**RANCANG BANGUN APLIKASI KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN KOPI SANGRAI MELALUI CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN BERBASIS ANDROID**

**Yati Nurhayati1, Sherly Gina Supratman2, Muhamad Alfri Ramadhan3**

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,Universitas Kuningan

Jl. Pramuka No.67, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat 45512

[yati.nurhayati@uniku.ac.id](mailto:yati.nurhayati@uniku.ac.id)1, [sherly.gina.supratman@uniku.ac.id](mailto:sherly.gina.supratman@uniku.ac.id)2, [201708100@uniku.ac.id](mailto:201708100@uniku.ac.id)3

corresponding author : [yati.nurhayati@uniku.ac.id](mailto:yati.nurhayati@uniku.ac.id)

**ABSTRAK**

Pada kedai “kopi selamat sore” terdapat kendala dalam menentukan tingkat kematangan kopi sangrai dikarenakan hanya terdapat 1 *roa*ster sehinggasering terjadi kesalahan dalam menghasilkan tingkatan kopi. Sehingga membutuhkan alat yang memungkinkan untuk menentukan Tingkat kematangan kopi sangrai dengan tepat. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi klasifikasi tingkat kematangan kopi sangrai berbasis android. Aplikasi ini dibentuk dalam bentuk aplikasi pada perangkat *mobile* *android* untuk memudahkan pengguna sehingga dapat digunakan kapanpun disaat yang diinginkan. Pada penelitian ini menggunakan Algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) dengan arsitektur CNN yaitu LeNet5 dan fungsi optimasi ADAM. Berdasarkan UAT sebesar 87,85% dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat menentukan tingkat kematangan kopi.

**Kata Kunci :** kopi sangrai, LeNet5, ADAM, CNN (*convolutional neural network*), RUP (*Rational Unified Process*).

In "Kopi Selamat Sore" shops there are problems in determining the level of maturity of roasted coffee because there is only 1 roaster so errors often occur in producing the level of coffee. So you need a tool that allows you to determine the level of maturity of roasted coffee precisely. The result of this research is an Android-based roasted coffee maturity level classification application. This application was created in the form of an application on an Android mobile device to make it easier for users so that they can be used whenever they want. This research uses the CNN (Convolutional Neural Network) algorithm with the CNN architecture, namely LeNet5 and the ADAM optimization function. Based on the UAT of 87.85%, it can be concluded that the application can determine the maturity level of coffee.

**Keywords:** roasted coffee, LeNet5, ADAM, CNN (convolutional neural network), RUP (Rational Unified Process).

1. **PENDAHULUAN**

Kopi merupakan salah satu komoditas terpenting di Indonesia, ini bisa dilihat dari banyaknya tanaman kopi yang dibudidayakan di tiap provinsi yang ada di Indonesia. Secara umum komoditas kopi di Indonesia terdapat beberapa macam jenis kopi. Dari sekian banyak jenis kopi yang paling banyak diminati hanya terdapat dua jenis variatas utama yaitu kopi arabika (Coffea Arabica) dan kopi robusta (Coffea Robusta). Dari kedua jenis kopi tersebut jenis kopi yang paling banyak digemari di Indonesia adalah jenis kopi arabika, dikarenakan kopi tersebut memiliki variasi rasa yang lebih beragam, rasa manis, lembut, kuat dan tajam sedangkan kopi jenis robusta memiliki variasi rasa yang netral, rasa yang mirip gandum dan sebelum disangrai aroma kacang-kacangan lebih terasa. Aditiya Muchsin Apriliyanto¹, P. D. (2018). Bagi peneliti pasar kopi di Indonesia merupakan hal yang menarik untuk di kaji. Selain pasar, proses awal hingga akhir biji kopi itu di proses merupakan hal yang peneliti pelajari. Termasuk tentang biji kopi yang setelah melalui pasca panen sampai ke dalam cangkir hingga dinikmati oleh setiap penikmat.

Proses penyangraian kopi beras adalah proses pembentukan rasa, warna dan aroma pada seduhan kopi melalui proses pirolisis dari karbohidrat pada biji kopi (hemiselulosa, selulosa, lignin) yang akan terdekomposisi pada suhu sekitar 200-260°C menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Pamungkas1, M. T. (2021)

Ada tiga golongan roasting yaitu : Light roast, Medium roast dan Dark roast. Light Roast merupakan tingkatan roasting dengan cita rasanya asam, suhu yang digunakan 193-199 ⁰C aroma sangrai kurang tercium, tahapan pertama biji kopi yang telah di sangrai beberapa menit akan sedikit mengembang. Light roast Merupakan fase dalam roasting yang memiliki tingkat kematangan paling rendah. Biji kopi akan memiliki warna coklat terang karena proses penyerapan panas yang dilakukan tidak terlalu lama, minyak juga tidak muncul pada biji kopi dan biji kopi cenderung kering. Kopi yang di roasting pada tingkatan ini memiliki keasaman dan caffeine yang tinggi. Pamungkas1, M. T. (2021)

Citra digital adalah salah satu bentuk representasi visual dari dunia nyata dalam bentuk digital yang dapat dipahami dan diolah oleh komputer. Citra ini terdiri dari elemen-elemen titik yang disebut piksel, yang tersusun dalam baris dan kolom. Setiap piksel memiliki nilai numerik yang menggambarkan tingkat kecerahan atau warna pada posisi tertentu dalam citra. Citra digital dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti kamera digital, pemindai, atau hasil simulasi komputer.(E Woods & C Gonzalez, 2008).

