LAPORAN PROYEK UTAMA INFORMATIKA

Semester Ganjil TA. 2024/2025

**KLASIFIKASI KESEGARAN BUAH PISANG BERDASARKAN CITRA KULIT MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)**

Dosen Pembimbing: Agus Suhendar, S.T., M.Eng.



ALVINA PUTRI DAMAYANI (5220411038)

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

LAPORAN PROYEK UTAMA INFORMATIKA

Semester Ganjil TA. 2024/2025

**KLASIFIKASI KESEGARAN BUAH PISANG BERDASARKAN CITRA KULIT MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)**

Laporan ini telah disahkan oleh pembimbing

pada tanggal …………………..

Dosen pembimbing

Agus Suhendar, S.T., M.Eng.

0520078703

**KATA PENGANTAR**

Puji Syukur Saya ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga Saya dapat menyelesaikan proposal proyek utama informatika ini dengan judul “Penerapan Sistem Pendukung Keputusan untuk Diagnosa Penyakit Kucing Berbasis Website dengan Algoritma K-Nearest Neighbors”.

Dalam proses penyusunan proposal ini, Saya mendapat banyak dukungan, arahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Bambang Moertono S., M.M., Akt., CA. selaku Rektor Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, atas dukungan dan fasilitas yang diberikan.
2. Dr. Endy Marlina, M.T., selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta.
3. Dr. Donny Avianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta,
4. Ibu Yuli Asriningtias, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Mata Kuliah Metodologi Penelitian, yang telah memberikan bimbingan, saran serta motivasi yang sangat berarti bagi Saya.
5. Ibu Dr. Enny Itje Sela, S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu mendukung dan memberikan arahan selama proses akademik.
6. Bapak Agus Suhendar, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing mata kuliah Proyek Utama Informatika, yang senantiasa memberikan panduan dalam penyusunan proposal ini.
7. Kepada Semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat Saya sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala bentuk dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Saya menyadari bahwa proposal ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, Saya sangat terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun agar penelitian ini dapat terus dikembangkan dan memberikan manfaat yang lebih luas, baik secara akademik maupun dalam penerapannya di lapangan.

**ABSTRAK**

<<uraian yang berisi masalah dan dampak jika aplikasi tidak dibuat, langkah dan metode penyelesaian masalah, hasil sementara>>

<< 1 spasi >>

**Kata kunci:** Klasifikasi Kesegaran, Pisang, Citra Kulit, *Convolutional Neural Network* (CNN), Sistem Berbasis Website

**ABSTRAK**

<< A description of the problem and impact if the application is not created, troubleshooting steps and methods, interim results >>

<< 1 space >>

**Keywords:** Freshness Classification, Banana, Skin Image, *Convolutional Neural Network* (CNN), Website-Based System

**DAFTAR ISI**

<<Tuliskan daftar isi menggunakan tool, jangan diketik manual, 1 spasi>>

**DAFTAR GAMBAR**

<< tuliskan nomor gambar dan judul gambar >>

<< 1 spasi >>

**DAFTAR TABEL**

<< tuliskan nomor tabel dan judul tabel>>

<< 1 spasi >>

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

# **Latar belakang**

Pisang adalah salah satu buah tropis yang memiliki peran penting pada bidang pertanian dan perdagangan di Indonesia. Negara Indonesia sendiri termasuk salah satu produsen penghasil pisang terbesar di dunia, dengan produksi mencapai 9,24 juta ton pada tahun 2022 berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) (Wulandari, 2024). Selain sebagai komoditas unggulan, pisang juga memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan. Pisang mengandung berbagai zat gizi penting, seperti vitamin C, vitamin B6, potassium, serat, dan senyawa fitokimia yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Pratama, 2023).

Kualitas dan kesegaran pisang menjadi faktor utama yang mempengaruhi harga jual dan daya tarik konsumen. Proses evaluasi kesegaran buah pisang saat ini masih banyak dilakukan secara manual, yaitu dengan pengamatan visual, perabaan, serta penciuman. Namun, metode ini memiliki kelemahan, seperti subjektivitas penilaian antar individu dan keterbatasan manusia dalam mengenali pola visual yang kompleks. Ketidakakuratan dalam menentukan kualitas pisang berpotensi merugikan petani, pedagang dan konsumen. Tanpa adanya sistem otomatis, proses manual yang memakan waktu dan tenaga kerja juga menghambat efektivitas rantai distribusi produk pertanian. Kesalahan dalam klasifikasi kesegaran buah berisiko menyebabkan produk berkualitas rendah beredar di pasaran, sementara buah segar tidak mendapatkan nilai jual yang semestinya. Kondisi ini menciptakan ketidakseimbangan harga dan kualitas yang merugikan berbagai pihak.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berdasarkan citra kulit menggunakan algoritma CNN. Sistem ini diharapkan dapat menganalisis performa model CNN serta memberikan dampak positif bagi petani, pedagang dan konsumen. Sebagai bentuk dukungan terhadap aksesibilitas, sistem ini juga dirancang dengan fitur *text-to-speech* (TTS) guna membantu pengguna dengan gangguan penglihatan dalam mengakses hasil klasifikasi secara audio, sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan tanpa hambatan visual. Penelitian ini juga mengintegrasikan sistem berbasis website untuk mendukung digitalisasi sektor pertanian dan perdagangan buah.

# **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

"Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi berbasis citra kulit buah pisang menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN)?"

# **Ruang Lingkup**

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem klasifikasi kesegaran buah pisang menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis website. Ruang lingkup penelitian ini meliputi beberapa aspek berikut:

1. Perancangan dan implementasi model CNN untuk klasifikasi tingkat kesegaran buah pisang berdasarkan citra kulit, yang mencakup proses *augmentasi*, *normalisasi*, *segmentasi*, dan *ekstraksi fitur* sebelum dilakukan prediksi.
2. Pengembangan sistem berbasis website yang memungkinkan pengguna mengunggah gambar buah pisang secara real-time, menampilkan hasil klasifikasi dalam bentuk teks dan grafik, serta mengevaluasi performa model menggunakan *confusion matrix* dengan metrik *akurasi*, *presisi*, *recall*, dan *F1-score*.
3. Penambahan fitur text-to-speech (TTS) untuk membacakan hasil klasifikasi secara otomatis, guna mendukung aksesibilitas bagi pengguna dengan gangguan penglihatan.

# **Tujuan & Manfaat**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kesegaran buah berdasarkan citra kulit menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi menggunakan model CNN yang mampu menganalisis citra kulit buah pisang dan mengklasifikasikan tingkat kesegaran secara akurat.
2. Mengevaluasi performa model CNN dengan menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score untuk menilai keandalan sistem.
3. Mengembangkan sistem klasifikasi dalam bentuk website yang memungkinkan pengguna mengunggah citra buah dan memperoleh hasil klasifikasi secara real-time.
4. Mendukung digitalisasi di sektor pertanian dan perdagangan buah melalui pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan.
5. Menyediakan fitur text-to-speech untuk membantu pengguna dengan gangguan penglihatan dalam mengakses hasil klasifikasi secara audio, guna mendorong penggunaan teknologi yang inklusif.

# **Sistematika**

**BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan yang mendasari perancangan dan implementasi sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis pengolahan citra. Selain itu, bab ini mencakup tujuan, manfaat, serta ruang lingkup penelitian agar fokus penelitian lebih jelas.

* 1. **Latar Belakang**

Menguraikan pentingnya pisang dalam sektor pertanian dan perdagangan di Indonesia, permasalahan evaluasi kesegaran buah yang masih dilakukan secara manual, serta solusi yang ditawarkan melalui perancangan dan implementasi sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis CNN dalam bentuk website.

