

## Deteksi Api Menggunakan Pendekatan Probabilitas

Pada assignment ini melakukan proses object detection untuk api. Deteksi menggunakan pendekatan probabilitas. Deteksi menggunakan segmentasi dengan thresholding berbasis probabilitas. Metode ini bertujuan memisahkan piksel api dan latar belakang melalui analisis distribusi nilai warna pada ruang HSV

### Proses

#### 1. Pra-pemrosesan citra

Setiap citra RGB dikonversi ke ruang warna **HSV** untuk memisahkan informasi warna dan intensitas.

#### 2. Perhitungan fitur piksel

Setiap piksel dihitung nilai probabilitasnya menggunakan rumus:

$$P_{fire} = (1 - H_{norm}) \times S_{norm} \times V_{norm}$$

#### 3. Estimasi distribusi probabilitas

- Dua distribusi dibentuk berdasarkan nilai  $P_{fire}$ :
  - **P(x | Fire)** untuk piksel api
  - **P(x | Background)** untuk piksel latar belakang
- Masing-masing distribusi diestimasi menggunakan model **Gaussian**.

#### 4. Penentuan ambang optimal

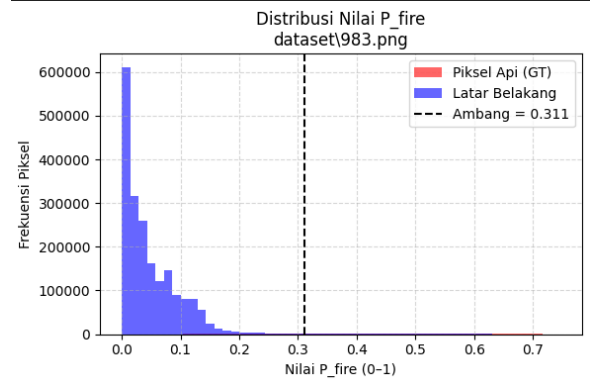
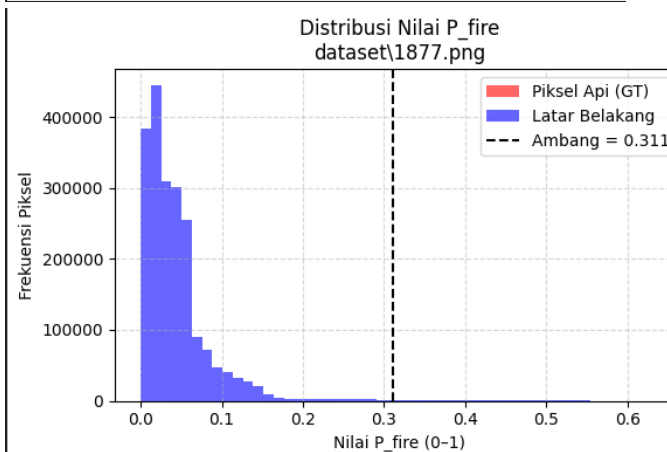
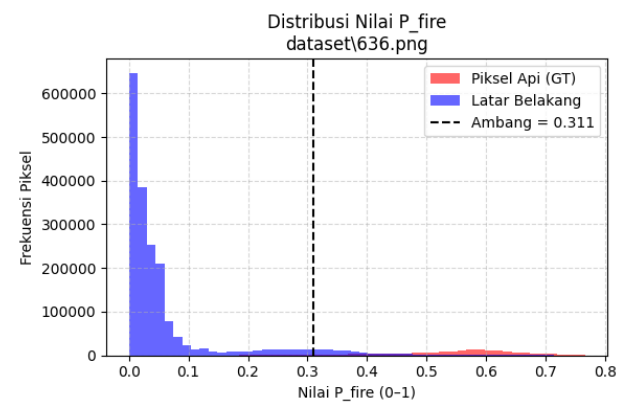
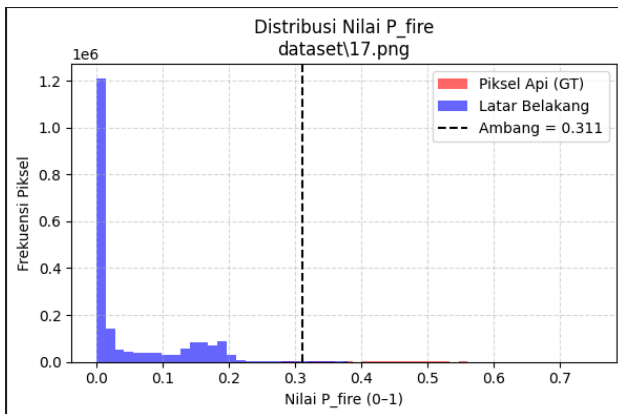
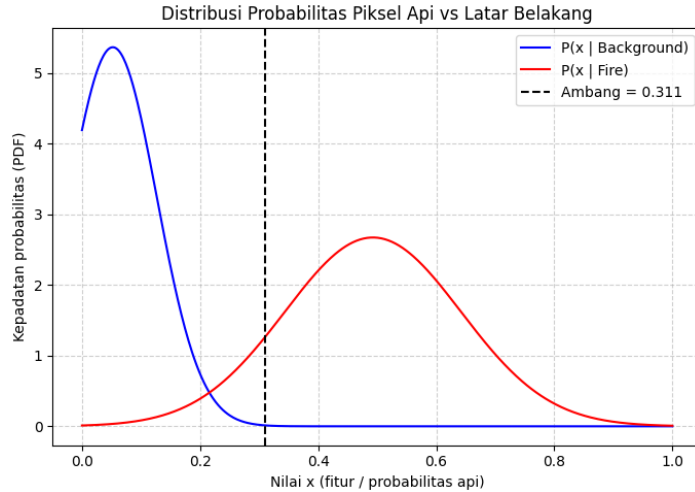
- Ambang ( $x_t$ ) ditentukan pada **titik potong kedua distribusi**, sesuai prinsip *Maximum Likelihood Criterion*.

