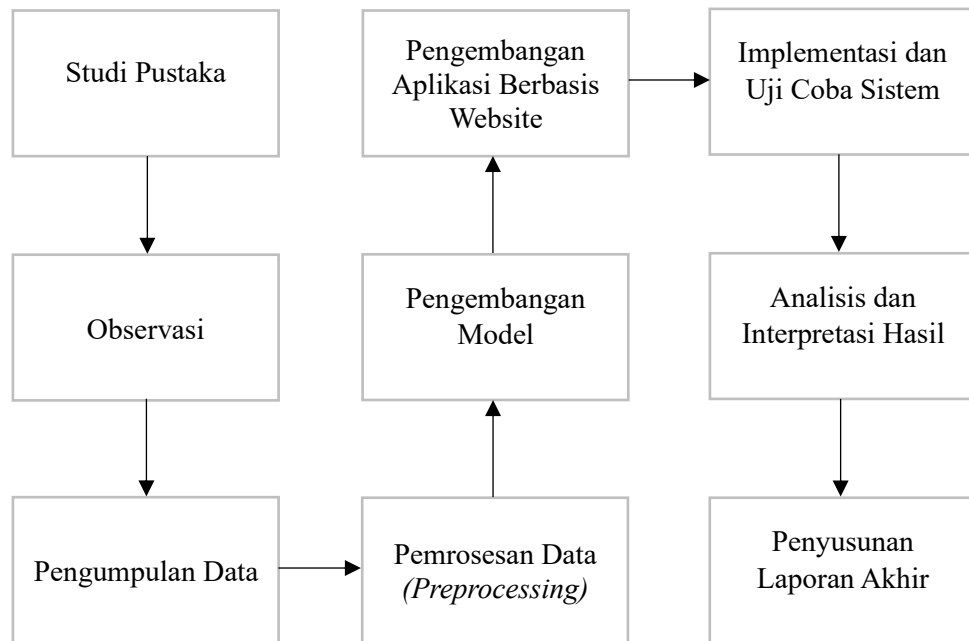


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian ini menjelaskan tahapan sistematis yang dilakukan peneliti dalam menyusun dan menyelesaikan penelitian berjudul "Deteksi Tingkat Kesegaran Buah Pisang Sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kesehatan Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Website". Setiap tahap disusun secara runtut mulai dari studi pustaka hingga penyusunan laporan akhir (Nafi'Iyah et al., 2023).



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penjelasan dari alur penelitian sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Tahap awal penelitian berupa pencarian dan pengumpulan informasi dari sumber-sumber literatur (jurnal, buku, skripsi, dan artikel ilmiah) yang relevan dengan topik penelitian. Tujuannya adalah untuk memahami konsep dasar seperti pengolahan citra digital, Convolutional Neural Network (CNN), dan pengembangan web menggunakan Streamlit.

2. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian, dalam hal ini buah pisang Cavendish di lapangan atau gudang penyimpanan. Observasi mencakup ciri visual yang berubah sesuai tingkat kesegaran (warna, tekstur, bercak, flek ringan).

3. Pengumpulan Data

Proses pengambilan gambar buah pisang Cavendish dalam berbagai tingkat kematangan (mentah, matang, busuk, segar) menggunakan kamera. Data ini menjadi dataset yang akan diproses lebih lanjut. Pengumpulan dilakukan dari berbagai sudut dan pencahayaan untuk memperkaya variasi data.

4. Pemrosesan Data

Pada tahap ini, data gambar pisang dipersiapkan sebelum digunakan untuk pelatihan model CNN. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

a. Resize Gambar

Semua gambar diubah ukurannya menjadi *150x150 piksel* agar sesuai dengan input layer model CNN

b. Normalisasi Piksel

Gambar dinormalisasi menggunakan $Rescale=1./255$ untuk mengubah nilai piksel dari rentang 0–255 menjadi 0–1. Hal ini mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan performa model.

c. Augmentasi data

- 1) Horizontal Flip: Membalik gambar secara horizontal.
- 2) Rotation: Memutar gambar secara acak dalam batas tertentu.
- 3) Zoom: Memperbesar sebagian area gambar secara acak.

d. Pembagian Dataset

Dataset dibagi menjadi 70% data latih, 15% data validasi, dan 15% data uji menggunakan pustaka *splitfolders*.

e. Pemuatan Dataset

Dataset dimuat menggunakan *Image Data Generator* dalam mode kategorikal, sehingga label dikonversi ke format one-hot encoding sesuai dengan kelas: segar, matang, mentah, dan busuk.