Berdasarkan pada hasil wawancara Bersama Hilmi selaku pemilik Kopi Selamat Sore menjelaskan bahwa saat ini Hilmi kesulitan untuk mengelola penjualan kopi sangrai disebabkan Ilmi bekerja di luar kota sehingga proses menyangrai biji kopi tidak bisa di lakukan secara rutin. Sehingga Ilmi membutuhkan alat yang memungkinkan untuk menentukan Tingkat kematangan kopi sangrai dengan tepat dan mudah digunakan bahkan oleh pegawai KOPI SELAMAT SORE. Maka Ilmi membutuhkan sebuah aplikasi yang dapat membantu dalam menentukan tingkat kematangan biji kopi sangrai yang dapat di operasikan oleh karyawan sehingga diharapkan dapat membantu dalam proses menyangrai biji kopi secara berkelanjutan dan dapat meningkatkan penjualan biji kopi sangrai KOPI SELAMAT SORE. Berdasarkan masalah di atas peneliti memiliki Solusi yaitu dengan membuat sebuah aplikasi yang dapat mengklasifikasi Tingkat kematangan kopi sangrai. Sehingga peneliti membuat studi penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN APLIKASI KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN KOPI MELALUI CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN BERBASIS ANDROID “. Dengan aplikasi ini peneliti berharap dapat mengatasi masalah yang di alami KOPI SELAMAT SORE.

# **METODE PENELITIAN**

## **Metode Pengumpulan Data**

1. **Metode kepustakaan**

Yaitu pengumpulan data dengan cara mengumpulkan materi yang menunjang penelitian yang akan dikerjakan. Materi tersebut berupa e-book, artikel, jurnal, laporan akhir dan sebagainya. Untuk memperoleh informasi mengenai algoritma CNN (Convolitional Neural Network) pengolahan citra dan informasi mengenai biji kopi sangrai. Sumber-sumber ini digunakan untuk melengkapi data-data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian.

1. **Metode Observasi**

Yaitu metode yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian. Peneliti melakukan observasi langsung ke Kopi Selamat sore untuk mencari informasi terkait tingkat kematangan kopi sangrai yang telah di produksi. Dan pengambilan citra untuk nantinya di jadikan dataset.

1. **Metode Wawancara**

Peneliti melakukan wawancara langsung kepada pemilik Kopi Selamat Sore untuk memperoleh penjelasan yang tepat dan akurat sehingga penulis dapat mencatat hal-hal yang penting.

## **Metode pengembangan system**

Menurut (Pressman R.S, 2015) dalam bukunya Analisis dan Desain, menjelaskan bahwa: “Metodologi Pengembangan Sistem adalah metode prosedur, konsep-konsep pekerjaan, aturan akan digunakan untuk mengembangkan suatu sistem informasi. Pengembangan sistem didefinisikan sebagai sistem informasi berbasis komputer untuk menyelesaikan persoalan (problem) organisasi atau memanfaatkan kesempatan.

**a. RUP (*Rational Unified Process*)**

Pada penelitian ini, metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Metode RUP (Rational Unified Process). (Ashraf Anwar, 2014), RUP adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang dilakukan berulang-ulang (iterative), focus pada arsitektur (architecture-centric), lebih diarahkan berdasarkan penggunaan kasus (use case driven). RUP merupakan proses rekayasa perangkat lunak dengan pendefinisian yang baik (well structured). RUP menyediakan pendefinisian struktur yang baik untuk alur hidup proyek perangkat lunak. RUP adalah sebuah produk proses perangkat lunak yang dikembangkan oleh Rational Software yang diakuisisi oleh IBM di bulan Februari 2003. Berikut ini tahapan metode RUP apat dilihat pada gambar 1.1.

Chart, diagram

Description automatically generated

**Gambar 2 1 tahapan metode RUP**

Berikut ini penjelasan setiap tahapan RUP :

1. **Inception(Permulaan)**

Pada tahap awal ini diperlukan informasi yang berkaitan dengan sistem yang akan dibuat. Untuk itu pengumpulan informasi ini peneliti melakukan pengumpulan data berupa informasi tentang algoritma *CNN*, Tingkat kematangan kopi sangrai dan melakukan observasi.

1. **Elaboration**

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi masalah pada sistem yang dibuat. Pada tahap elaboration terdapat dua tahapan yaitu :

1. Analisis

Terdapat tiga fase, dalam tahapan sistem pada jalur pengembangan sistem RUP yaitu : analisis permasalahan, analisis persyaratan dan analisis keputusan.

1. Perancangan

Pada tahap perancangan terdiri dari : perancangan aplikasi menggunakan diagram UML *(Unified Modeling Language)* meliputi use case diagram hingga sequence diagram perancangan tampilan. Tahap ini mengubah kebutuhan perangkat lunak ke desain atau model untuk dapat diterjemahkan ke dalam program selanjutnya.

1. Construction(Konstruksi)

Pada tahap ini menjelaskan bagaimana mengimplementasikan dan melakukan uji coba terhadap aplikasi yang telah dibuat. Dalam tahapan implementasi dijelaskan perangkat keras dan perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan aplikasi ini. Sedangkan pada tahapan uji coba dilakukan testing. Testing diperlukan untuk menjamin kualitas aplikasi yang telah dibuat apakah telah sesuai dengan harapkan.

1. **Transition (Transisi)**

Tahap ini merupakan tahap untuk menyerahkan sistem aplikasi kepada user, yang umumnya mencakup pelatihan dan beta testing aplikasi.

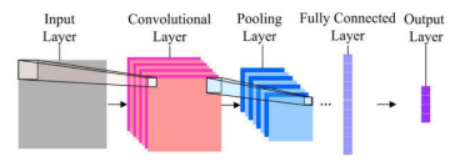
## **Metode Penyelesaian Masalah**

Dalam metode penyelesaian ini peneliti menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN).