* 1. **Rumusan Masalah**

Mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi otomatis berdasarkan citra kulit buah pisang menggunakan algoritma *Convolution Neural Network* (CNN) untuk menentukan tingkat kesegaran buah.

* 1. **Ruang Lingkup**

Menjelaskan batasan penelitian, termasuk jenis buah yang dianalisis, metode yang digunakan dan cakupan sistem yang diimplementasikan.

* 1. **Tujuan & Manfaat**

Menjelaskan tujuan utama penelitian dalam merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berdasarkan citra kulit menggunakan algoritma CNN, serta manfaatnya bagi industri pertanian dan perdagangan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI**

Bab ini membahas kajian pustaka terkait penelitian serupa serta teori yang mendukung pengembangan sistem klasifikasi kesegaran buah berbasis pengolahan citra.

**2.1. Tinjauan Pustaka**

Mengulas penelitian sebelumnya yang membahas klasifikasi buah berdasarkan tekstur, warna dan metode pengolahan citra.

**2.2. Teori**

Memaparkan teori yang mendukung penelitian, seperti pengolahan citra digital, *Convolutional Neural Network* (CNN) serta framework yang digunakan dalam implementasi sistem.

**BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk perancangan sistem, dataset yang digunakan serta teknik pemrosesan citra dan model klasifikasi.

**3.1. Kerangka Penelitian**

Menguraikan langkah-langkah dalam penelitian, mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi model.

**3.2. Data Penelitian**

Menjelaskan sumber dataset, jenis citra buah yang digunakan serta metode pengolahan data sebelum diterapkan ke model.

**3.3. Arsitektur Model**

Memaparkan rancangan sistem klasifikasi berbasis CNN dan alur pemrosesan citra untuk mendapatkan hasil prediksi kesegaran buah pisang.

**3.4. Analisis dan Perancangan**

Menguraikan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem serta desain antarmuka yang akan dirancang.

**BAB IV PRODUK**

Bab ini membahas hasil implementasi sistem klasifikasi kesegaran buah berbasis pengolahan citra serta analisis terhadap kinerja sistem.

**4.1. Hasil**

Menampilkan tampilan sistem, proses klasifikasi dan hasil pengujian model CNN yang digunakan.

**4.2. Pembahasan Hasil**

Menganalisis kelebihan, kekurangan serta tingkat akurasi model dalam mengklasifikasikan kesegaran buah.

**4.3. Pengembangan ke Tugas Akhir**

Menjelaskan bagaimana penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan atau tugas akhir di bidang klasifikasi kesegaran buah berbasis pengolahan citra.

**BAB V KESIMPULAN**

Bab ini merangkum hasil penelitian, kesimpulan utama yang diperoleh, serta saran bagi peneliti berikutnya dalam merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis pengolahan citra.

# **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI**

# **2.1. Tinjauan Pustaka**

Berikut adalah penelitian terdahulu yang dapat menjadi referensi karena memiliki keterkaitan dengan penelitian ini:

Penelitian yang dilakukan oleh Diana Cindy Agustin, Mochamad Alfan Rosid, Novia Ariyanti (2023) dengan judul Implementasi *Convolutional Neural Network* untuk Deteksi Kesegaran pada Apel. Dalam penelitian ini digunakan CNN dengan arsitektur LeNet-5 untuk mengklasifikasikan kesegaran buah apel. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle dengan total 4.259 data gambar yang dibagi menjadi data latih, validasi, dan uji. Model ini mencapai akurasi 93%. Proses yang dilibatkan meliputi pre-processing (augmentasi data), pembuatan model CNN, Training dan Evaluasi Model, Membuat Prediksi dan 7, dan deployment model menggunakan TensorFlow Lite ke aplikasi Android.

Penelitian yang dilakukan oleh Maesha Ayu Syaharani, Theresia Aurelly Claudia Budianto, Riza Ibnu Adam (2024) dengan judul Klasifikasi Buah Segar dan Busuk Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Dalam penelitian ini digunakan CNN dengan arsitektur Sequential (Conv2D, MaxPooling2D, Dropout, Dense), dioptimasi menggunakan Adam dan fungsi loss categorical crossentropy. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle dengan total 13.619 gambar apel, jeruk, dan pisang. Hasil penelitian menunjukkan model mencapai akurasi 96,67% dengan evaluasi menggunakan confusion matrix (akurasi, presisi, recall, F1-score).

Penelitian yang dilakukan oleh Respaty Namruddin, Mirfan, Irfandi (2023) dengan judul Klasifikasi Kesegaran Buah Apel Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Berbasis Android. Penelitian ini menerapkan CNN menggunakan MobileNetV1 untuk klasifikasi citra apel segar dan tidak segar. Proses melibatkan pre-processing (RGB ke HSV), augmentasi data, dan konversi model ke TensorFlow Lite untuk integrasi ke aplikasi Android. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle dengan data latih, validasi, dan uji dibagi 80:10:10. Model ini mencapai akurasi 93% dan berhasil diimplementasikan dalam aplikasi Android.

Penelitian yang dilakukan oleh Stifani Napitu, Rini Paramita Panjaitan, Putri Aisyah Nulhakim, dan Muaz Khalik Lubis (2023) dengan judul Klasifikasi Buah Jeruk Segar dan Busuk Berdasarkan RGB dan HSV Menggunakan Metode KNN. Penelitian ini menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk mengklasifikasikan kesegaran jeruk berdasarkan fitur warna RGB dan HSV. Dataset terdiri dari 146 data latih dan 88 data uji. Nilai k yang digunakan bervariasi dari 1 hingga 7, dengan akurasi tertinggi 88,95% pada k=1.

Penelitian yang dilakukan oleh Femil Paraijun, Rosida Nur Aziza, Dwina Kuswardani (2022) dengan judul Implementasi Algoritma *Convolutional Neural Network* dalam Mengklasifikasi Kesegaran Buah Berdasarkan Citra Buah. Penelitian ini menggunakan CNN dengan input citra 7x7 piksel, arsitektur meliputi Convolutional Layer, ReLU Activation, Pooling Layer, Flatten, Fully Connected Layer, Backpropagation Neural Network, dan Softmax. Dataset berasal dari Kaggle dengan total 13.599 citra buah (apel, jeruk, pisang) yang dibagi menjadi 80% data latih, 10% validasi, dan 10% uji. Model ini mencapai akurasi 93,3%, dengan presisi 93,5%, recall 93,31%, dan F1-score 93,34%. Perbandingan kajian hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

