.figure(figsize = (10,10))
for i in range(len(citra2)):
    plt.subplot(2,2,i+1),plt.imshow(citra2[i],'gray')
    plt.title(titles[i])
    plt.xticks([]),plt.yticks([])
plt.show()
```

Berikut adalah gambar hasil dari code diatas.



Gambar 10. Citra hasil Adaptive Threshold Mean dan Gaussian Window

C.4 Otsu's Threshold

Otsu's threshold adalah metode segmentasi otomatis yang sangat populer, bahkan sampai hari ini pun masih sering digunakan sebagai standar metode binary threshold yang handal. Threshold ini dinamakan sesuai dengan nama penemunya yaitu Nobuyuki Otsu. Dalam bentuk yang paling sederhana, algoritma ini akan melakukan segmentasi pixel menjadi dua kelas, yaitu foreground dan background. Threshold ini ditentukan dengan meminimasikan intensitas variance intra-class, atau bisa juga dengan memaksimalkan variance inter-class.

Algoritma Otsu's secara iteratif mencari threshold yang terkecil dari variance intra-class, yang didefinisikan sebagai jumlah bobot dari variance dua class:

$$\sigma_w^2(t) = \omega_0(t)\sigma_0^2(t) + \omega_1(t)\sigma_1^2(t)$$

Bobot ω_0 dan $\omega_1$adalah probabilitas dari 2 class yang dipisahkan oleh threshold t. σ_0^2dan σ_1^2adalah variance dari masing-masing class.

$$\omega_0(t) = \sum_{i=0}^{t-1} p(i)$$

$$\omega_1(t) = \sum_{i=t}^{L-1} p(i)$$

Mencari nilai minimal dari variance intra-class ekivalen dengan mencari nilai maksimal dari variance inter-class.

$$\sigma_B^2(t) = \sigma^2 - \sigma_W^2(t) = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2$$

$$= \omega_0(t)\omega_1(t)[\mu_0(t) - \mu_1(t)]^2$$

Dimana nilai mean class $\mu_0(t)$, $\mu_1(t)$, dan μ_T adalah:

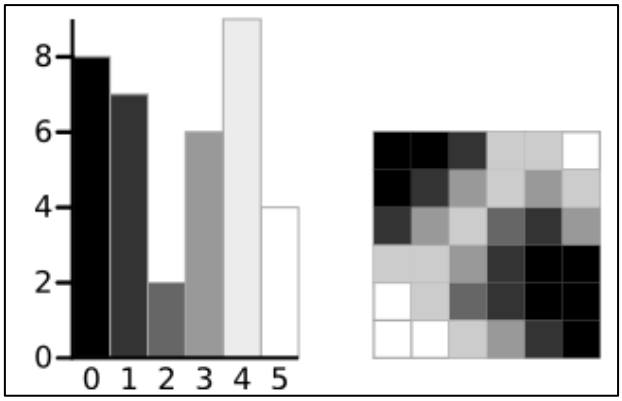
$$\mu_0(t) = \frac{\sum_{i=0}^{t-1} ip(i)}{\omega_0(t)}$$

$$\mu_1(t) = \frac{\sum_{i=t}^{L-1} ip(i)}{\omega_1(t)}$$

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} ip(i)$$

Perhatikan contoh perhitungan algoritma Otsu's berikut:

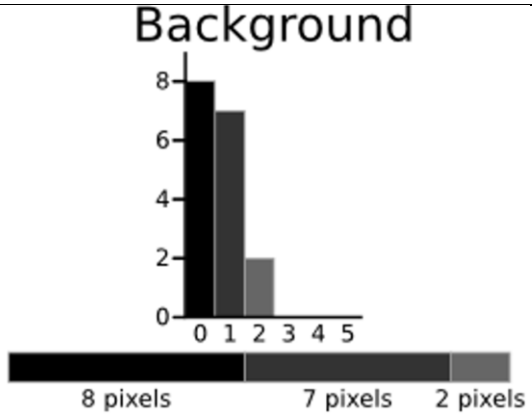
Gambar berikut menunjukkan sebuah image resolusi 6x6 dan terdiri dari 6 warna, beserta histogramnya.



Gambar 11. Contoh citra resolusi 6x6 beserta histogramnya

Dari gambar diatas, lakukan perhitungan Weight, Mean, Variance untuk tiap background dan foreground untuk tiap nilai threshold. Contoh berikut adalah perhitungan dengan nilai threshold = 3.

Threshold = 3



Gambar 12. Histogram untuk background object dengan T=3

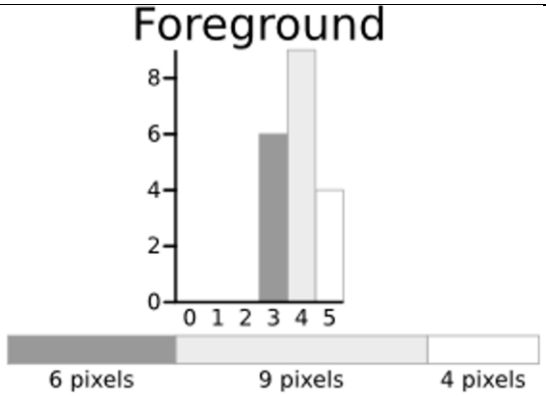
weight: $\omega_b = \frac{8+7+2}{36} = 0.4722$

mean $\mu_b = \frac{(0\ x\ 8)+(1\ x\ 7)+(2\ x\ 2)}{17} = 0.6471$

variance

$$\sigma_b^2 = \frac{((0-0.6471)^2 x8) + ((1-0.6471)^2 x7) + ((2-0.6471)^2 x2)}{17}$$

$$= \frac{(0.4187x8) + (0.1246x7) + (1.8304x2)}{17} = \mathbf{0.4637}$$



Gambar 13. Histogram untuk Foreground object dengan T=3

weight: $\omega_f = \frac{6+9+4}{36} = 0.5278$

mean $\mu_f = \frac{(3\ x\ 6)+(4\ x\ 9)+(5\ x\ 4)}{19} = 3.8947$

