

BAB 1 PENDAHULUAN

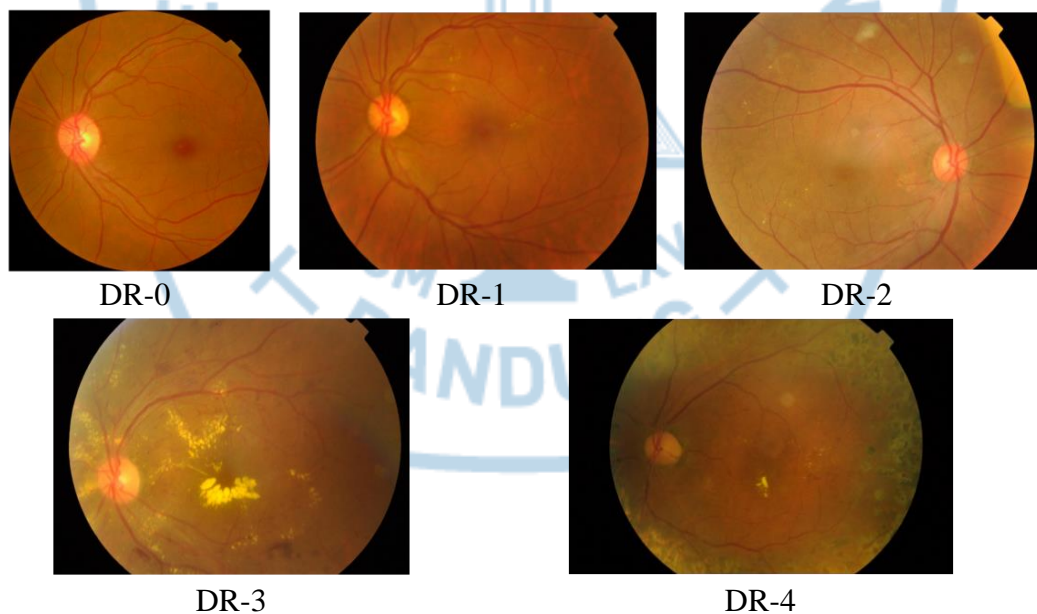
Diabetic retinopathy (DR) atau yang dikenal juga sebagai *Diabetic Eye Disease* adalah penyakit mata akibat komplikasi diabetes yang merusak retina dan dapat mengakibatkan kebutaan [1]. DR merupakan penyakit progresif yang akan berkembang semakin parah seiring lamanya seorang pasien menderita DR. Deteksi DR sejak dini sangat penting agar pasien mendapatkan perawatan untuk mengurangi perkembangan DR dan mencegah kebutaan karena pada tahap tertentu DR tidak bisa disembuhkan lagi [2]. Diagnosis pasien DR biasanya dilakukan oleh *ophthalmologist* dengan memeriksa citra *fundus* retina secara seksama. Proses pemeriksaan seperti ini cukup memakan waktu [3]. Belum lagi perbandingan antara jumlah pasien potensial dan ketersediaan tenaga medis tidak seimbang, sehingga mendorong kebutuhan adanya sistem untuk membantu deteksi DR secara otomatis [2].

Deteksi DR pada citra *fundus* retina dapat dibagi ke dalam dua tugas [2], 1) deteksi DR berdasarkan tingkat *lesion* dan 2) deteksi berdasarkan tingkat citra. Deteksi pada tingkat *lesion* artinya mendeteksi gejala klinis pada citra *fundus* retina, seperti tanda-tanda *microaneurysm*, *hemorrhages*, *exudates*, dan *neovascular*. Setiap *lesion* dideteksi dan diambil lokasinya karena jumlah *lesion* dan lokasinya merupakan hal yang penting untuk menilai tingkat keparahan DR. Deteksi DR pada tingkat citra artinya deteksi DR pada citra *fundus* retina untuk menilai apakah terdapat tanda-tanda DR.

Deteksi pada tingkat citra mengklasifikasikan citra *fundus* ke dalam dua kategori, yaitu normal atau memiliki tanda-tanda DR. Citra *fundus* yang terdapat tanda-tanda DR dapat dibagi ke dalam dua kelas berdasarkan tingkat keparahan 1) *Non Proliferative Diabetic Retinopathy* (NPDR) dan 2) *Proliferative Diabetic Retinopathy* (PDR). NPDR adalah tahap awal di mana diabetes mulai merusak pembuluh darah kecil pada retina, hal ini umum ditemui pada penderita diabetes. Pembuluh darah ini mulai mengeluarkan cairan dan darah yang menyebabkan retina bengkak. Seiring berjalannya waktu, pembengkakan atau *edema* dapat menebalkan retina yang menyebabkan pandangan kabur. Fitur klinis pada tahap ini setidaknya terdapat satu *microaneurysm* atau *hemorrhage* baik tanpa atau dengan *exudates*.

