



Pengolahan Citra Digital - KOM

# Deteksi Abnormalitas Tuberkulosis pada Citra X-Ray Dada dengan Skema Ekstraksi Fitur Secara Hierarkis

---

— Kelompok 4 – TEBESE [GitHub: [github.com/cebskie/PCD-project-keren](https://github.com/cebskie/PCD-project-keren)]

- Salmaa Ceiba Abdillah (23/521206/PA/22409)
- Kenji Ratanaputra (24/534421/PA/22664)
- Ivan Zuhri Ramadhani Syahrial (24/540342/PA/22939)
- Farsya Nabila Tori (24/543855/PA/23113)

# Garis Besar



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

## 1. Latar Belakang

Rumusan Masalah, Tujuan,  
Solusi yang Ditawarkan

## 2. Landasan Teori

Modalitas X-Ray, Segmentasi  
ROI Paru, Ekstraksi Fitur

## 3. Metodologi

Overview metodologi dan  
diagram alir (*flowchart*)

## 4. Dataset yang Dipakai

Tuberculosis Chest X-rays  
(Shenzhen)

## 5. Detail: Segmentasi

*Sensitive and Insensitive  
Segmentation*

## 6. Detail: Ekstraksi Fitur

Geometris (*Shape*) dan  
Tekstur (FOSF + GLCM)

## 7. Visualisasi Hasil

Hasil *preprocessing*,  
segmentasi, dan klasifikasi

## 8. Analisis Hasil

Perbandingan Metode,  
Validasi, dan Metrik

## 9. Review dan Kesimpulan

Kelebihan, Kekurangan,  
Saran, dan Komentar

# 1. Latar Belakang

- **Masalah Kesehatan:** TBC masih menjadi penyebab kematian utama penyakit menular global (WHO).
- **Tantangan Medis:** Keterbatasan radiolog membuat diagnosa manual menjadi lambat, subjektif, dan berisiko salah.
- **Solusi Teknis:** Penerapan *Computer Aided Diagnosis* (CAD) untuk bantu diagnosa akurat.
- **Tujuan Proyek:** Implementasi **Ekstraksi Fitur Hierarkis** untuk mendeteksi TBC melalui abnormalitas bentuk dan tekstur paru.



Normal Chest X-Ray (CXR)



CXR dengan Konsolidasi TBC pada Paru Kanan

# 2. Landasan Teori

## 1. Modalitas X-Ray & ROI

- X-Ray (CXR): Standar *screening* yang cepat dan terjangkau.
- Segmentasi ROI: Mengisolasi area paru dari tulang/jantung untuk mengatasi kontras rendah dan memfokuskan analisis.

**2. Ekstraksi Fitur:** Kombinasi fitur Bentuk (*Shape*), Statistik (FOSF), dan Tekstur (GLCM).

## 3. Algoritma Klasifikasi

- SVM (Utama): Mencari *hyperplane* dengan *margin* maksimal (Akurasi tinggi).
- Naive Bayes (Baseline): Metode probabilistik yang efisien secara komputasi (Pembanding).

$$y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1, \forall i$$

Keterangan:

$x_i$  = vektor fitur data ke-*i*

$y_i \in \{-1, +1\}$  = label kelas

$w$  = vektor bobot *hyperplane*

$b$  = bias

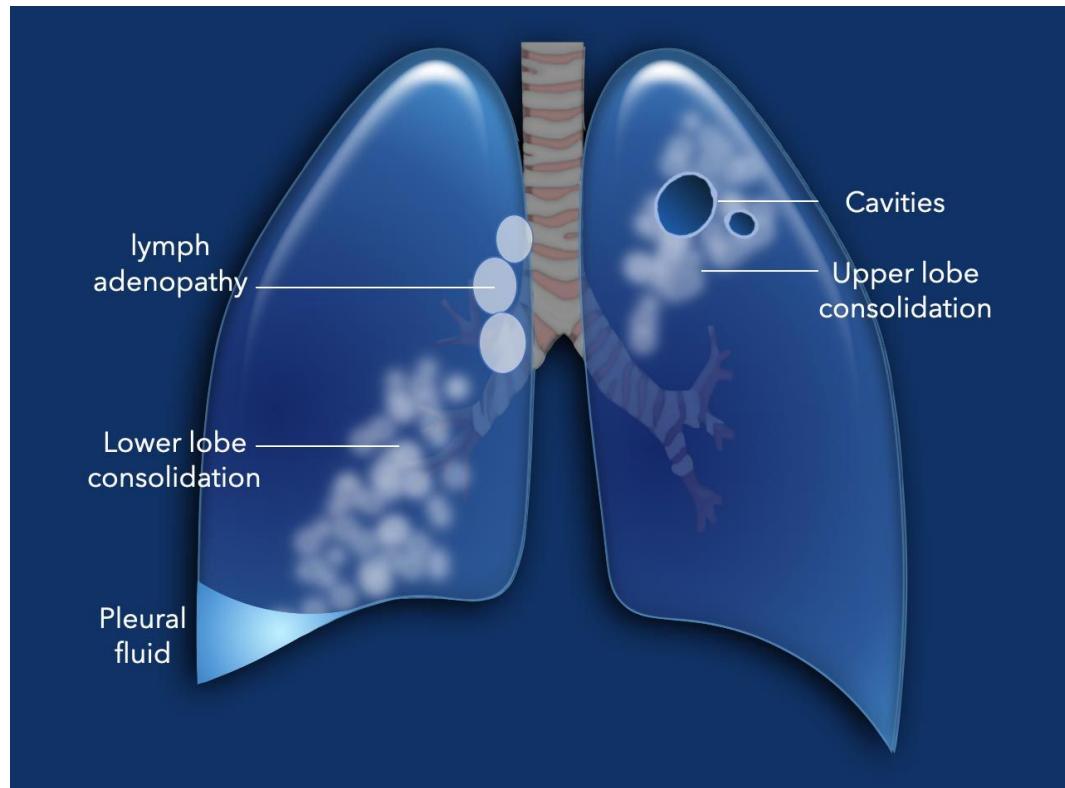
SVM Classification Constraint

$$P(\text{Kelas}|\text{Fitur}) = \frac{P(\text{Fitur}|\text{Kelas}) \cdot P(\text{Kelas})}{P(\text{Fitur})}$$

Formula Teorema Bayes

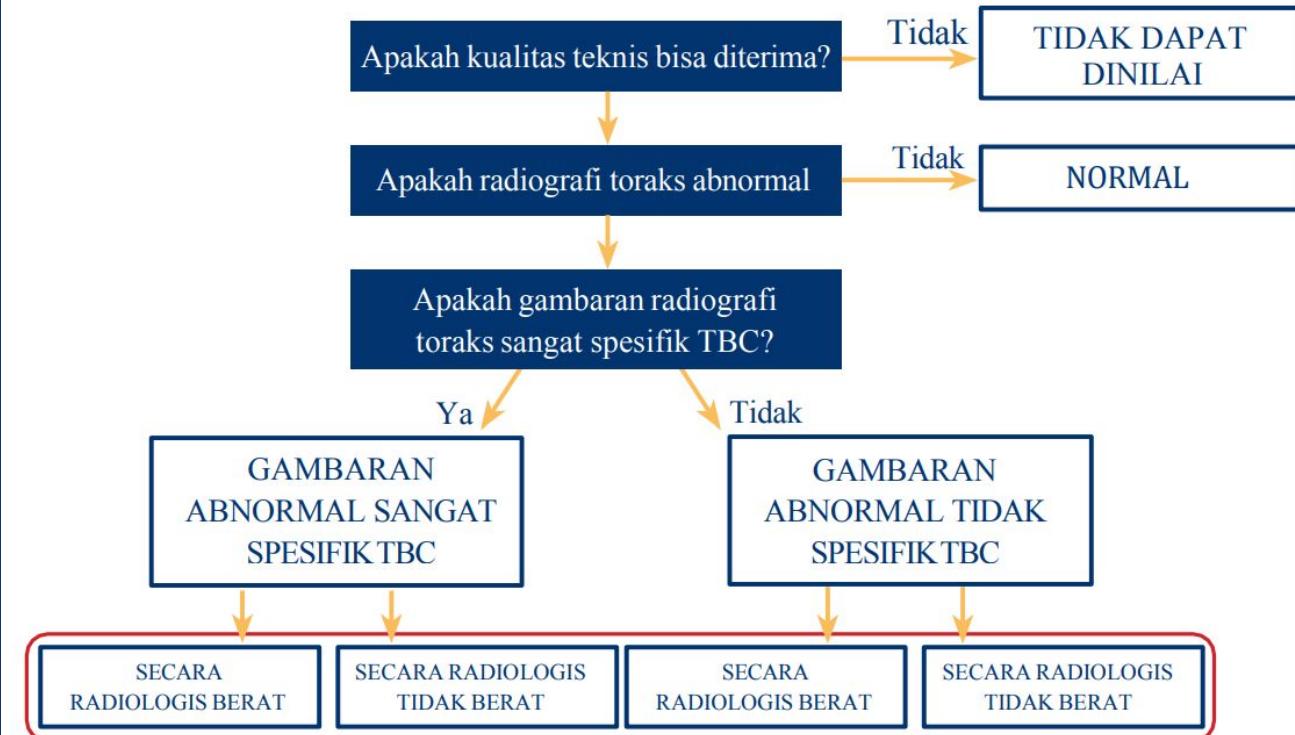
# Bagaimana Cara Mengidentifikasi TBC dari Citra X-Ray?

