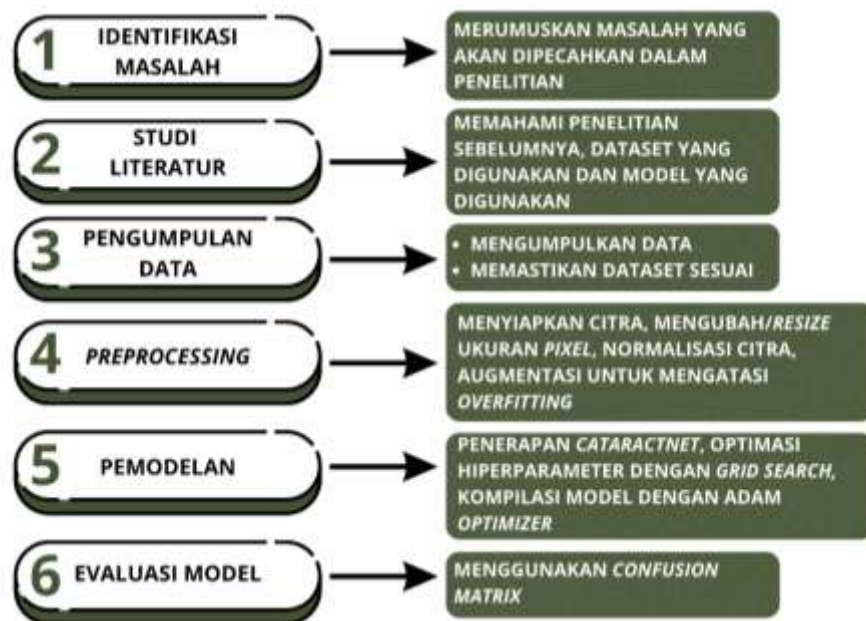


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian yang terdapat pada Gambar 3.1 dijelaskan bahwa tahapan dimulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi model. Setiap tahapan penelitian memiliki tujuan yang telah dijelaskan. Sehingga dengan mengacu pada tahapan penelitian ini, dapat memberikan kontribusi pada bidang yang diteliti.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.1.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan awal analisis terhadap permasalahan utama yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini. Tahap identifikasi masalah dilakukan dengan menentukan objek penelitian yang berfokus pada deteksi citra digital mata katarak dan normal. Berdasarkan kajian awal, deteksi citra katarak

yang ada saat ini sebagian besar menggunakan citra fundus, yang memerlukan alat khusus untuk pengambilan gambar. Hal ini akan menjadi kendala jika saja model ini diterapkan pada sistem yang akan diakses umum, karena alat tersebut hanya dimiliki oleh dokter spesialis mata. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model *CataractNet* untuk deteksi citra digital mata katarak yang diperoleh dari kamera biasa, yang lebih mudah diakses.

3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas deteksi katarak menggunakan pendekatan *deep learning*, khususnya berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Sumber literatur yang digunakan berasal dari artikel ilmiah, jurnal internasional dan nasional, serta dataset *repository* seperti Kaggle. Proses kajian mencakup telaah terhadap arsitektur model yang digunakan, analisis kelebihan dan keterbatasan dari masing-masing penelitian, serta evaluasi hasil yang telah dilaporkan. Selain itu menelaah teknik augmentasi data sebagai solusi keterbatasan jumlah dataset serta metode evaluasi seperti *confusion matrix* dan melakukan *grid search* untuk menentukan kombinasi nilai terbaik dari *hyperparameter* model.

3.1.3 Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sumber terbuka yaitu Kaggle (*Cataract Dataset*, 2023) yang menyediakan kumpulan citra digital mata katarak dan normal. Beberapa langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah mengumpulkan dataset yang terdiri dari citra mata katarak dan normal dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, kemudian

melakukan validasi dataset untuk memastikan kualitas citra yang digunakan dan memastikan data dikelompokkan menjadi dua kelas utama yaitu mata katarak dan mata normal. Setelah proses pengumpulan dataset, dataset dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 80% data latih, 10% data validasi, dan 10% data uji (Widyawati dkk., 2025).

