

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Katarak merupakan kondisi kekeruhan pada lensa mata yang terjadi akibat kalsifikasi fibrosa pada kapsul lensa atau bahan lensa. Kondisi ini dapat mengakibatkan gangguan penglihatan, bahkan berujung pada kebutaan [1]. Katarak dapat mengganggu keseimbangan air dan elektrolit dalam mata, yang berujung pada denaturasi protein atau kombinasi keduanya. Sekitar 90% kasus katarak berkaitan dengan faktor usia, sementara sisanya disebabkan oleh faktor bawaan atau trauma [2].

Menurut WHO, kebutaan didefinisikan sebagai ketajaman penglihatan kurang dari 3/60 pada mata terbaik dengan koreksi optimal. WHO mencatat bahwa sekitar 18 juta orang mengalami kebutaan akibat katarak, yang menyumbang sekitar 47,8% dari total kasus kebutaan di seluruh dunia [3]. Selain katarak, penyebab kebutaan lainnya meliputi kelainan refraksi yang tidak dikoreksi, glaukoma, degenerasi makula akibat penuaan, retinopati diabetik, kebutaan pada anak-anak, trachoma, serta onchocerciasis [4]. Di Indonesia, prevalensi kebutaan mencapai angka tertinggi di Asia Tenggara, yaitu sebesar 1,5%, dengan sekitar 50% di antaranya disebabkan oleh katarak [5]. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan meningkatnya angka harapan hidup, jumlah penderita katarak diperkirakan akan terus bertambah.

Apabila tidak ditangani, katarak dapat menyebabkan gangguan penglihatan serius hingga kebutaan total. Namun, akses ke layanan kesehatan mata masih menjadi kendala di berbagai daerah, terutama di wilayah pedesaan. Oleh karena itu, pengembangan teknologi deteksi dini katarak berbasis kecerdasan buatan (AI) menjadi salah satu solusi yang potensial. Dengan kemampuannya dalam menganalisis citra medis secara akurat, AI dapat membantu tenaga medis dalam mendeteksi katarak lebih cepat dan efisien. Pendekatan ini diharapkan dapat

meningkatkan aksesibilitas layanan kesehatan mata serta mempercepat diagnosis, terutama di daerah dengan keterbatasan tenaga medis spesialis.

Untuk membangun aplikasi deteksi dini katarak, diperlukan teknik klasifikasi berbasis citra. Klasifikasi adalah proses identifikasi karakteristik suatu objek dan pengelompokkannya ke dalam kategori tertentu. Salah satu metode yang umum digunakan dalam klasifikasi citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN merupakan bagian dari *deep learning* yang mampu mengenali dan mengelompokkan objek dalam gambar secara otomatis dengan menerima input data berukuran $m \times n$ [6]. CNN memiliki beberapa keunggulan dalam pengolahan citra medis, seperti kemampuannya dalam mengekstraksi fitur penting secara otomatis, menangani variasi pencahayaan dan rotasi citra, serta memberikan akurasi tinggi dalam diagnosis berbasis citra.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas CNN dalam klasifikasi citra medis. Misalnya, penelitian [7] menunjukkan bahwa CNN mampu mencapai akurasi 95% dalam mendeteksi retinopati diabetik. Selain itu, penelitian lainnya menunjukkan bahwa model *Deep Learning* berbasis CNN berhasil mengklasifikasikan jenis kanker kulit dengan akurasi mencapai 91% [8]. Dalam bidang oftalmologi, model CNN telah diterapkan dalam klasifikasi penyakit mata seperti glaukoma dan retinopati diabetik dengan akurasi yang cukup tinggi [9]. Penelitian oleh Zhang et al. juga menunjukkan bahwa CNN mampu mengidentifikasi kelainan kornea secara efektif dengan menggunakan 14.116 gambar kornea, terdiri dari 12.411 gambar berkualitas tinggi dan 1.705 gambar berkualitas rendah. Gambar-gambar tersebut mencakup kategori keratitis, kelainan kornea lainnya, dan kornea normal [10]. Sementara itu, studi dari Lee et.al. mengimplementasikan CNN untuk deteksi katarak dengan akurasi lebih dari 93% berdasarkan LOCSS III dengan menggunakan algoritma DL [11]. Penelitian terbaru oleh Wang et.al menggabungkan CNN dengan arsitektur *Xception* dan di kombinasikan dengan *attention mechanism* untuk meningkatkan performa klasifikasi citra retina dengan hasil menunjukan QWK sebesar 0,78 yang menunjukan bahwa metode yang diusulkan dapat menjadi alat bantu untuk mendeteksi katarak [12].

Meskipun telah banyak penelitian yang membuktikan efektivitas CNN dalam klasifikasi citra medis, masih terdapat beberapa keterbatasan. Beberapa penelitian sebelumnya hanya mengandalkan dataset yang terbatas atau tidak beragam, seperti penggunaan arsitektur yang tergolong tradisional, sehingga kurang merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Selain itu, beberapa studi tidak mempertimbangkan efisiensi model terhadap keterbatasan dalam ketersediaan alat yang lebih modern, yang menjadi tantangan utama dalam penerapan di lingkungan klinis dengan sumber daya terbatas.