Convolutional neural network ialah salah satu tipe neural network yang biasa digunakan pada data image atau gambar. CNN dapat digunakan untuk mengetahui serta mengidentifikasi objek pada suatu image. Irawan, F. A. (2021)

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 citra. Pada kasus klasifikasi citra, MLP kurang sesuai untuk digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik. (I Wayan Suartika E. P, A. Y. (2016).

Convolutional Neural Network adalah pengembangan dari Multi Layer Perceptron (MLP) yang digunakan untuk mengolah data dua dimensi. Convolutional Neural Network (CNN) termasuk dalam Deep Neural Network yang banyak digunakan pada citra dengan jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data penelitian citra. Convolutional Neural Network (CNN) terdiri dari lapis masukan (input layer), lapis keluaran (output layer) dan sejumlah lapisan tersembunyi (hidden Layers). Pada lapisan tersembunyi (hidden layers) berisi convolutional layers, pooling layers dan fully connected layers [12]. Berikut ini adalah gambar lapisan pada metode Convolutional Neural Network. Alwanda, M. R. (2020).



**Gambar 2 2 Lapisan Convolutional Neural Network**

Convolutional layer adalah lapisan yang digunakan untuk melakukan operasi konvolusi pada output layer sebelumnya. Layer ini termasuk blok utama pada Convolutional Neural Network (CNN) yang didalamnya terdiri dari filter – filter yang di pelajari secara acak untuk melakukan operasi konvolusi yang bertujuan sebagai ekstraksi fitur untuk mempelajari representasi fitur dari input layer. Tujuan dilakukannya operasi konvolusi pada data citra untuk mengekstraksi fitur dari input citra. Konvolusi tersebut akan menghasilkan transformasi linear dari data yang di input sesuai informasi spasial yang tersedia pada data. Bobot pada layer tersebut akan menspesifikasikan kernel konvolusi yang digunakan sehingga kernel konvolusi dapat dilatih berdasarkan input pada Convolutional Neural Network (CNN) [4]. Alwanda, M. R. (2020).

1. **Pooling layer**

Pooling layer adalah lapisan yang berfungsi untuk mengurangi ukuran spasial dari fitur konvolusi sehingga dapat mengurangi sumber daya komputasi yang dibutuhkan untuk memproses data melalui pengurangan dimensi dari feature map (downsampling) sehingga mempercepat komputasi karena paramter yang diperbarui semakin sedikit. Selain itu, berguna untuk mengekstraksi fitur dominan sehingga proses pelatihan model lebih efektif. Ada dua jenis pooling layer, yaitu max pooling dan average pooling [13]. Max pooling mengembalikan nilai maksimum dari bagian gambar yang dicakup oleh kernel sedangkan average pooling mengembalikan nilai rata – rata dari bagian gambar yang dicakup oleh kernel.

1. **Fully connected layer**

Fully connected layer adalah lapisan yang digunakan untuk melakukan transformasi pada dimensi data agar data dapat diklasifikasikan secara linear. Untuk mendapatkan hasil keluaran dari layer ini tidak dibutuhkan operasi konvolusi, tetapi menggunakan komputasi perkalian. matriks yang diikuti dengan bias offset. Dengan penggunaan operasi tersebut, setiap neuron memiliki koneksi penuh ke semua aktivasi dalam lapisan sebelumnya, sehingga layer ini disebut sebagai fully conected layer [12]. Fungsi aktivasi atau disebut juga neuron merupakan fungsi non-linear yang memungkinkan sebuah jaringan syaraf tiruan untuk menyelesaikan permasalahan non-trivial. Setiap fungsi aktivasi mengambil sebuah nilai dan melakukan operasi matematika. Fungsi aktivasi pada arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) terletak pada perhitungan akhir keluaran feature map atau sesudah proses perhitungan konvolusi atau pooling untuk menghasilkan suatu pola fitur [14]. Alwanda, M. R. (2020).

Dalam metode penyelesaian masalah ini peniliti menggunakan arsitektur. Arsitektur pada Convolutional Neural Network (CNN) memiliki kemampuan untuk mengekstraksi fitur secara otomatis. Banyak macam arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang populer untuk digunakan, contohnya LeNet-5 (1998), AlexNet (2012), ZFNet (2013), VGGNet (2014), GoogLeNet (2014), ResNet (2015), FractalNet (2016) dan arsitektur yang lainnya [5]. LeNet-5 adalah arsitektur CNN yang terdiri dari suatu jaringan berlapis banyak sehingga LeNet-5 memiliki jumlah parameter bebas atau jumlah lapisan yang lebih banyak daripada arsitektur lainnya, sedangkan AlexNet, GoogleNet, VGGNet dan ResNet membutuhkan terlalu banyak waktu untuk komputasi dan konfigurasi perangkat keras untuk melatih jaringan syaraf tiruan.

LeNet-5 adalah metode CNN pertama yang telah berhasil diterapkan untuk pengenalan digital [6]. LeNet-5 lebih banyak digunakan pada klasifikasi tulisan tangan (handwritten) sedangkan AlexNet, ZFNet, VGGNet, GoogleNet dan ResNet sering digunakan untuk klasifikasi gambar, segmentasi, deteksi objek dan penggabungan gambar [7]. Penggunaan arsitektur LeNet-5 yang dikombinasikan dengan metode CNN mampu mencapai tingkat akurasi hingga 98% dengan hanya menggunakan fitur biner yang sederhana [8], pada penelitian klasifikasi tulisan tangan menggunakan arsitektur LeNet-5 sebagai ekstraksi untuk klasifikasi tulisan tangan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 98% [9] dan penelitian yang membandingkan antara arsitektur LeNet-5 dan VGG Net dalam rekognisi angka tahun pada prasasti peninggalan kerajaan Majapahit dapat disimpulkan bahwa Performansi LeNet-5 ini lebih baik daripada model VGG Net dengan jarak perbandingan s ebesar 11,39% pada 10 epoch dalam waktu proses 40223 detik [10]. Alwanda, M. R. (2020).