5. Pengembangan Model

Tahap pengembangan model dilakukan dengan membangun arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), kemudian melatih model tersebut menggunakan data training yang telah disiapkan. Setelah proses pelatihan, model dievaluasi menggunakan data validasi dan data uji (test) untuk mengukur performa. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis berbagai metrik seperti akurasi, loss, precision, recall, dan confusion matrix guna mengetahui kemampuan model dalam mengklasifikasikan data secara akurat.

6. Pengembangan Aplikasi Berbasis Website

Model CNN yang telah dilatih diintegrasikan ke dalam aplikasi web menggunakan Streamlit. Aplikasi akan memiliki fitur unggah gambar, prediksi tingkat kesegaran, dan menampilkan hasil secara real-time dan bisa di akses oleh semua orang.

7. Implementasi dan Uji Coba Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan terhadap pengguna untuk melihat apakah aplikasi berjalan dengan baik, apakah prediksi dari model sesuai harapan, dan bagaimana performa sistem saat digunakan secara langsung.

8. Analisis dan Interpretasi Hasil

Analisis dilakukan terhadap hasil uji coba. Metrik evaluasi model seperti akurasi dibandingkan dengan target yang diharapkan. Selain itu, feedback dari pengguna juga dianalisis untuk perbaikan sistem.

9. Penyusunan Laporan Akhir

Tahap akhir dari penelitian adalah menyusun hasil penelitian ke dalam laporan skripsi yang mencakup latar belakang, tinjauan pustaka, metode, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan.

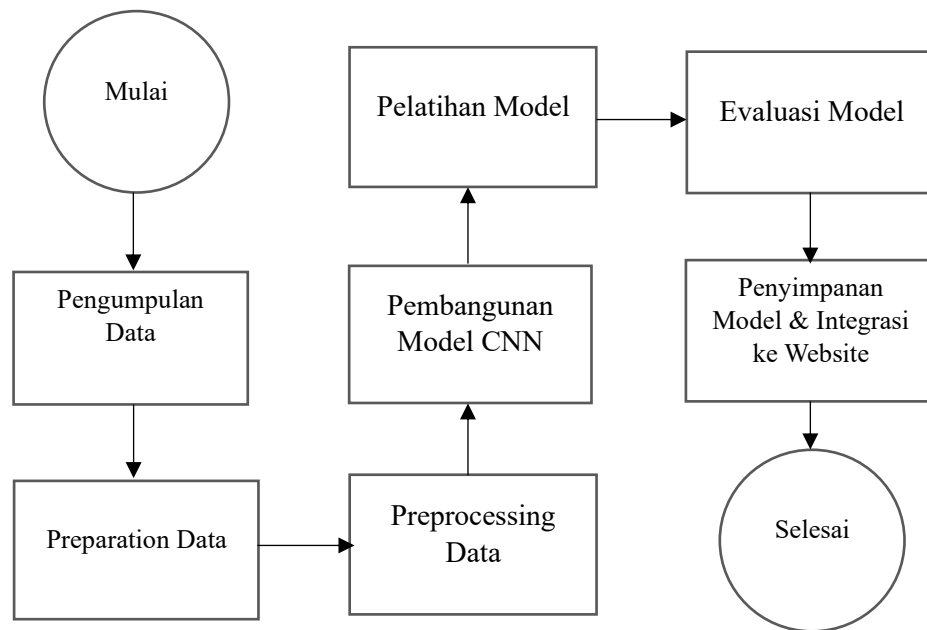
3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data berbentuk angka untuk mengidentifikasi pola atau menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Pendekatan yang diterapkan adalah eksperimen, di mana dilakukan proses pelatihan dan pengujian model *Convolutional Neural Network (CNN)* guna mendeteksi tingkat kesegaran buah pisang (Huda & Kharisma Putra, 2023). Evaluasi hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan metrik numerik, seperti *akurasi*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

3.3 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari data primer yang diperoleh secara langsung melalui pengambilan gambar buah pisang Cavendish di lapangan. Proses pengumpulan data dilakukan di lokasi PT xyz, yang mencakup area kebun, gudang penyimpanan, serta tempat sortir buah. Gambar-gambar diambil dengan mempertimbangkan berbagai tingkat kesegaran buah, mulai dari kondisi segar, matang, hingga busuk. Data ini menjadi dasar utama dalam membangun dataset yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian model deteksi tingkat kesegaran buah pisang menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)*.