# Tabel 2.1 Sumber Pustaka Primer

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Judul | Penulis (th) | Teknologi | Tool (Bahasa pemrograman, database, dll) | User | Fitur |
| 1 | Implementasi *Convolutional Neural Network* untuk Deteksi Kesegaran pada Apel | Diana Cindy Agustin, Mochamad Alfan Rosid, Novia Ariyanti (2023) | *Convolutional Neural Network* (CNN), *LeNet-5* | Android, TensorFlow | Konsumen umum | Aplikasi mobile untuk mendeteksi kondisi apel, apakah segar atau busuk, dengan akurasi 93% |
| 2 | Klasifikasi Buah Segar dan Busuk Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) | Maesha Ayu Syaharani, Theresia Aurelly Claudia Budianto, Riza Ibnu Adam (2024) | *Convolutional Neural Network* (CNN), *Computer Vision* | Tidak disebutkan | Industri pertanian, pedagang buah | Sistem klasifikasi otomatis untuk membedakan buah segar dan busuk berdasarkan citra dengan dataset 13.619 gambar |
| 3 | Klasifikasi Kesegaran Buah Apel Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Berbasis Android | Respaty Namruddin, Mirfan, Irfandi (2023) | *Convolutional Neural Network* (CNN) | Android, TensorFlow | Petani apel | Aplikasi Android untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah apel secara cepat dan akurat |
| 4 | Klasifikasi Buah Jeruk Segar dan Busuk Berdasarkan RGB dan HSV Menggunakan Metode KNN | Stifani Napitu, Rini Paramita Panjaitan, Putri Aisyah Nulhakim, dan Muaz Khalik Lubis (2023) | *K-Nearest Neighbors* (KNN),Analisis RGB dan HSV | MATLAB | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | Peneliti, petani jeruk | | Sistem klasifikasi kematangan jeruk menjadi 4 kelas (mentah, cukup matang, matang, sangat matang) dengan akurasi tertinggi 80% pada k=2 |
| 5 | Implementasi Algoritma *Convolutional Neural Network* dalam Mengklasifikasi Kesegaran Buah Berdasarkan Citra Buah | Femil Paraijun, Rosida Nur Aziza, Dwina Kuswardani (2022) | *Convolutional Neural Network* (CNN) | Tidak disebutkan | Konsumen umum | Sistem klasifikasi kesegaran buah berdasarkan citra dengan akurasi 93,3% |
| 6 | Yang diusulkan:  Klasifikasi Kesegaran Buah Pisang Berdasarkan Citra Kulit Menggunakan *Algoritma Convolutional Neural Network* (CNN) | Alvina Putri Damayani (2025) | *Convolutional Neural Network* (CNN) | Python, TensorFlow, Flask, HTML/CSS/TS | Petani, Pedagang, Konsumen | Website klasifikasi, tampilan teks dan grafik, Text-to-Speech (TTS) |

Berdasarkan hasil beberapa penelitian sebelumnya, ditemukan kelebihan dan kekurangan dalam metode klasifikasi kesegaran buah menggunakan analisis citra digital. Penelitian-penelitian tersebut berkontribusi dalam penyempurnaan sistem klasifikasi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam identifikasi tingkat kesegaran buah. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berdasarkan citra kulitnya dengan menerapkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Diharapkan, sistem ini mampu memberikan hasil klasifikasi yang lebih akurat dan spesifik untuk buah pisang.

# **2.2. Teori**

# **2.2.1 Klasifikasi**

klasifikasi merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mendapatkan model yang menjelaskan kelas data untuk melakukan prediksi kelas yang belum diketahui pada suatu objek yang diamati (Amrozi, 2022). Teknik ini merupakan bagian dari pembelajaran mesin (*machine learning*), yang bekerja dengan mempelajari pola dari data latih dan menggunakannya untuk mengklasifikasikan data baru secara otomatis ke dalam kelas tertentu.

Dalam konteks penelitian ini, klasifikasi diterapkan untuk mengidentifikasi tingkat kesegaran buah pisang berdasarkan ciri visual pada kulitnya. Warna, tekstur, dan keberadaan bintik hitam menjadi indikator utama dalam menentukan apakah pisang termasuk kategori "Segar" atau "Tidak Segar". Dengan menggunakan data citra kulit pisang sebagai input, sistem klasifikasi dapat dilatih untuk mengenali pola-pola visual yang relevan dengan kondisi kesegaran.

Penerapan metode klasifikasi berbasis citra memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara otomatis, menggantikan metode manual yang subjektif dan memerlukan keahlian khusus. Oleh karena itu, pendekatan klasifikasi dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang akurat, efisien, dan dapat digunakan secara luas oleh masyarakat atau pelaku usaha yang membutuhkan penilaian kesegaran buah pisang secara cepat.

# **2.2.2 Buah Pisang**

Pisang merupakan salah satu jenis buah di bidang perkebunan yang banyak memberikan manfaat bagi kesehatan karena kaya nutrisi. Salah satu kandungan gizi yang ada pada buah pisang adalah vitamin A (Amrozi, 2022). Selain sebagai komoditas unggulan, pisang juga memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan. Pisang mengandung berbagai zat gizi penting, seperti vitamin C, vitamin B6, potassium, serat, dan senyawa fitokimia yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Pratama, 2023).

# **2.2.3 Citra Digital**

Citra digital merupakan representasi 2 dimensi yang merupakan kelompok data digital yang memiliki nilai data pada setiap piksel. Ukuran dari citra digital menunjukkan banyaknya informasi piksel yang terkandung didalamnya. Data 2 dimensi pada citra digital dapat direpresentasikan dalam bentuk larik (array) yang berisi nilai real/kompleks dalam jangkauan deretan bit (Nurdin, 2020).

Citra digital memiliki peran penting dalam berbagai bidang seperti pengenalan objek, pengolahan citra medis, sistem keamanan, serta klasifikasi visual. Dalam konteks penelitian ini, citra digital digunakan sebagai input utama dalam sistem klasifikasi kesegaran pisang. Citra tersebut kemudian diproses melalui teknik pengolahan citra digital dan model pembelajaran mesin untuk mengidentifikasi tingkat kesegaran pisang secara otomatis.

# **2.2.4 Image Processing**

Image Processing adalah rangkaian proses untuk meningkatkan kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan baik oleh manusia maupun komputer. Proses ini meliputi peningkatan citra, restorasi, kompresi, segmentasi, analisis, dan rekonstruksi (Febriana, 2024).

Dalam penelitian ini, image processing digunakan sebagai tahap awal untuk mempersiapkan data citra kulit pisang sebelum dimasukkan ke dalam model klasifikasi berbasis CNN *(Convolutional Neural Network)*. Proses ini mencakup beberapa langkah penting seperti *normalisasi, augmentasi*, dan *segmentasi citra*. Normalisasi berfungsi untuk menyamakan skala nilai piksel agar pelatihan model lebih konsisten, augmentasi seperti rotasi dan flipping dilakukan guna meningkatkan variasi data dan generalisasi model, sedangkan segmentasi digunakan untuk memisahkan kulit pisang dari latar belakang agar fitur yang dianalisis benar-benar relevan.

Dengan penerapan image processing yang tepat, dapat mengurangi pengaruh faktor eksternal seperti pencahayaan yang tidak merata, noise, dan latar belakang yang kompleks. Hal ini mendukung peningkatan akurasi dalam mengidentifikasi tingkat kesegaran pisang, sehingga sistem klasifikasi dapat bekerja secara optimal dan efisien.

# **2.2.5 Machine Learning**

Machine Learning Machine Learning adalah salah satu bagian dalam *Artificial Intelligence* yang meneladani manusia dalam proses belajar dan menggeneralisasi sesuatu. Dalam machine learning terdapat proses training dan testing. Kedua proses tersebut algoritme penerapan daripada Deep Learning. Algoritme ini sangat cocok untuk mengolah data dalam bentuk grid, contohnya data gambar (Nurdin, 2020).

Dalam penelitian ini, pendekatan Machine Learning digunakan untuk membangun sistem klasifikasi tingkat kesegaran buah pisang berdasarkan citra kulitnya. Model yang digunakan termasuk dalam kategori Deep Learnin*g*, yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN), yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi pola visual seperti warna dan tekstur pada gambar.

# **2.2.6 Deep Learning**

Deep Learning adalah salah satu cabang dari Machine Learning yang berlandaskan pada jaringan saraf tiruan yang dapat membuat komputer untuk melakukan pembelajaran dari contoh-contoh data yang dilatihkan. Deep Learning tersusun dari input layer, menyimpan nilai data masukan, hidden layer dibentuk dengan beberapa lapisan untuk menemukan komposisi algoritme yang tepat supaya dapat mengurangi error pada output. Kemudian fungsi aktivasi pada hidden layer kemudian menghasilkan output layer yang datanya berasal dari input layer. Arsitektur dalam Deep Learning memiliki 3 bagian, yaitu input, hidden, dan output layer. Deep Learning dapat tersusun dari beberpa processing layer untuk mempelajari pola pada sebuah data dalam berbagai tingkatan. Metode ini banyak digunakan dalam deteksi objek, pengenalan suara, dll. Algoritme yang menggunakan Deep Learning salah satunya adalah Convolution Neural Network (CNN) untuk klasifikasi sebuah citra (Nurdin, 2020). Dalam penelitian ini, pendekatan Deep Learning digunakan karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur-fitur visual secara otomatis dari gambar kulit buah pisang. Arsitektur CNN yang digunakan memudahkan dalam proses pelatihan model klasifikasi dan meningkatkan akurasi pengenalan tingkat kesegaran buah pisang.