# **3. PERANCANGAN SISTEM**

Metode perancangan yang digunakan oleh penulis adalah UML dan didalam UML tersebut terdapat jenis UML yang digunakan untuk merancang sebuah program yaitu Use Case Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram dan Class Diagram.

## **Use case Diagram**

Use case diagram merupakan pemodelan untuk melakukan (behaviour) sistem informasi yang akan dibuat. Use case mendeskripsikan fungsi sistem dan perspektif pengguna, atau use case ini digunakan untuk mengetahui apa saja yang ada didalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang terlibat serta berhak menggunakan fungsi-fungsi itu.

Sebuah gambar berisi diagram, teks, sketsa, lingkaran

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 1. Use Case Diagram**

1. *Use Case* Analisa CNN

*Use case* anlisa CNN ini menggambarkan proses dimana pengguna melakukan proses pengambilan gambar sample dan melakukan analisa kliasifikasi pada aplikasi mobile, kemudian dilakukan pencocokan atau pediksi oleh sistem menggunakan algoritma CNN dengan metode lenet5.

**Tabel 3 1. Skenario Use case analisa CNN**

|  |  |
| --- | --- |
| **Identifikasi** | |
| **ID** | UC1 |
| ***Use case Name*** | Analis CNN |
| **Tujuan** | Pengguna ingin proses klasifikasi citra yang sebelumnya sudah diambil menggunaka halaman admin |
| **Deskripsi** | |
| **Aktor** | Pengguna |
| **Skenario Utama** | |
| **Kondisi Awal** | Citra sample belum diambil |
| **Aksi Aktor** | **Reaksi Sistem** |
| 1. Masuk ke aplikasi web | 2. Login akun diterima, menampilkan halaman dashboard |
| 3. Pilih menu Analisa Data CNN | 4. Aplikasi membuka halaman analisa |
| 5. Tekan tombol Analisa | 6. Menampilkan presentasi hasil klasifikasi citra |
| **Kondisi Akhir** | Hasil klasifikasi citra didapatkan berupa presentasi, semakin tinggi makan semekin mendekati kategori pengklasifikasianya. |

1. ***Use Case* Olah Data Model**

|  |  |
| --- | --- |
| **Identifikasi** | |
| **ID** | UC2 |
| ***Use case Name*** | Olah Data Model |
| **Tujuan** | Pengguna ingin mengolah data model baik menambahkan, mengubah dan menghapus model pada halaman admin. |
| **Deskripsi** | |
| **Aktor** | Pengguna |
| **Skenario Utama** | |
| **Kondisi Awal** | Citra sample belum diambil |
| **Aksi Aktor** | **Reaksi Sistem** |
| 1. Masuk ke aplikasi web | 2. Login akun diterima, menampilkan halaman dashboard |
| 3. Pilih menu Master 2ata Model | 4. Aplikasi membuka halaman master data model |
| 5. Pengguna melakukan pengolahan data (tambah, ubah dan hapus). | 6. Menampilkan data model yang sudah diolah. |
| **Kondisi Akhir** | Master data model sebagai acuan klasifikasi terbuat sesuai kebutuhan pengguna. |

**Tabel 3 2. Use case Olah Data Model**

1. ***Use Case* Riwayat Analisa Mobile**

**Tabel 3 3. Skenario Use Case Analisa CNN Mobile**

|  |  |
| --- | --- |
| **Identifikasi** | |
| **ID** | UC3 |
| ***Use case Name*** | Analis CNN Mobile |
| **Tujuan** | Pengguna ingin proses klasifikasi citra yang sebelumnya sudah diambil menggunaka aplikasi mobile |
| **Deskripsi** | |
| **Aktor** | Pengguna |
| **Skenario Utama** | |
| **Kondisi Awal** | Citra sample belum diambil |
| **Aksi Aktor** | **Reaksi Sistem** |
| 1. Masuk ke aplikasi mobile | 2. Menampilkan halaman utama |
| 3. Pilih tombol ambil gambar | 4. Aplikasi membuka halaman ambil gambar dan analisa |
| 5. Tekan tombol ambil gambar kemudian arahkan kamera ke sample dan tekan simpan, kemudian tekan tombol analisa. | 6. Menampilkan presentasi hasil klasifikasi citra |
| **Kondisi Akhir** | Hasil klasifikasi citra didapatkan berupa presentasi, semakin tinggi makan semekin mendekati kategori pengklasifikasianya. |

**Tabel 3 4. Skenario Use Case Riwayat Analisa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Identifikasi** | |
| **ID** | UC3 |
| ***Use case Name*** | Analis CNN Mobile |
| **Tujuan** | Pengguna ingin proses klasifikasi citra yang sebelumnya sudah diambil menggunaka aplikasi mobile |
| **Deskripsi** | |
| **Aktor** | Pengguna |
| **Skenario Utama** | |
| **Kondisi Awal** | Citra sample belum diambil |
| **Aksi Aktor** | **Reaksi Sistem** |
| 1. Masuk ke aplikasi mobile | 2. Menampilkan halaman utama |
| 3. Pilih tombol Riwayat analisa | 4. Aplikasi membuka halaman Riwayat |
| **Kondisi Akhir** | Sistem menampilkan hasil Riwayat pengambilan gambar yang sudah pernah dilakukan. |

## **Activity Diagram**

Activity Diagram merupakan alur untuk menggambarkan proses perancangan pada skenario use case yang dibuat. Dan penggambaran ini dilihat dari setiap aktivitas-aktivitas yang dilakukan pengguna (user) terhadap aplikasi.