3.4 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

3.4.1 Pengumpulan Data

Dataset berupa gambar pisang Cavendish dengan kondisi segar, matang, mentah, dan busuk dikumpulkan secara langsung dari lapangan, seperti kebun, gudang, dan tempat sortir di PT xyz.

3.4.2 Persiapan Data (*Data Preparation*)

- Download & Ekstraksi Dataset menggunakan *gdown* dan *zipfile*.
- Cek jumlah gambar per kelas untuk memastikan *dataset* seimbang.

3.4.3 Preprocessing Data

- Resize gambar ke ukuran 150x150 piksel (*target_size=(img_height, img_width)*).
- Normalisasi piksel dengan *rescale=1./255*.
- Split dataset menjadi:
 - 1) Train: 70%
 - 2) Validation: 15%
 - 3) Testing: 15%

Dilakukan menggunakan *splitfolders.ratio()*.

3.4.4 Pembangunan Model CNN

1. Model Convolutional Neural Network (CNN) yang digunakan dalam penelitian ini dirancang dengan arsitektur sebagai berikut:

- a. Input Layer

Menerima citra berukuran 150 x 150 piksel dengan 3 kanal warna (RGB).

- b. Convolutional Layers

Terdiri dari tiga buah layer Conv2D:

- 1) Layer pertama dengan 32 filter berukuran 3x3
- 2) Layer kedua dengan 64 filter berukuran 3x3
- 3) Layer ketiga dengan 128 filter berukuran 3x3

Ketiganya menggunakan fungsi aktivasi ReLU untuk mengekstraksi fitur dari citra.

- c. Pooling Layers

Setelah masing-masing Conv2D layer, diterapkan MaxPooling2D dengan ukuran pool 2x2 untuk mereduksi dimensi fitur.

- d. Flatten Layer

Digunakan untuk mengubah hasil ekstraksi fitur dua dimensi menjadi satu dimensi sebelum masuk ke Dense layer.

- e. Fully Connected Layer (Dense Layer)

Satu Dense layer dengan 128 neuron dan fungsi aktivasi ReLU.

- f. Dropout Layer

Dropout sebesar 0.5 diterapkan untuk mengurangi risiko overfitting dengan menonaktifkan 50% neuron secara acak selama pelatihan.

g. Output Layer

Terdiri dari 4 neuron sesuai jumlah kelas (busuk, matang, mentah, dan segar), menggunakan fungsi aktivasi softmax untuk melakukan klasifikasi multikelas.

2. Model ini dikompilasi menggunakan:

- a. Optimizer: Adam
- b. Loss function: Categorical Crossentropy
- c. Metrik evaluasi: Accuracy

3.4.5 Pelatihan Model

Proses pelatihan dilakukan menggunakan data latih dan data validasi yang telah dibagi sebelumnya dengan rasio 70:15. Konfigurasi pelatihan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah epoch: 30
- b. Batch size: 32
- c. Data latih: digunakan untuk membangun model
- d. Data validasi: digunakan untuk memantau kinerja model selama pelatihan

Untuk mengoptimalkan proses pelatihan dan mencegah overfitting, digunakan dua buah callback:

1. EarlyStopping

Callback ini menghentikan pelatihan secara otomatis apabila akurasi validasi tidak menunjukkan peningkatan selama 5 epoch berturut-turut. Parameter `restore_best_weights=True` digunakan untuk mengembalikan bobot model terbaik dari pelatihan.

2. ModelCheckpoint

Digunakan untuk menyimpan model terbaik selama proses pelatihan berdasarkan performa validasi, dengan menyimpan file model ke dalam berkas `best_model.h5`.

