

PROJECT BASED LEARNING
IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK
KLASIFIKASI PENYAKIT KATARAK PADA MATA



KELOMPOK 9 :

Nacre Faiz Hibatullah A. P	120450091
Danar Zahra Tambun	120450093
Muhammad Rasyid Aditya	120450089
Atikah Yona Putri	120450083

PROGRAM STUDI SAINS DATA
JURUSAN SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
2023

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mata adalah alat indera pada manusia yang berfungsi sebagai penglihatan. Gangguan penglihatan yang sangat memprihatinkan adalah masalah kebutaan. Di Indonesia penyebab kebutaan adalah katarak. Menurut data World Health Organization (WHO), katarak merupakan penyebab utama kebutaan di seluruh dunia, terhitung sekitar 48% kasus di Indonesia [1]. Katarak adalah masalah pada lensa mata yang keruh. Penyakit katarak merupakan salah satu masalah kesehatan mata yang umum terjadi di seluruh dunia. Katarak terjadi ketika lensa mata mengalami keruh atau kekeruhan, yang dapat mengakibatkan gangguan penglihatan hingga kebutaan jika tidak segera diatasi [2]. Pada mata yang khas, cahaya masuk melalui lensa dan berjalan ke retina, di mana ia diubah menjadi sinyal saraf yang berjalan ke otak. Untuk mendapatkan foto yang tajam, lensa harus terus transparan. Retina menerima gambar buram ketika lensa menjadi keruh karena katarak [3].

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi di bidang kecerdasan buatan, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), telah membuka peluang baru untuk meningkatkan deteksi dini dan klasifikasi katarak. CNN merupakan jenis jaringan saraf tiruan yang sangat efektif dalam mengidentifikasi pola pada data gambar, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis citra mata dan membedakan antara mata yang sehat dan yang mengalami katarak. Penerapan teknologi CNN dalam klasifikasi penyakit katarak juga sejalan dengan upaya pemberdayaan teknologi untuk pelayanan kesehatan.

Dalam bidang pelayanan kesehatan mata CNN telah menunjukkan keunggulan dalam analisis citra, seperti meningkatkan akurasi dan klasifikasi penyakit katarak. Penerapan CNN ini memanfaatkan kemampuannya dalam mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar mata, yang mungkin sulit diidentifikasi dengan metode konvensional [4]. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mendalam, CNN dapat mempelajari pola-pola kompleks yang muncul dalam citra mata, memungkinkan identifikasi penyakit katarak dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Keberhasilan implementasi CNN dalam klasifikasi penyakit katarak memiliki dampak signifikan pada pelayanan kesehatan mata. Kemampuan CNN untuk memproses data citra dengan kecepatan tinggi membuat pintu untuk deteksi dini katarak, memungkinkan tindakan

medis yang lebih dini dan efektif. Hal ini sangat penting, terutama di wilayah tertentu dimana akses terhadap spesialis mata mungkin terbatas. Dengan merampingkan proses diagnosis, teknologi ini juga dapat mengurangi beban pekerjaan tenaga medis dan meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka dapat dirumuskan rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi citra mata dan kualitas gambar terhadap kinerja klasifikasi *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk penyakit katarak?
2. Bagaimana metode *Convolutional Neural Network* (CNN) meningkatkan akurasi dan klasifikasi penyakit katarak?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah penelitian, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kinerja dari metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam menentukan kualitas gambar dan variasi citra untuk mendeteksi penyakit katarak
2. Untuk mengetahui metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi akurasi dan klasifikasi penyakit katarak

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui bagaimana kinerja metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam menentukan kualitas gambar dan variasi citra untuk penyakit katarak
2. Mengetahui metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dan model yang baik untuk mendeteksi penyakit katarak