#### 5. Klasifikasi piksel dan evaluasi

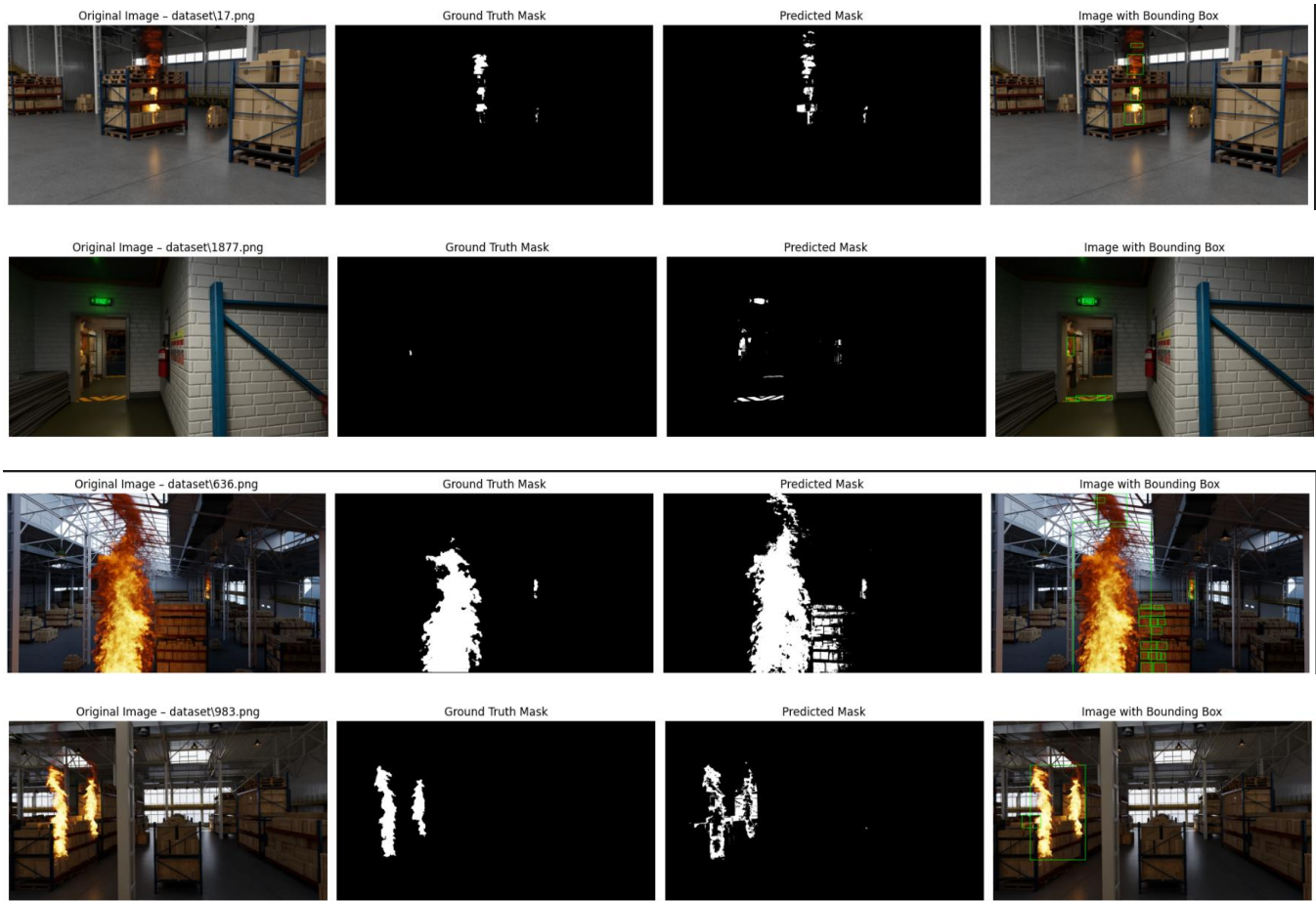
- Piksel dengan  $P_{fire} > Threshold$  sebagai **api**.
- Hasil dibandingkan dengan *ground truth mask* untuk menghitung **IoU** dan **Akurasi**.

