

**PENGEMBANGAN SISTEM SCREENING RETINOPATI
DIABETIK MENGGUNAKAN ENSEMBLE EFFICIENTNET
DALAM PENINGKATAN LAYANAN KESEHATAN**

PROPOSAL

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memenuhi Tugas Mata Kuliah Kapita Selekta
Pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



DIONDA FIRDAUS YUANDES

22533612

TI 6-C

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO

2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit mata akibat diabetes, terutama Retinopati Diabetik (RD), telah menjadi salah satu penyebab kebutaan tertinggi di dunia, terutama pada kelompok usia produktif. Data dari International Diabetes Federation (IDF) memperkirakan bahwa jumlah penderita diabetes secara global akan meningkat dari 537 juta pada 2021 menjadi lebih dari 783 juta pada tahun 2045. Salah satu dampak paling serius dari diabetes melitus adalah RD, yang dapat menyebabkan kehilangan penglihatan permanen jika tidak ditangani sejak dini (IDF, 2021). Di Indonesia sendiri, Riskesdas 2018 mencatat bahwa prevalensi diabetes mencapai 10,9%, namun tingkat skrining RD masih sangat rendah terutama di daerah terpencil karena keterbatasan tenaga ahli dan infrastruktur pemeriksaan retina.

Keterlambatan dalam mendeteksi gejala awal RD menjadi tantangan krusial dalam sistem layanan kesehatan, karena RD sering kali tidak menunjukkan gejala pada tahap awal. Padahal, intervensi pada tahap awal mampu secara signifikan memperlambat atau bahkan menghentikan progresivitas penyakit. Oleh karena itu, penting adanya sistem deteksi dini otomatis yang dapat menjangkau populasi luas tanpa harus mengandalkan spesialis mata secara langsung.

Dalam konteks ini, pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI), khususnya deep learning berbasis Convolutional Neural Networks (CNN), memberikan solusi yang menjanjikan. Model CNN dapat mengekstraksi fitur kompleks dari citra fundus retina dan mengidentifikasi indikasi RD secara otomatis. Salah satu arsitektur CNN yang kini semakin banyak digunakan dalam bidang deteksi penyakit mata adalah EfficientNet, yang terkenal karena menggabungkan efisiensi komputasi dan akurasi tinggi melalui teknik *compound scaling* (Tan & Le, 2019).

Berbagai studi terbaru menegaskan efektivitas EfficientNet dalam deteksi dini RD. Misalnya, penelitian oleh Rafid et al. (2024) menunjukkan

bahwa pendekatan ensemble model EfficientNet mampu meningkatkan sensitivitas deteksi gejala awal RD hingga lebih dari 94% dibandingkan model tunggal konvensional seperti ResNet atau Inception. Penelitian lain oleh Aftab & Akhtar (2025) juga menunjukkan bahwa gabungan beberapa model EfficientNet (varian B0 hingga B4) dapat mencapai akurasi klasifikasi tingkat keparahan RD sebesar 96,3%, dengan sensitivitas tinggi terhadap kasus non-proliferatif dini.

Khususnya dalam pengembangan sistem skrining berbasis citra fundus retina, studi oleh Tummala et al. (2023) menunjukkan bahwa ensemble EfficientNetV2 sangat efektif dalam menangani citra berkualitas rendah dan tetap memberikan prediksi akurat terhadap tahap awal RD. Sementara itu, pendekatan ensemble seperti yang digunakan oleh Kannan & Akshay (2025) memanfaatkan *Explainable AI* untuk meningkatkan interpretabilitas hasil deteksi, sangat berguna dalam konteks pelayanan *telemedicine*.

Di sisi lain, Sowmiya & Kalpana (2025) mengemukakan bahwa penggunaan EfficientNet dalam *dynamic routing* dengan kombinasi CapsuleNet dapat meningkatkan deteksi fitur mikroaneurisma, yang merupakan indikator paling awal dari RD. Hal ini menjadikan EfficientNet sebagai fondasi arsitektur yang tidak hanya efisien, tetapi juga peka terhadap indikasi dini penyakit.

Lebih lanjut, Shorfuzzaman & Hossain (2021) mengembangkan pendekatan *ensemble learning explainable* berbasis EfficientNet yang tidak hanya akurat, tetapi juga memberikan *confidence map* untuk setiap prediksi, memungkinkan sistem ini untuk diadopsi sebagai alat pendukung klinis. Mereka juga menekankan pentingnya validasi model terhadap dataset publik seperti EyePACS dan Messidor, yang telah menjadi benchmark internasional untuk deteksi RD.