3.4.6 Evaluasi Model

Evaluasi kinerja model menggunakan *Confusion Matrix* untuk menghitung nilai:

- a. True Positive (TP): Data positif yang diprediksi benar.
- b. False Positive (FP): Data negatif yang diprediksi positif.
- c. True Negative (TN): Data negatif yang diprediksi benar.
- d. False Negative (FN): Data positif yang diprediksi negatif.

1. Rumus Perhitungan:

- a. Akurasi (*Accuracy*)

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

Kegunaan: Mengukur persentase prediksi benar (baik pisang segar, matang, atau busuk) dari total data.

- b. Presisi (*Precision*)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

Kegunaan: Mengukur konsistensi model dalam memprediksi kelas tertentu (misalnya, pisang "segar").

- c. Recall (*Sensivitas*)

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

Kegunaan: Mengukur kemampuan model menemukan semua sampel yang benar

- d. F1-Score

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

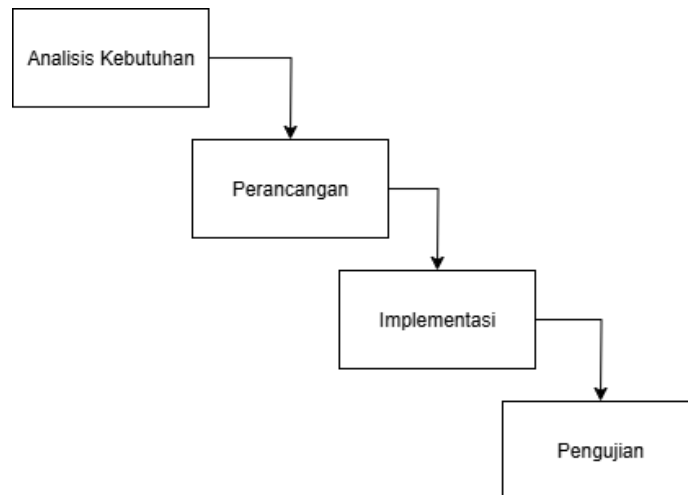
Kegunaan: Rata-rata harmonik presisi dan recall. Untuk mengevaluasi performa di dataset tidak seimbang.

3.4.7 Penyimpanan Model & Integrasi ke Website

- Model disimpan ke dalam file `.h5` (`model.save("model_pisang.h5")`).
- Model ini nantinya akan digunakan dalam *aplikasi Streamlit* untuk deteksi kesegaran pisang berbasis web.

3.5 Metode Pengembangan Aplikasi

Pengembangan aplikasi dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle (SDLC)* model *Waterfall*. Model *Waterfall* merupakan pendekatan sistematis yang bersifat linier dan berurutan, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum tahap berikutnya dimulai. Model ini cocok digunakan karena alur pengembangan aplikasi deteksi kesegaran buah pisang memiliki tahapan yang jelas dan terstruktur.



Gambar 3. 3 Alur perancangan SDLC waterfall

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem deteksi kesegaran pisang berbasis web.

- Kebutuhan Fungsional:

Tabel 3. 1 Kebutuhan Fungsional

No	Kebutuhan	Deskripsi
1	Upload Gambar	Pengguna dapat mengunggah gambar pisang dari galeri atau kamera.

2	Prediksi Kategori	Sistem melakukan klasifikasi tingkat kesegaran pisang (busuk, matang, mentah, segar).
3	Menampilkan Confidence Score	Sistem menampilkan tingkat keyakinan model dalam bentuk progress bar dan angka persentase.
4	Penjelasan Kategori	Sistem memberikan informasi edukatif dan rekomendasi berdasarkan hasil klasifikasi.

b. Kebutuhan Non-Fungsional:

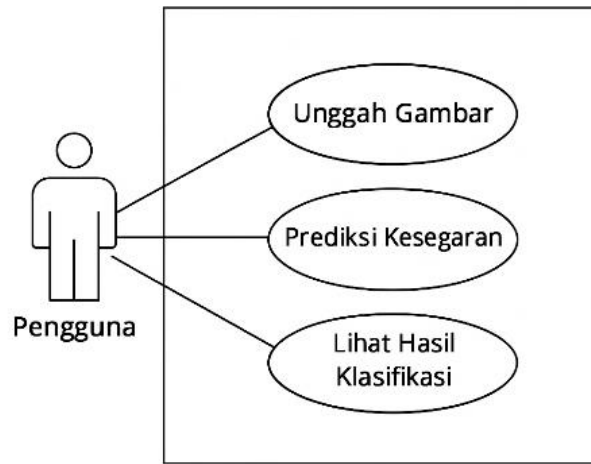
Tabel 3. 2 Kebutuhan Non-Fungsional

No	Kebutuhan	Deskripsi
1	User Interface	Antarmuka sederhana dan user-friendly menggunakan Streamlit.
2	Aksesibilitas	Aplikasi dapat dijalankan di browser tanpa perlu instalasi tambahan.
3	Kecepatan	Prediksi dilakukan dalam waktu kurang dari 5 detik.
4	Kompatibilitas	Aplikasi dapat dijalankan di PC atau laptop dengan sistem operasi apapun selama ada browser.

2. Perancangan

Perancangan dilakukan untuk menggambarkan bagaimana sistem bekerja dari sisi logika alur, antarmuka pengguna, hingga interaksi dengan model *CNN*.

a. Use Case Diagram

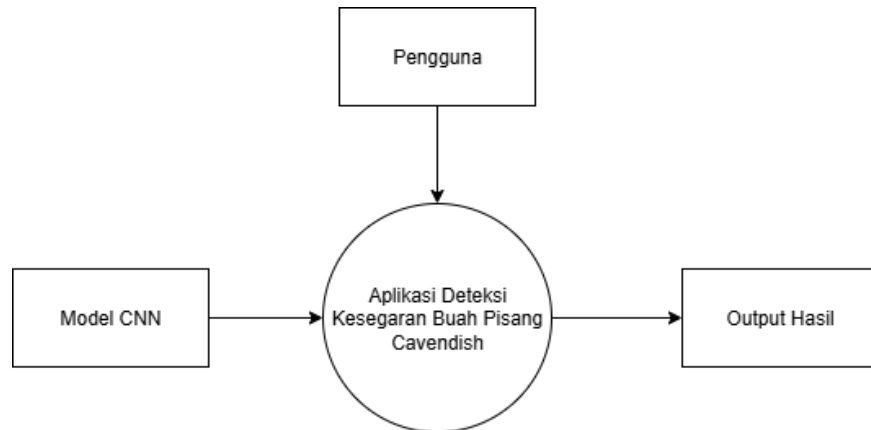


Gambar 3. 4 Use Case Diagram

Penjelasan:

Use case diagram tersebut menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem deteksi kesegaran buah berbasis website. Dalam sistem ini, pengguna memiliki tiga aktivitas utama, yaitu mengunggah gambar buah, melakukan prediksi kesegaran, dan melihat hasil klasifikasi. Proses dimulai saat pengguna mengunggah gambar buah ke dalam sistem. Setelah itu, sistem akan menjalankan proses klasifikasi menggunakan model CNN untuk memprediksi tingkat kesegaran buah, seperti mentah, matang, atau busuk. Hasil dari prediksi tersebut kemudian ditampilkan kepada pengguna dalam bentuk output klasifikasi. Diagram ini membantu memvisualisasikan peran pengguna dan alur interaksi terhadap fitur-fitur utama yang disediakan oleh sistem.