# **2.2.7 Convolutional Neural Network (CNN)**

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data (Paraijun, 2022). Model ini bekerja dengan meniru cara kerja otak manusia dalam mengidentifikasi objek berdasarkan karakteristik visual tertentu, seperti warna, bentuk, dan tekstur.

CNN terdiri dari beberapa komponen utama:

1. Convolutional Layer: Lapisan ini menerapkan filter atau kernel pada data input untuk mengekstraksi fitur penting dalam gambar, seperti tepi, pola warna, dan tekstur (Taye, 2023).
2. Pooling Layer: Berfungsi untuk mereduksi dimensi data tanpa kehilangan informasi penting. Proses ini dilakukan menggunakan berbagai operasi statistik berdasarkan nilai piksel terdekat dari feature maps (Febriana, 2024).
3. Fully Connected Layer: Merupakan lapisan yang menghubungkan seluruh neuron dari lapisan sebelumnya, dengan tujuan untuk melakukan transformasi data agar dapat diklasifikasikan secara linear (Nurdin, 2020).

Dalam konteks penelitian ini, CNN digunakan sebagai model utama untuk mengklasifikasikan tingkat kesegaran pisang berdasarkan citra kulitnya. Model dilatih menggunakan dataset yang telah melalui tahapan pengolahan citra, seperti normalisasi, augmentasi, dan segmentasi, agar fitur yang dianalisis lebih representatif dan akurat.

Proses klasifikasi dimulai dari input gambar pisang yang masuk ke dalam arsitektur CNN, melalui *convolutional layer* dan *pooling layer*, hingga akhirnya ke *full connected layer*. Output akhir dari model berupa nilai probabilitas untuk setiap kelas, yang digunakan untuk menentukan apakah pisang tergolong segar atau tidak segar.

Dengan memanfaatkan pendekatan CNN ini, sistem klasifikasi menjadi lebih objektif, cepat, dan efisien, sekaligus mampu menggantikan metode manual yang subjektif.

# **2.2.8 Tensorflow**

TensorFlow adalah sebuah *library* *open-source* yang dikembangkan oleh tim Google Brain, digunakan untuk komputasi numerik dan machine learning berskala besar (Syaharani, 2024). TensorFlow menyediakan antarmuka yang fleksibel untuk membangun, melatih, dan menerapkan model machine learning baik di perangkat lokal maupun di cloud.

Dalam konteks penelitian ini, TensorFlow digunakan sebagai kerangka kerja utama dalam membangun dan melatih model CNN yang bertugas mengklasifikasikan tingkat kesegaran pisang berdasarkan citra kulitnya. Library ini mendukung proses seperti definisi layer CNN, optimasi, kompilasi model, serta pelatihan dan evaluasi, yang semuanya dijalankan dengan efisien menggunakan pendekatan grafik komputasi.

TensorFlow juga mendukung GPU *acceleration* dan memiliki integrasi kuat dengan Keras, sehingga mempermudah peneliti dalam membangun arsitektur model secara modular dan cepat. Dengan demikian, penggunaan TensorFlow dalam penelitian ini membantu mempercepat proses pelatihan model, meningkatkan efisiensi, dan mempermudah integrasi dengan platform lain seperti Google Colab.

# **2.2.9 Flowchart**

Flowchart adalah langkah awal dalam menentukan alur atau bagan arus yang berbentuk sebuah diagram yang mewakili algoritma atau proses dalam bentuk simbol grafis dan dihubungakan dengan sebuah panah, diagram ini digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah (Purba, 2022). Alur ini mencakup proses pengguna mengunggah citra kulit pisang, pemrosesan data oleh Flask, klasifikasi menggunakan model CNN, hingga hasil prediksi ditampilkan secara real-time di halaman web.

Flowchart membantu memperjelas hubungan antar proses, seperti bagaimana Flask memvalidasi input, mengirim data ke model CNN, dan menerima hasil klasifikasi dalam format JSON untuk ditampilkan di frontend. Dengan visualisasi ini, setiap langkah dalam sistem menjadi terstruktur dan mudah dipahami.

Selain itu, flowchart memudahkan peneliti dalam menganalisis efisiensi sistem, misalnya mengidentifikasi potensi latensi saat proses klasifikasi atau optimasi preprocessing citra. Dengan demikian, flowchart tidak hanya memetakan proses, tetapi juga menjadi alat penting dalam pengembangan dan evaluasi sistem, sesuai dengan prinsip real-time yang diterapkan dalam penelitian ini. Simbol-simbol dalam flowchart sistem klasifikasi kesegaran buah pisang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.2 Flowchart

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Simbol | Nama | Fungsi |
| Oval | Terminator | Menunjukkan awal (Start) dan akhir (End) proses. |
| Jajar Genjang | Input/Output | Menggambarkan input dari pengguna (unggah citra) dan output sistem (hasil klasifikasi). |
| Persegi Panjang | Proses | Merepresentasikan pemrosesan data oleh Flask dan klasifikasi citra oleh CNN. |
| Panah | Arah/Flowline | Mengilustrasikan alur proses melalui penghubung antar simbol. |

Berdasarkan Tabel 2.2, setiap simbol dalam flowchart memiliki peran penting dalam menggambarkan proses kerja sistem. Simbol terminator menandai awal dan akhir proses, sedangkan simbol input/output merepresentasikan interaksi pengguna dengan sistem. Proses klasifikasi yang dilakukan oleh Flask dan CNN direpresentasikan dengan simbol persegi panjang, sementara panah digunakan untuk menunjukkan alur kerja antar proses. Flowchart ini membantu dalam memahami struktur sistem secara lebih sistematis dan jelas.

# **2.2.10 Use Case**

Use case adalah sarana untuk menggambarkan persyaratan sebuah sistem yaitu system apa yang seharusnya digunakan. Komponen use case yaitu altor, use case dan subjek (sistem) (Destriana, 2021). Dalam rekayasa perangkat lunak, *use case* membantu pengembang memahami cara kerja sistem berdasarkan kebutuhan pengguna, sekaligus mendukung proses analisis dan perancangan sistem secara lebih sistematis.

Dalam penelitian ini, use case digunakan untuk menggambarkan bagaimana sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis website digunakan oleh aktor seperti petani, pedagang, atau konsumen. Melalui antarmuka frontend, pengguna dapat mengunggah citra kulit pisang ke dalam sistem. Selanjutnya, backend akan memproses citra tersebut menggunakan model CNN (*Convolutional Neural Network*) yang telah dilatih sebelumnya untuk mengklasifikasikan tingkat kesegaran pisang. Hasil klasifikasi, yaitu kategori "segar" atau "tidak segar", ditampilkan dalam bentuk teks, visual, dan suara melalui fitur *Text-to-Speech* (TTS).