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Katarak

2.1.1 Definisi

Katarak berasal dari bahasa Yunani *katarrhakies*, inggris *cataract* dan Latin *cataracta* yang artinya adalah air terjun [1]. Katarak adalah setiap kekeruhan pada lensa mata akibat hidrasi (penambahan cairan) lensa, denaturasi protein lensa atau akibat dari keduanya yang biasanya mengenai kedua mata dan berjalan progresif [2]. Kekeruhan pada lensa tersebut akan mengakibatkan lensa menjadi tidak transparan, sehingga pupil akan berwarna putih atau abu-abu. Kekeruhan ini juga dapat ditemukan pada berbagai lokalisasi di lensa seperti korteks dan nukleus. Pasien katarak pada umumnya mengeluhkan penglihatannya seperti berasap dan tajam penglihatan menurun secara progresif [3]. Katarak adalah suatu kondisi yang terjadi ketika lensa alami mata menjadi keruh atau kabur sehingga mengurangi penglihatan. Lensa mata seharusnya jernih, namun pada penderita katarak, lensa tersebut bisa menjadi keruh atau berkerak seiring berjalannya waktu. Katarak biasanya berkembang akibat penuaan, namun faktor lain seperti cedera mata, paparan sinar matahari berlebihan, dan mengonsumsi obat-obatan tertentu juga dapat berkontribusi terhadap perkembangan katarak.

2.1. 2 Gejala dan Tanda Katarak

Penyakit katarak dapat terjadi tanpa munculnya gejala, atau dapat pula ditemukan secara kebetulan pada saat dilakukan pemeriksaan mata pasien. Katarak jarang menimbulkan rasa sakit namun dapat membuat penglihatan bagian sentral menjadi hilang bahkan sampai pada terjadinya kebutaan [4]. Salah satu keluhan awal yang dirasakan pasien adalah penglihatan silau atau tidak tahan terhadap cahaya yang cukup terang, contohnya sinar matahari langsung atau sinar lampu dari kendaraan bermotor. Kemudian, penglihatan pada jarak jauh maupun jarak dekat akan mulai terganggu. Keluhan lain yang dapat timbul berupa penglihatan yang berkabut, penglihatan pada warna menjadi tidak jelas atau penglihatan berganda [5].

Katarak merupakan penyakit pada usia lanjut, tetapi dapat juga diakibatkan karena kelainan kongenital atau penyulit mata lokal menahun. Contoh penyakit yang dapat menyebabkan katarak adalah glaukoma, ablasi, dan retinitis pigmentosa. Selain itu, katarak juga dapat disebabkan oleh bahan toksik khusus baik kimia maupun fisik, keracunan obat

seperti eserin, ergot dan anticholinesterase topikal, kelainan sistemik seperti diabetes mellitus dan distrofi miotonik, dan katarak juga dapat muncul tanpa ada faktor yang telah disebutkan di atas. Jadi faktor-faktor yang dapat menyebabkan katarak adalah fisik, kimia, penyakit predisposisi, genetik, dan gangguan perkembangan, infeksi virus dimasa pertumbuhan janin dan usia [6].

2.1.3 Klasifikasi Katarak

1) Berdasarkan Usia

Berdasarkan usia, katarak dibagi menjadi 3 yaitu :

a) Katarak Kongenital

Katarak Kongenital adalah katarak yang mulai terjadi segera setelah bayi lahir hingga bayi berusia kurang dari 1 tahun [7].

b) Katarak Juvenil

Katarak juvenil merupakan katarak yang diderita oleh orang muda, pada usia lebih dari 1 tahun. Katarak juvenil biasanya merupakan penyulit dari penyakit sistemik maupun metabolik, contohnya katarak diabetik, katarak galaktosemia, katarak hipokalsemi, katarak defisiensi besi, katarak aminoaciduria, penyakit wilson, katarak karena distrofia miotonica, katarak traumatik dan katarak komplikata [8].

c) Katarak Senilis

Katarak Senilis adalah semua kekeruhan lensa yang terjadi pada orang usia lanjut, yaitu usia diatas 50 tahun [9].