variance

$$\sigma_f^2 = \frac{((3-3.8947)^2 x6) + ((4-3.8947)^2 x9) + ((5-3.8947)^2 x4)}{19}$$

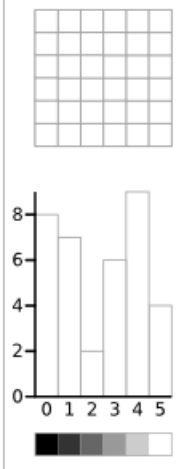
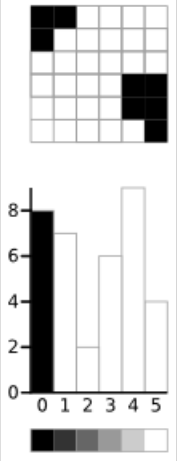
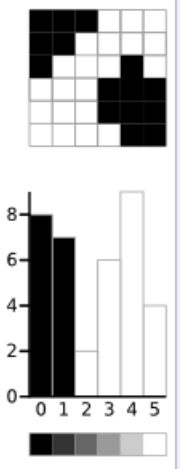
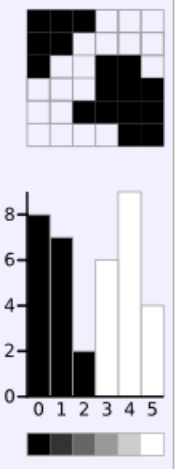
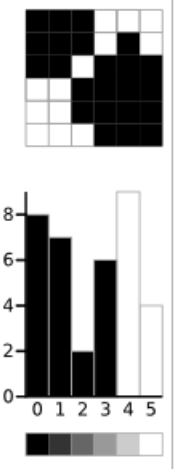
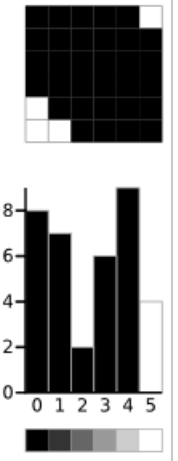
$$= \frac{(4.8033x6) + (0.0997x9) + (4.8864x4)}{19} = \mathbf{0.5152}$$

Selanjutnya nilai within class variance dari 2 variance (background dan foreground) dapat dihitung dengan :

Within class variance:

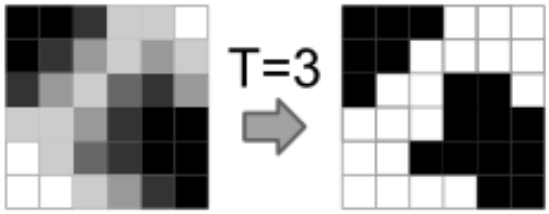
$\sigma_W^2 = \omega_b \sigma_b^2 + \omega_f \sigma_f^2 = 0.4722\ x\ 0.4637 + 0.5278\ x\ 0.5152 = \mathbf{0.4909}$

Perhitungan ini dilakukan untuk setiap nilai threshold yang mungkin (0 <= T <= 5). Nilai Within class variance **terkecil** akan menjadi threshold yang terpilih.

Threshold	T=0	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5
						
Weight, Background	W_b = 0	W_b = 0.222	W_b = 0.4167	W_b = 0.4722	W_b = 0.6389	W_b = 0.8889
Mean, Background	M_b = 0	M_b = 0	M_b = 0.4667	M_b = 0.6471	M_b = 1.2609	M_b = 2.0313
Variance, Background	σ^2_b = 0	σ^2_b = 0	σ^2_b = 0.2489	σ^2_b = 0.4637	σ^2_b = 1.4102	σ^2_b = 2.5303
Weight, Foreground	W_f = 1	W_f = 0.7778	W_f = 0.5833	W_f = 0.5278	W_f = 0.3611	W_f = 0.1111
Mean, Foreground	M_f = 2.3611	M_f = 3.0357	M_f = 3.7143	M_f = 3.8947	M_f = 4.3077	M_f = 5.000
Variance, Foreground	σ^2_f = 3.1196	σ^2_f = 1.9639	σ^2_f = 0.7755	σ^2_f = 0.5152	σ^2_f = 0.2130	σ^2_f = 0
Within Class Variance	σ^2_W = 3.1196	σ^2_W = 1.5268	σ^2_W = 0.5561	σ^2_W = **0.4909**	σ^2_W = 0.9779	σ^2_W = 2.2491

Gambar 14. Perhitungan Within Class Variance untuk seluruh nilai T yang mungkin

Gambar berikut menunjukkan hasil citra yang dithreshold dengan Otsu (T=3)



Gambar 15. Citra Threshold hasil Otsu's dengan nilai T=3

Penentuan nilai threshold yang terpilih juga bisa dilakukan menggunakan perhitungan Between class variance, dimana nilai Between class variance **terbesar** adalah threshold yang terpilih.

Between class variance:

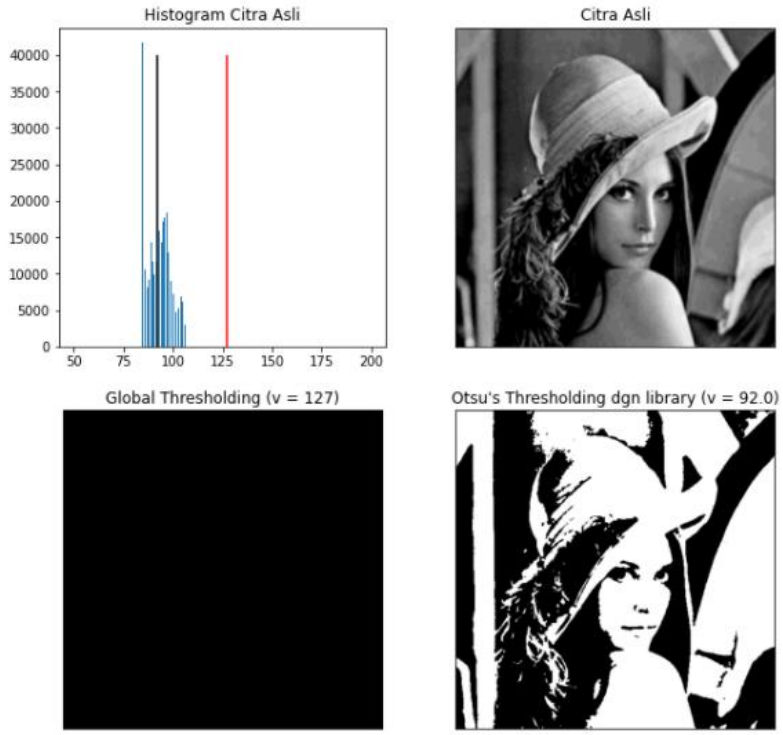
$$\sigma_B^2 = \sigma^2 - \sigma_W^2$$
$$= \omega_b(\mu_b - \mu)^2 + \omega_f(\mu_f - \mu)^2 \qquad (dimana\ \mu = \omega_b\mu_b + \omega_f\mu_f)$$
$$= \omega_b\omega_f(\mu_b - \mu_f)^2$$

Threshold	T=0	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5
Within Class Variance	σ^2_W = 3.1196	σ^2_W = 1.5268	σ^2_W = 0.5561	**σ^2_W = 0.4909**	σ^2_W = 0.9779	σ^2_W = 2.2491
Between Class Variance	σ^2_B = 0	σ^2_B = 1.5928	σ^2_B = 2.5635	**σ^2_B = 2.6287**	σ^2_B = 2.1417	σ^2_B = 0.8705

Otsu's telah disediakan pula dalam library OpenCV (cv.THRESH_OTSU) yang biasanya dikombinasikan dengan binary threshold(cv.THRESH_BINARY). Library ini dipanggil dengan object cv.threshold. Berikut adalah code contoh penggunaan Otsu's dengan library OpenCV.