Diagram use case pada penelitian ini mencakup aktor utama, yaitu pengguna, serta fungsi utama seperti unggah citra pisang, proses klasifikasi, dan tampilkan hasil. Dengan adanya use case, proses interaksi sistem dapat divisualisasikan secara jelas dan sistematis, sehingga mempermudah proses pengembangan dan pengujian sistem. Simbol-simbol dalam use case sistem klasifikasi kesegaran buah pisang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.3 Use Case

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Simbol | Nama | Fungsi |
|  | Actor | Pengguna yang berinteraksi dengan sistem (Petani, Pedagang, Konsumen). |
|  | Use Case | Menunjukkan fungsionalitas sistem seperti unggah gambar, kamera, galeri, klasifikasi, hasil, dan TTS. |
|  | Asosiasi | Menghubungkan aktor dengan *use case* yang dijalankan. |
|  | Generalisasi | Menunjukkan hierarki antar aktor, seperti pengguna merupakan turunan dari petani, pedagang, atau konsumen. |
|  | Include | Menyatakan bahwa suatu *use case* selalu mencakup *use case* lain misalnya, kamera dan folder selalu bagian proses unggah citra, klasifikasi selalu menyertakan tampilkan hasil. Lihat hasil prediksi selalu menyertakan tampilan teks. |
|  | Extend | Menunjukkan fungsi tambahan yang berjalan jika kondisi tertentu terpenuhi, seperti TTS. |

Berdasarkan Tabel 2.3, dapat disimpulkan bahwa setiap simbol memiliki fungsi yang penting dalam memvisualisasikan interaksi antara pengguna dan sistem secara menyeluruh. Hal ini mendukung pemahaman terhadap alur sistem klasifikasi kesegaran buah pisang yang sedang dikembangkan

# **2.2.11 Frontend**

Frontend adalah bagian dari sistem perangkat lunak yang berperan sebagai antarmuka pengguna (user interface). Pada sistem berbasis web, frontend bertanggung jawab untuk menampilkan informasi, menerima input dari pengguna, serta menghubungkan interaksi antara pengguna dan sistem backend.

Secara umum, tampilan front-end mencakup elemen visual dan fungsionalitas yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan website, seperti menampilkan informasi, mengedit data, mengunggah file, dan berbagai aktivitas lainnya. Pentingnya frontend dalam menyajikan pengalaman pengguna yang baik tidak dapat diabaikan, dan itulah sebabnya pengembangan front-end sering menggunakan teknologi seperti *Hypertext Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) dan *Javascript* (Steven, 2023).

Dalam penelitian ini, frontend digunakan sebagai antarmuka web yang memungkinkan pengguna mengunggah citra kulit pisang dan menerima hasil klasifikasi secara real-time. Antarmuka dirancang agar responsif, mudah diakses, dan user-friendly, sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan seperti petani, pedagang, maupun konsumen. Selain itu, frontend akan menampilkan hasil klasifikasi dalam bentuk teks dan grafik, serta mendukung fitur *text-to-speech* (TTS) agar lebih inklusif bagi pengguna dengan keterbatasan visual.

# **2.2.12 Backend**

Backend merupakan bagian penting dari pengembangan website yang bertanggung jawab atas logika dan fungsi di balik tampilan visual yang dilihat pengguna (Fardan, 2024). Backend sendiri adalah sebuah tempat di mana proses suatu sistem informasi atau aplikasi berjalan, data dapat ditambahkan, diubah maupun dihapus dan mengutus segala jenis proses yang tidak berhubungan langsung dengan pengguna seperti server dan basis data (Firdaus, 2024).

Dalam penelitian ini, backend memiliki peran utama sebagai pusat pemrosesan data pada sistem klasifikasi kesegaran buah pisang. Backend bertugas untuk menghubungkan frontend (antarmuka pengguna) dengan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dilatih. Setelah pengguna mengunggah citra kulit pisang melalui antarmuka web, backend akan memvalidasi dan menyiapkan citra tersebut untuk dikirim ke model CNN guna dianalisis.

Setelah model CNN menyelesaikan proses klasifikasi, hasilnya dikembalikan oleh backend dalam format JSON. Format ini memudahkan frontend untuk menampilkan hasil klasifikasi, seperti status “segar” atau “tidak segar,” secara langsung dan jelas kepada pengguna. Sistem backend dirancang agar efisien dan dapat menangani berbagai permintaan dengan cepat, bahkan dalam jumlah besar.

Selain mengatur alur data, backend juga menjalankan logika sistem lainnya, seperti mengelola sesi pengguna, proses autentikasi, serta preprocessing citra sebelum proses klasifikasi. Dengan struktur yang terorganisir dan saling terhubung antar komponennya, backend memastikan sistem berjalan secara optimal, aman, dan sesuai.

# **2.2.13 API**

API adalah dalah antarmuka yang dibangun oleh pengembang sistem sehingga beberapa atau semua fungsi sistem dapat diakses secara terprogram. (Hasanuddin, 2022). Dalam konteks sistem klasifikasi kesegaran buah pisang, API berperan sebagai jembatan komunikasi antara frontend dan backend, memungkinkan pertukaran data secara efisien.

API berfungsi untuk menerima permintaan dari frontend, meneruskan data berupa gambar ke backend, serta mengembalikan hasil klasifikasi kepada pengguna dalam format yang mudah dipahami. Dalam penelitian ini, API dikembangkan menggunakan Flask RESTful, yang mendukung komunikasi berbasis protokol HTTP antar komponen sistem.

Ketika pengguna mengunggah gambar melalui frontend, API akan menangani permintaan tersebut, melakukan validasi data, dan mengarahkan gambar ke backend untuk diproses menggunakan model CNN. Setelah proses klasifikasi selesai, API mengembalikan hasil dalam format JSON, yang kemudian ditampilkan pada antarmuka pengguna.

Selain sebagai penghubung, API juga memiliki peran penting dalam pengelolaan kesalahan (error handling), memastikan setiap permintaan ditangani secara cepat, akurat, dan aman. Dengan arsitektur yang modular, API pada sistem ini dirancang agar mudah dikembangkan dan diintegrasikan dengan platform lain di masa mendatang, tanpa perlu mengubah struktur utama sistem.

# **2.2.14 Visual Studio Code**

Visual studio code yang biasa disingkat dengan VSCode adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menuliskan kode-kode atau coding yang dapat diakses pada berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, maupun macOS (Salendah, 2022). Dalam penelitian ini, VS Code digunakan sebagai alat bantu utama untuk mengembangkan sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis website. Editor ini mendukung penulisan kode baik pada sisi frontend (HTML, CSS, JavaScript) maupun backend (Python dengan Flask), serta menyediakan integrasi dengan berbagai ekstensi seperti Python, Git, dan terminal bawaan untuk memudahkan proses debugging dan pengujian secara lokal.

VS Code telah menjadi pilihan utama bagi banyak pengembang karena fleksibilitas, kinerja yang ringan, dan ekosistem ekstensinya (Aprilia, 2024). Selain itu, VS Code menyediakan lingkungan pengembangan yang ideal untuk proyek-proyek besar dan kompleks karena kemampuannya untuk mendukung berbagai bahasa pemrograman dan alat pengembangan (Feinauer, 2020).

# **2.2.15 Google Colab**

Google colab memfasilitasi bagi pengguna dalam menulis dan mengeksekusi kode Python, melakukan analisis data, dan menjalankan model machine learning dan deep learning dengan memanfaatkan sumber daya komputasi yang disediakan oleh Google (Arifianto, 2022). Layanan ini berbasis pada Jupyter Notebook dan memungkinkan pengguna untuk menjalankan kode secara langsung melalui browser tanpa perlu instalasi tambahan. Dengan dukungan GPU dan TPU secara gratis, Google Colab berguna untuk mempercepat pelatihan model deep learning, seperti *Convolutional Neural Network* (CNN). Selain itu, integrasi dengan Google Drive memudahkan penyimpanan, berbagi, dan kolaborasi dalam proyek pengembangan sistem berbasis data.