1. ***Activity Diagram* AnalisaCNN**

Sebuah gambar berisi teks, diagram, cuplikan layar, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 2[ . Activity Diagram Analisa CNN**

Aktivitas ini dilakukan Ketika pengguna melakukan proses analisa citra menggunakan aplikasi admin pada menu Analisa Data CNN, dimana sistem akan melakukan analisa menggunakan citra yang pernah diambil menggunakan aplikasi mobile untuk dilakukan analisa atau klasifikasi ulang, dengan cara menekan tombol analisa kemudian sistem akan melakukan proses klasifikasi menggunakan algoritma CNN metode Lenet5.

1. ***Activity Diagram* Olah Data Model**

Sebuah gambar berisi diagram, teks, cuplikan layar, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 5. Activity Diagram Olah Data Model**

Pada aktivitas ini pengguna melakukan pengolahan data model atau kitab isa sebut *dataset* sebagai acuan klasifikasi pengolahan citra, pada aktivitas ini pengguna dapat melakukan penambahan, perubahan dan penghapusan data sesuai kebutuhan pengguna.

1. ***Activity Diagram* Analisa CNN Mobile**

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, diagram, Paralel

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 6. Activity Diagram Analisa CNN Mobile**

Pada aktivitas ini pengguna melakukan proses analisa atau pengklasifikasian citra menggunakan aplikasi mobile yang sudah dibuat, dimana pengguna memilih menu atau menekan tombol ambil gambar, kemudian pilih ambil gambar untuk mengaktifkan kamera kemudian arahkan kemera ke objek untuk diambil gambar, kemudian tekan tombol analisa untuk melakukan proses analisa citra menggunakan algoritma CNN metode Lenet5 kemudian sistem akan menampilkan hasil dalam bentuk presentasi.

1. ***Activity Diagram* Riwayat Analisa**

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, diagram, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 7. Activity Diagram Riwayat Analisa**

Dalam aktivitas ini pengguna bisa melihat daftar data pengolahan citra yang sudah pernah dilakukan pada menu Riwayat di aplikasi mobile yang sudah disiapkan.

## *Sequence Diagram*

Sequence Diagram merupakan alur yang digunakan oleh sistem, dengan dimensi vertical menjelaskan tentang waktu yang sedang terjadi sedangkan dimensi horizontal menjelaskan terkait objek yang sedang berhubungan.

1. ***Sequence Diagram* Analisa CNN**

Sebuah gambar berisi teks, diagram, Paralel, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 8. Sequence Diagram Analisa CNN**

1. ***Sequence Diagram* Olah Data Model**

Sebuah gambar berisi teks, diagram, Paralel, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 9. Sequence Diagram Olah Data Model**

1. ***Sequence Diagram* Analisa CNN Mobile**

Sebuah gambar berisi teks, diagram, Paralel, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 10. Sequence Diagram Analisa CNN Mobile**

1. ***Sequence Diagram* Riwayat Analisa**

Sebuah gambar berisi teks, diagram, cuplikan layar, Paralel

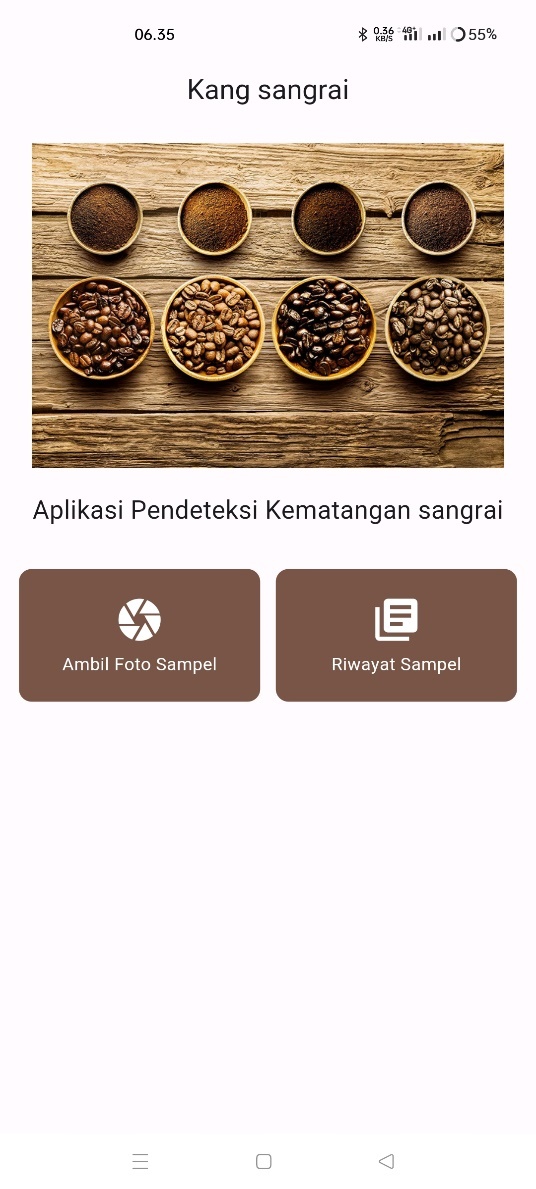
Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 3 11. Sequence Diagram Riwayat Analisa**

# 4. IMPLEMENTASI ANTARMUKA

Dalam tahap ini dilakukan implementasi hasil perancangan antarmuka kedalam aplikasi klasifikasi hasil sangrai biji kopi dengan algoritma CNN yang dibangun menggunakan perangkat lunak komputer untuk halaman utama. Berikut ini beberapa tampilan (interface) antamuka yang telah diimplementasikan.