2) Berdasarkan tingkat kekerasan lensa

Menurut Buratto, tingkat kekerasan lensa pada katarak senilis bisa dibagi menjadi 5 *grade*, yaitu :

a) *Grade 1* : nukleus lunak

Ditandai dengan lensa yang tampak sedikit keruh, biasanya visus lebih baik dari 6/12, reflex fundus masih mudah diperoleh.

b) *Grade 2* : nukleus dengan kekerasan ringan

Ditandai dengan nukleus yang tampak kekuningan, biasanya visus diantara 6/12 hingga 6/30 dan refleks fundus juga masih mudah diperoleh.

c) *Grade 3* : nukleus dengan kekerasan sedang/medium

Ditandai dengan warna nukleus kuning, korteks keruh berwarna keabu-abuan, biasanya visus diantara 6/30 hingga 1/60.

d) *Grade 4* : nukleus keras

Ditandai dengan nukleus yang keras dan berwarna kuning kecoklatan, biasanya visus diantara 3/60 hingga 1/60, usia pasien diatas 65 tahun dan reflek fundus sudah sulit diperoleh.

e) *Grade 5* : nukleus keras

Ditandai dengan nukleus yang sangat keras berwarna coklat hingga kehitaman, biasanya visus 1/60 atau lebih buruk. Biasanya disebut *brunescant cataract* atau katarak hitam.

2.2 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) adalah pengembangan dari *Multi-Layer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk mengolah data berupa gambar. CNN juga dikenal sebagai ConvNets yang merupakan salah satu algoritma *Deep Learning*. Proses pelatihan algoritma ini mirip dengan jaringan saraf tiruan lainnya, khususnya menggunakan algoritma back-propagation. Namun, arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) berbeda dengan jaringan saraf tiruan lain. Jaringan ini digunakan untuk mengenali pola visual langsung dari piksel gambar dengan preprocessing minimal []. *Convolutional Neural Network* (CNN) mengenali pola dengan variabilitas ekstrim (seperti karakter tulisan tangan), dan dengan kekokohan terhadap distorsi dan transformasi geometris sederhana. *Convolutional Neural Network* (CNN) sendiri terdapat beberapa layer, diantaranya *Convolutional Layer* merupakan layer pertama kali yang menerima input. Operasi pada layer ini adalah operasi konvolusi (matriks yang berfungsi untuk melakukan filter), *Pooling Layer* adalah mengurangi ukuran matriks sehingga mempercepat proses komputasi, dan *Full Connected Layer* adalah proses konvolusi untuk mendapatkan input dari proses sebelumnya untuk menentukan fitur mana yang paling berhubungan dengan kelas tertentu.

2.3 Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN)

Arsitektur CNN menghasilkan perkembangan yang luar biasa dalam melakukan klasifikasi gambar, segmentasi gambar, deteksi objek, dan lainnya. Arsitektur CNN dibagi menjadi beberapa bagian, seperti LetNet-5, ResNet dan lainnya. Pada penelitian ini kami menggunakan arsitektur CNN dengan jenis Inception V3. Arsitektur Inception V3 merupakan

evolusi dari model-model sebelumnya seperti inception dan inception V2, dimana ini dikenal dengan efisiensinya dalam memproses citra. Berikut gambaran singkat tentang arsitektur Inception V3:

1) Struktur Umum

- Inception V3 memiliki struktur yang dalam dengan banyak lapisan konvolusi dan model inception.
- Modul inception adalah blok konvolusi yang menggabungkan berbagai ukuran filter konvolusi (1x1, 3x3, dan 5x5) dalam satu lapisan untuk menangkap fitur pada berbagai skala.

2) Preprocessing dan input

- Gambar input di resize ke 299x299 pixel
- Dilakukan normalisasi piksel dengan membagi setiap nilai piksel dengan 255

3) Lapisan Konvolusi

- Model ini menggunakan konvolusi 2D, termasuk konvolusi yang diikuti oleh batch normalization dan aktivasi ReLU.
- Penggunaan batch normalization membantu dalam percepatan pelatihan dan stabilitas model.