# **2.2.16 Evaluasi Model**

Evaluasi merupakan penilaian kinerja model untuk mengukur sejauh mana kemampuannya dalam mengklasifikasikan data dengan benar (Wulandari, 2024). Dalam penelitian ini, evaluasi bertujuan untuk menilai performa model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengklasifikasikan tingkat kesegaran buah pisang berdasarkan citra kulitnya.

Beberapa metrik evaluasi yang digunakan meliputi akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Metrik-metrik ini memberikan gambaran tentang sejauh mana model mampu menghasilkan prediksi yang akurat dan konsisten. Selain itu, tools confusion matriks juga digunakan untuk mengevaluasi hasil peroleh prediksi yang berguna untuk mengetahui banyaknya data aktual supaya dapat diprediksi dengan benar dan banyaknya kesalahan prediksi pada data (Bahari, 2023).

Melalui proses evaluasi ini, kelemahan-kelemahan dalam sistem dapat diidentifikasi, sehingga dapat dilakukan perbaikan atau optimasi lebih lanjut. Dengan begitu, performa model dalam mendeteksi kesegaran buah pisang diharapkan dapat meningkat secara signifikan dan memberikan hasil klasifikasi yang lebih andal serta bermanfaat bagi pengguna.

# **BAB III**

# **METODE PENELETIAN**

# **3.1 Kerangka Penelitian**

|  |
| --- |
|  |

Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini menggambarkan alur sistematis dari tahapan yang digunakan dalam proses klasifikasi kesegaran buah pisang menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Penelitian diawali dengan identifikasi masalah untuk merumuskan permasalahan utama, yaitu belum optimalnya metode penilaian kesegaran pisang secara objektif dan efisien. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data berupa citra kulit pisang yang diperoleh melalui dokumentasi langsung. Data yang terkumpul kemudian diproses pada tahap preprocessing, yang mencakup pengubahan ukuran citra, normalisasi piksel, dan peningkatan kualitas citra guna memperoleh data input yang optimal. Selanjutnya, dilakukan perancangan arsitektur CNN yang disesuaikan dengan karakteristik data serta tujuan klasifikasi. Model CNN yang telah dirancang dilatih menggunakan data yang telah melalui proses preprocessing. Setelah itu, model yang telah dilatih diimplementasikan ke dalam sistem melalui pembuatan API serta antarmuka pengguna berbasis web. Pada tahap akhir, dilakukan pengujian terhadap model dan sistem untuk mengevaluasi kinerja klasifikasi kesegaran buah pisang secara keseluruhan. Seluruh tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan sistem klasifikasi yang akurat, efisien, dan mudah digunakan oleh pengguna.

# **3.2 Data Penelitian**

**3.2.1 Sumber Data**

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari citra buah pisang yang diperoleh melalui proses pengambilan gambar secara langsung. Gambar-gambar tersebut merepresentasikan kondisi kulit buah pisang pada berbagai tingkat kesegaran, yaitu segar dan tidak segar. Data diambil menggunakan kamera smartphone dengan pencahayaan alami untuk menjaga konsistensi kualitas citra

Penelitian ini menggunakan citra dari satu jenis pisang, yaitu pisangCavendish, yang dipilih karena memiliki bentuk dan warna yang relatif seragam serta umum ditemukan di pasaran. Meskipun demikian, sistem tetap relevan dan dapat diterapkan secara lebih luas dalam mendeteksi tingkat kesegaran pisang berdasarkan karakteristik visual pada kulit, tanpa bergantung pada spesifikasi varietas tertentu.

**3.2.2 Cara mendapatkan data**

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan memotret buah pisang dalam dua kondisi tingkat kesegaran yang berbeda. Setiap citra disimpan dalam format JPEG dan kemudian dikategorikan serta diberi label secara manual berdasarkan pengamatan visual terhadap kondisi fisik kulit pisang. Setelah pengumpulan, data melalui tahap preprocessing seperti resize, normalisasi, dan augmentasi agar siap digunakan dalam proses pelatihan model *Convolutional Neural Network* (CNN).

Proses mendapatkan data dilakukan melalui tiga jenis studi, yaitu:

1. Studi Lapangan

Studi ini dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi fisik buah pisang pada berbagai tingkat kesegaran (segar, tidak segar). Peneliti akan melakukan dokumentasi visual melalui pengambilan gambar menggunakan kamera (biasanya kamera smartphone atau DSLR) dalam kondisi pencahayaan tertentu dan dari sudut yang konsisten.

1. Studi Pustaka

Peneliti melakukan studi pustaka untuk menggali referensi terkait teknik klasifikasi citra buah, metode preprocessing, serta penggunaan algoritma CNN dalam penelitian terdahulu. Literatur ini menjadi dasar dalam perancangan sistem, pemilihan metode, serta teknik evaluasi model.

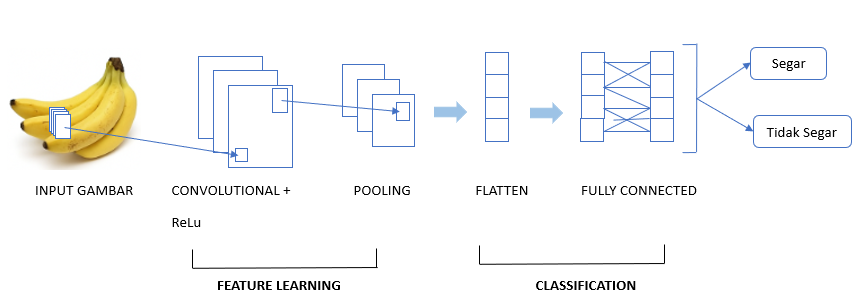
1. Studi Ekperimen

Setelah data dikumpulkan dan diproses, dilakukan studi eksperimen berupa pelatihan dan pengujian model CNN dengan dataset citra pisang. Penelitian ini mengevaluasi performa model dalam mengklasifikasikan kesegaran buah menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, dan recall.

**3.2.3 Waktu pengumpulan data**

Pengumpulan data dilakukan secara bertahap sejak 11 Maret 2025 hingga 9 Mei 2025. Selama periode tersebut, sebanyak 1664 gambar diperoleh, yang masing-masing terdiri dari 832 gambar untuk setiap kategorinya, disertai dengan pelabelan berdasarkan kondisi kesegaran “segar” dan “tidak segar” oleh pengamat secara visual.

# **3.3 Arsitektur Model**



Gambar 3.2 Arsitektur Model CNN

Pemodelan sistem dalam penelitian ini menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasikan citra buah menjadi dua kategori, yaitu segar dan tidak segar. Proses diawali dengan akuisisi citra melalui dataset atau kamera, kemudian dijadikan input ke dalam model CNN. Ukuran citra sampel yang digunakan dalam pemodelan ini adalah 4160x3120 dan 3120x4160 piksel. Arsitektur terdiri dari dua tahap utama yaitu *feature learning* dan *classification*. Tahap *feature learning* mencakup proses konvolusi dengan aktivasi ReLU dan pooling untuk mengekstraksi serta mereduksi fitur citra. Hasil ekstraksi fitur kemudian diubah ke dalam bentuk vector satu dimensi melaui proses flattening, lalu dilanjutkan ke tahap *fully connected layer* untuk melakukan klasifikasi berdasar fitur yang diperoleh. Model dilatih menggunakan data latih dan dievaluasi berdasarkan akurasi. Jika akurasi belum optimal, dilakukan penyesuaian terhadap parameter atau arsitektur. Setelah validasi menunjukkan hasil memuaskan, model digunakan untuk pengujian akhir guna menentukan performa klasifikasi terhadap data uji.