```
# Dengan Library
filename = ('/content/drive/MyDrive/Polinema/Kuliah/PCVK/Images/lena_gs_
lc2.jpg')
img = cv.imread(filename,0)
blur = cv.GaussianBlur(img,(5,5),0)
thresh = 127

ret,th1 = cv.threshold(blur,thresh,255,cv.THRESH_BINARY)
ret2,th2 = cv.threshold(blur,0,255,cv.THRESH_BINARY+cv.THRESH_OTSU)

x = ("Otsu's Thresholding dgn library (v = ")+str(ret2)+")"
titles = ['Citra Asli', 'Global Thresholding (v = 127)', x]
citra3 = [blur, th1, th2]

plt.figure(figsize = (10,10))
plt.subplot(2,2,1),plt.hist(blur.ravel(),256,[50,200])
plt.vlines(ret,0,40000,colors='red')      #garis vertikal merah menunjuka
n threshold global 127
plt.vlines(ret2,0,40000,colors='black')   #garis vertikal hitam menunjukk
an threshold 92 hasil otsu's
plt.title('Histogram Citra Asli')
for i in range(len(citra3)):
    plt.subplot(2,2,i+2),plt.imshow(citra3[i],'gray')
    plt.title(titles[i])
    plt.xticks([]),plt.yticks([])
plt.show()
```

Gambar berikut menunjukkan hasil dari code diatas. Garis vertikal merah pada histogram menunjukkan nilai threshold 127. Dari gambar tersebut terlihat bahwa warna disebelah kiri garis merah akan diubah semua ke warna hitam, sehingga hasil thresholdnya akan menjadi warna hitam semua. Berbeda dengan hasil dari otsu's yang masih dapat memisahkan dua class background dan foreground. Garis vertikal hitam menunjukkan nilai threshold yang dihasilkan oleh otsu's. terlihat bahwa garis tersebut masih bisa membagi histogram menjadi dua bagian yaitu background dan foreground.

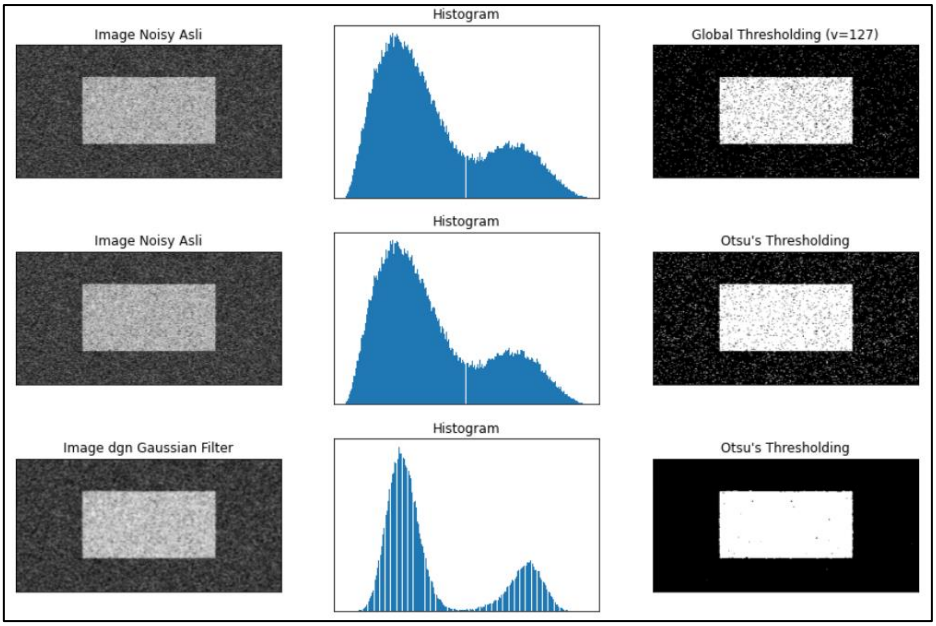


Gambar 16. Citra hasil threshold menggunakan binary threshold dan Otsu’s

Code berikut akan menampilkan hasil dari threshold Otsu's tanpa Gaussian Filter dan dengan menggunakan Gaussian Filter.

```
filename = ('/content/drive/MyDrive/Polinema/Kuliah/PCVK/Images/noisy2.png')
img = cv.imread(filename,0)