3.1.4 *Preprocessing*

Preprocessing dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra digital mata sebelum dimasukkan ke dalam model *CataractNet*. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu:

a. **Resize Format Citra**

Ukuran yang berbeda-beda pada seluruh citra dalam dataset dikonversi menjadi 224×224 piksel agar sesuai dengan input model *CataractNet*.

b. **Normalisasi Citra**

Proses ini memungkinkan semua citra yang digunakan dalam dataset memiliki ukuran dan tingkat kecerahan yang berbeda-beda karena berasal dari berbagai sumber. Untuk menyamakan distribusi intensitas piksel, dilakukan normalisasi dengan mengonversi nilai intensitas setiap piksel ke rentang 0 hingga 1 menggunakan rumus pada persamaan (6).

$$N = \frac{p - MinV}{MaxV - MinV} \quad (6)$$

Keterangan:

N : nilai intensitas yang telah dinormalisasi.

p : adalah nilai intensitas asli (antara 0-255).

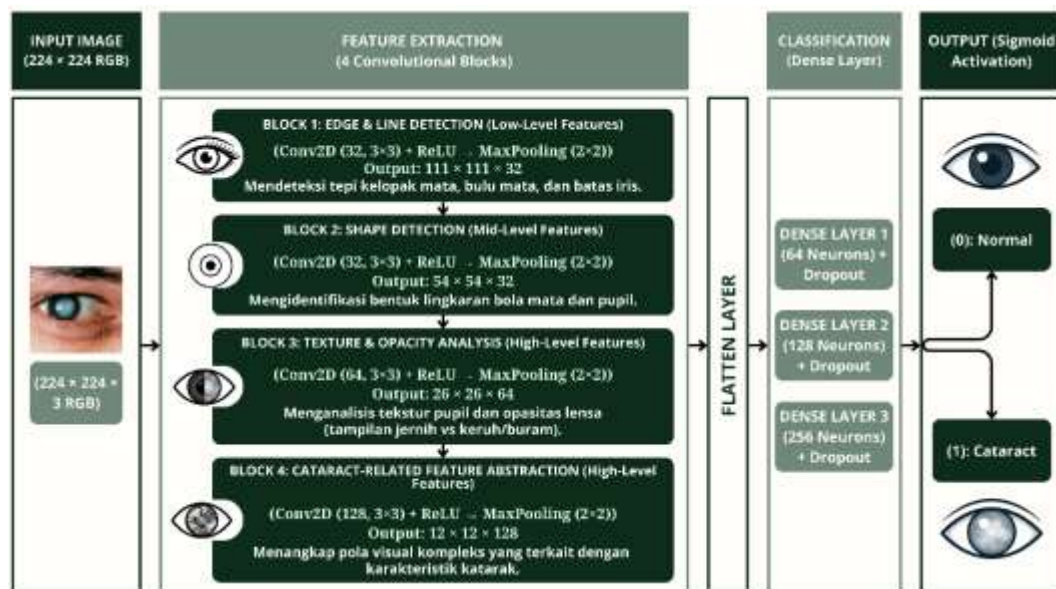
MinV dan *MaxV*: nilai minimum dan maksimum intensitas dalam citra asli.

c. Augmentasi Data

Tahapan ini dilakukan untuk mengatasi keterbatasan jumlah dataset dan menghindari *overfitting*. Augmentasi dilakukan dengan berbagai teknik, rotasi hingga ± 30 derajat untuk meniru variasi sudut pengambilan gambar, pergeseran horizontal dan vertikal (*width shift* dan *height shift*) sebesar 0.2 untuk mengubah posisi objek dalam bingkai citra, lalu transformasi kemiringan (*shear*) sebesar 0.2 untuk menambah variasi bentuk mata, *zooming* sebesar 0.2 untuk memperbesar atau memperkecil area tertentu dari citra, pembalikan horizontal (*horizontal flip*) untuk meniru kondisi posisi mata kanan dan kiri, normalisasi nilai piksel (*rescale*) ke rentang 0–1 agar konvergensi model lebih stabil dan *fill mode 'nearest'* untuk mengisi area kosong akibat transformasi. Proses augmentasi hanya diterapkan pada data pelatihan, sementara data validasi dan data uji hanya melalui proses *rescaling* tanpa transformasi tambahan. Hasil augmentasi meningkatkan jumlah citra pelatihan secara signifikan hingga lima kali lipat dari jumlah awal dataset, sehingga model memperoleh data latih yang lebih beragam dan mampu mengenali pola katarak dengan lebih akurat.