Indikator TB

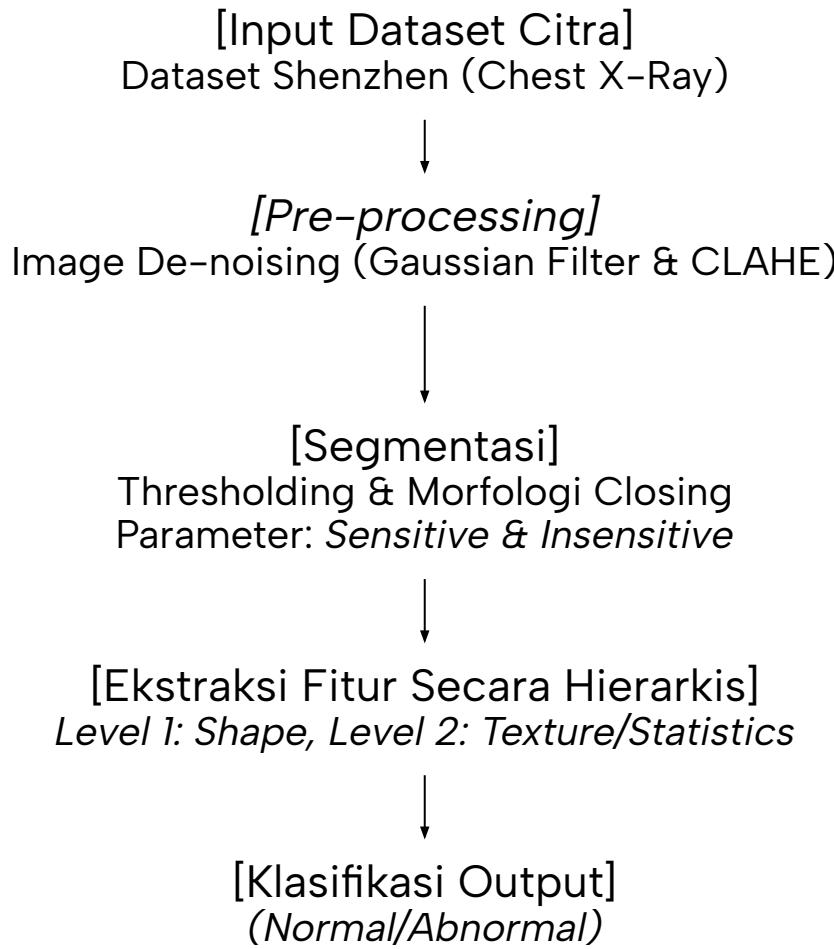


sumber:  
<https://radiologyassistant.nl/chest/tb/tuberculosis>

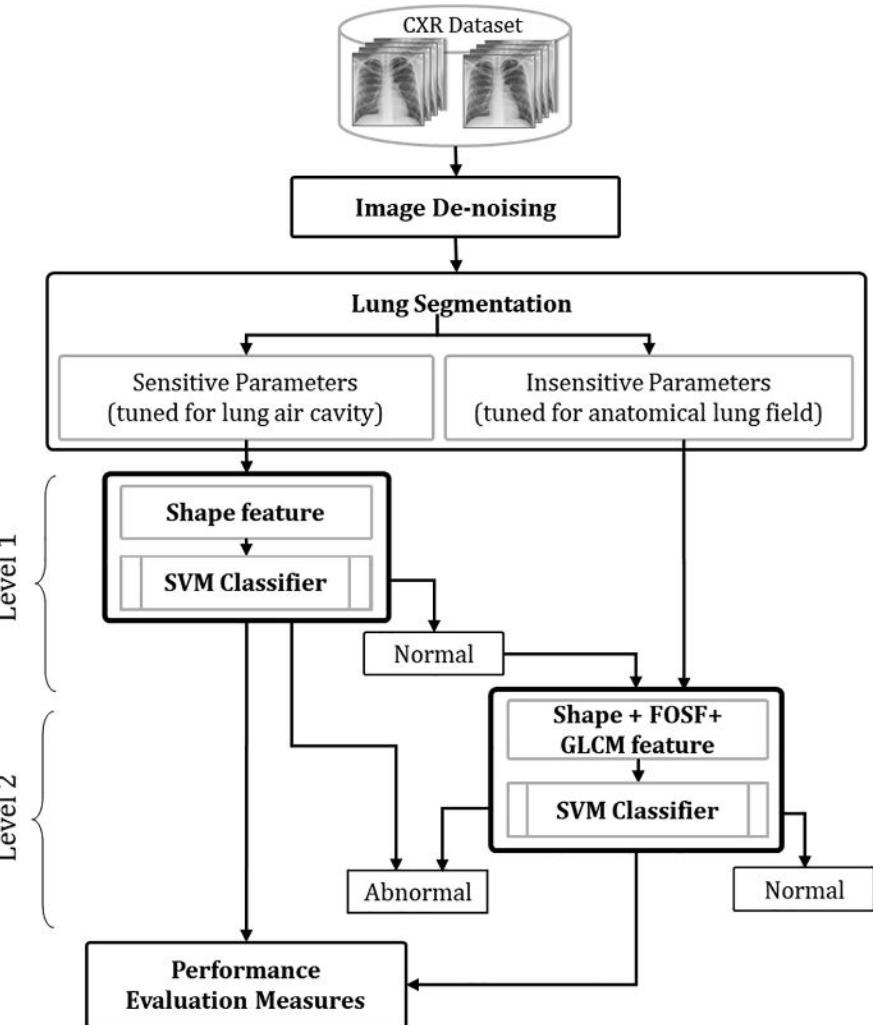
Gambaran Radiolog Mengidentifikasi TBC



# 3. Overview Metodologi Klasifikasi Hierarkis



Flowchart Sistem yang Diterapkan

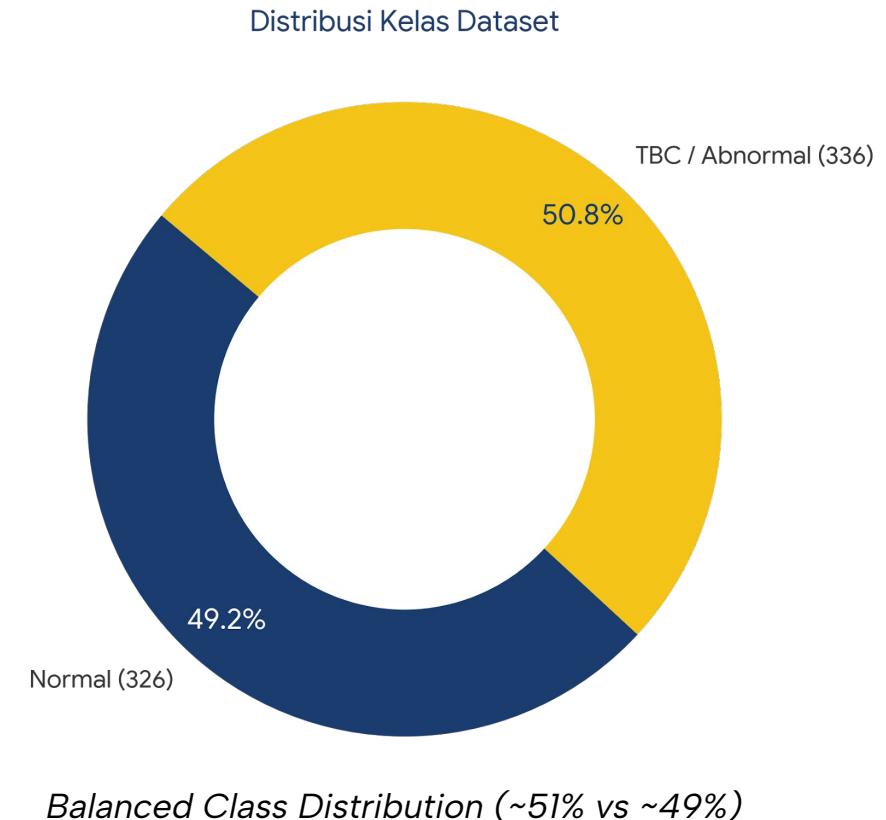


Flowchart Sistem Acuan

## 4. Dataset yang Digunakan

- **Dataset:** Tuberculosis Chest X-Rays (Shenzhen) [Kaggle]  
<https://www.kaggle.com/datasets/raddar/tuberculosis-chest-xrays-shenzen>
- **Jumlah:** 662 Citra (336 TBC vs. 326 normal)
- **Format:** Chest X-Ray (CXR) grayscale [PNG]
- **Resolusi:** Bervariasi
- **Data Split:**
  - 80% Training
  - 20% Testing

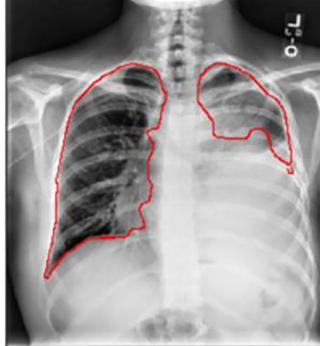
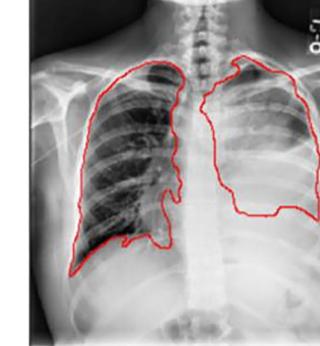
→ Dataset publik standar untuk *benchmarking* studi komparasi