b. Context Diagram



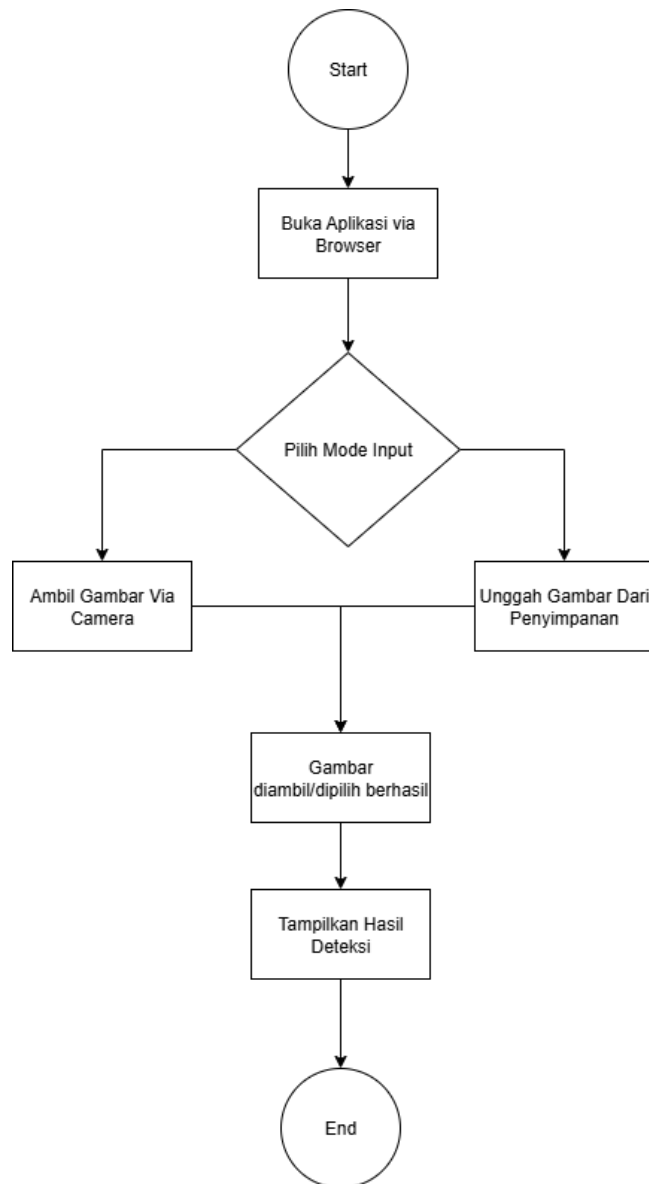
Gambar 3. 5 Context Diagram

Penjelasan:

Context diagram di atas menggambarkan hubungan antara tiga komponen utama dalam sistem aplikasi deteksi kesegaran pisang, yaitu Pengguna, Aplikasi Deteksi Kesegaran Pisang, dan Model CNN. Pengguna berinteraksi langsung dengan aplikasi dengan cara mengunggah gambar pisang yang ingin dianalisis. Aplikasi ini kemudian mengirimkan data gambar tersebut ke Model CNN yang telah dilatih untuk mengklasifikasikan tingkat kesegaran pisang. Setelah proses klasifikasi dilakukan oleh model, hasilnya dikirim kembali ke aplikasi, yang kemudian menyajikannya sebagai *output hasil klasifikasi* kepada pengguna. Diagram ini juga memperlihatkan aliran data yang sederhana namun jelas antara pengguna, sistem, dan model AI sebagai inti proses klasifikasi.

c. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan alur proses interaksi pengguna dengan sistem dalam melakukan deteksi tingkat kesegaran buah pisang menggunakan aplikasi berbasis web. Diagram ini menunjukkan langkah-langkah utama yang dilakukan pengguna dari awal hingga memperoleh hasil deteksi.



Gambar 3. 6 Activity Diagram

Penjelasan:

Tabel 3. 3 Penjelasan Activity Diagram

No	Aktivitas	Deskripsi
1	Start	Proses dimulai saat pengguna mengakses aplikasi.
2	Buka Aplikasi via Browser	Pengguna membuka aplikasi melalui peramban (browser).
3	Pilih Mode Input	Pengguna memilih metode input gambar: via kamera atau upload file.
4a	Ambil Gambar via Kamera	Jika memilih kamera, pengguna mengambil gambar secara langsung.

4b	Unggah Gambar dari Penyimpanan	Jika memilih unggah, pengguna memilih file gambar dari perangkat.
5	Gambar Diambil/Dipilih Berhasil	Gambar berhasil diterima oleh sistem untuk diproses.
6	Tampilkan Hasil Deteksi	Sistem menampilkan hasil klasifikasi tingkat kesegaran pisang.
7	End	Proses selesai, pengguna dapat melihat hasil dan rekomendasi sistem.

d. Rancangan Antarmuka Aplikasi

Antarmuka aplikasi didesain sederhana dan user-friendly. Adapun rancang antarmuka aplikasi sebagai berikut:

1) Halaman Utama

Deteksi Tingkat Kesegaran Buah Pisang

Silakan unggah gambar atau gunakan kamera untuk mendeteksi tingkat kesegaran buah pisang secara otomatis.