4) Modul Inception

- Setiap modul inception terdiri dari beberapa jalur paralel dengan konvolusi 1x1, 3x3, 5x5, serta max pooling
- Hasil dari setiap jalur digabungkan dengan konkatenasi

5) Global Average Pooling

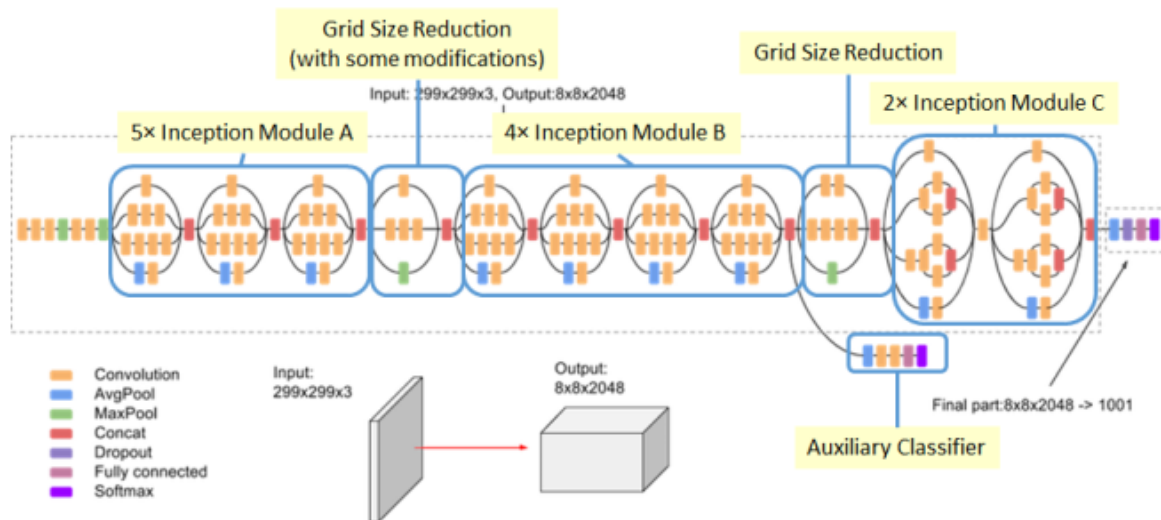
- Diakhiri dengan global average pooling untuk mengurangi dimensi fitur menjadi satu dimensi

6) Fully Connected Layer

- Dilanjutkan dengan beberapa lapisan fully connected dan output softmax untuk klasifikasi

7) Transfer Learning

- Inception V3 sering digunakan dalam transfer learning dimana model telah dilatih pada dataset besar digunakan sebagai dasar dan diubah sesuai dengan kebutuhan tugas klasifikasi khusus.



Gambar 1. Arsitektur Inception V3

Pemilihan arsitektur CNN seperti Inception V3 dalam klasifikasi katarak pada mata didasarkan dengan beberapa pertimbangan, seperti ekstraksi fitur hierarkis, dimana ini memungkinkan model untuk mengenali pola-pola kompleks pada berbagai tingkat resolusi, efisiensi komputasional dimana ini modul ini dapat meningkatkan efisiensi komputasional dan mempercepat pelatihan model, transfer learning yang dapat meningkatkan kinerja model pada klasifikasi khusus seperti katarak pada mata, kemudian dan penanganan variabilitas dalam gambar mata yang dapat memberikan kemampuan generalisasi yang baik pada mata yang belum pernah dilihat.