# 5. Detail: Segmentasi

**ROI Based:** Segmentasi antara area paru (*foreground*) dari tulang dan latar belakang (*background*)

- Menggunakan dua parameter *threshold* berbeda, yakni

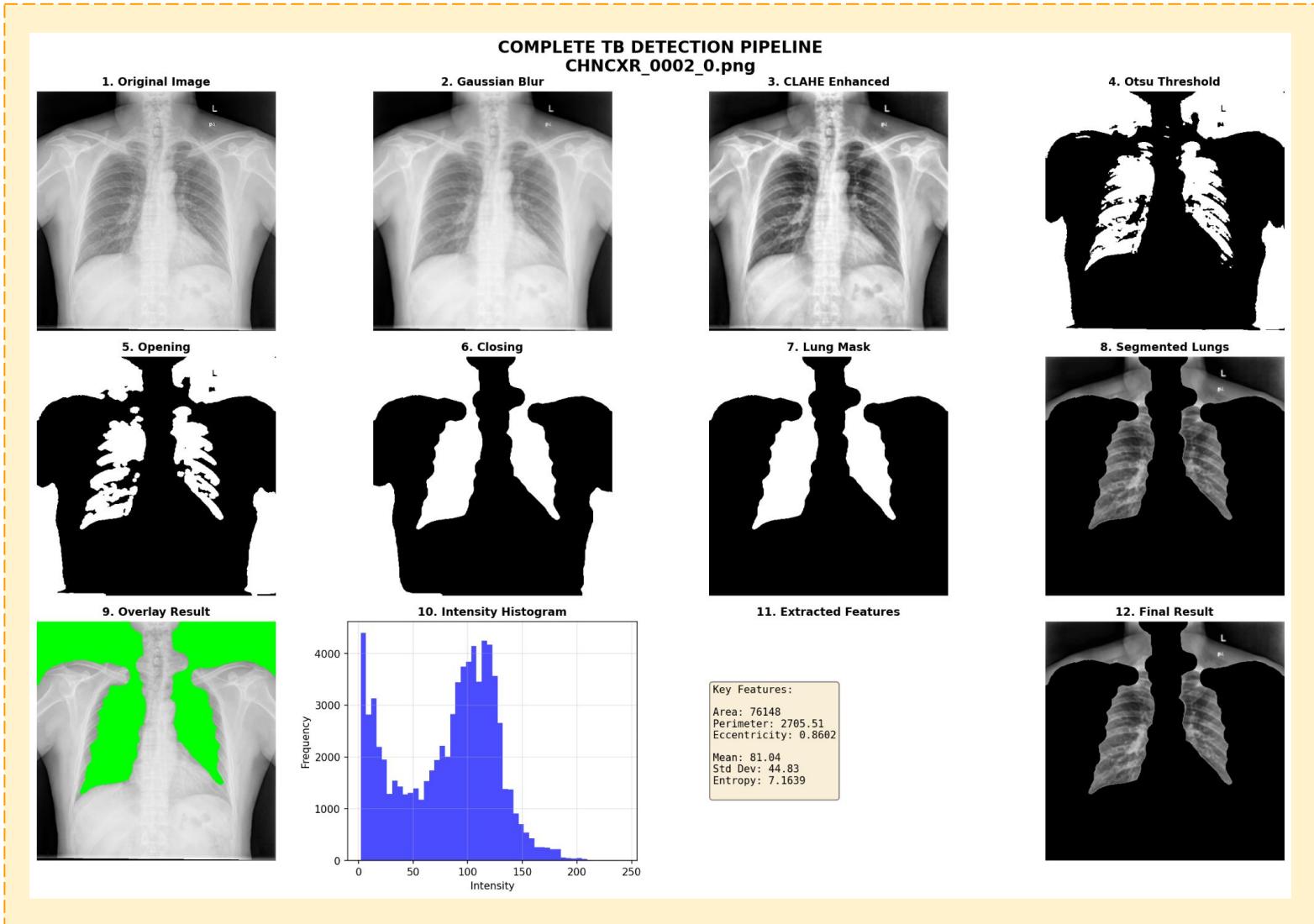
Aspek	<i>Sensitive Segmentation</i>	<i>Insensitive Segmentation</i>
<b>Konfigurasi</b>	<i>Threshold</i> tinggi & Registrasi elastis (iterasi tinggi)	<i>Threshold</i> rendah & Registrasi kaku (iterasi rendah)
<b>Hasil Masker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketat.</li> <li>Ambil area rongga udara (<i>air-cavity</i>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inklusif.</li> <li>Ambil seluruh area paru, termasuk yang terdeteksi TBC</li> </ul> 
<b>Tujuan</b>	Deteksi perubahan bentuk paru (deformasi)	Deteksi pola tekstur abnormal di dalam paru
<b>Output Fitur</b>	Fitur Bentuk ( <i>Shape</i> ): <i>Perimeter</i> , <i>Eccentricity</i> , <i>Area</i>	Fitur Tekstur & Statistik: <i>GLCM</i> , <i>Mean</i> , <i>Variance</i>

- Operasi Morfologi *Closing*:** Pasca *thresholding* untuk menutup lubang (*holes*) pada mask dan menyatukan area yang terputus tanpa mengubah bentuk asli.