#Global Thresholding
ret1,th1 = cv.threshold(img,127,255,cv.THRESH_BINARY)
# Otsu's thresholding
ret2,th2 = cv.threshold(img,0,255,cv.THRESH_BINARY+cv.THRESH_OTSU)
# Otsu's thresholding setelah dilakukan Gaussian filtering
blur = cv.GaussianBlur(img,(5,5),0)
ret3,th3 = cv.threshold(blur,0,255,cv.THRESH_BINARY+cv.THRESH_OTSU)
#plotting semua image
images = [img, 0, th1,
          img, 0, th2,
          blur, 0, th3]
titles = ['Image Noisy Asli','Histogram','Global Thresholding (v=127)',
          'Image Noisy Asli','Histogram',"Otsu's Thresholding",
          'Image dgn Gaussian Filter','Histogram',"Otsu's Thresholding"]
plt.figure(figsize = (15,10))
for i in range(3):
    plt.subplot(3,3,i*3+1),plt.imshow(images[i*3],'gray')
    plt.title(titles[i*3]), plt.xticks([]), plt.yticks([])
    plt.subplot(3,3,i*3+2),plt.hist(images[i*3].ravel(),256)
    plt.title(titles[i*3+1]), plt.xticks([]), plt.yticks([])
    plt.subplot(3,3,i*3+3),plt.imshow(images[i*3+2],'gray')
    plt.title(titles[i*3+2]), plt.xticks([]), plt.yticks([])
plt.show()
```

Gambar berikut menunjukkan hasil dari code diatas. Dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan filtering terlebih dahulu terhadap citra masukan, hasil threshold Otsu's dapat lebih baik.



Gambar 17. Citra Otsu's tanpa preprocess dan dengan preprocess Gaussian Filter

C.5 Sementasi Citra menggunakan K-Means

K-Means merupakan metode Clustering yang biasa digunakan untuk melakukan segmentasi citra dengan penentuan jumlah cluster sesuai dengan yang kita harapkan. Berikut merupakan link penjelasan K-Means secara umum:

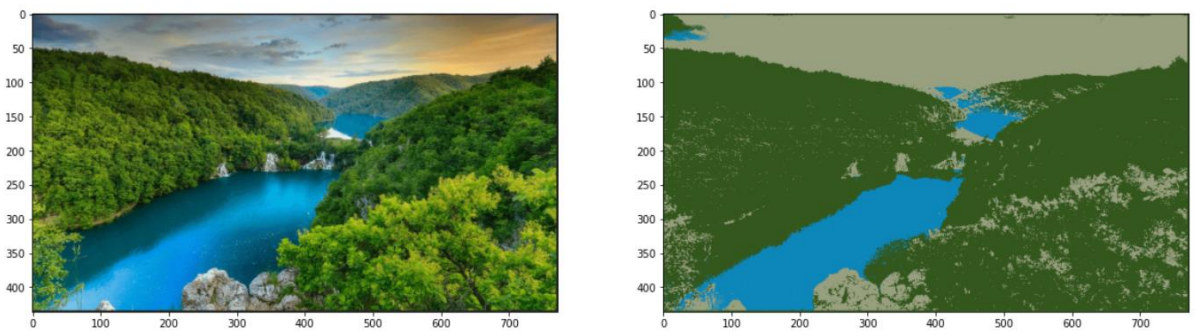
- https://youtu.be/_aWzGGNrcic
- https://stanford.edu/class/engr108/visualizations/kmeans/kmeans.html

Berikut adalah code untuk penggunaan K-Means pada segmentasi citra.

```
#KMeans Image Segmentation
filename = ('/content/drive/MyDrive/Polinema/Kuliah/PCVK/Images/jungle.png'
)
img = cv.imread(filename)
img = cv.cvtColor(img,cv.COLOR_BGR2RGB)
'''
kita akan menggunakan fungsi cv.kmeans() yang meminta array 2D sebagai masu
kan, sedangkan image aslinya adalah array 3D
selanjutnya kita perlu melakukan flattening array image masukan
'''
#reshape array ke bentuk 2D
pixel_values = img.reshape((-1, 3))
# convert to float
pixel_values = np.float32(pixel_values)
```

```
'''
syarat berhenti iterasi dr KMeans adalah jika centroid sudah tidak terlalu
banyak pergeseran posisi antara interasi sekarang
dengan iterasi sebelumnya (konvergen). Karena jumlah data yang besar, maka
kita akan hentikan iterasi saat jumlah iterasi = 100
atau epsilon(selisih antara posisi centroid skrg dgn posisi centroid di ite
rasi sebelumnya) < 0.2
'''
criteria = (cv.TERM_CRITERIA_EPS + cv.TERM_CRITERIA_MAX_ITER, 100, 0.2)
'''
jika diperhatikan pada image asli, terdapat 3 warna utama (hijau, biru, dan
 putih/orange). untuk percobaan ini kita akan gunakan
3 cluster untuk image ini
'''
k = 3
_, labels, (centers) = cv.kmeans(pixel_values, k, None, criteria, 10, cv.KM
EANS_RANDOM_CENTERS)
#konversi titik centroid kedalam integer
centers = np.uint8(centers)
#flattening label array
labels = labels.flatten()
#konversi warna pixel asli kewarna dari tiap centroidnya
segmented_image = centers[labels.flatten()]
# reshape ke bentuk image asli
segmented_image = segmented_image.reshape(img.shape)
plt.figure(figsize = (20,20))
plt.subplot(1,2,1),plt.imshow(img)
plt.subplot(1,2,2),plt.imshow(segmented_image)
```

Berikut adalah hasil dari code diatas

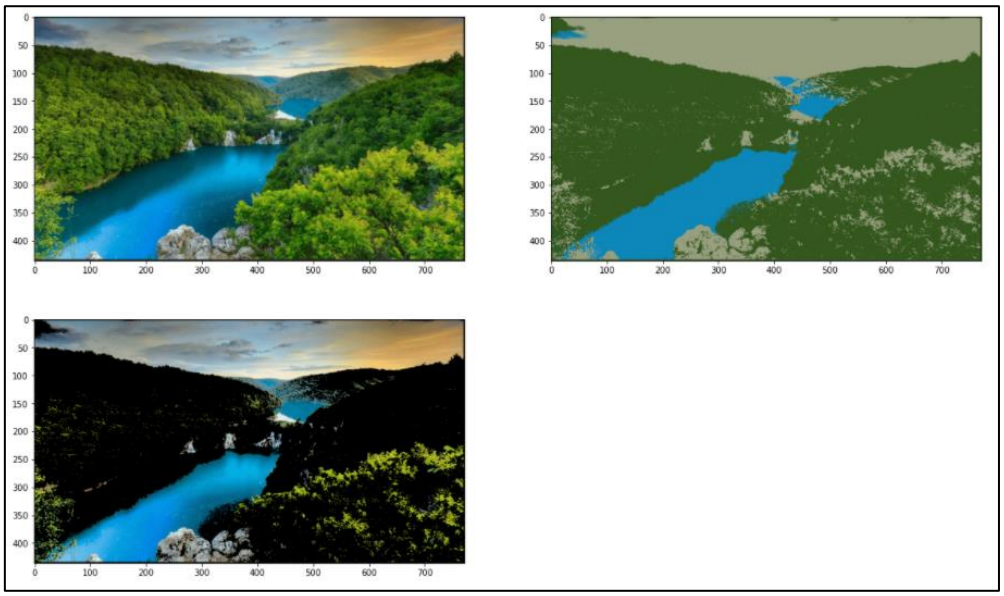


Gambar 18. Hasil segmentasi citra menggunakan K-Means Clustering

Code berikut merupakan lanjutan dari code diatas yang digunakan untuk mengubah warna pada cluster tertentu.

