



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

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]

- 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

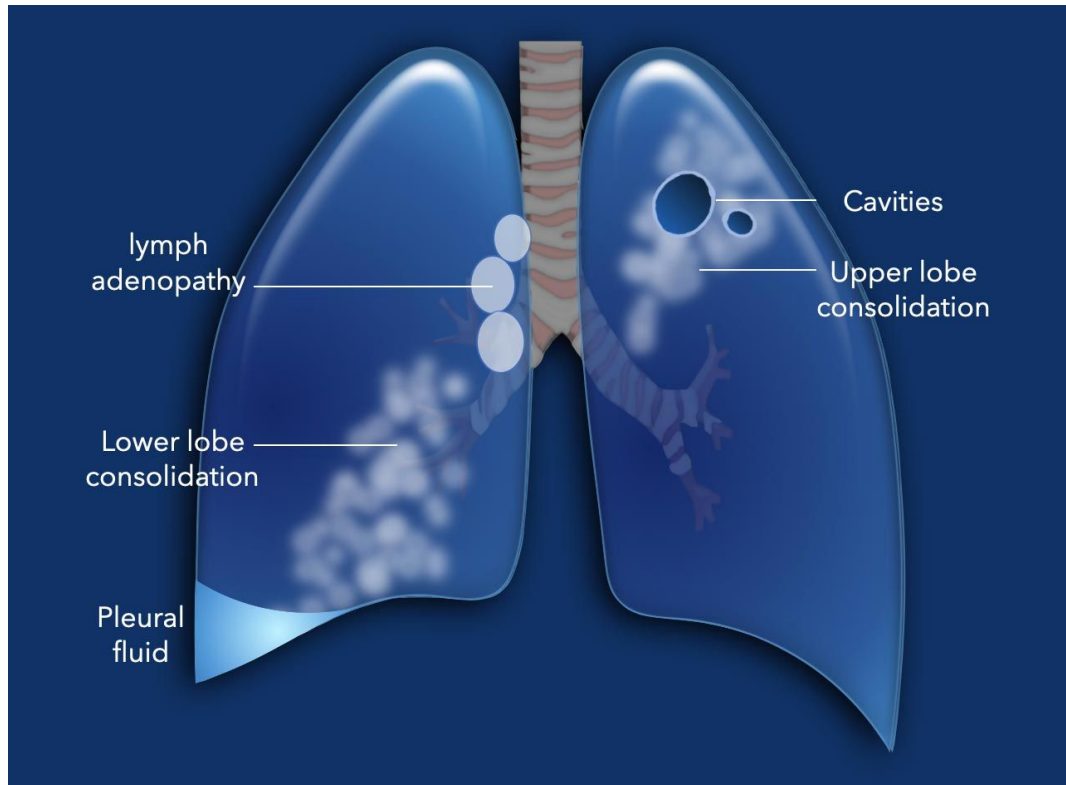
SVM Classification Constraint

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

Formula Teorema Bayes

Bagaimana Cara Mengidentifikasi TBC dari Citra X-Ray?