1. Tampilan Halaman Utama Mobile Apps

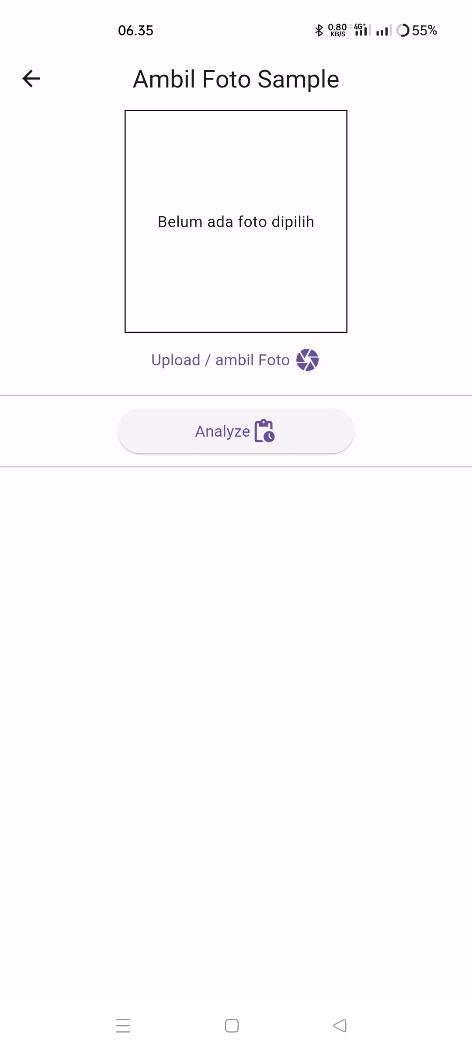


**Gambar 4. 1 Tampilan Utama Mobile Apps**

Pada gambar 4.1 terdapat beberapa menu yang akan ditampilkan, yaitu:

1. Ambil Foto Sample : untuk melakukan sampling uji menggunakan kamera smartphone untuk mengambil gambar biji kopi.
2. Riwayat Sample: untuk menampilkan Riwayat sampling uji yang pernah dilakukan.
3. Tampilan Halaman Proses Ambil Gambar dan Analisa Klasifikasi

*User* memilih tombol ambil sample pada halaman utama aplikasi mobile, yang kemudian akan membuka halaman ambil sample, tekan tombol upload/ambil gambar untuk mengambil gambal sample, kemudian tekan tombol analisa untuk melakukan klasifikasi.



**Gambar 4. 2 Halaman Proses Ambil Gambar dan Klasifikasi**

Pada Gambar 4.2 merupakan tampilan halaman ambil gambar sample dan proses klasifikasi dari gambar yang diambil menggunakan kamera kemudian dilakukan proses klasifikasi untuk menlihat hasil prediksi gambar yang diambil masuk dalam klasifikasi yang sudah ditentukan sebelumnya.

1. Tampilan Halaman Riwayat Klasifikasi

*User* memilih tombol Riwayat sample pada halaman utama aplikasi mobile, yang kemudian akan membuka halaman Riwayat sample.

Sebuah gambar berisi teks, Font, nomor, Tidak bisa

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 4. 3 Halaman Riwayat Klasifikasi**

Pada Gambar 4.3 merupakan tampilan halaman yang menampilkan *list* proses klasifikasi yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

1. Tampilan Halaman Utama Admin Page

*User* memasukan alamat aplikasi admin klasifikasi biji kopi pada halaman *browser*, kemudian sistem akan menampilkan halaman dashboard.

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, software, deasin

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 4. 4 Halaman Utama Admin Page**

Pada Gambar 4.4 merupakan tampilan halaman dashboard untuk melakukan pengolahan data master model serta proses klasifikasi pada bagian admin.

1. Tampilan Halaman Olah Master Model Admin Page

*User* memilih menu master data model, untuk melakukan pengolahan data model.

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, nomor, software

Deskripsi dibuat secara otomatis

**Gambar 4. 5 Halaman Olah Master Model**

Pada Gambar 4.5 merupakan tampilan halaman olah data model yang digunakan sebagai acuan untuk proses klasifikasi, dimana *user* dapat melakukan penambahan, Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, nomor, Font

Deskripsi dibuat secara otomatisperubahan dan penghapusan data.

1. Tampilan Halaman Halaman Klasifikasi Admin Page

*User* memilih menu klasifikasi data CNN untuk melakukan proses klasifikasi menggunakan halaman admin.

**Gambar 4. 6 Halaman Klasifikasi Data CNN**

Pada Gambar 4.6 merupakan tampilan halaman dimana user dapat melakukan proses klasifikasi dan melihat Riwayat klasifikasi yang sudah pernah dilakukan dimana data yang ditampilkan merupakan data yang diambil menggunakan aplikasi mobile.

# PENGUJIAN

Tahapan selanjutnya pada penelitian ini yaitu tahap pengujian aplikasi, pengujian ini dilakukan dengan maksud dan tujuan untuk mengecek dan menemukan kekurangan dan kelemahan aplikasi tersebut.