```
# ubah pixel di cluster 2 menjadi hitam
masked_image = np.copy(img)
# konvert ke bentuk vektor
masked_image = masked_image.reshape((-1, 3))
# cluster yang diubah
cluster = 2
masked_image[labels == cluster] = [0, 0, 0]
# konvert ke bentuk asli
masked_image = masked_image.reshape(img.shape)

plt.figure(figsize = (20,12))
plt.subplot(2,2,1),plt.imshow(img)
plt.subplot(2,2,2),plt.imshow(segmented_image)
plt.subplot(2,2,3),plt.imshow(masked_image)
```

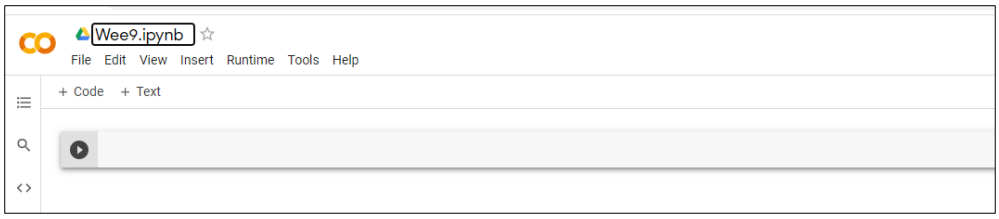
Berikut adalah gambar hasil dari code diatas.



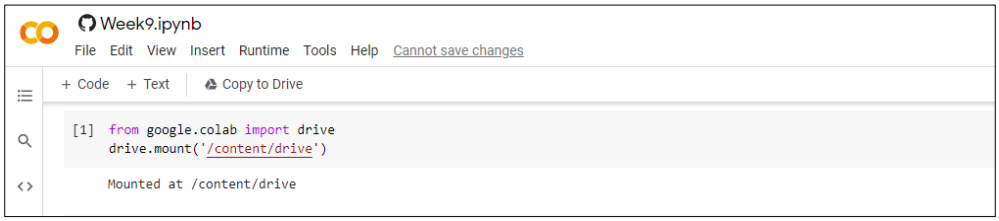
Gambar 19. Hasil dari perubahan nilai warna pada cluster tertentu

D. TUGAS PRAKTIKUM

1. Buka https://colab.research.google.com/. Setelah dipastikan bahwa google Colab terhubung dengan Github Anda, lanjutkan dengan memilih repository yang telah digunakan pada praktikum minggu lalu, rename file menjadi “Week10.ipynb”.



Kemudian import folder yang ada di Drive Anda dengan cara sebagai berikut.



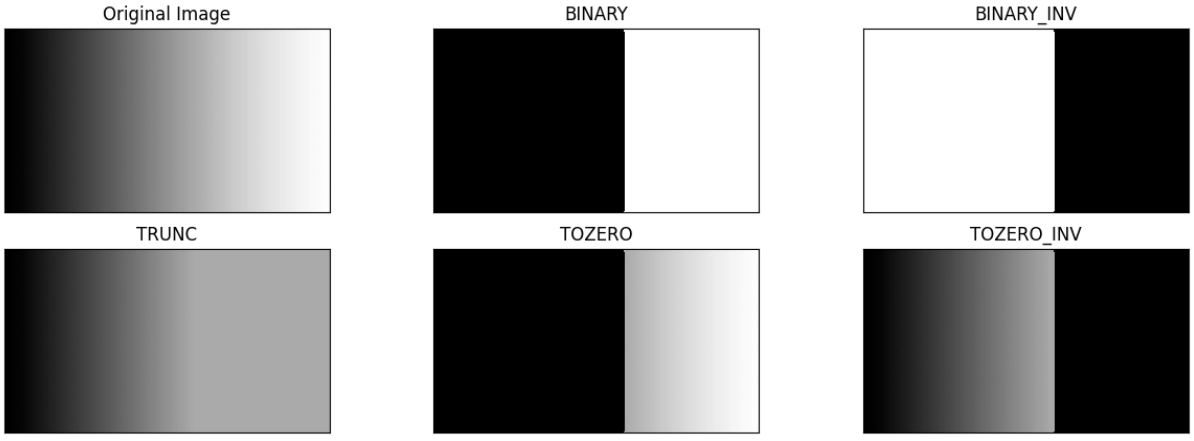
2. Import beberapa library berikut yang akan digunakan selama uji coba praktikum minggu ke-6 berikut.

```
import cv2
import numpy as np
import pytesseract
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
from PIL import Image
```

3. Buat Global Threshold (BINARY, BINARY_INV, TRUNC, TOZERO, TOZERO_INV), dengan threshold= 170, secara manual sesuai dengan deskripsi dari grafik yang ditunjukkan di atas.

```
filename = ('/content/drive/MyDrive/PCVK/Images/gradient.jpg')
img = cv.imread(filename)
thresh1 = cv.imread(filename)
thresh2 = cv.imread(filename)
thresh3 = cv.imread(filename)
thresh4 = cv.imread(filename)
thresh5 = cv.imread(filename)
thresh = 170      #nilai Threshold yang ditentukan

#1. thresh1 jika pixel di img>127, maka thresh1 bernilai
1(putih) selain itu bernilai 0(hitam)
thresh1[img>thresh] =
255                                    #tanpa library
thresh1[img<=thresh] = 0

#2. thresh2 adalah binary threshold inverse
thresh2 = 255 -
thresh1                                          #tanpa library
```

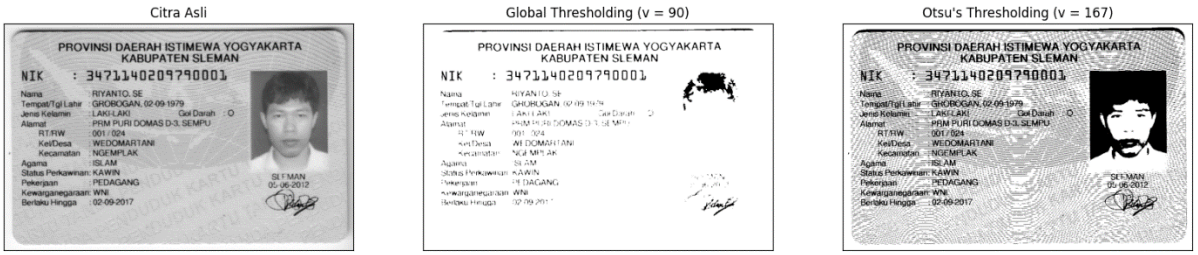
```
#3. Threshold Truncate
thresh3[img>thresh] =
thresh                                          #tanpa library