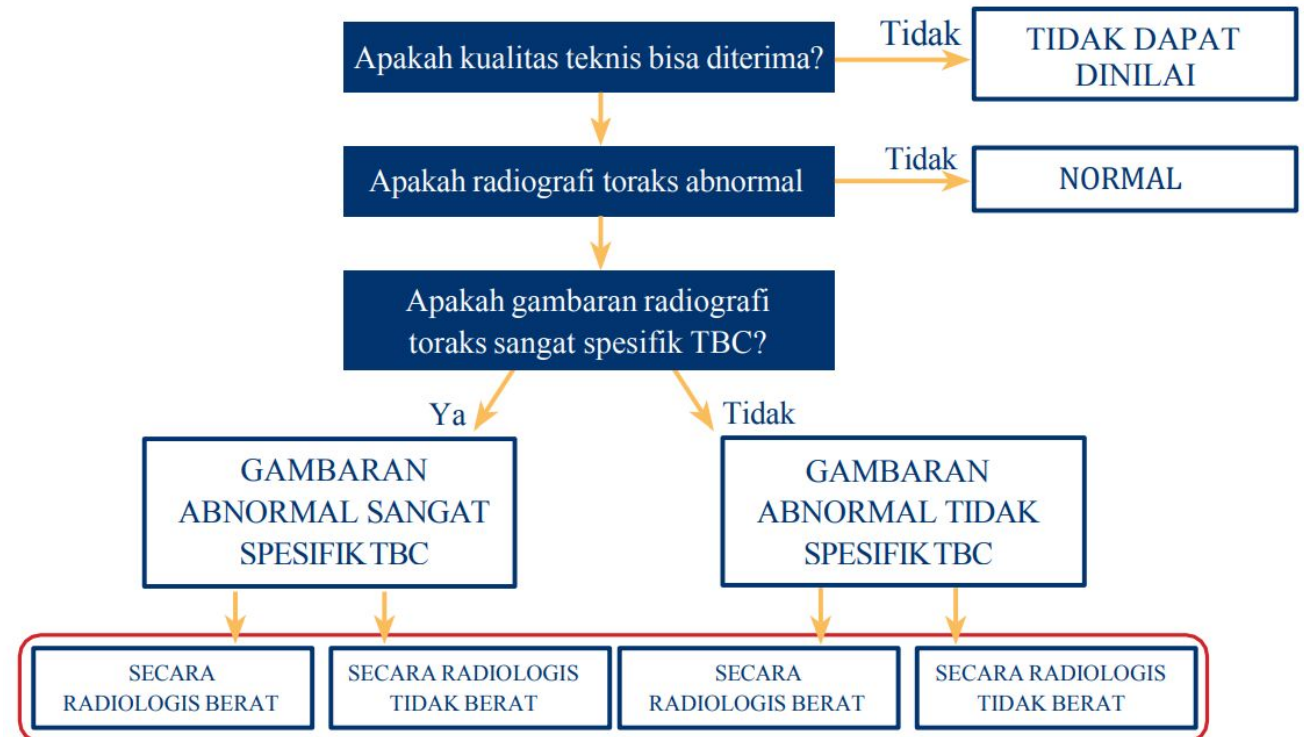
Indikator TB



sumber:

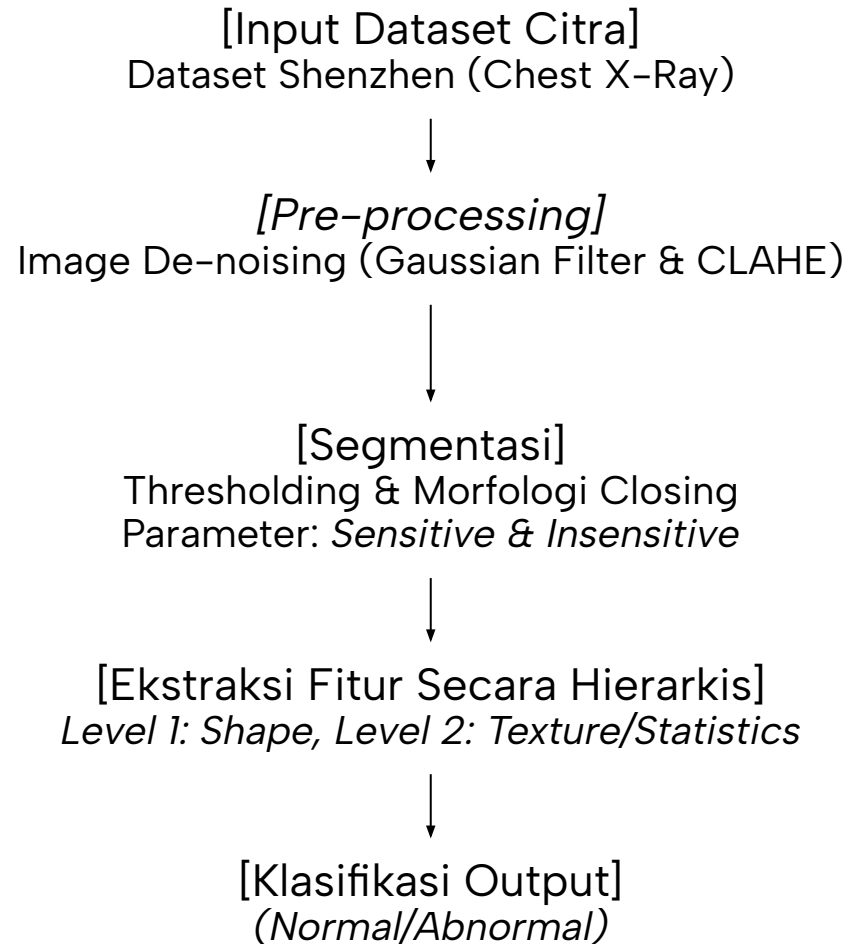
<https://radiologyassistant.nl/chest/tb/tuberculosis>

