

# Klasifikasi Citra Medis Tulang untuk Deteksi Tumor

## Dataset

3.746 citra X-Ray

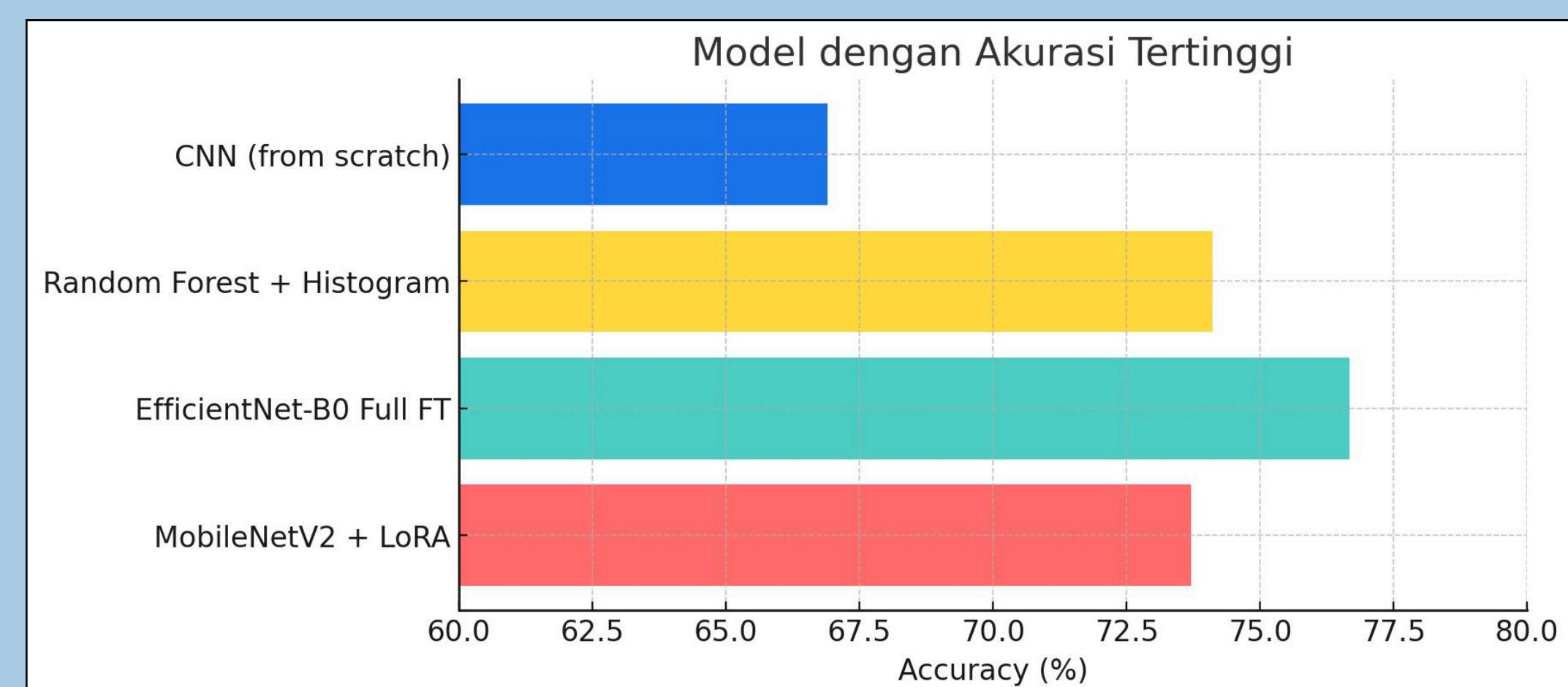
- Normal: 1.873
- Tumor: 1.873

Sumber: Figshare – BTXRD Dataset, 2024



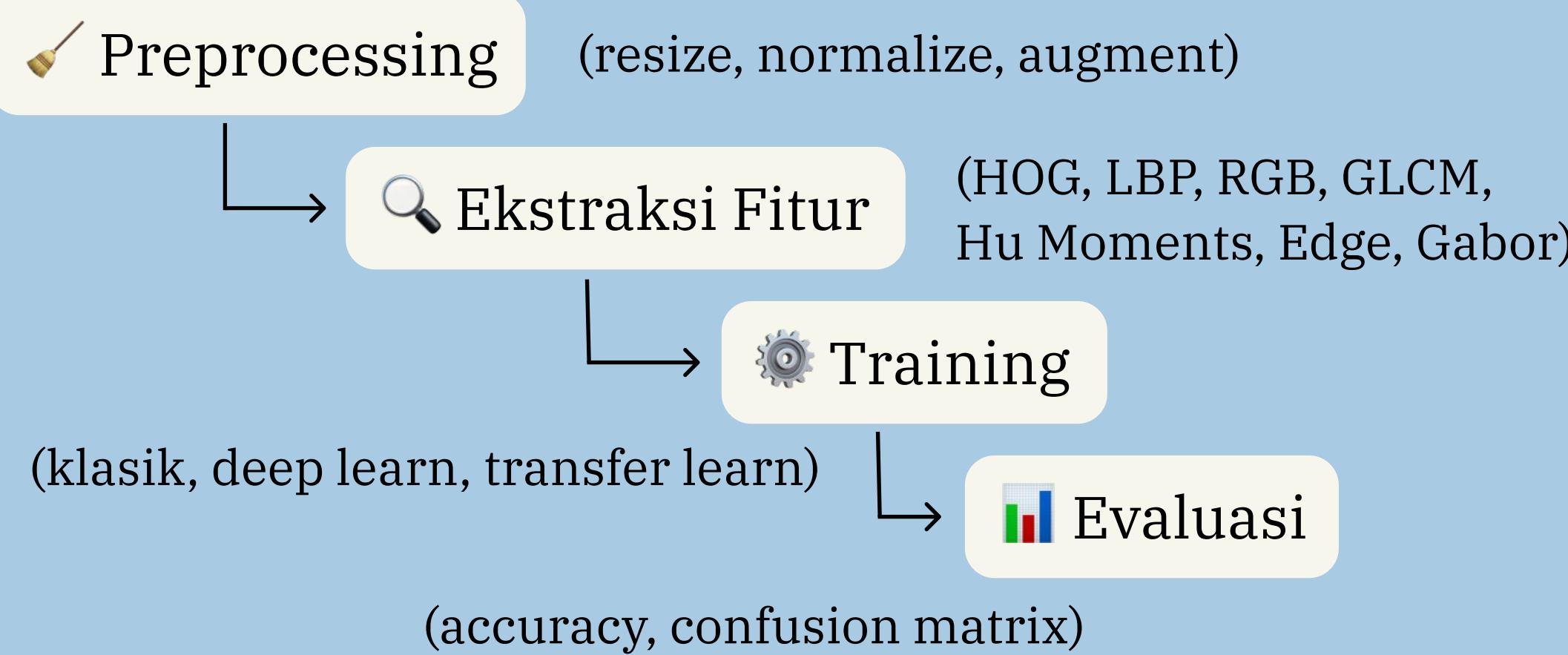
Ilustrasi sampel radiografi tulang dua citra Normal dan dua citra Tumor digunakan sebagai representasi visual untuk proses pelatihan model klasifikasi.

## Hasil Akurasi Terbaik



Hasil evaluasi menunjukkan bahwa EfficientNet-B0 dengan full fine-tuning mencapai akurasi tertinggi (76.67%), unggul dibanding MobileNetV2 + LoRA, Random Forest, dan CNN.