# **3.4 Analisis dan Perancangan**

**3.4.1 Kebutuhan fungsional**

Kebutuhan fungsional adalah komponen penting dalam perancangan sistem yang menggambarkan proses-proses utama yang harus dilakukan oleh sistem, serta informasi atau keluaran yang dihasilkan dari proses tersebut. Kebutuhan fungsional dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

1. Kebutuhan masukan

Masukan merupakan data awal yang akan diproses oleh sistem. Dalam sistem klasifikasi kesegaran buah pisang, data masukan meliputi:

1. Gambar citra kulit pisang yang diunggah oleh pengguna melalui antarmuka frontend.
2. Permintaan pengguna untuk memperoleh klasifikasi.
3. Kebutuhan proses

Proses mencakup seluruh tahapan pengolahan data yang dilakukan oleh sistem berdasarkan masukan yang diberikan. Proses yang dilakukan sistem antara lain:

1. Validasi citra yang diunggah oleh pengguna.
2. Pengiriman citra ke backend melalui API.
3. Pemrosesan citra menggunakan model CNN untuk klasifikasi tingkat kesegaran.
4. Penyusunan hasil klasifikasi dalam format JSON yang siap dikirimkan kembali ke antarmuka pengguna.
5. Kebutuhan luaran

Luaran merupakan hasil akhir dari pemrosesan data. Sistem ini menghasilkan beberapa jenis keluaran, yaitu:

1. Informasi klasifikasi tingkat kesegaran buah pisang (kategori "segar" atau "tidak segar").
2. Tampilan hasil klasifikasi dalam bentuk teks dan visual.
3. Output suara dari hasil klasifikasi yang disampaikan melalui fitur *Text-to-Speech* (TTS).

**3.4.2 Kebutuhan non fungsional**

Kebutuhan non-fungsional berfokus pada aspek teknologi yang mendukung kelancaran penelitian. Berikut adalah kebutuhan non-fungsional yang diidentifikasi:

1. Kebutuhan perangkat lunak
   1. Sistem Operasi: Windows 10 atau versi yang lebih baru.
   2. Alat Pengembangan:

* Google Colab: Untuk pengembangan dan pelatihan model CNN dengan memanfaatkan GPU cloud.
* Visual Studio Code: Editor kode utama untuk pengembangan lokal.
* Python: Bahasa pemrograman inti untuk pengolahan citra dan implementasi model CNN.
* OpenCV: Untuk tahap preprocessing gambar, seperti cropping, resizing, dan konversi warna.
* TensorFlow & Keras: Library utama untuk pelatihan dan implementasi model CNN.
* Matplotlib: Untuk visualisasi hasil training seperti grafik akurasi dan loss.
* Flask: Untuk membangun REST API yang menghubungkan backend dengan frontend.
* HTML, CSS, dan JavaScript: Untuk pengembangan antarmuka pengguna berbasis website.

1. Kebutuhan perangkat keras
   1. Laptop/PC dengan spesifikasi minimal:
      * Prosesor: Intel Core i5 generasi ke-8 atau AMD Ryzen 5.
      * RAM: 8GB.
      * Penyimpanan: SSD 256GB.
      * GPU (opsional): GPU NVIDIA GTX/RTX
   2. Kamera atau Smartphone dengan spesifikasi minimal:
      * Resolusi Kamera: 12 MP.
      * Fitur: Autofocus dan Stabilisasi Gambar Otomatis (OIS/EIS), Pengaturan Manual (ISO, white balance)
      * Penyimpanan Internal: 64 GB.

**3.4.3 Flowchart**

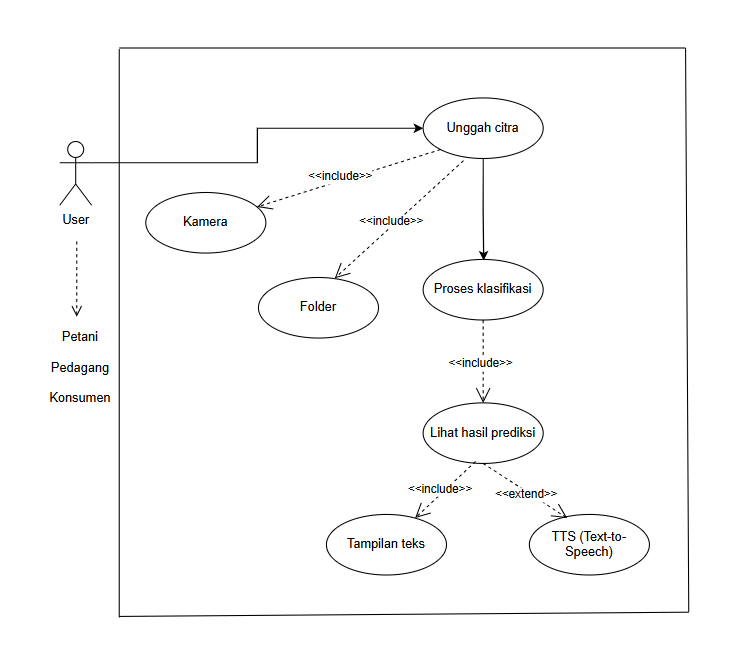
|  |
| --- |
|  |

Gambar 3.3 Flowchart

Berdasarkan alur flowchart tersebut proses pada sistem diawali saat pengguna mengakses platform dan mengunggah citra kulit pisang, baik dengan memilih gambar dari galeri perangkat maupun menggunakan kamera secara langsung. Setelah gambar diterima, sistem melakukan pengecekan awal untuk memastikan bahwa citra tersebut memenuhi kriteria teknis, seperti format file dan kualitas visual. Apabila gambar tidak memenuhi syarat, maka sistem akan memberikan notifikasi berupa pesan kesalahan. Namun, jika citra dinyatakan layak, maka tahapan berikutnya adalah klasifikasi menggunakan model CNN yang sebelumnya telah dilatih untuk mengenali fitur-fitur visual pada kulit pisang.

Model CNN kemudian memberikan hasil klasifikasi yang menentukan apakah buah pisang tergolong dalam kategori “Segar” atau “Tidak Segar”. Informasi hasil klasifikasi ditampilkan dalam bentuk teks, dilengkapi dengan tampilan visual pendukung serta keterangan akurasi model secara umum. Bagi pengguna yang telah mengaktifkan fitur *Text-to-Speech* (TTS) sejak awal, sistem akan secara otomatis membacakan hasil prediksi, sehingga memudahkan pengguna dengan keterbatasan penglihatan dalam memahami informasi yang disampaikan.

**3.4.4 Use Case**

****

Gambar 3.4 Use Case

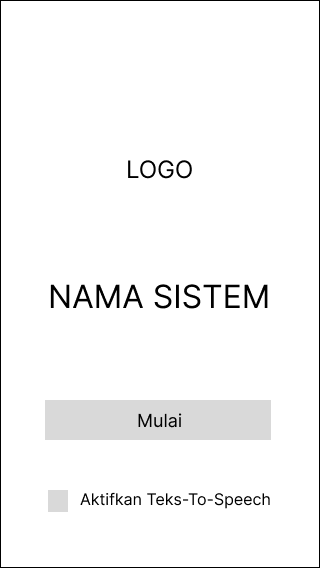
Use Case tersebut memperlihatkan hubungan antara aktor utama, yaitu User, dengan sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis web. Dalam hal ini, aktor User mencakup pihak-pihak seperti petani, pedagang, dan konsumen yang digambarkan sebagai satu entitas pengguna. Sistem dirancang untuk menghasilkan klasifikasi tingkat kesegaran pisang secara otomatis berdasarkan citra kulit buah yang diberikan oleh pengguna.