PDR adalah tahapan lanjut yang mengarah ke pertumbuhan pembuluh darah baru. PDR ditandai dengan penyebaran pembuluh darah abnormal di dalam retina menuju rongga *vitreous*. Pembuluh darah baru ini bersifat rapuh dan dapat mengakibatkan pendarahan pada rongga *vitreous* yang menyebabkan kebutaan. Lebih parah lagi, pembuluh darah baru ini dapat menyebabkan daya tarik pada retina karena biasanya tumbuh dengan jaringan *fibrovaskular* yang dapat menyebabkan *tractional retinal detachment*.

Terdapat beberapa sistem untuk menilai tingkat keparahan DR, seperti *American Academy of Ophthalmology* (AAO), *Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS), dan protokol penilaian *Scottish*. Pada penelitian ini klasifikasi DR mengacu pada protokol penilaian *Scottish*, yaitu tidak ada DR, DR ringan, DR sedang, DR parah, dan PDR. Contoh citra *fundus* retina dengan tingkat DR yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.1. Gambar kiri-atas dengan label DR-0 adalah citra *fundus* retina tidak ada DR, atau citra *fundus* retina normal. Gambar kanan-bawah dengan label DR-4 adalah citra *fundus* retina PDR.



Gambar 1.1 Tingkat keparahan DR

1.1 Latar Belakang dan Motivasi

Berbagai upaya dilakukan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan citra *fundus* retina dengan bantuan komputer atau *Computer Aided Diagnosis* (CAD) [2],

yang dapat dikategorikan sebagai tugas *computer vision*. Salah satu pendekatan untuk mengklasifikasikan DR pada citra *fundus* retina adalah dengan pendekatan *deep learning Convolutional Neural Network* (CNN). CNN berkembang pesat dan banyak digunakan untuk tugas klasifikasi citra sejak kompetisi *ImageNet* pada tahun 2012 yang dimenangkan oleh Alex Krizhevsky dan kawan-kawan [4]. Mereka membawa revolusi melalui penggunaan *Graphics Processing Unit* (GPU), *Rectified Linear Units* (ReLU), regularisasi *dropout*, dan augmentasi data yang efektif [5].

Training model CNN dapat dilakukan dengan salah satu dari dua pendekatan, yaitu *end to end learning* atau *transfer learning*. *Training* model dengan pendekatan *end to end learning* memiliki tantangan sendiri [5], yaitu membutuhkan jumlah data yang besar. Jumlah data yang besar tidak selalu dijumpai pada domain citra medis. Jika terdapat dataset dalam jumlah yang besar, permasalahan berikutnya muncul, yaitu kebutuhan akan sumber daya komputasi yang besar. Selain itu, *training* model CNN juga sering kali sulit karena *overfitting* atau masalah konvergensi model sehingga dibutuhkan penyesuaian *hyperparameter* model berulang kali.

Salah satu pendekatan alternatif adalah *training* model dengan pendekatan *transfer learning*. Pendekatan *transfer learning* menggunakan model yang sudah di-*training* pada domain tertentu (umumnya dataset *ImageNet* [6]) lalu disesuaikan (*fine tuned*) pada domain penelitian baru (dataset citra *fundus* retina). Menurut Yosinski dan kawan-kawan [7], dan Nima Tajbakhsh dan kawan-kawan [5], pendekatan *transfer learning* cenderung memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan pendekatan *end to end learning*.

Sebelum model CNN di-*training* biasanya akan dilakukan tahap *preprocessing* terhadap citra *fundus* retina untuk mengatasi beberapa tantangan pada pengolahan citra *digital* seperti variasi skala, variasi iluminasi, atau gambar tidak fokus. Dari tinjauan pustaka pada sub-bab 3.1, dapat dilihat bahwa pengaruh *preprocessing* tidak banyak dibahas. Terdapat dua penelitian yang membahas pengaruh *preprocessing* terhadap performa model yaitu penelitian yang dilakukan oleh Maria A. Bravo [8] dan Chunyan Lian [9]. Dari tinjauan pustaka tersebut juga dapat dilihat bahwa pendekatan *transfer learning* lebih banyak digunakan jika

dibanding dengan *end to end learning*. Hal ini umum dilakukan karena keterbatasan jumlah citra untuk *training* model CNN menjadi salah satu tantangan di bidang citra medis [5]. Namun *fine tuning* pada pendekatan *transfer learning* tersebut tidak dibahas berapa banyak lapisan dari arsitektur CNN yang perlu di-*fine tuning*. Salah satu penelitian yang menyampaikan hal ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Saboora [10]. Saboora melakukan *fine tuning* sebanyak dua dan empat blok pada arsitektur Inception dan Xception untuk klasifikasi biner citra *fundus* retina.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang disampaikan, maka penelitian ini membandingkan hasil training model antara *end to end learning* dengan *transfer learning*; menguji pengaruh *preprocessing* terhadap performa model; dan menguji banyaknya blok Inception v3 yang perlu di-*fine tuning*. Tugas klasifikasi yang diberikan adalah mengklasifikasikan citra fundus retina ke dalam lima kelas. Sehingga terdapat tiga pertanyaan yang diajukan pada penelitian ini, yaitu:

1. Apa perbedaan hasil *training* model *deep learning Convolutional Neural Network* (CNN) antara pendekatan *end to end learning* dan *transfer learning* dalam permasalahan klasifikasi DR?
2. Apa pengaruh *preprocessing* terhadap hasil *training* model dengan pendekatan *transfer learning*?
3. Berapa banyak blok Inception v3 dari sebuah model CNN yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* perlu di-*fine tuning*?