Gambaran Radiolog Mengidentifikasi TBC

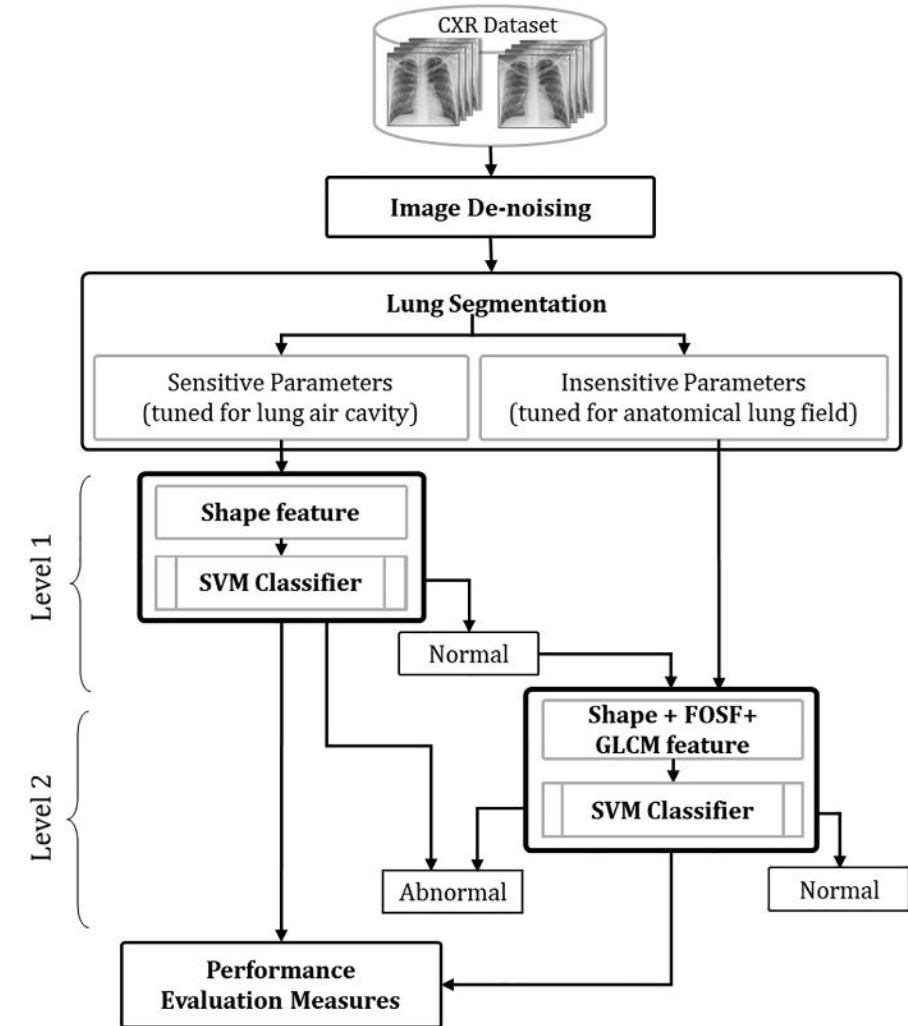


sumber: ATLAS RADIOGRAFI TORAKS UNTUK
DIAGNOSIS TUBERKULOSIS PADA ANAK

3. Overview Metodologi Klasifikasi Hierarkis



Flowchart Sistem yang Diterapkan

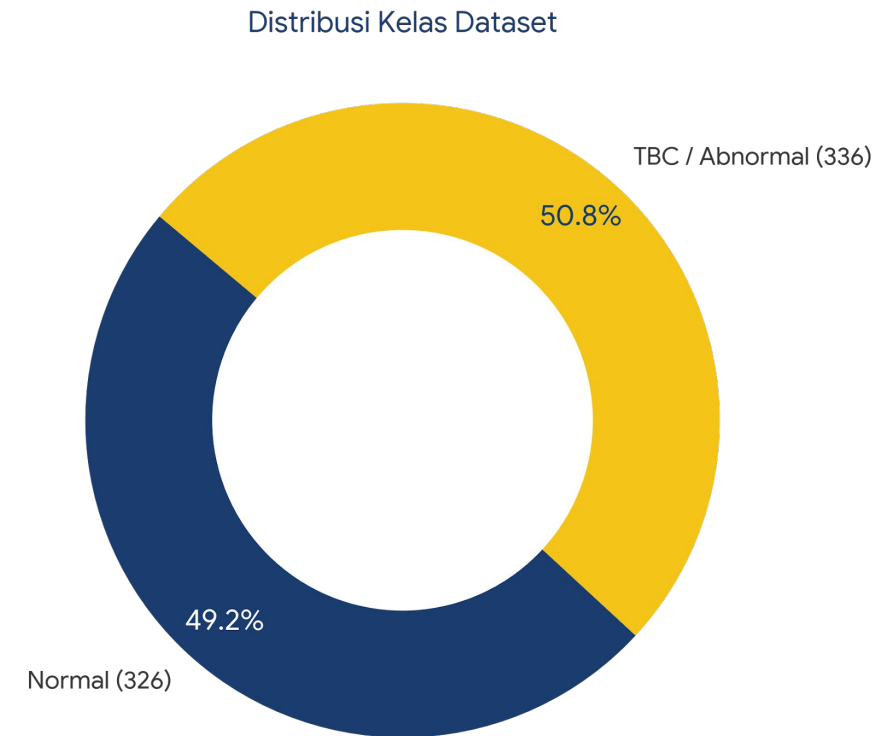


Flowchart Sistem Acuan

4. Dataset yang Digunakan

- **Dataset:** Tuberculosis Chest X-Rays (Shenzhen) [Kaggle]
<https://www.kaggle.com/raddar/tuberculosis-chest-xrays-shenzhen>
- **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

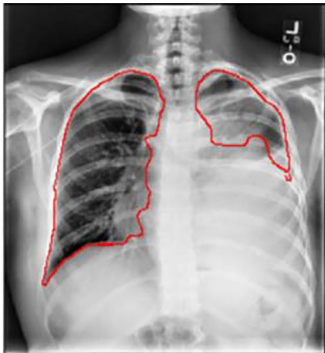
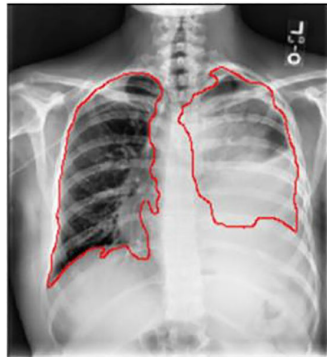


Balanced Class Distribution (~51% vs ~49%)