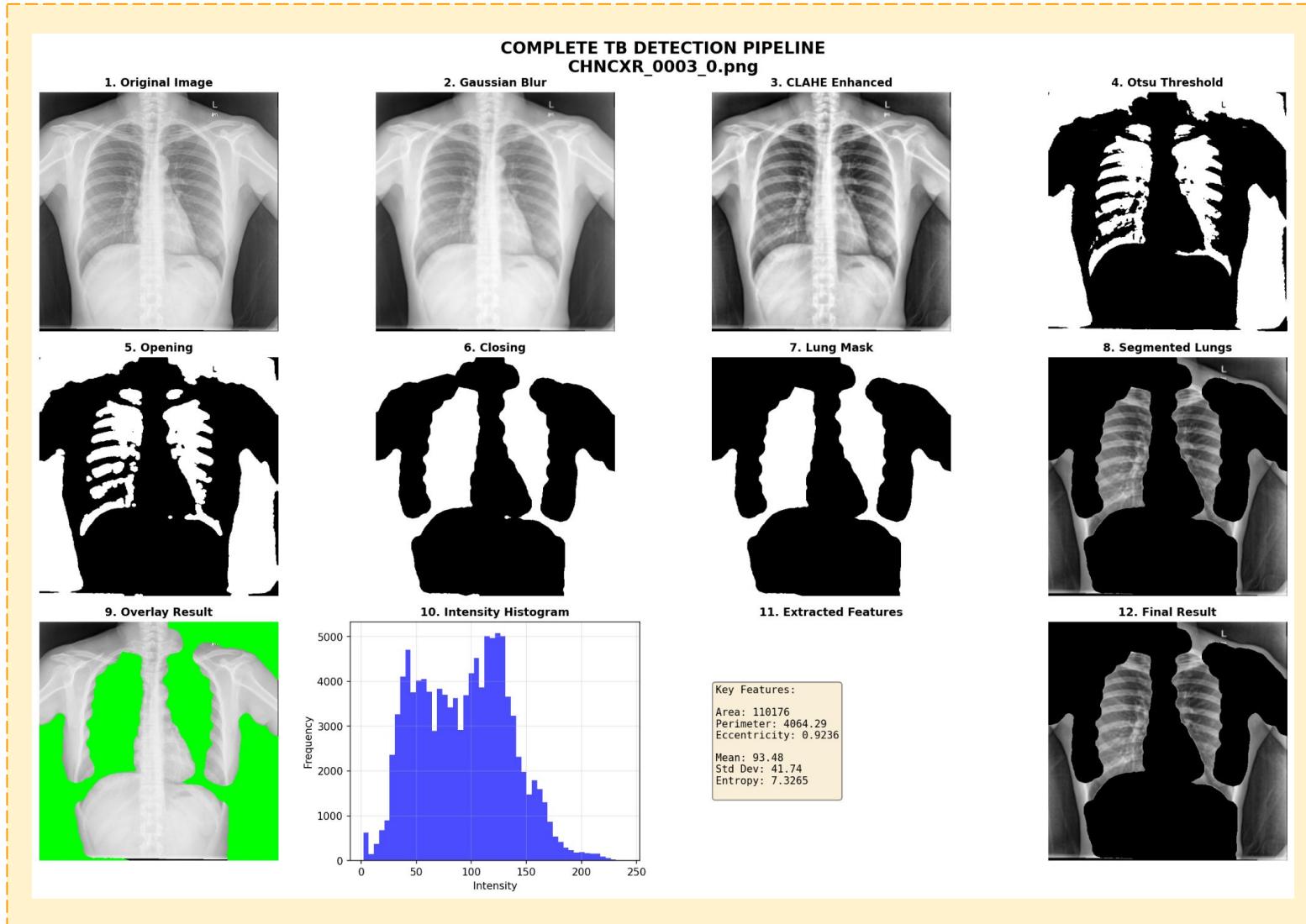
# 6. Detail: Ekstraksi Fitur

Fitur Geometris <i>(Shape-based Features)</i>	Fitur Statistik <i>(First-Order Statistical Features)</i>	Fitur Tekstur <i>(GLCM)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sumber:</b> Masker <i>Sensitive</i> (fokus pada rongga udara/air-cavity).</li> <li><b>Metode:</b> Menghitung dimensi fisik paru.</li> <li><b>Parameter Utama:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Perimeter</i> (Keliling masker).</li> <li><i>Eccentricity</i> (Tingkat kelonjongan).</li> <li><i>Aspect Ratio</i> (Rasio lebar vs tinggi di berbagai titik).</li> </ul> </li> <li><b>Fungsi:</b> Mendeteksi <b>deformasi atau asimetri</b> bentuk paru akibat lesi TBC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sumber:</b> Masker <i>Insensitive</i> (inklusif area lesi).</li> <li><b>Metode:</b> Analisis histogram intensitas piksel.</li> <li><b>Parameter Utama:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Mean</i> (Rata-rata kecerahan).</li> <li><i>Variance &amp; Standard Deviation</i> (Variasi kontras).</li> <li><i>Skewness</i> (Kemiringan distribusi kecerahan).</li> </ul> </li> <li><b>Fungsi:</b> Mendeteksi keberadaan <b>bercak putih (konsolidasi)</b> yang mengubah distribusi warna paru.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sumber:</b> Masker <i>Insensitive</i>.</li> <li><b>Metode:</b> <i>Gray Level Co-occurrence Matrix</i> pada 4 arah sudut (<math>0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ</math>).</li> <li><b>Parameter Utama:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Contrast</i></li> <li><i>Homogeneity</i></li> <li><i>Correlation</i></li> <li><i>Entropy</i></li> </ul> </li> <li><b>Fungsi:</b> Menangkap <b>pola tekstur spasial</b> (seperti butiran/granular) yang tidak terdeteksi hanya dengan rata-rata warna.</li> </ul>