Gunakan Camera

Gunakan Upload

Gambar 3. 7 Halaman Utama

Penjelasan:

Pada gambar 3.6, menampilkan tampilan Halaman Utama aplikasi "Deteksi Tingkat Kesegaran Buah Pisang" yang terdiri dari judul aplikasi, instruksi penggunaan, serta dua tombol aksi berlabel "Gunakan Camera" dan "Gunakan Upload".

2) Halaman Gunakan Camera

Deteksi Tingkat Kesegaran Buah Pisang

Silakan unggah gambar atau gunakan kamera untuk mendeteksi tingkat kesegaran buah pisang secara otomatis.

Gunakan Camera

Gunakan Upload

Ambil gambar pisang menggunakan kamera

This app would like to use your camera.
Learn how to allow access.

Take Photo

Hasil Deteksi

Kategori Kesegaran: (Segar, Matang, Mentah, Busuk)

Penjelasan pisang yang sudah di Scan:

Sistem Rekomendasi:

Gambar 3. 8 Halaman Gunakan Camera

Penjelasan:

Pada gambar Gambar 3.7 menampilkan mode input *Gunakan Kamera* pada aplikasi. Dalam tampilan tersebut, terdapat instruksi untuk mengaktifkan kamera dan pemberitahuan izin akses kamera (permission) yang diperlukan agar sistem dapat menggunakan perangkat kamera pengguna. Setelah kamera aktif, pengguna dapat memindai atau mengambil foto buah pisang, lalu menekan tombol *Take Photo*. Selanjutnya, sistem akan menampilkan hasil deteksi berupa kategori tingkat kesegaran buah (Segar, Matang, Mentah, atau Busuk), disertai rekomendasi apakah

buah tersebut layak dikonsumsi atau tidak berdasarkan hasil klasifikasi yang diperoleh.

3) Halaman Gunakan Upload Gambar

Deteksi Tingkat Kesegaran Buah Pisang

Silakan unggah gambar atau gunakan kamera untuk mendeteksi tingkat kesegaran buah pisang secara otomatis.

Gunakan Camera

Gunakan Upload

Unggah gambar pisang

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • JPG, JPEG, PNG

Open di File

Hasil Deteksi

Kategori Kesegaran: (Segar, Matang, Mentah, Busuk)

Penjelasan pisang yang sudah di Scan:

Sistem Rekomendasi:

Gambar 3. 9 Halaman Gunakan Upload Gambar

Penjelasan:

Gambar 3.8 menampilkan halaman input *Gunakan Upload Gambar* pada aplikasi. Pada tampilan ini, pengguna diberikan instruksi untuk mengunggah gambar buah pisang dari penyimpanan perangkat. Setelah gambar dipilih dan diunggah, sistem akan memproses gambar tersebut menggunakan model deteksi tingkat kesegaran. Hasil yang ditampilkan mencakup klasifikasi kesegaran buah (Segar,

Matang, Mentah, atau Busuk), serta rekomendasi apakah buah tersebut layak dikonsumsi atau tidak.

3. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses penerapan hasil perancangan ke dalam bentuk aplikasi berbasis web menggunakan framework Streamlit. Model CNN yang telah dilatih disimpan dalam format .h5 dan diintegrasikan ke aplikasi untuk mengklasifikasikan tingkat kesegaran pisang. Aplikasi memiliki dua mode input, yaitu Gunakan Kamera dan Upload Gambar, yang menampilkan hasil klasifikasi berupa kategori (Segar, Matang, Mentah, Busuk) beserta confidence score dan rekomendasi kelayakan konsumsi. Implementasi dilakukan di Google Colab dan Anaconda, lalu dipublikasikan melalui Streamlit Cloud agar dapat diakses langsung melalui browser.

4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan hasil prediksi akurat. Pengujian fungsional dilakukan dengan metode *black-box testing* pada fitur utama aplikasi, sedangkan pengujian performa model dilakukan menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil menunjukkan model CNN mencapai akurasi 97-99% dengan waktu prediksi kurang dari 5 detik, sehingga sistem dinyatakan responsif, akurat, dan siap digunakan untuk mendeteksi kesegaran pisang secara real-time.