5. Detail: Segmentasi

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

- Menggunakan dua parameter *threshold* berbeda, yakni

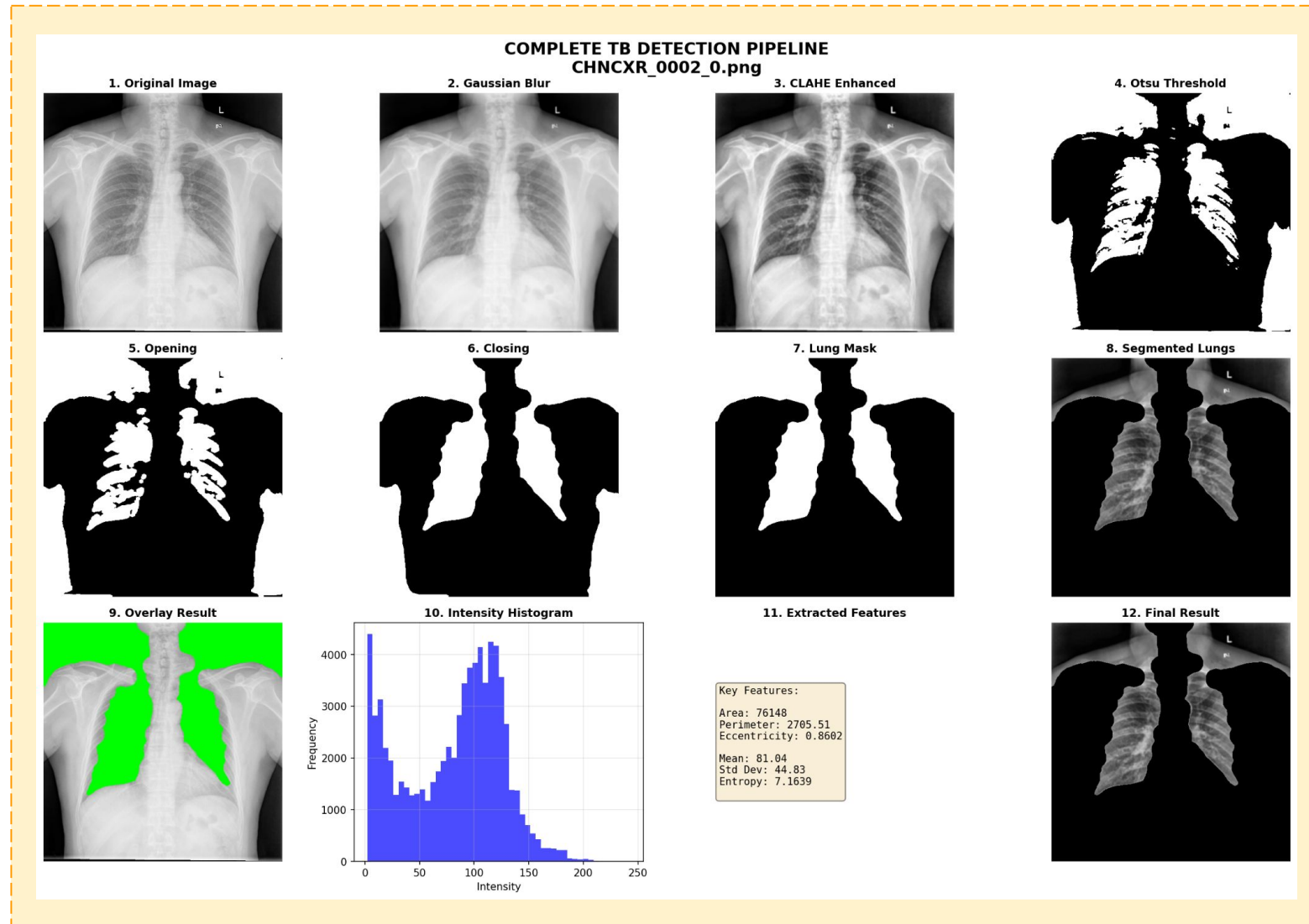
Aspek	<i>Sensitive Segmentation</i>	<i>Insensitive Segmentation</i>
Konfigurasi	<i>Threshold</i> tinggi & Registrasi elastis (iterasi tinggi)	<i>Threshold</i> rendah & Registrasi kaku (iterasi rendah)
Hasil Masker	<ul style="list-style-type: none">Ketat.Ambil area rongga udara (<i>air-cavity</i>) 	<ul style="list-style-type: none">Inklusif.Ambil seluruh area paru, termasuk yang terdeteksi TBC 
Tujuan	Deteksi perubahan bentuk paru (deformasi)	Deteksi pola tekstur abnormal di dalam paru
Output Fitur	Fitur Bentuk (<i>Shape</i>): <i>Perimeter, Eccentricity, Area</i>	Fitur Tekstur & Statistik: <i>GLCM, Mean, 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 (GLCM)
<ul style="list-style-type: none">• Sumber: Masker <i>Sensitive</i> (fokus pada rongga udara/air-cavity).• Metode: Menghitung dimensi fisik paru.• Parameter Utama:<ul style="list-style-type: none">◦ <i>Perimeter</i> (Keliling masker).◦ <i>Eccentricity</i> (Tingkat kelonjongan).◦ <i>Aspect Ratio</i> (Rasio lebar vs tinggi di berbagai titik).• Fungsi: Mendeteksi deformasi atau asimetri bentuk paru akibat lesi TBC.	<ul style="list-style-type: none">• Sumber: Masker <i>Insensitive</i> (inklusif area lesi).• Metode: Analisis histogram intensitas piksel.• Parameter Utama:<ul style="list-style-type: none">◦ <i>Mean</i> (Rata-rata kecerahan).◦ <i>Variance & Standard Deviation</i> (Variasi kontras).◦ <i>Skewness</i> (Kemiringan distribusi kecerahan).• Fungsi: Mendeteksi keberadaan bercak putih (konsolidasi) yang mengubah distribusi warna paru.	<ul style="list-style-type: none">• Sumber: Masker <i>Insensitive</i>.• Metode: <i>Gray Level Co-occurrence Matrix</i> pada 4 arah sudut (0°, 45°, 90°, 135°).• Parameter Utama:<ul style="list-style-type: none">◦ <i>Contrast</i>◦ <i>Homogeneity</i>◦ <i>Correlation</i>◦ <i>Entropy</i>• Fungsi: Menangkap pola tekstur spasial (seperti butiran/granular) yang tidak terdeteksi hanya dengan rata-rata warna.