### Hasil

- Distribusi Api:  $\mu = 0.4928$ ,  $\sigma = 0.1492$
- Distribusi Latar Belakang:  $\mu = 0.0522$ ,  $\sigma = 0.0743$
- Ambang Optimal: 0.3106



Distribusi nilai piksel menunjukkan pemisahan yang cukup jelas antara latar belakang dan area api. Sebagian besar piksel non-api memiliki nilai  $P_{\text{fire}}$  di bawah 0.1, sementara piksel api muncul di atas ambang 0.31



Citra	IoU	Akurasi
17.png	0.4827	0.9952
1877.png	0.0245	0.9946
636.png	0.5961	0.9457
983.png	0.3645	0.9759
<b>Rata-rata</b>	<b>0.3670</b>	<b>0.9779</b>

Hasil menunjukkan bahwa metode dengan probabilitas ini mampu mencapai akurasi tinggi (97.79%), yang mengindikasikan mayoritas piksel berhasil diklasifikasikan dengan benar. Namun demikian, nilai rata-rata IoU sebesar 0.367 memperlihatkan bahwa tumpang tindih antara area deteksi dan ground truth belum sempurna.

Kinerja tinggi pada akurasi tetapi relatif rendah pada IoU menunjukkan adanya ketidakseimbangan data, di mana area api jauh lebih kecil dibandingkan area latar belakang. Hal

ini menyebabkan prediksi latar belakang yang dominan tetap menghasilkan akurasi tinggi walaupun deteksi area api belum presisi.

Secara visual, metode ini mampu menangkap pola warna khas api (hue rendah, saturasi dan kecerahan tinggi). Meski begitu, perbedaan pencahayaan atau warna oranye dari Cahaya misal nya pada gambar 1877 dari objek sekitar kadang menyebabkan *false positive*.

## Kesimpulan

Pendekatan probabilitas berbasis distribusi warna memberikan hasil yang menjanjikan untuk deteksi api sederhana, terutama ketika citra memiliki pencahayaan yang konsisten. Namun, peningkatan IoU masih diperlukan, misalnya melalui penambahan filter spasial atau kombinasi dengan analisis tekstur untuk mengurangi kesalahan pada citra yang kompleks.