Tahapan pertama dalam sistem adalah pengunggahan citra, di mana pengguna dapat memilih gambar pisang sebagai input sistem. Gambar tersebut dapat diambil langsung melalui kamera atau dipilih dari penyimpanan galeri perangkat, yang masing-masing ditampilkan sebagai use case terhubung dengan hubungan <<include>>. Setelah gambar berhasil diunggah, sistem akan memproses menggunakan algoritma CNN yang telah dilatih untuk mengenali pola-pola visual pada permukaan kulit pisang.

Selanjutnya, hasil klasifikasi disampaikan melalui use case lihat hasil prediksi, yang melibatkan dua bentuk keluaran yaitu dalam bentuk teks dan fitur suara menggunakan TTS. Hasil berupa teks selalu disajikan kepada pengguna karena merupakan bagian utama sistem, sebagaimana ditunjukkan dengan relasi <<include>>. Sementara itu, fitur TTS hanya akan aktif jika pengguna memilih mengaktifkannya sebelumnya, sehingga digambarkan sebagai relasi <<extend>>. Pendekatan ini memastikan bahwa sistem tetap fleksibel dan ramah pengguna, baik untuk penggunaan umum maupun bagi pengguna dengan keterbatasan visual.

**3.4.5 Wireframe**

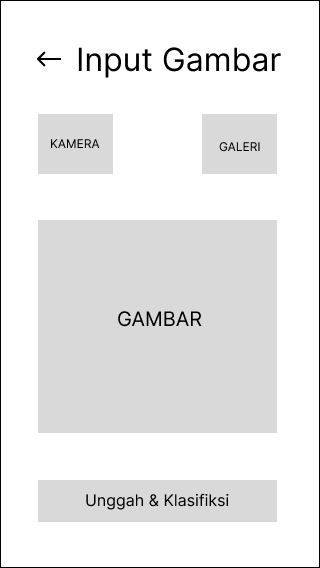
**3.4.5.1 Splash Screen**



Gambar 3.5 Splash Screen

Halaman splash screen tersebut merepresentasikan tampilan awal saat sistem pertama kali diakses, sekaligus menjadi titik awal interaksi pengguna dengan sistem klasifikasi kesegaran buah pisang berbasis web. Halaman ini dirancang untuk memperkenalkan sistem secara visual dengan pendekatan yang sederhana serta mudah dipahami oleh pengguna. Antarmuka dibuat secara minimalis, mudah diakses, dan inklusif, sehingga dapat digunakan oleh semua kalangan, termasuk pengguna dengan kebutuhan khusus.

* + - 1. **Halaman Input Gambar**



Gambar 3.6 Halaman Input Gambar

Halaman tersebut merepresentasikan antarmuka pengguna dalam sistem yang dirancang untuk memungkinkan proses unggah gambar yang akan diklasifikasikan. Halaman ini memiliki peran penting dalam alur kerja sistem, karena berfungsi sebagai titik masuk untuk data visual yang akan diproses lebih lanjut.

* + - 1. **Halaman Hasil Prediksi**



Gambar 3.7 Halaman Hasil Prediksi

Halaman tersebut merepresentasikan antarmuka pengguna yang dirancang untuk menampilkan hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem. Antarmuka dirancang dengan memperhatikan prinsip kemudahan penggunaan *(usability)* dan aksebilitas, sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami serta merespons informasi yang ditampilkan. Implementasi halaman ini secara keseluruhan mendukung tujuan utama sistem, yaitu menympaikan hasil prediksi secara informatif, jelas, dan interaktif guna meningkatikan penggalaman pengguna.

# **BAB IV**

# **PRODUK**

**4.1. Hasil**

**4.1.1 Pengolahan Data**

**4.1.2 Tampilan Sistem**

**4.2. Pembahasan Hasil**

**4.2.1. Tabel Pengujian Sistem**

Tabel 4.1 Pengujian Sistem

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kasus yang diuji | Skenario uji | Hasil yang diharapkan | Hasil |
| 1 | Navigasi ke halaman input gambar | Menekan tombol “Mulai” di halaman awal | Berpindah ke halaman input gambar | Sukses |
| 2 | Aktivasi Teks-To-Speech | Mengaktifkan centang pada opsi "Aktifkan Teks-To-Speech" | Fitur TTS aktif otomatis dari awal hingga akhir | Gagal |
| 3 | Akses kamera | Menekan tombol "Kamera" di halaman input gambar | Sistem membuka kamera perangkat | Sukses |
| 4 | Akses galeri | Menekan tombol "Galeri" di halaman input gambar | Sistem membuka galeri perangkat | Sukses |
| 5 | Menampilkan gambar input | Mengambil gambar dari kamera atau galeri | Gambar tampil di area pratinjau | Sukses |
| 6 | Proses klasifikasi | Menekan tombol “Unggah & Klasifikasi” | Sistem memproses gambar dan berpindah ke halaman hasil prediksi | Sukses |
| 7 | Menampilkan hasil prediksi | Setelah klasifikasi gambar selesai | Gambar, teks hasil prediksi, dan akurasi ditampilkan dengan benar | Sukses |
| 8 | Pemutaran suara hasil prediksi | Menekan tombol “Putar Suara” | Sistem membacakan hasil prediksi dengan suara | Sukses |
| 9 | Navigasi kembali | Menekan tombol “Kembali” di halaman hasil prediksi | Sistem kembali ke halaman input gambar | Sukses |

Berdasarkan hasil pengujian terhadap keseluruhan fungsi sistem yang ditampilkan pada Tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar fitur telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Fitur-fitur utama seperti navigasi antar halaman, akses kamera dan galeri, proses klasifikasi gambar, serta penampilan hasil prediksi berhasil dijalankan dan memberikan keluaran sesuai dengan yang diharapkan.

Namun demikian, terdapat satu fitur yang belum berfungsi secara optimal, yaitu fitur aktivasi *Teks-To-Speech* (TTS) melalui opsi centang pada halaman awal. Berdasarkan pengujian, fitur tersebut tidak aktif secara otomatis dari awal proses hingga akhir seperti yang telah ditetapkan dalam skenario uji. Permasalahan ini menunjukkan bahwa terdapat kekurangan dalam integrasi logika aktivasi TTS dengan sistem navigasi atau pemicu perintah suara, sehingga perlu dilakukan evaluasi dan perbaikan pada bagian tersebut.

Secara umum, sistem menunjukkan performa yang stabil dan mampu menjalankan alur fungsional secara menyeluruh, mulai dari input gambar hingga penampilan hasil klasifikasi. Oleh karena itu, sistem ini dapat dikategorikan sebagai layak untuk digunakan, dengan catatan bahwa penyempurnaan terhadap fitur TTS perlu dilakukan agar seluruh fungsi sistem dapat berjalan secara optimal dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik.

**4.3. Pengembangan ke Tugas Akhir**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar fitur pada sistem klasifikasi kesegaran buah pisang telah berfungsi dengan baik, kecuali fitur *Text-to-Speech* (TTS) yang belum aktif otomatis sepanjang proses klasifikasi. Pada Tugas Akhir, pengembangan akan difokuskan pada optimalisasi fitur TTS agar sinkron dengan alur sistem dan berfungsi dengan baik di berbagai perangkat. Selain itu, evaluasi sistem juga akan dilakukan langsung di lapangan bersama petani, pedagang, dan konsumen untuk memastikan kemudahan, kenyamanan, dan keakuratan klasifikasi dalam kondisi nyata. Masukan dari pengguna ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk penyempurnaan lebih lanjut, sehingga sistem yang dikembangkan tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga dapat beradaptasi dengan kebutuhan pengguna di lapangan. Diharapkan, solusi ini dapat meningkatkan efisiensi serta mendukung pertumbuhan ekonomi lokal.

# **BAB IV**

# **SIMPULAN**

**DAFTAR PUSTAKA**