#4. Threshold Tozero
thresh4[img<=thresh] =
0                                              #tanpa library

#5. Threshold Tozero Inverse
thresh5[img>thresh] =
0                                               #tanpa library

titles = ['Original Image','BINARY','BINARY_INV','TRUNC',
'TOZERO', 'TOZERO_INV']
images = [img, thresh1, thresh2, thresh3, thresh4, thresh5]

plt.figure(figsize = (15,5))
for i in range(len(images)):
  plt.subplot(2,3,i+1),plt.imshow(images[i],'gray',
interpolation='nearest')
  plt.title(titles[i])
  plt.xticks([]),plt.yticks([])
plt.show()
```



4. Buat Otsu Thresholding tanpa menggunakan Library. Tampilkan juga nilai threshold saat anda gunakan Otsu's, seperti terlihat pada gambar hasil berikut. (gunakan image **ktp Riyanto.jpg** agar terlihat beda antara hasil otsu's dengan global threshold biasa)

```
filename = ('/content/drive/MyDrive/PCVK/Images/ktp
Riyanto.jpg')
img = cv.imread(filename,0)
blur = cv.GaussianBlur(img,(5,5),0)
   def otsu(gray):
   pixel_number = gray.shape[0] * gray.shape[1]
```

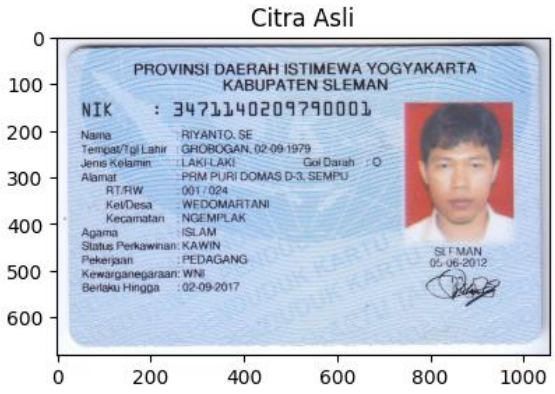
```
    mean_weight = 1.0/pixel_number
    his, bins = np.histogram(gray, np.arange(0,257))
    final_thresh = -1
    final_value = -1
    intensity_arr = np.arange(256)
    for t in bins[1:-1]: # This goes from 1 to 254 uint8
range (Pretty sure wont be those values)
        pcb = np.sum(his[:t])
        pcf = np.sum(his[t:])
        Wb = pcb * mean_weight
        Wf = pcf * mean_weight
        mub = np.sum(intensity_arr[:t]*his[:t]) / float(pcb)
        muf = np.sum(intensity_arr[t:]*his[t:]) / float(pcf)
        #print mub, muf
        value = Wb * Wf * (mub - muf) ** 2
        if value > final_value:
            final_thresh = t
            final_value = value
    final_img = gray.copy()
    print(final_thresh)
    final_img[gray > final_thresh] = 255
    final_img[gray < final_thresh] = 0
    return final_img, final_thresh
otsu_biner, otsu_thresh = otsu(img)
x = ("Otsu's Thresholding (v = ")+str(otsu_thresh)+")"
ret,th1 = cv.threshold(blur,90,255,cv.THRESH_BINARY)
#ret,th2 = cv.threshold(blur,thresh,255,cv.THRESH_BINARY)
titles = ['Citra Asli', 'Global Thresholding (v = 90)', x]
citra3 = [blur, th1, otsu_biner]
plt.figure(figsize = (20,15))
for i in range(len(citra3)):
    plt.subplot(1,3,i+1),plt.imshow(citra3[i],'gray')
    plt.title(titles[i])
    plt.xticks([]),plt.yticks([])
plt.show()
```

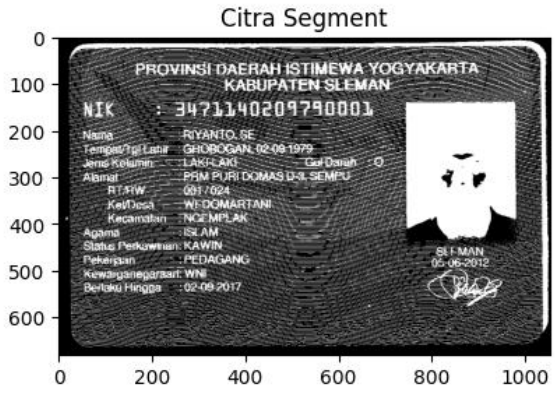


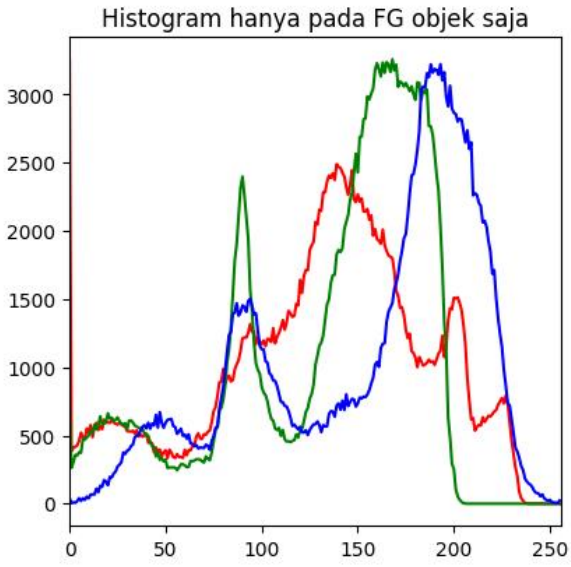
5. Buat histogram dari citra tersegmentasi, Histogram hanya pada foreground image saja. Gunakan image **ktp Riyanto.jpg** yang sudah disediakan di folder images.
   Petunjuk:
   a. anda dapat gunakan cv.calcHist untuk menampilkan histogram.

b. Buka link berikut https://opencv-tutorial.readthedocs.io/en/latest/histogram/histogram.html
c. Dari link tersebut perhatikan bahwa cv.calcHist memiliki salah satu parameter yaitu mask. Jika diset **None**, maka keseluruhan image akan dihitung histogramnya. Jika kita tentukan mask, maka hanya bagian image yang dimasking **warna putih** yang akan dihitung histogramnya (dari contoh dibawah dinamakan dengan **Citra Segment**).