# 7. Detail Pipeline



# 7. Detail Pipeline (Contoh Mask Kurang Baik)



# 8. Analisis Hasil

## Hasil model SVM

```
=====
EVALUATING: SVM (Hierarchical)
=====
```

SVM Hierarchical Model Trained:

Stage 1: 7 shape features  
Stage 2: 21 total features

Accuracy: 0.7594

Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
Normal	0.85	0.62	0.71	65
TB	0.71	0.90	0.79	68
accuracy			0.76	133
macro avg	0.78	0.76	0.75	133
weighted avg	0.78	0.76	0.75	133

## Hasil model Naive Bayes

```
=====
EVALUATING: Naive Bayes (Hierarchical)
=====
```

NB Hierarchical Model Trained:

Stage 1: 7 shape features  
Stage 2: 21 total features

Accuracy: 0.6316

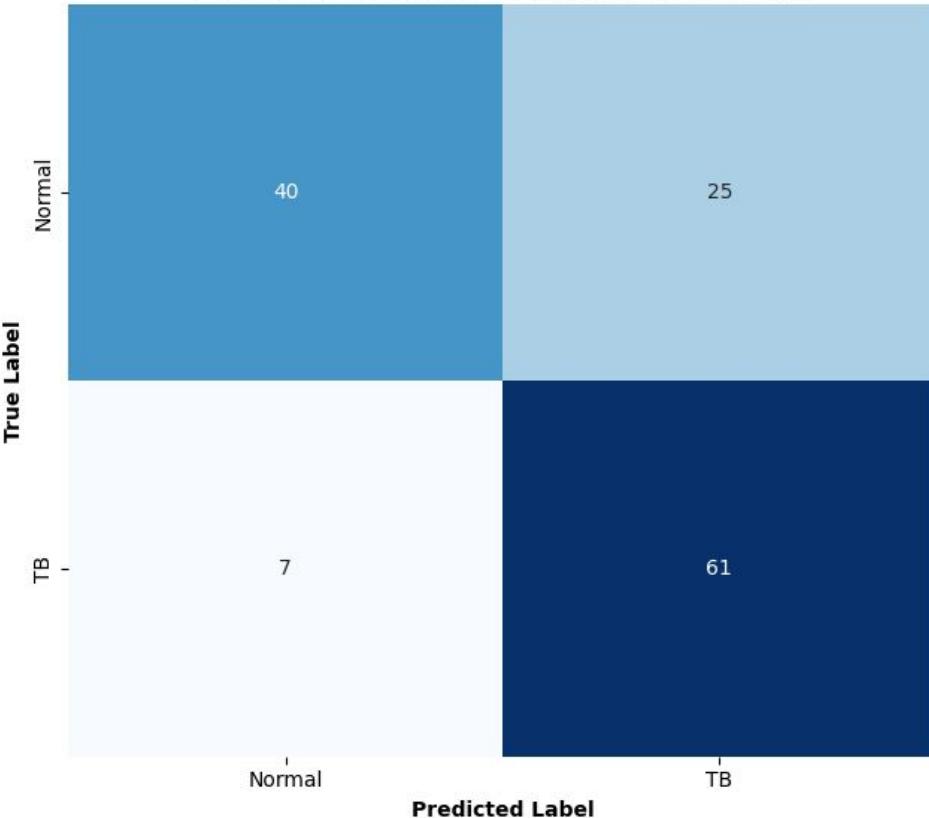
Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
Normal	0.66	0.51	0.57	65
TB	0.61	0.75	0.68	68
accuracy			0.63	133
macro avg	0.64	0.63	0.62	133
weighted avg	0.64	0.63	0.63	133

