



Riset Informatika

METODE HIBRIDA EFFICIENTNET-B0 DAN PROTOTYPICAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI MULTIKELAS DIABETIC RETINOPATHY

ABI EKA PUTRA WULYONO

22081010190



DIABETIC RETINOPATHY



Apa itu Diabetic Retinopathy (DR)?

- Komplikasi diabetes yang menyerang retina mata
- Penyebab utama kebutaan pada usia produktif
- 537 juta penderita diabetes di dunia
- 22.27% mengalami DR

Tantangan Diagnosis:

- Gejala awal tidak terlihat jelas
- Membutuhkan pemeriksaan fundus oleh spesialis
- Subjektivitas dalam penilaian manual
- Keterbatasan tenaga ahli di daerah

Solusi: Computer-Aided Diagnosis (CAD) system

DATASET APTOS 2019

Dataset APTOS 2019 Blindness Detection

Kaggle competition dataset

Total: 3,662 fundus images

Format: High-resolution retinal photographs

5 Tingkat Keparahan DR:

Class 0 (No DR): 1,805 images (49.3%)

Class 1 (Mild): 370 images (10.1%)

Class 2 (Moderate): 999 images (27.3%)

Class 3 (Severe): 193 images (5.3%)

Class 4 (Proliferative): 295 images (8.1%)

Ternyata... Imbalance Ratio: 9.35:1

CLASS IMBALANCE



Dampak Class Imbalance pada Klasifikasi:

- Model cenderung bias ke majority class (Class 0)
- Performa buruk pada minority class (Class 1 & 3)
- Kelas severe (Class 3) sering misclassified
- Traditional classifier (softmax) tidak optimal

Mengapa Ini Berbahaya?

- Class 3 (Severe) butuh penanganan medis urgent
- Missed diagnosis bisa sebabkan kebutaan permanen
- False negative lebih berbahaya daripada false positive

Masalah Penelitian: Bagaimana mengklasifikasi DR dengan performa seimbang di semua kelas, terutama minority class?



APA YANG SUDAH DICOBA?

Pendekatan EfficientNet untuk Diabetic Retinopathy

01

EFFICIENTNET

- Ensemble EfficientNet untuk diagnosis DR
- Transfer Learning dengan EfficientNet-B0
- Hybrid EfficientNet dengan Transformer

02

KEKUATAN

- Performance tinggi pada vision tasks
- Efisien dan optimal scaling
- Transfer learning efektif

03

KELEMAHAN

- Performa kelas minoritas suboptimal
- Belum eksplorasi few-shot learning
- Traditional classifier tidak handle imbalance dengan baik

APA YANG SUDAH DICOBA?

Pendekatan Prototypical Network untuk Medical Imaging

01

PROTOTYPICAL NETWORK

- DRNet dengan Prototypical Network dan Attention
- ProtoMed untuk medical imaging
- Dual-Channel Prototypical Network

02

KEKUATAN

- Few-shot learning capability
- Robust untuk limited data
- Natural handling class imbalance
- Tidak perlu resampling

03

KELEMAHAN

- Belum banyak di medical imaging
- Menggunakan custom CNN
- Tidak memanfaatkan efficient backbone

RESEARCH GAP

GAP 1: TIDAK ADA INTEGRASI EFFICIENTNET + PROTOTYPICAL NETWORK

- EfficientNet digunakan dengan traditional classifier
- Prototypical Network digunakan dengan custom CNN
- Belum ada yang menggabungkan keduanya

GAP 2: FEW-SHOT LEARNING JARANG UNTUK MEDICAL CLASS IMBALANCE

- Pendekatan umum: SMOTE, focal loss, data augmentation
- Few-shot learning belum banyak dieksplorasi
- Padahal natural untuk handle imbalance

GAP 3: EVALUASI KURANG FOKUS PADA MINORITY CLASSES

- Fokus pada overall accuracy
- Minority class performance terabaikan
- Macro-metrics jarang digunakan

■ **KENAPA GABUNGAN KEDUANYA?**

Mengapa EfficientNet-B0 + Prototypical Network Masuk Akal?

Dari Sisi EfficientNet-B0:

- 5.3M parameters (efisien untuk deployment)
- Compound scaling optimal (balance depth, width, resolution)
- Transfer learning dari ImageNet (general features)
- MBConv blocks cocok untuk fine-grained features

Dari Sisi Prototypical Network:

- Metric-based learning (classification via distance)
- Few-shot capability (handle limited samples)
- Prototype formation (represent each class)
- Natural handling untuk imbalanced data

Sinergi yang Diharapkan:

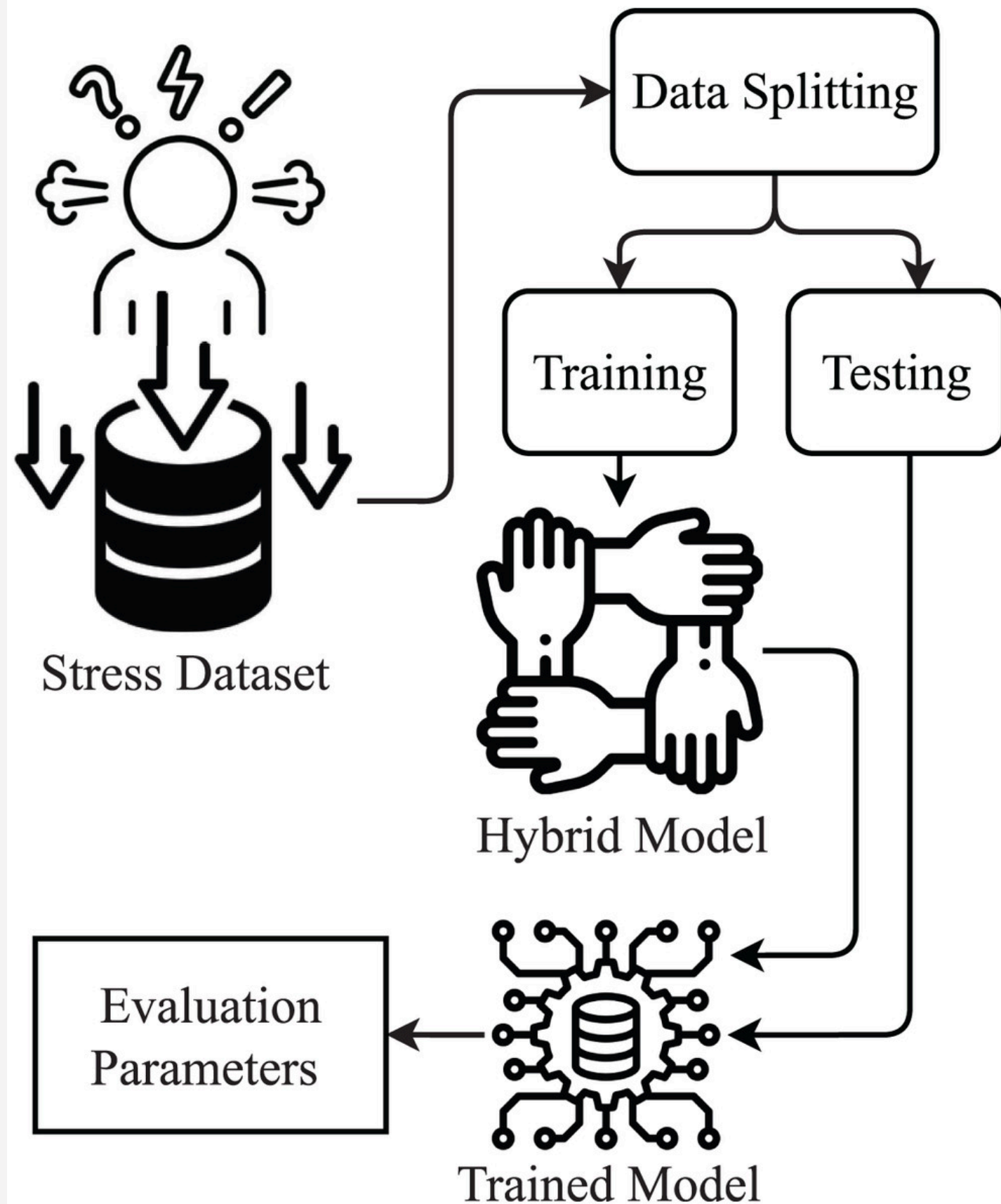
Efficient feature extraction + Few-shot classification

End-to-end joint optimization fitur dan prototype

Balanced performance tanpa synthetic data



HYBRID MODEL



Arsitektur Hybrid Model (End-to-End):

Feature Extractor: EfficientNet-B0

- Pretrained ImageNet (fine-tuned)
- Extract features dari fundus image

Embedding Projection:

- Reduksi dimensi
- Normalisasi embedding

Prototypical Classifier:

- Compute prototype per class
- Klasifikasi berdasarkan distance
- Prototypical loss

Training Strategy: End-to-End Episodic

- Episodic training per epoch
- Support set dan query set per episode
- Backpropagation melalui seluruh arsitektur
- Joint optimization: features + prototypes
- EfficientNet di-update bersamaan dengan classifier

EVALUASI

Mengapa Tidak Pakai Overall Accuracy?

- Overall accuracy bias ke majority class
- Contoh: Model yang selalu prediksi Class 0 bisa dapat 49.3% accuracy
- Tidak menggambarkan performa di minority class

Solusi: Macro-Averaged Metrics

- Equal weight untuk setiap class
- Tidak bias oleh ukuran class
- Fokus pada balanced performance

Metrics yang Digunakan:

Primary Metrics:

Macro-Precision: rata-rata precision semua class

Macro-Recall: rata-rata recall semua class

Macro-F1: harmonic mean dari macro-precision dan macro-recall

Secondary Metrics:

Quadratic Weighted Kappa (QWK): untuk ordinal classification

Per-class Recall: fokus Class 1 (Mild) dan Class 3 (Severe)

PROVE OF CONCEPT

BASELINE TRAINING

- Train EfficientNet-B0 + Softmax
- Benchmark performance
- Identifikasi kelemahan

HYBRID MODEL TRAINING

- Implement episodic training
- Train EfficientNet-B0 + ProtoNet
- Optimasi hyperparameter

COMPARATIVE ANALYSIS

- Statistical test multiple runs
- Confusion matrix comparison
- Embedding visualization
- Metrics evaluation

DELIVERABLES

- Trained models
- Performance report
- Statistical validation

KONTRIBUSI PENELITIAN

Novelty:

- Integrasi Hybrid EfficientNet-B0 + Prototypical Network untuk DR
- Episodic training end-to-end

Metodologi:

- Few-shot learning untuk menangani class imbalance
- Alternatif tanpa data sintetis

Evaluasi:




- Metrik makro untuk evaluasi seimbang
- Fokus performa kelas minoritas

Reproduksibilitas:

- Dataset publik APTOS 2019
- Metodologi yang jelas

Dampak yang Diharapkan:

- Template metodologi untuk klasifikasi medis dengan data tidak seimbang
- Baseline untuk penelitian mendatang



THANK YOU