BAB III

METODE PENELITIAN

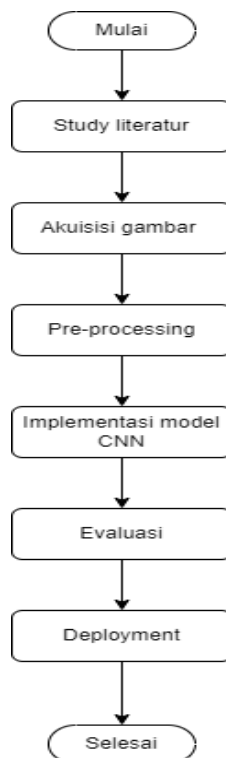
Penelitian ini memberikan penjelasan terkait langkah-langkah, data, lokasi penelitian, metode evaluasi yang digunakan serta penjelasan terstruktur tentang algoritma atau metode yang diterapkan ke dalam penelitian.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Kaggle,. Data ini merupakan data katarak pada mata yang terdiri dari 4 jenis gambar mata, yaitu mata normal, cataract, glaucoma, dan retina disease.

3.2 Diagram Alir

Metode yang digunakan dalam klasifikasi penyakit katarak pada mata menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



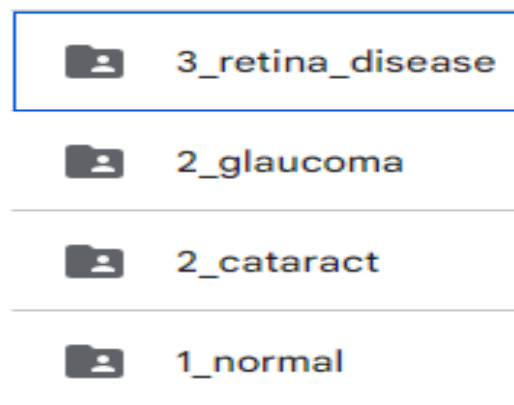
Gambar 2. Diagram alir

3.3 Studi literatur

Dalam penelitian melakukan penelusuran literatur untuk mencari referensi berupa jurnal-jurnal yang relevan pada tahun 2019 hingga tahun 2022. Hal ini dilakukan untuk membantu peneliti agar mudah mengembangkan dan mencari bahan referensi baru yang relevan dengan bidang yang diteliti. Studi literatur dalam klasifikasi katarak pada mata menggunakan metode CNN menunjukkan bahwa CNN telah menjadi pendekatan yang efektif dalam mengatasi tantangan deteksi dan klasifikasi penyakit mata.

3.4 Akuisisi gambar

Pada tahap ini, citra yang telah diambil kemudian diseleksi dan dikelompokkan menjadi dua polder yaitu folder Katarak dan folder Normal. Tujuan dari akuisisi citra ini adalah untuk memudahkan pelatihan dan pengujian yang dilakukan.



Gambar 3. Akuisisi gambar

3.5 Pre-processing

Pada tahap ini, gambar katarak dan mata normal diambil gambar dengan ukuran berbeda kemudian di-crop menjadi ukuran yang lebih kecil, ukuran aslinya pada saat pengambilan data diganti menjadi 200 x 200 pixel. Pemotongan gambar dilakukan secara manual untuk mempermudah proses pengklasifikasian data gambar. Preprocessing data ini diterapkan untuk meningkatkan performa model.

3.6 Implementasi model CNN

Pada tahap ini menggunakan dataset katarak pada mata dimana dataset ini mencakup gambar mata dengan label katarak dan non-katarak. CNN diklasifikasikan

sebagai jaringan saraf dalam karena tingkat jaringannya dalam dan banyak digunakan dalam data gambar. Implementasi CNN dalam klasifikasi katarak pada mata melibatkan langkah yang cukup terkoordinasi, pertama, data set gambar mata dengan label katarak dan non-katarak di unduh dan dibagi menjadi set pelatihan dan pengujian. Kemudian melakukan evaluasi model, ini dilakukan pada set pengujian menggunakan matrix akurasi untuk mengukur ketepatan dan kinerja model dalam mengklasifikasi katarak pada mata. Dengan implementasi yang tepat, CNN dapat menjadi alat yang kuat untuk mendukung deteksi dini dan klasifikasi katarak, membawa potensi signifikan dalam bidang diagnostik kedokteran mata.

3.7 Evaluasi

Evaluasi yang digunakan sesudah melakukan implementasikan model cnn adalah langkah penting untuk menilai seberapa baik model yang digunakan dalam menyelesaikan tugas yang diberikan, seperti pengenalan gambar, klasifikasi, deteksi objek, atau tugas lainnya.