```
    filename = (' /content/drive/MyDrive/PCVK/Images/ktp Riyanto.jpg
    ')
img = cv.imread(filename)
img = cv.cvtColor(img,cv.COLOR_BGR2RGB)
img_gray = cv.cvtColor(img,cv.COLOR_BGR2GRAY)

ret3,mask = cv.threshold(img_gray,200,255,cv.THRESH_BINARY_INV)

plt.figure(figsize = (10,10))
plt.subplot(2,2,1),plt.imshow(img)
plt.title('Citra Asli')
plt.subplot(2,2,2),plt.imshow(mask, 'gray')
plt.title('Citra Segment')
color = ('r','g','b')
for i,col in enumerate(color):
    hist0 = cv.calcHist([img],[i],None,[256],[0,256])
    plt.subplot(2,2,3),plt.plot(hist0,color = col)
    plt.title('Histogram dari keseluruhan citra')
    hist1 = cv.calcHist([img],[i],mask,[256],[0,256])
    plt.subplot(2,2,4),plt.plot(hist1,color = col)
    plt.title('Histogram hanya pada FG objek saja')
    plt.xlim([0,256])
plt.show()
```





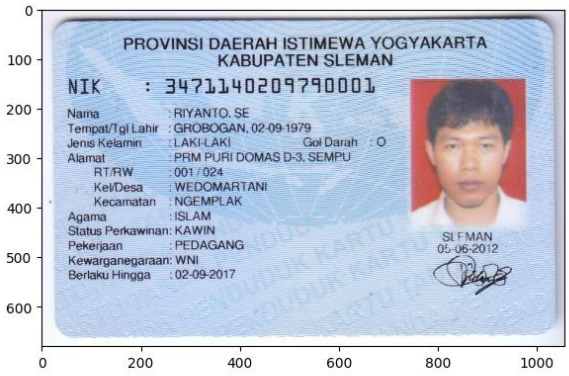


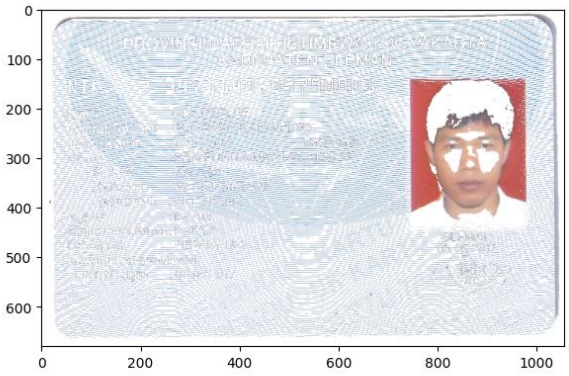
6. Lakukan segmentasi warna pada image " **ktp Riyanto.jpg** ", munculkan hanya warna yang biru saja. (Petunjuk: anda dapat gunakan K-Means untuk menampilkan hanya warna tertentu saja)

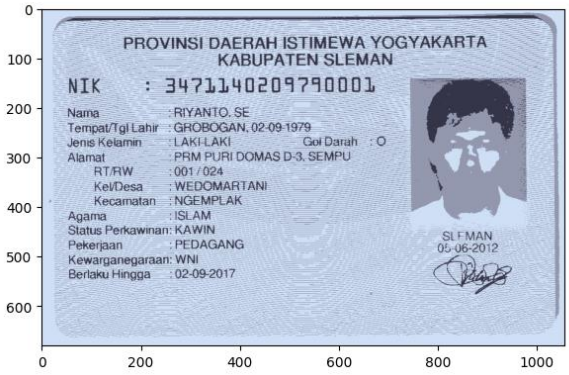
```
    Filename      =      ('/content/drive/MyDrive/PCVK/Images/ktp
Riyanto.jpg ')
```

```
      img = cv.imread(filename)
      img = cv.cvtColor(img,cv.COLOR_BGR2RGB)
      '''
      kita akan menggunakan fungsi cv.kmeans() yang meminta
      array 2D sebagai masukan, sedangkan image aslinya adalah
      array 3D
      selanjutnya kita perlu melakukan flattening array image
      masukan
      '''
      #reshape array ke bentuk 2D
      pixel_values = img.reshape((-1, 3))
      # convert to float
      pixel_values = np.float32(pixel_values)
```

```
'''
syarat berhenti iterasi dr KMeans adalah jika centroid
sudah tidak terlalu banyak pergeseran posisi antara
interasi sekarang
dengan iterasi sebelumnya (konvergen). Karena jumlah data
yang besar, maka kita akan hentikan iterasi saat jumlah
iterasi = 100
atau epsilon(selisih antara posisi centroid skrg dgn
posisi centroid di iterasi sebelumnya) < 0.2
'''
criteria = (cv.TERM_CRITERIA_EPS +
cv.TERM_CRITERIA_MAX_ITER, 150, 0.1)
'''
jika diperhatikan pada image asli, terdapat 3 warna utama
(hijau, biru, dan putih/orange). untuk percobaan ini kita
akan gunakan
3 cluster untuk image ini
'''
k = 3
_, labels, (centers) = cv.kmeans(pixel_values, k, None,
criteria, 10, cv.KMEANS_RANDOM_CENTERS)
#konversi titik centroid kedalam integer
centers = np.uint8(centers)
#flattening label array
labels = labels.flatten()
#konversi warna pixel asli kewarna dari tiap centroidnya
segmented_image = centers[labels.flatten()]
# reshape ke bentuk image asli
segmented_image = segmented_image.reshape(img.shape)
masked_image = np.copy(img)
masked_image0 = masked_image.reshape((-1, 3))
masked_image0[labels != 1] = [255, 255, 255]
masked_image0 = masked_image0.reshape(img.shape)
plt.figure(figsize = (15,12))
plt.subplot(2,2,1),plt.imshow(img)
plt.subplot(2,2,2),plt.imshow(masked_image0)
plt.subplot(2,2,3),plt.imshow(segmented_image)
```







E. Berikut adalah proses konversi gambar KTP menjadi teks yang dapat mengenali tulisan.

1. Install PIP OCR