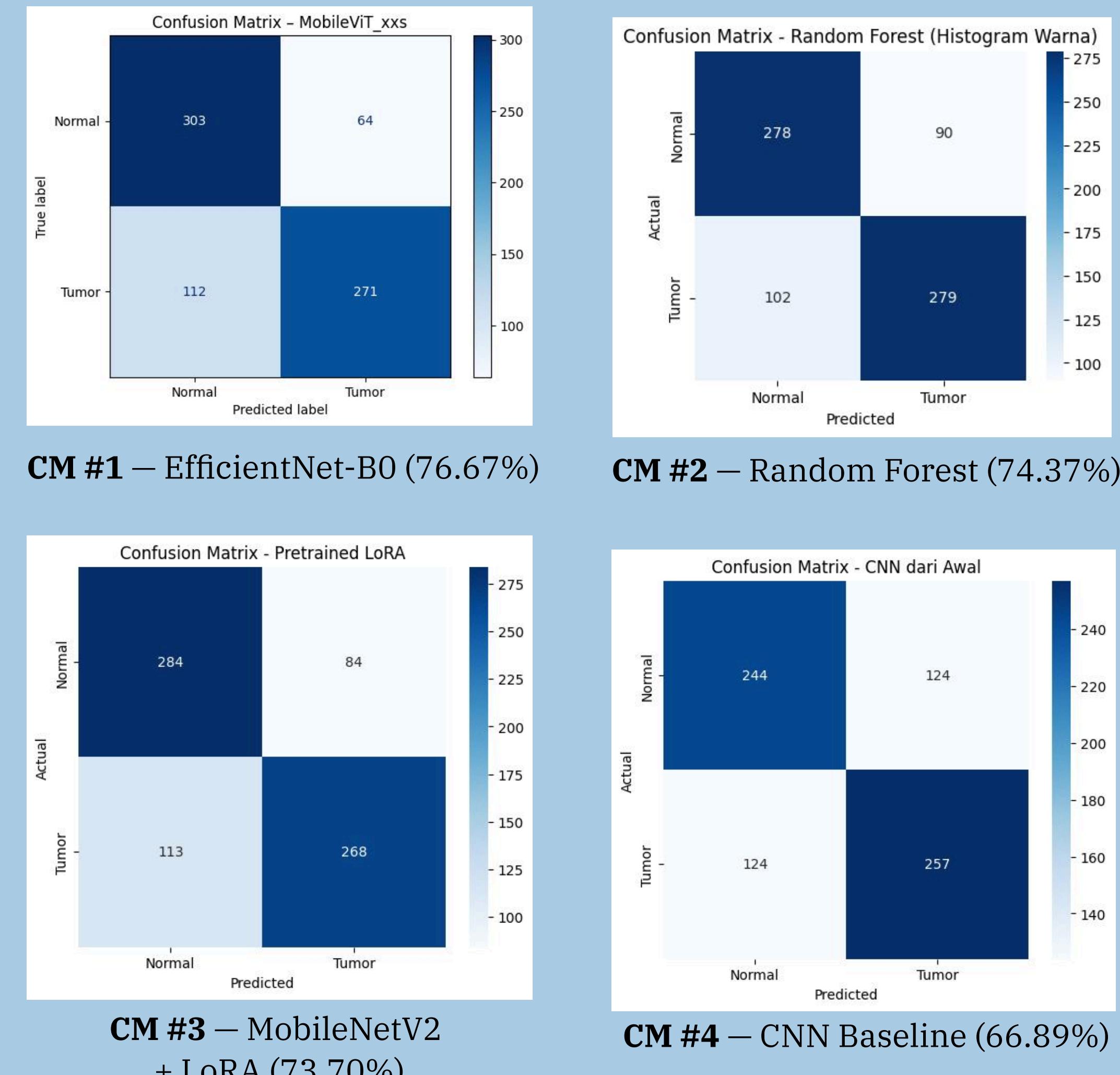
## Pipeline



## Metode

Metode Klasik	Deep Learn	Transfer Learn
• SVM	• CNN	• MobileNetV2 + LoRA
• Random Forest		• EfficientNet-B0
• KNN		• MobileViT_xxs

## Confusion matrix



Tabel  
Perbandingan  
Kinerja  
Metode

Pendekatan	Model	Akurasi	Pendefinisian
Klasik	SVM + LBP	72.50%	Menggunakan tekstur lokal dan stabil.
Klasik	KNN + HOG	67.42%	Mengandalkan bentuk dan edge namun sensitif noise.
Klasik	RF + RGB	74.10%	Memakai distribusi intensitas dan terbaik di klasik.
Deep Learning	CNN	66.89%	Belajar fitur otomatis tetapi kurang efektif.
Transfer Learning	MobileNetV2 + LoRA	73.70%	Efisien dgn performa kompetitif setelah fine-tuning.
Transfer Learning	EfficientNet-B0	76.67%	Memberikan akurasi tertinggi dan generalisasi terbaik.
Transfer Learning	Mobile ViT_xxs	73.47%	Hybrid CNN-Transformer yang lebih baik.

Pendekatan	Penyebab	Dampak	Solusi
Klasik	Kontras & lesi kecil	Salah klasifikasi kelas	Normalisasi (CLAHE), fitur tekstur, cropping
Deep Learning	Hilang detail	Lesi → normal, shadow → tumor	Multi-scale CNN, strong augmentation
Transfer Learning	Bias fine-tuning	Normal → tumor / tumor → normal	Freeze layer, attention + Grad-CAM cropping

Error  
Analysis

## Insight Utama

- ✓ Transfer Learning memberi akurasi tertinggi pada klasifikasi tumor tulang
- ✓ LoRA meningkatkan efisiensi parameter tanpa menurunkan performa
- ✓ Kesalahan dominan pada lesi kecil & citra dengan kontras rendah

## Kesimpulan

EfficientNet-B0 full fine-tuning menunjukkan performa terbaik dibanding metode lain pada klasifikasi tumor tulang menggunakan dataset BTXRD.