Penelitian ini berkontribusi dalam mengembangkan model deteksi dini katarak menggunakan CNN dengan dataset citra mata yang telah dikurasi. Solusi yang ditawarkan yaitu MobileNetV2, dikarenakan MobileNetV2 merupakan arsitektur jaringan saraf yang efisien dan ringan, cocok untuk perangkat dengan sumber daya terbatas. Dengan menggunakan *depthwise separable convolution* dan *Inverted Residual Block*, arsitektur ini mampu mengurangi kompleksitas komputasi tanpa menurunkan performa. Dukungan model pralatih dan sifatnya yang modular menjadikan MobileNetV2 ideal untuk berbagai aplikasi *computer vision*, terutama dalam sistem *real-time* dan berbasis perangkat *mobile*. Mencakup penggunaan arsitektur CNN yang dioptimalkan untuk meningkatkan akurasi deteksi katarak, evaluasi terhadap berbagai parameter CNN guna menentukan konfigurasi terbaik dalam klasifikasi katarak, serta validasi model dengan dataset citra mata yang beragam untuk memastikan *robustness* model dalam berbagai kondisi pencahayaan dan karakteristik mata pasien. Selain itu, penelitian ini juga mengusulkan integrasi model AI dengan sistem berbasis *cloud* guna memungkinkan akses lebih luas bagi tenaga medis dalam melakukan deteksi dini katarak dan hasilnya akan langsung dikirimkan di *cloud* itu sendiri.

Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan teknologi deteksi dini katarak yang lebih akurat dan dapat diimplementasikan secara luas, terutama di daerah yang masih memiliki keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan mata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan yang telah diuraikan sebelumnya, maka masalah dalam Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana cara merancang sistem deteksi katarak dengan menggunakan metode CNN serta arsitektur MobileNetV2?
2. Bagaimana melakukan analisis kinerja model CNN dalam mengklasifikasikan jenis katarak untuk mendapatkan nilai akurasi terbaik dan waktu komputasi yang efisien?
3. Parameter apa saja yang paling berpengaruh dalam meningkatkan akurasi model CNN, khususnya arsitektur MobileNetV2, untuk klasifikasi katarak?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mempelajari dan merancang sistem deteksi katarak menggunakan metode CNN serta arsitektur MobileNetV2 berbasis citra mata.
2. Menganalisis kinerja model CNN dalam mengklasifikasikan jenis katarak dengan mengevaluasi akurasi, presisi, *recall*, dan efisiensi waktu komputasi.
3. Mengidentifikasi parameter utama dalam arsitektur CNN, khususnya MobileNetV2, yang berpengaruh terhadap peningkatan akurasi model dalam klasifikasi katarak.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan data dari pasien yang mengalami penyakit katarak yang disebabkan oleh faktor usia
2. Menggunakan data dari pasien katarak dengan usia diatas 40 tahun
3. Data citra yang digunakan merupakan file dalam bentuk format *.jpg.
4. Pengambilan gambar dilakukan ketika pasien sedang tidak menggunakan lensa mata.

5. Pengambilan gambar dilakukan setelah mata pasien diberi obat tetes minimal satu kali.
6. Metode klasifikasi menggunakan CNN.
7. Model CNN yang digunakan akan diuji dengan beberapa konfigurasi parameter untuk mendapatkan akurasi terbaik.
8. Penggolongan katarak dibagi menjadi tiga tingkat, yaitu normal, katarak ringan, dan katarak berat.

1.5 Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mencari referensi mengenai pengolahan citra digital.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data citra mata katarak yang datanya akan dimasukkan ke dalam *database*.

3. Proses Perancangan

Melakukan proses perancangan desain aplikasi yang menyesuaikan dengan kebutuhan sistem, seperti cara kerja sistem, alur sistem dan pemodelan sistem.

4. Uji coba sistem dan analisis performansi

Melakukan pengujian dan menganalisis kinerja sistem yang telah dibuat untuk mengetahui sistem sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan serta untuk memperbaiki kekurangan pada sistem.

5. Penarikan kesimpulan

Penarikan kesimpulan ini dilakukan untuk menarik kesimpulan setelah melakukan percobaan.

6. Penyusunan buku Tugas Akhir

Tahap akhir dari pengerjaan Tugas Akhir yaitu pembuatan laporan berupa buku

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir dibagi menjadi lima bagian yaitu sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini membahas latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini membahas teori penyakit katarak, teori pengolahan citra digital, dengan menggunakan metode CNN, dan *MobileNetV2*

- **BAB III PERANCANGAN MODEL SISTEM**

Bagian ini membahas tentang proses perancangan sistem klasifikasi katarak dengan metode yang telah disebutkan sebelumnya.

- **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

Bagian ini membahas hasil pengujian dan analisis terhadap hasil pengujian.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini membahas tentang kesimpulan akhir mengenai metode yang digunakan berdasarkan hasil pengujian dan saran yang membangun untuk perkembangan penelitian selanjutnya.