1.3 Tujuan Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini bisa memberikan jawaban atas tiga rumusan masalah yang sudah dijabarkan, yaitu:

1. Mengetahui pendekatan *training* model CNN yang lebih tepat ketika berhadapan dengan citra *fundus* retina yang jumlah datanya terbilang tidak banyak.
2. Mengetahui pengaruh *preprocessing* yang diterapkan pada citra *fundus* retina terhadap performa model yang dihasilkan.

3. Mengetahui jumlah blok Inception v3 yang perlu di-*fine tuning* ketika *training* model dengan pendekatan *transfer learning* untuk tugas klasifikasi citra *fundus* retina.

1.4 Ruang Lingkup

Penelitian ini membangun model untuk mengklasifikasikan citra *fundus* retina menjadi lima kelas, mulai dari kelas tidak ada DR, DR ringan, DR sedang, DR parah, dan PDR dengan teknik CNN. Arsitektur CNN yang dipakai adalah Inception v3 [11] karena arsitektur ini dipakai pada sejumlah literatur yang dibahas pada Bab 3. Dataset citra *fundus* retina diambil dari Kaggle.com [12] yang merupakan dataset untuk kompetisi Kaggle dengan judul “APTOS 2019 Blindness Detection”. Penelitian ini fokus untuk melihat pengaruh *preprocessing* terhadap model yang dihasilkan dan melihat jumlah blok Inception v3 yang perlu di-*fine tuning* dengan pendekatan *transfer learning*. Parameter yang digunakan akan sama untuk setiap training model dengan *preprocessing* yang berbeda. Parameter mengacu pada tinjauan pustaka yang dibahas juga pada Bab 3 dan dijabarkan pada Bab 4. Detail spesifikasi perangkat lunak dan *library* Python yang dipakai pada penelitian ini bisa dilihat pada Lampiran A.

1.5 Sistematika Penyajian

Karya ilmiah ini tersusun atas enam bab yaitu Pendahuluan, Landasan Teori, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil dan Pembahasan, dan Kesimpulan dan Saran.

Bab 1, Pendahuluan, berisi latar belakang dari penelitian ini, rumusan masalah yang ingin dijawab, tujuan dan manfaat yang ingin dicapai, ruang lingkup dan batasan masalah penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab 2, Landasan Teori, membahas sejumlah landasan teori yang merupakan fondasi penelitian ini. Mulai dari apa itu citra, teknik *deep learning* CNN untuk klasifikasi citra, arsitektur CNN Inception v3, pendekatan *training* model CNN, dan metrik yang dipakai.

Bab 3, Tinjauan Pustaka, mengulas beberapa penelitian terkait mengenai klasifikasi citra *fundus* retina dengan pendekatan CNN. Hal-hal yang ditinjau

adalah target jumlah kelas klasifikasi, arsitektur yang digunakan oleh para peneliti, teknik *preprocessing* yang dipakai, *hyperparameter training* model dan hasil dari peneliti tersebut.

Bab 4, Metodologi Penelitian, menyampaikan metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini. Mulai dari rancangan penelitian yang dilakukan, karakteristik dataset yang digunakan, teknik *preprocessing* yang diterapkan, teknik *training* dan *hyperparameter* yang dipakai.

Bab 5, Hasil dan Diskusi, memaparkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan. Terdapat sembilan model yang dihasilkan, yaitu:

1. Model yang di-*training* dengan pendekatan *end to end learning* dan menggunakan dataset citra yang diubah ukurannya.
2. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra yang diubah ukurannya. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3.
3. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra dengan *preprocessing* yang diusulkan oleh Ben Graham [13]. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3.
4. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra dengan *preprocessing* yang diusulkan oleh Nakhon Ratchasima [14]. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3.
5. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra dengan *preprocessing* yang diusulkan oleh Ramasubramanian [15]. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3.
6. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra dengan *preprocessing image enhancement* pada *channel* hijau dan disimpan sebagai citra tiga *channel* (*Green, Green, Green* / GGG); di mana setiap *channel*-nya merupakan *channel* hijau. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3.

7. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra dengan *preprocessing image enhancement* pada *channel* hijau dan disimpan sebagai citra tiga *channel* (*Red, Green, Blue* / RGB); di mana *channel* R dan B nilainya adalah 0.
8. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra *file format* JPEG yang diubah ukurannya. Citra pada dataset ini memiliki *file format* JPEG kualitas 72. Selain model ini, model lainnya di-*training* dengan *file format* PNG. *Fine tuning* dilakukan sebanyak dua blok Inception v3.
9. Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* dan menggunakan dataset citra yang diubah ukurannya. *Fine tuning* dilakukan sebanyak n -blok Inception v3, dengan $n = [1, 2, \dots, 10]$ dan semua lapisan.

Bab 6, Kesimpulan dan Saran, menyampaikan rangkuman hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