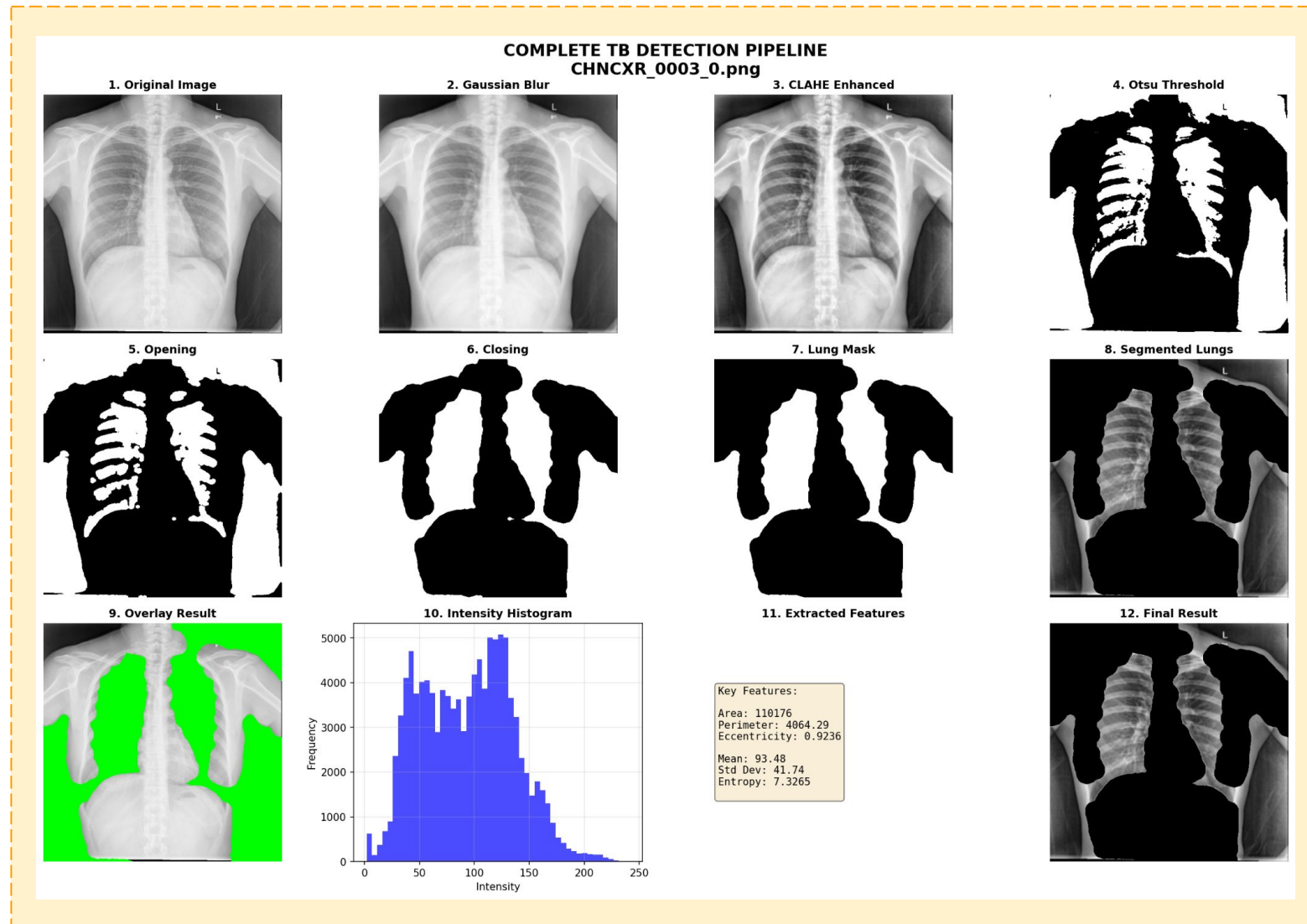
7. Detail Pipeline



7. Detail *Pipeline* (Contoh *Mask* Kurang Baik)



UNIVERSITAS
GADJAH MADA