```
!pip install pytesseract
!sudo apt-get install tesseract-ocr-ind
```

```
[ ] !pip install pytesseract
    !sudo apt-get install tesseract-ocr-ind

    Collecting pytesseract
      Downloading pytesseract-0.3.10-py3-none-any.whl (14 kB)
    Requirement already satisfied: packaging>=21.3 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from pytesseract) (23.2)
    Requirement already satisfied: Pillow>=8.0.0 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from pytesseract) (9.4.0)
    Installing collected packages: pytesseract
    Successfully installed pytesseract-0.3.10
    Reading package lists... Done
    Building dependency tree... Done
    Reading state information... Done
    The following additional packages will be installed:
      tesseract-ocr tesseract-ocr-eng tesseract-ocr-osd
    The following NEW packages will be installed:
      tesseract-ocr tesseract-ocr-eng tesseract-ocr-ind tesseract-ocr-osd
    0 upgraded, 4 newly installed, 0 to remove and 18 not upgraded.
    Need to get 5,353 kB of archives.
    After this operation, 16.8 MB of additional disk space will be used.
    Get:1 http://archive.ubuntu.com/ubuntu jammy/universe amd64 tesseract-ocr-eng all 1:4.00~git30-7274cfa-1.1 [1,591 kB]
    Get:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu jammy/universe amd64 tesseract-ocr-osd all 1:4.00~git30-7274cfa-1.1 [2,990 kB]
    Get:3 http://archive.ubuntu.com/ubuntu jammy/universe amd64 tesseract-ocr amd64 4.1.1-2.1build1 [236 kB]
    Get:4 http://archive.ubuntu.com/ubuntu jammy/universe amd64 tesseract-ocr-ind all 1:4.00~git30-7274cfa-1.1 [537 kB]
    Fetched 5,353 kB in 1s (3,792 kB/s)
    debconf: unable to initialize frontend: Dialog
    debconf: (No usable dialog-like program is installed, so the dialog based frontend cannot be used. at /usr/share/perl5
    debconf: falling back to frontend: Readline
```

✓ Connected to Python 3 Google Compute Engine backend

2. Menambahkan axis kedalam objek figure dengan method add_subplot(). kemudian kita tunjukan objek figure kita dengan method show()

```
def display(img,cmap='gray'):
    fig = plt.figure(figsize=(12,10))
    ax = fig.add_subplot(111)
    ax.imshow(img,cmap='gray')
```

3. Python-tesseract akan mencetak teks yang dikenali dan menyimpannya kedalam file

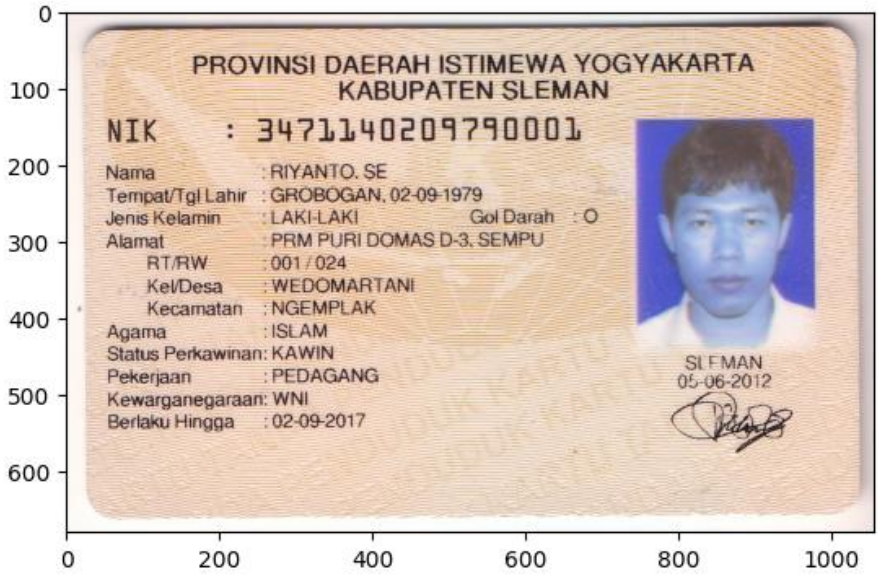
```
from pytesseract import Output
img = cv2.imread('/content/drive/MyDrive/PCVK/Images/ktp
Riyanto.jpg')
d = pytesseract.image_to_data(img, output_type=Output.DICT)
print(d.keys())
```

4. Menambahkan kotak untuk deteksi teksi pada gambar

```
n_boxes = len(text1['text'])
for i in range(n_boxes):
    if int(text1['conf'][i]) > 60:
        (x, y, w, h) = (text1['left'][i], text1['top'][i],
text1['width'][i], text1['height'][i])
        img = cv2.rectangle(img, (x, y), (x + w, y + h), (0,
255, 0), 2)
display(img)
```

5. Hasil pembacaan KTP Menjadi text

```
img = cv2.imread("/content/drive/MyDrive/PCVK/Images/ktp Riyanto.jpg")
plt.imshow(img)
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
th, threshed = cv2.threshold(gray, 127, 255, cv2.THRESH_TRUNC)
text1 = pytesseract.image_to_data(threshed,output_type='data.frame')
text2 = pytesseract.image_to_string(threshed, lang="ind")
print(text2)
text = text1[text1.conf != -1]
lines = text.groupby('block_num')['text'].apply(list)
conf = text.groupby(['block_num'])['conf'].mean()
```




```
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
KABUPATEN SLEMAN


NIK : 34711140209790001

Nama :RIYANTO. SE

Tempat/Tgl Lahir : GROBOGAN. 02-09-1979

Jenis Kelamin : LAKI-LAKI Gol Darah : 0

Alamat PRM PURI DOMAS D-3. SEMPU
RTRW 1001 1024

Kel/Desa : WEDOMARTANI!
Kecamatan : NGEMPLAK

Agama "ISLAM
Status Bean KAWIN SLEMAN
Pekerjaan : PEDAGANG 05-06-2012

Kewarganegaraan: WNI HI –
Berlaku Hingga :02-09-2017 NIA
```

F. Tugasnya adalah mengimplementasikan hasil citra yang telah diproses dengan GLOBAL THRESHOLDING dan hasilnya diproses untuk membaca teks yang terdapat pada KTP.

--- SELAMAT BELAJAR ---