3.1.5 Pemodelan

Setelah melalui proses preprocessing, citra mata berukuran $224 \times 224 \times 3$ RGB dimasukkan ke dalam model *CataractNet*. Alur kerja model *CataractNet* ditunjukkan pada Gambar 3.2, yang menggambarkan proses ekstraksi fitur hingga tahap klasifikasi.



Gambar 3. 2 *Flowchart* Pemodelan *CataractNet*

Proses ekstraksi fitur pada *CataractNet* dilakukan melalui empat blok *convolutional layer*. Pada blok pertama dan kedua, model mengekstraksi fitur tingkat rendah hingga menengah berupa tepi, garis, cahaya, serta bentuk dasar mata seperti batas pupil dan iris. Tahap ini bertujuan untuk menangkap karakteristik anatomi dasar mata sebagai fondasi pemrosesan fitur selanjutnya.

Selanjutnya, pada blok ketiga dan keempat, model mengekstraksi fitur tingkat tinggi yang berkaitan dengan karakteristik visual katarak, seperti pola tekstur dan tingkat kekeruhan lensa. Pada tahap ini, *CataractNet* mempelajari representasi fitur yang lebih kompleks dan relevan terhadap kondisi katarak. Berbeda dengan model CNN lain yang memiliki kedalaman dan kompleksitas tinggi untuk klasifikasi objek umum, *CataractNet* dirancang dengan jumlah blok yang lebih terbatas dan terfokus agar pembelajaran fitur diarahkan pada karakteristik visual katarak tanpa kompleksitas berlebihan.

Hasil ekstraksi fitur dari lapisan konvolusi kemudian diproses melalui lapisan *flatten* untuk mengubah *feature map* menjadi vektor numerik. Vektor fitur tersebut selanjutnya diteruskan ke beberapa *fully connected layer* yang dilengkapi dengan *dropout* untuk mengurangi risiko *overfitting*. Tahap ini berfungsi untuk menggabungkan seluruh fitur yang telah diekstraksi sebelum dilakukan proses klasifikasi. Pada lapisan keluaran, model menggunakan fungsi aktivasi sigmoid untuk menghasilkan *output* klasifikasi biner, yaitu mata normal dan mata katarak.

Model dikompilasi menggunakan fungsi *loss binary cross-entropy* karena tugas klasifikasi bersifat biner, serta *optimizer Adam* yang mampu menyesuaikan *learning rate* secara adaptif berdasarkan momen gradien. Sebelum proses pelatihan akhir, dilakukan optimasi *hyperparameter* menggunakan *grid search* untuk menentukan kombinasi parameter pelatihan terbaik, meliputi *learning rate*, parameter *patience* pada *EarlyStopping* dan *ReduceLROnPlateau*, *factor*, serta *minimum learning rate*. Kombinasi *hyperparameter* terbaik yang diperoleh dari proses *grid search* kemudian digunakan pada pelatihan akhir model. Pemilihan kombinasi parameter yang tepat membantu proses konvergensi menjadi lebih stabil dan efisien, serta mendukung kinerja model selama pelatihan tanpa menyebabkan *overfitting*.

3.1.6 Evaluasi Model

Tahapan evaluasi dilakukan setelah proses pelatihan model selesai. Pada tahap ini, hasil prediksi model dianalisis menggunakan *confusion matrix*, yang berfungsi untuk mengidentifikasi jumlah prediksi benar maupun salah pada setiap kelas, serta memberikan gambaran menyeluruh mengenai pola kesalahan model

dalam membedakan citra katarak dan normal. Berdasarkan matriks ini, dihitung berbagai metrik evaluasi yang meliputi *accuracy*, *precision*, *recall*, *specificity*, dan *F1-score*. Masing-masing metrik memberikan perspektif yang berbeda terhadap performa model, seperti ketepatan prediksi, kemampuan mendeteksi seluruh kasus katarak, hingga kemampuan membedakan citra katarak dan normal secara spesifik. Dengan demikian, rangkaian metrik ini digunakan untuk menilai seberapa efektif model *CataractNet* dalam melakukan deteksi pada citra mata.