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe sistem deteksi dini gejala retinopati diabetik berbasis ensemble EfficientNet, yang dapat diintegrasikan dalam ekosistem *telemedicine* di Indonesia. Sistem ini akan dirancang untuk bekerja pada

citra fundus retina dan diuji menggunakan dataset publik, dengan fokus pada akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas, terutama pada stadium awal retinopati. Tujuan akhirnya adalah mendukung akses deteksi dini RD secara luas dan merata, terutama di wilayah dengan keterbatasan fasilitas kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian yang telah di analisa ini, mendapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem skrining retinopati diabetik berbasis ensemble EfficientNet dari citra fundus retina?
2. Seberapa akurat model ensemble EfficientNet dalam mendeteksi secara dini atau gejala lebih awal retinopati diabetik dibandingkan model deep learning lain yang umum digunakan sebelumnya?
3. Bagaimana kinerja sistem ini jika diintegrasikan sebagai bagian dari prototipe aplikasi telemedicine untuk meningkatkan akses layanan skrining mata di daerah terbatas?
4. Apakah penggunaan pendekatan ensemble pada model EfficientNet berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan akurasi sistem klasifikasi dibandingkan penggunaan single model?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem skrining otomatis deteksi dini gejala Retinopati Diabetik (RD) berbasis ensemble model EfficientNet, dengan fokus pada identifikasi indikasi awal penyakit dari citra fundus retina. Tujuan spesifik yang ingin dicapai meliputi:

1. Mengembangkan sistem berbasis deep learning yang mampu mendeteksi tanda-tanda awal retinopati, seperti mikroaneurisma, eksudat keras, dan perdarahan kecil, dari citra fundus retina beresolusi tinggi.

2. Menerapkan pendekatan ensemble EfficientNet (varian B0–B4) untuk meningkatkan sensitivitas dalam mendeteksi perubahan mikroskopis pada retina yang menjadi indikasi awal RD, bukan hanya klasifikasi tahap lanjut.
3. Mengintegrasikan sistem ke dalam prototipe antarmuka skrining dini yang ramah pengguna, guna mendukung layanan skrining berbasis komunitas atau telemedicine di daerah dengan keterbatasan akses terhadap spesialis mata.
4. Mengevaluasi seberapa dini model dapat memberikan sinyal peringatan, bukan hanya dalam konteks klasifikasi keseluruhan, tetapi secara spasial (deteksi lokal) dan temporal (stadium awal) terhadap struktur retina yang mengalami perubahan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan akses masyarakat terhadap skrining dini berbasis citra retina, terutama di wilayah dengan keterbatasan oftalmologis.
2. Menurunkan risiko kebutaan permanen melalui deteksi dan penanganan lebih awal, sehingga menekan beban sosial dan ekonomi akibat komplikasi diabetes.
3. Menyediakan model pembelajaran mesin yang berfokus pada deteksi mikro-lesi retina awal, berbeda dari model konvensional yang fokus pada tahap akhir.
4. Memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan sistem CAD (Computer-Aided Diagnosis) untuk deteksi pre-klinis retinopati.

1.5 Batasan Masalah

1. Fokus deteksi hanya pada indikator awal RD, seperti mikroaneurisma, perdarahan titik, eksudat keras, dan pembuluh darah abnormal awal. Sistem tidak dirancang untuk mendeteksi stadium lanjut seperti neovaskularisasi atau DME (diabetic macular edema).

2. Dataset yang digunakan (EyePACS, Messidor, DeepDRiD) akan disaring hanya pada gambar-gambar dengan anotasi tanda-tanda RD tahap awal (mild NPDR).
3. Model yang digunakan hanya terbatas pada EfficientNet varian B0–B4, dan kombinasi ensemble didesain untuk meningkatkan sensitivitas awal, bukan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi penuh lima kelas DR.
4. Sistem tidak mencakup proses deteksi temporal atau prediksi progresi RD dalam jangka waktu, melainkan deteksi statis satu gambar.
5. Validasi sistem dilakukan dalam simulasi dataset dan belum mencakup pengujian lapangan secara klinis di fasilitas kesehatan