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

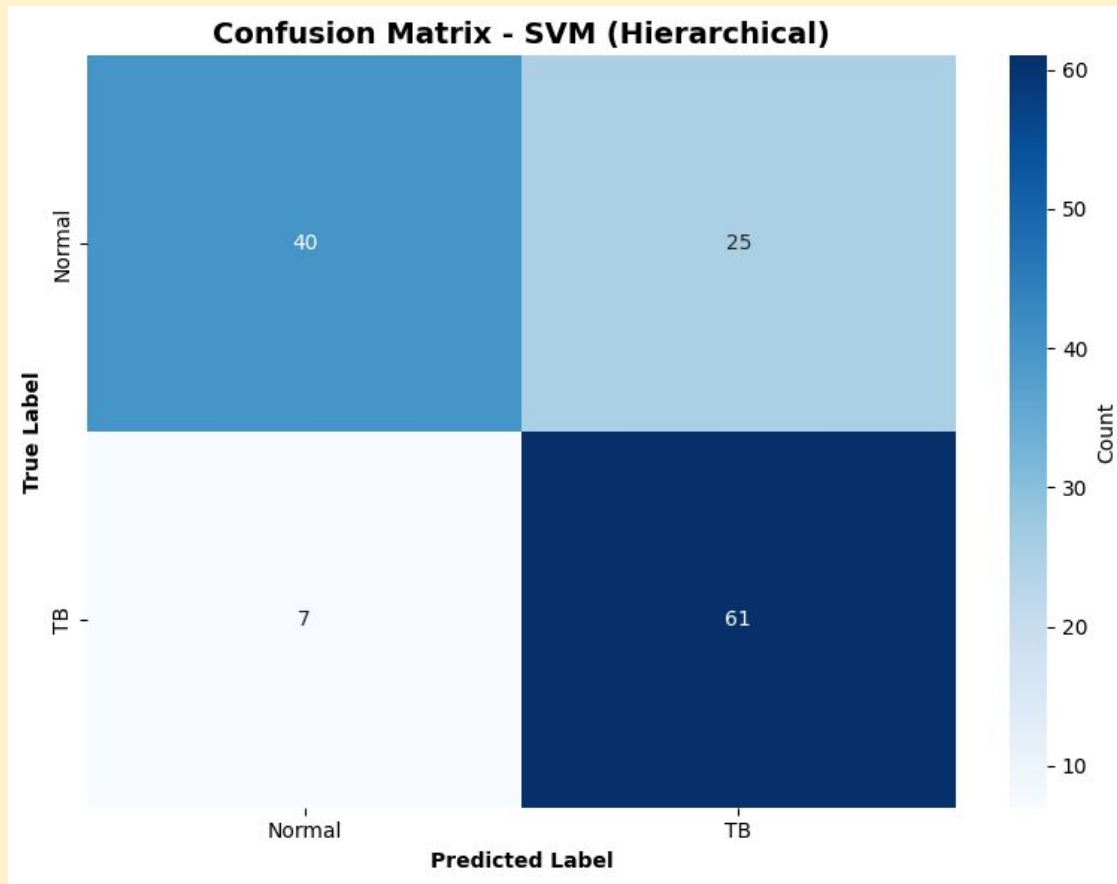
Accuracy: 0.6316

Classification Report:

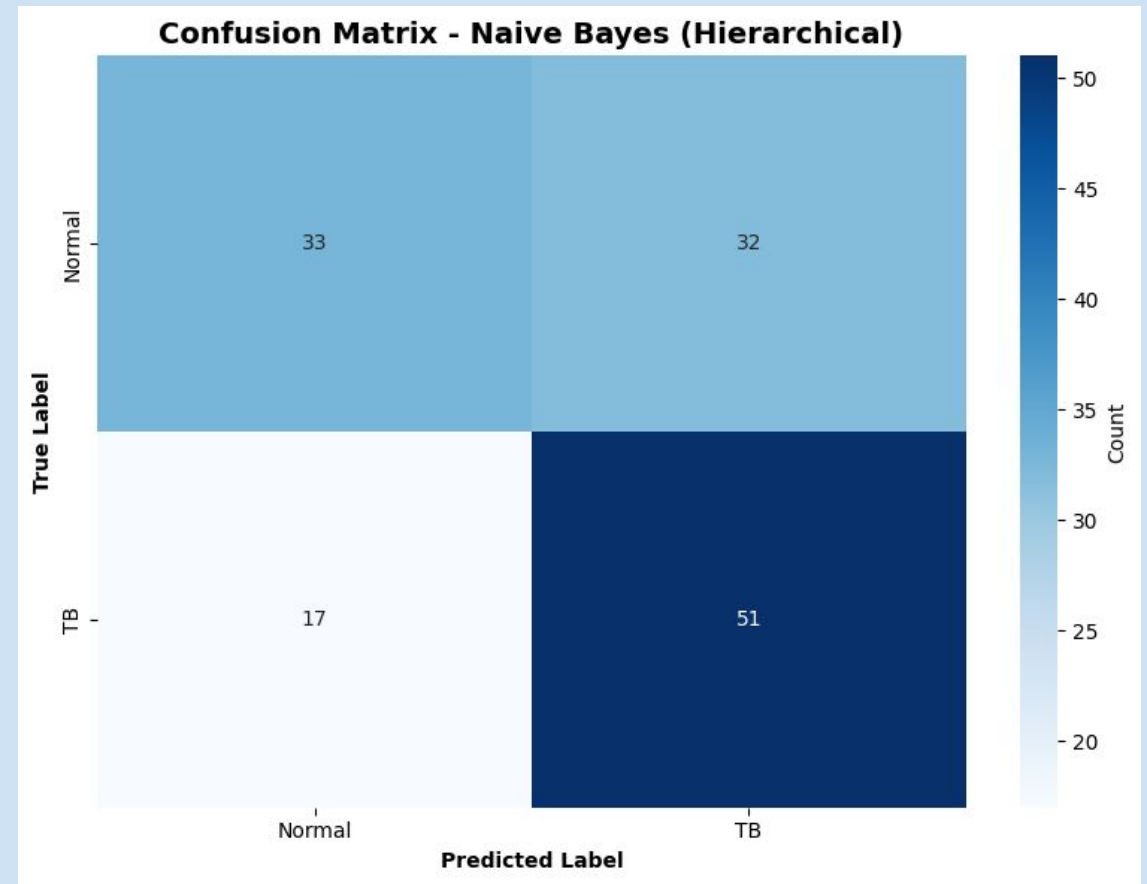
	precision	recall	f1-score	support
Normal	0.66	0.51	0.57	65
TB	0.61	0.75	0.68	68
accuracy			0.63	133
macro avg	0.64	0.63	0.62	133
weighted avg	0.64	0.63	0.63	133

8. Analisis Hasil

Hasil model SVM



Hasil model Naive Bayes



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