3.8 Deployment

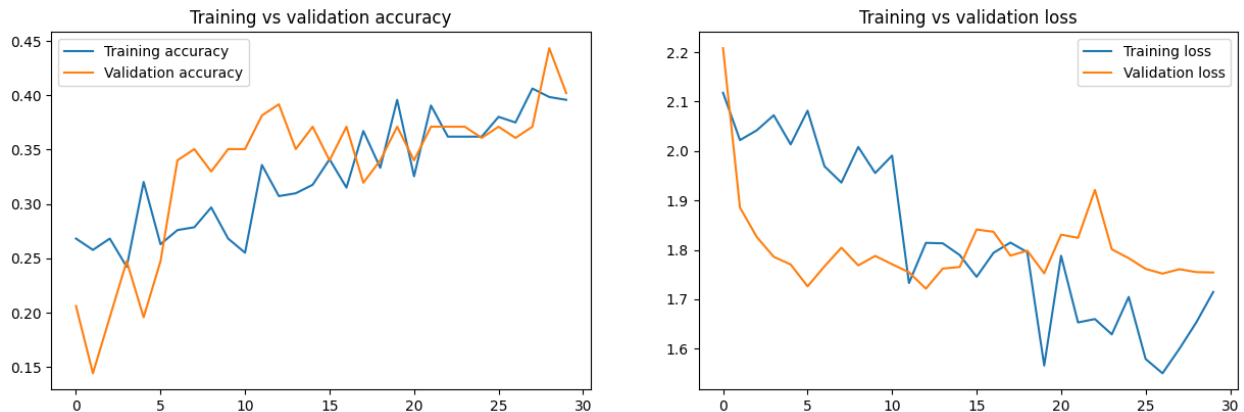
Deploy menggunakan framework streamlit python sehingga memiliki tampilan halaman yang memudahkan pengguna untuk gambar dan memperoleh hasil berupa mata katarak atau mata normal. Pada proses deployment ini, pertama akan dilakukan pemanggilan library yang dibutuhkan untuk sistem klasifikasi menggunakan framework flask. Library yang dibutuhkan yaitu: torch, torchvision, numpy, streamlit, matplotlib, pillow, scikit-learn . Setelah semua library dimasukkan, maka dibutuhkan pemanggilan model CNN yang telah dibuat dan disimpan agar aplikasi bisa memprediksi gambar dengan baik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Akurasi Model

Berdasarkan dataset yang digunakan dan bahasa pemrograman yang digunakan yaitu python google collab, pada penelitian ini kami menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur Inception V3 sebagai dasar pelatihan model.



Gambar 4. Grafik hasil akurasi dan loss pelatihan model

Berdasarkan Gambar 4, bahwa model yang digunakan sudah berjalan dengan cukup baik untuk melakukan pelatihan data. Pada tahap evaluasi performa model klasifikasi katarak pada mata menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN), hasil akhir menunjukkan tingkat akurasi sebesar 0,6295 atau sekitar 62,95%. Hasil akurasi ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan memiliki keterbatasan dalam kemampuannya untuk mengklasifikasi gambar mata sebagai katarak dan non-katarak. Sebuah akurasi rendah seperti ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, arsitektur CNN yang digunakan mungkin tidak cukup kompleks atau kurang sesuai dengan karakteristik dataset yang digunakan. Selain itu, ukuran dataset yang terbatas atau kurangnya keberagaman dalam data juga dapat mempengaruhi performa model. Model CNN sangat tergantung pada jumlah dan keberagaman data pelatih untuk dapat melakukan generalisasi yang baik pada data uji.