Pengujian bermaskdu untuk mengetahui peragkat lunak yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan perangkat lunak tersebut. Pengujian sistem ini menggunakan *black box,* pengujian *white box* dan *user acceptance test (*UAT*).*

## Black Box Testing

Pengujian black box digunakan untuk menguji fungsi khusus dan aplikasi yang dirancang. Pengujian ini memberikan gambaran hasil pengujian yang dilakukan dalam bentuk tabel, adapun hasil dari pengujian black box dapat dilihat pada Tabel 4.1:

**Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Black Box**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kamus dan Hasil Uji (Benar)** | | | | | |
| No | Fungsi Yang Diuji | Cara Pengujian | Hasil Yang Diharapkan | Hasil Pengujian | Kesimpulan |
|  | Buka Aplikasi Mobile | *User* menekan aplikasi pengujian | Sistem menampilkan halaman utama | Sistem menampilkan halaman utama | *Valid* |
|  | Menu Foto Gambar Uji | *User* menekan tombol upload/ambil gambar | Sistem menampilkan fungsi ambil gambar menggunakan kamera | Sistem menampilkan fungsi ambil gambar menggunakan kamera | *valid* |
|  | Menu Analisa Uji | *User* menekan tombol analisa setelah mengupload gambar | Sistem menampilkan hasil analisa sesuai model sample yang diinputkan | Sistem menampilkan hasil analisa sesuai model sample yang diinputkan | *Valid* |
|  | Akses Aplikasi Admin | *User* memasukan alamat aplikasi pada *browser* | Sistem menampilkan halaman dashboard aplikasi admin | Sistem menampilkan halaman dashboard aplikasi admin | *Valid* |
|  | Olah Model Sample | *User* memilih menu Master Data Sample kemudian lakukan pengolahan (tambah, ubah, hapus) | Sistem menampilkan halaman menu Master Data Sample, dan dapat mengeksekusi perintah sesuai perintah yang diberikan | Sistem menampilkan halaman menu Master Data Sample, dan dapat mengeksekusi perintah sesuai perintah yang diberikan | *Valid* |
|  | Menu Analisa Admin | *User* memilih Aalisa Data CNN, kemudian pilih gambar untuk dianalisa | Sistem menampilkan halaman analisa, dan mampu memberikan hasil analisa dari setiap gambar uji yang dipilih | Sistem menampilkan halaman analisa, dan mampu memberikan hasil analisa dari setiap gambar uji yang dipilih | *Valid* |
|  | Keluar Aplikasi | *User* menekan tombol kembali | Sistem menutup aplikasi | Sistem menutup aplikasi | *Valid* |
|  | Fungsi Logout Admin | User menekan tombol logout | Sistem mengeluarkan konfirmasi pop up, kemudian mengeluarkan akun | Sistem mengeluarkan konfirmasi pop up, kemudian mengeluarkan akun | *Valid* |

## White box testing

Pengujian white box adalah pengujian yang didasarkan pada pengecekan terhadap detail perancangan, menggunakan struktur kontrol dari desain program secara procedural untuk membagi pengujian ke dalam beberapa kasus pengujian. Berikut ini adalah kasus menguji perangkat lunak yang telah dibangun dengan menggunakan pengujian white box:

### **Proses pengecekan CNN (Convolutional Neural Network)**

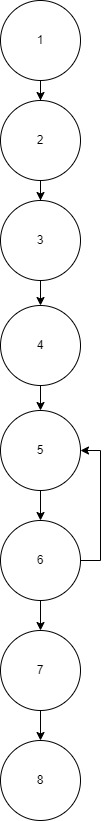
1. **Kode Program Prediksi CNN**

Berikut kode program prediksi pengolahan citra *Convolutional Neural Network White Box testing* dapat dilihat pada tabel 4.2

**Tabel 4. 2 White Box Testing Algoritma CNN**

|  |  |
| --- | --- |
| No | Source Code |
|  | Async init(){  async function init() {          const modelURL = URL + 'model.json';          const metadataURL = URL + 'metadata.json';          clear\_data\_old($('#id').val());          labelContainer = document.getElementById("label-container"); |
|  | model = await tmImage.load(modelURL, metadataURL); |
|  | labelContainer = document.getElementById("label-container");  model = await tmImage.load(modelURL, metadataURL); |
|  | maxPredictions = model.getTotalClasses(); |
|  | For(i=1;i<maxPrediction;i++){ |
|  | const prediction = await model.predict(image);  for (let i = 0; i < maxPredictions; i++) {  const classPrediction =  prediction[i].className + ": " + prediction[i].probability.toFixed(2);  // console.log(classPrediction);  labelContainer.childNodes[i].innerHTML = classPrediction;  var kategori\_hasil = prediction[i].className;  var nilai\_hasil = prediction[i].probability.toFixed(2);  simpan\_data($('#id').val(), prediction[i].className, prediction[i].probability.toFixed(2));  // console.log($('#id').val());  } |
|  | } |
|  | } |

Berikut gambar *flowgraph*:



**Gambar 4. 7 Flowgraph Diagram**

*Cyclomatic complexity* dari *flowgraph* diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

V(G)=E-N+2 atau V(G)=P+1 Diketahui:

E (Jumlah edge pada flowgraph) = 8

N (Jumlah node pada flowgraph) = 8

P (Jumlah predikat node pada flowgraph) = 0

V(G) = 8 - 8 + 1 = 1

V(G) = 0 + 1 = 1

Dari hasil perhitungan *Cyclomatic complexity* terdapat 1 path (jalur), yaitu:

Path 1 = 1-2-3-4-5-6-7-8

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dihasilkan nilai Cyclomatic Complexity yang sama yaitu 1, Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian white box pada proses hasil berjalan dengan baik, karena setiap pengujian menghasilkan nilai yang sama.

## Pengujian pengambilan gambar uji

Pengujian pengambilan gambar uji untuk mengetahui pengaruh hasil klasifikasi, meliputi pengujian jarak dan pengujian intensitas Cahaya.

### **Pengujian jarak pengambilan gambar uji**

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian terhadap jarak kamera dengan sample biji kopi, jarak yang diuji adalah pada keitnggian 10 cm, 15 cm dan 20 cm, dan 25 cm. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat dari table 4.3 berikut ini

**Tabel 4. 3 Pengujian White Box**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jarak | Hasil Pengujian | |
| Gambar | Keterangan |
|  | 10 CM |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |
|  | 15 CM |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |
|  | 20 CM |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |
|  | 25 CM |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |

Jarak berpengaruh dalam proses pengklasifikasian hasil sangrai biji kopi, dengan biji kopi yang sama didapatkan hasil yang berbeda.