# 8. Analisis Hasil

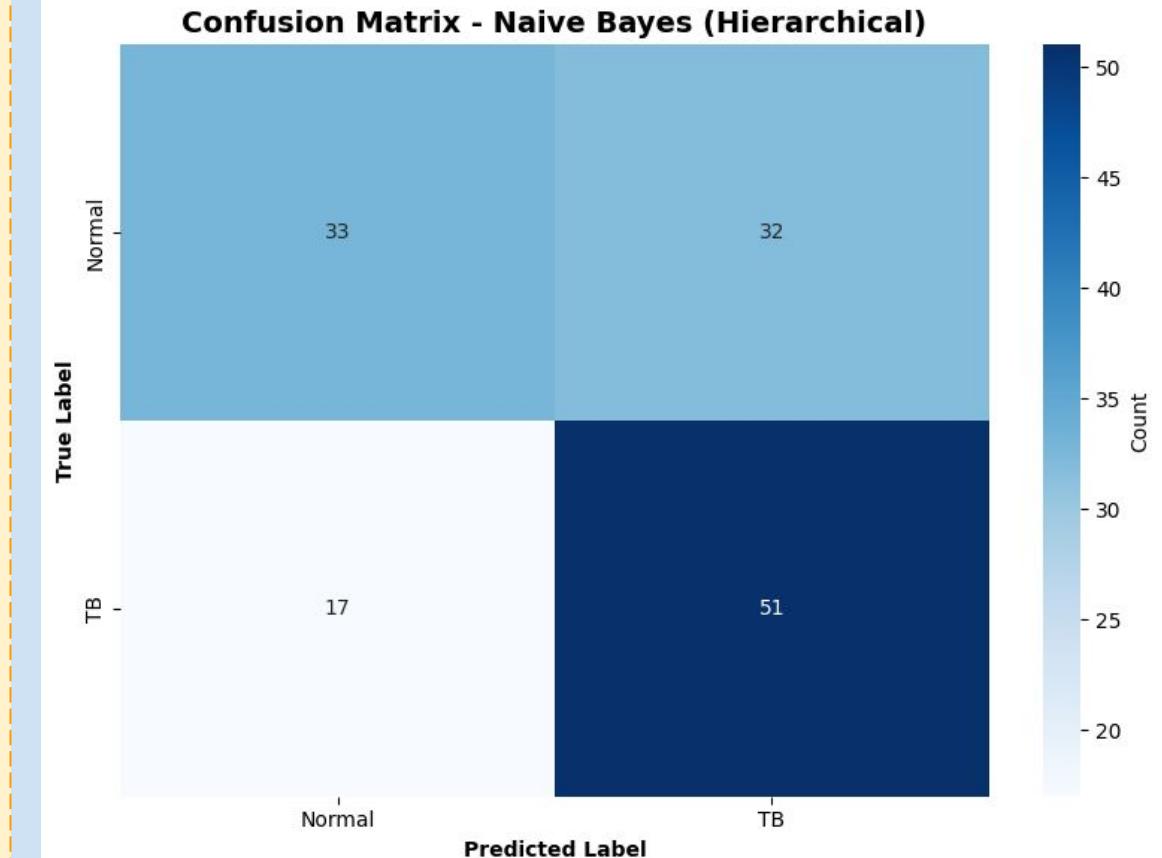
Hasil model SVM

Confusion Matrix - SVM (Hierarchical)



Hasil model Naive Bayes

Confusion Matrix - Naive Bayes (Hierarchical)



# 9. Review dan Kesimpulan

**Secara keseluruhan**, hasil eksperimen menunjukkan bahwa:

1. Ide yang diajukan menarik karena meniru cara manusia mengidentifikasi TBC pada paru di citra X-Ray.
2. Model SVM menunjukkan performa yang lebih baik dari Naive Bayes dengan akurasi 75.94%, sedangkan Naive Bayes mendapat akurasi sebesar 63.16%.
3. Hasil segmentasi paru-paru masih banyak yang kurang baik sehingga pemrosesan ekstraksi fitur tidak sempurna.
4. *Confusion Matrix* masih menunjukkan banyaknya *false positive* (prediksi: TB, ground truth: normal).
5. Rekomendasi selanjutnya:
  - a. Menggunakan *preprocessing* dan segmentasi yang lebih baik supaya fitur dapat terekstraksi secara maksimal.
  - b. Tambahkan fitur yang diekstrak untuk menambahkan konteks pada model.
  - c. Bandingkan dengan metode tanpa klasifikasi hierarkis.

# Referensi

## Jurnal Utama:

T. B. Chandra et al., "Automatic detection of tuberculosis related abnormalities in Chest X-ray images using hierarchical feature extraction scheme," *Expert Systems with Applications*, vol. 158, 113514, 2020.

## Materi Pendukung:

- World Health Organization. "WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 2: Screening systematic screening for tuberculosis disease," ISBN 978-92-4-002267-6, 2021.
- A. Taylor, "Illuminating health: The evolution and significance of X-ray imaging," *Imaging Med.*, vol. 15, no. 6, pp. 133–134, 2023.
- A. Maier et al., "X-ray imaging," in *Medical imaging systems: An introductory guide*, Springer, 2018, pp. 165–186.
- S. Hansun et al., "Machine and deep learning for tuberculosis detection on chest X-rays: Systematic literature review," *JMIR*, vol. 25, e43154, 2023.
- S. Candemir et al., "Lung segmentation in chest radiographs using anatomical atlases with non-rigid registration," *IEEE TMI*, vol. 33, no. 2, pp. 577–590, 2014.
- S. Jaeger et al., "Two public chest X-ray datasets for computer-aided screening of pulmonary diseases," *Quant. Imaging Med. Surg.*, vol. 4, no. 6, pp. 475–477, 2014.
- I. U. Haq et al., "Advancements in medical radiology through multimodal machine learning," *Bioengineering*, vol. 12, no. 5, p. 477, 2025.
- K. Doi, "Computer-aided diagnosis in medical imaging: Historical review, current status and future potential," *Comp. Med. Imag. and Graph.*, vol. 31, pp. 198–211, 2007.
- V. Kumar et al., "Radiomics: The process and the challenges," *Magnetic Resonance Imaging*, vol. 30, no. 9, pp. 1234–1248, 2012.

5 Desember 2025

TERIMA KASIH!



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

[ugm.ac.id](http://ugm.ac.id)