4.2 Ketepatan Model

Ketepatan atau akurasi model CNN dalam klasifikasi katarak pada mata yang mencapai 44% menunjukkan bahwa model CNN memiliki tantangan dalam mengidentifikasi

katarak secara memadai. Dalam analisis lebih lanjut, perlu dieksplorasi apakah terdapat masalah dalam proses preprocessing, seperti teknik augmentasi data yang kurang efektif atau normalisasi yang tidak optimal. Selain itu, dapat juga dievaluasi apakah terdapat class imbalance yang mempengaruhi hasil akurasi. Langkah-langkah perbaikan yang dapat diambil termasuk mengevaluasi ulang arsitektur model, memperbesar dataset dengan mendapatkan lebih banyak gambar, serta meningkatkan teknik preprocessing dan augmentasi data.

Interpretasi hasil evaluasi dapat mencakup analisis lebih lanjut terkait matriks kebingungan, sensitivitas (recall) dan matriks evaluasi lainnya. Matriks kebingungan dapat memberikan informasi tentang seberapa baik model dapat membedakan antara kelas katarak dan non-katarak, serta mengidentifikasi jenis kesalahan yang sering terjadi, seperti apakah model lebih cenderung membuat kesalahan salah positif atau salah negatif. Selain itu faktor-faktor seperti kompleksitas variasi dalam dataset, ukuran set, dan arsitektur model yang digunakan dapat mempengaruhi hasil akhir. Langkah-langkah perbaikan selanjutnya dapat mencakup peningkatan arsitektur model, penyesuaian parameter, atau pengumpulan lebih banyak dan beragam data pelatihan.

BAB V

Kesimpulan

Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) dalam mendiagnosis penyakit katarak pada mata. Dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan, khususnya dalam analisis citra, penelitian ini berfokus pada pengembangan model yang mampu mengklasifikasikan gambar mata dengan klasifikasi penyakit mata katarak. Seluruh dataset 20% dari data akan digunakan untuk menguji model, dan 80% akan digunakan untuk melatih model. Hasil pengujian yang kami lakukan menunjukkan tingkat akurasi sebesar 0,6295 atau sekitar 62,95%. Hasil akurasi ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan dalam kemampuannya untuk mengklasifikasi gambar mata sebagai katarak dan non-katarak.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Allen and A. Vasavada, "Cataract and surgery for cataract." *Bmj*, vol. 333, no. 7559, pp. 128–32, 2006
- Indrakumari, R.; Poongodi, T.; Singh, K. *Introduction to Deep Learning*. EAI/Springer Innov. Commun. Comput. 2021, 1–22
- Nasirzonouzi, M. (2020). *Automated Cataract Grading Using Smartphone Images*. UWSpace, Ontario, Canada: University of Waterloo.
- Albawi, S., & Mohammed, T. A. (2017). Understanding of A Convolutional Neural Network. *ICET2017*, 17(1).
- Demir, A., Yilmaz, F., & Kose, O. (2019). Early detection of Skin Cancer Using Deep Learning Architectures: Resnet-101 and Inception-v3. *TIPTEKNO 2019 - Tip Teknologileri Kongresi*, 2019-Janua, 3–6. <https://doi.org/10.1109/TIPTEKNO47231.2019.8972045>
- Cahya, F. N., Hardi, N., Riana, D., & Hadiani, S. (2021). Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Sistem Informasi*, 10(3), 618–626.
- Szegedy, C., Vanhoucke, V., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016). Rethinking The Inception Architecture for Computer Vision. *Proceedings of The IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016-Decem, 2818-2826. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.308>
- I. Cholissodin and A. A. Soebroto, "AI , MACHINE LEARNING & DEEP LEARNING (Teori & Implementasi)," no. July 2019, 2021
- F. D. K. Geza Jeremia Bu'ulölö, Agustinus Jacobus, "Identification of Cataract Eye Disease Using Convolutional Neural Network," *J. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 4, pp. 375–382, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika>
- R. Munarto and M. A. S. Yudono, "Klasifikasi Katarak Objek Optic Disc Citra Fundus Retina Menggunakan Support Veactor Machine," *J. Ilm. Setrum Artic. Press*, vol. 8, no. 1, pp. 84–95, 2019.