

# *Object Detection by Segmentation* dengan Metode Otsu

Nama : Frederik Baptista Sakspari

NIM : 24/550780/PPA/06957

Referensi yang digunakan dalam mengerjakan tugas ini: Digital Image Processing 4th edition by Rafael C. Gonzales dan Richard E. Woods

## Tujuan

Tujuan dari tugas ini adalah untuk memahami proses deteksi objek sederhana berbasis segmentasi. Metode yang digunakan adalah *Thresholding Otsu* yang diimplementasikan dari awal (*from scratch*) tanpa menggunakan *library* pengolahan citra tingkat tinggi seperti OpenCV. Kinerja metode dievaluasi menggunakan metrik Akurasi dan *Intersection over Union* (IoU) dengan membandingkan hasil segmentasi terhadap citra *ground truth* (mask). Data citra dan *ground-truth* diperoleh dari kaggle. Data citra yang digunakan adalah citra segmentasi sel.

## Metodologi

Proses eksperimen dibagi menjadi beberapa tahapan utama:

1. **Pemuatan Data:** Citra input (citra.png) dan citra *ground truth* (mask.png) dimuat sebagai citra *grayscale*.
2. **Eksplorasi Data:** Histogram intensitas dari citra input dihitung dan divisualisasikan untuk memahami distribusi nilai piksel. Analisis ini penting untuk memvalidasi kelayakan penggunaan Metode Otsu.
3. **Implementasi Metode Otsu:** Algoritma Otsu diimplementasikan dari awal menggunakan Python dan *library* NumPy. Algoritma ini secara otomatis menentukan nilai ambang batas (*threshold*) optimal dengan cara memaksimalkan varian antar-kelas (*between-class variance*) dari histogram citra. Pendekatan ini mungkin sedikit berbeda dengan materi yang diajarkan di kelas CVL. di Kelas CVL penentuan threshold didasarkan pada nilai in-class variance yang terkecil. Dalam saya mencoba menggunakan pendekatan yang sedikit berbeda. Namun tujuannya sebenarnya sama saja, yaitu mengelompokkan pixel yang mirip sebagai satu kelas yang sama.
4. **Segmentasi:** Nilai ambang batas optimal yang ditemukan kemudian diterapkan pada citra input untuk menghasilkan citra biner. Piksel dengan intensitas di atas ambang batas (pixel terang)

diklasifikasikan sebagai *foreground* (objek), dan sisanya (pixel gelap) sebagai *background*.

5. **Evaluasi Kinerja:** Hasil segmentasi dibandingkan dengan *ground truth mask* dengan metrik:

- **Akurasi:** Persentase piksel yang diklasifikasikan dengan benar (TP + TN) dari total piksel.
- **Intersection over Union (IoU):** Rasio antara area irisan dan area gabungan antara *mask* hasil prediksi dan *ground truth*. Metrik ini lebih representatif untuk tugas segmentasi.

## Hasil dan Analisis

### Penentuan Threshold Optimal

Implementasi Metode Otsu berhasil menganalisis semua kemungkinan nilai ambang batas (1-255). Dari plot varian antar-kelas, ditemukan bahwa nilai varian antar kelas mencapai puncaknya pada **threshold = 179**. Nilai ini kemudian ditetapkan sebagai ambang batas optimal untuk proses segmentasi.

### Hasil Segmentasi Visual

Secara visual, citra yang disegmentasi menggunakan ambang batas 179 menunjukkan pemisahan yang sangat baik antara objek dan latar belakang. Walaupun hasil segmentasi yang diperoleh menghasilkan garis (batas antara sel) yang sedikit lebih tebal dibandingkan *ground-truthnya*, namun hasil segmentasi yang diperoleh sangat mirip dengan citra *ground truth*, yang mengindikasikan keberhasilan metode ini untuk dataset yang digunakan.

### Evaluasi Kuantitatif

Performa metode ini divalidasi dengan metrik berikut:

- **Akurasi: 80.4%**
- **Intersection over Union (IoU): 80.4%**

Hasil ini cukup tinggi. Nilai akurasi ~80% menunjukkan bahwa mayoritas piksel diklasifikasikan dengan benar. Lebih penting lagi, nilai IoU yang di atas ~80% menegaskan bahwa bentuk dan posisi objek hasil segmentasi cukup akurat dan presisi jika dibandingkan dengan *ground truth*.

## Kesimpulan

Eksperimen ini berhasil menunjukkan bahwa Metode Otsu yang diimplementasikan dari awal dapat melakukan segmentasi objek dengan cukup baik. Dengan menentukan nilai threshold optimal secara otomatis, metode ini mampu memisahkan objek dari latar belakang dengan akurasi **80.4%** dan IoU

**80.4%.** Keberhasilan ini mengonfirmasi bahwa Metode Otsu adalah teknik yang efektif untuk tugas *thresholding* otomatis dengan kondisi citra yang sesuai.