### **Pengujian intensitas Cahaya gambar uji**

Pengujian pengaruh intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan intensitas cahaya tinggi, intensitas cahaya rendah dan tanpa cahaya. Untuk hasil pengujian pengaruh intensitas cahaya intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 4.4

**Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Kondisi | Hasil Pengujian | |
| Gambar | Keterangan |
|  | Intensitas Cahaya Tinggi |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |
|  | Intensitas Cahaya Sedang |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |
|  | Intensitas Cahaya Rendah |  | Terdeteksi  (Dark Roast) |

Dari hasil pengujian pengaruh intensitas Cahaya pada tabel diatas, Cahaya berpengaruh dalam proses pengklasifikasian hasil sangrai biji kopi, dengan biji kopi yang sama namun berbeda intensitas Cahaya menghasilkan klasifikasi dengan prediksi presentasi nilai yang berbeda.

## Uji Coba Sistem Dan Evaluasi

Setelah aplikasi selesai dibuat, maka perlu dilakukan uji coba dan evaluasi apakah aplikasi tersebut sudah dapat digunakan dengan baik dan menghasilkan klasifikasi yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan 3 pengujian statistik menggunakan confusion matrix.

Pada umumnya confusion matrix digunakan pada klasifikasi yang memiliki 2 class saja, namun dalam penelitian ini menggunakan 4 class yaitu mentah, light roast, medium roast, serta dark roast. Dalam penelitian ini maka dilakukan penyesuaian dalam membentuk confusion matrix seperti pada Tabel Klasifikasi Class Mentah sampai dengan Class Dark Roast yang menggambarkan bagaimana kondisi confusion matrix ketika memprediksi tiap class ketika nilai True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN):

**Tabel 4. 5 Confusion Matrix Klasifikasi Class Mentah**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| **Mentah** | TP | FN | FN | FN |
| **Light Roast** | FP | TN | TN | TN |
| **Medium Roast** | FP | TN | TN | TN |
| **Dark Roast** | FP | TN | TN | TN |

**Tabel 4. 6 Confusion Matrix Klasifikasi Class Light Roast**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | TN | FP | TN | TN |
| Light Roast | FN | TP | FN | FN |
| Medium Roast | TN | FP | TN | TN |
| Dark Roast | TN | FP | TN | TN |

**Tabel 4. 7 Confusion Matrix Klasifikasi Class Medium Roast**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | TN | TN | FP | TN |
| Light Roast | TN | TN | FP | TN |
| Medium Roast | FN | FN | TP | FN |
| Dark Roast | TN | TN | FP | TN |

**Tabel 4. 8 Confusion Matrix Klasifikasi Class Dark Roast**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | TN | TN | TN | FP |
| Light Roast | TN | TN | TN | FP |
| Medium Roast | TN | TN | TN | FP |
| Dark Roast | FN | FN | FN | TP |

Dari ke empat tabel di atas menggambarkan bagaimana keadaan setiap confusion matrix ketika melakukan klasifikasi masing-masing class. Untuk penelitian ini ke empat tabel tersebut digabungkan menjadi 1 confusion matrix seperti tabel berikut.

**Tabel 4. 9 Confusion Matrix Klasifikasi Tingkat Kematangan**

**Sangrai Kopi**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | EE | LE | ME | DE |
| Light Roast | EL | LL | ML | DL |
| Medium Roast | EM | LM | MM | DM |
| Dark Roast | ED | LD | MD | DD |

Penjelasan dari di atas adalah EE, LL, MM, dan DD melambangkan keadaan ketika terjadi True Positive dari setiap class, sedangkan sisanya ketika prediksi tidak tepat. Maka untuk menghitung akurasi digunakan rumus sebagai berikut:

Dari rumus akurasi tersebut dilakukan penjumlahan seluruh klasifikasi yang benar dibagi dengan total jumlah keseluruhan data. Untuk spesifisitas dan sensitivitas dilakukan perhitungan masing-masing bagi tiap klasifikasi.

Dari rumus spesifisitas di atas dapat dibandingkan pada tabel klasifikasi untuk posisi true negative dan false positive dengan posisi yang ada pada tabel klasifikasi Tingkat kematangan, sehingga digunakanlah rumus tersebut. Selanjutnya untuk rumus sensitivitas digunakan rumus sebagai berikut:

Dari rumus sensitivitas di atas sama seperti rumus spesifisitas dapat dibandingkan pada tabel klasifikiasi class untuk posisi true positive dan false negative dengan posisi yang ada pada kleasifikasi tingkat kematangan, sehingga digunakanlah rumus tersebut.

Pada penelitian ini untuk 1 kali pelatihan model menggunakan epoch sebanyak 20 kali dan dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap kombinasi arsitektur CNN yaitu LeNet5 dengan fungsi optimasi ADAM yang digunakan. Kemudian untuk pembagian antara data latih dan data uji yang digunakan adalah 75% data latih atau 140 citra, dan 25% data uji atau 60 citra yang diambil secara acak. Untuk proses pelatihan dan pengujian seluruhnya menggunakan CPU. Kemudian ukuran batch size yang digunakan adalah 32. Selanjutnya untuk setiap arsitektur pada convolution layer digunakan zero padding yang berarti penambahan nilai 0 pada setiap tepian nilai pada citra.

**Tabel 4. 10 Arsitektur LeNet5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Layer** | **Output Size** | **Filtr Size (F)/Stride (S)/Jumlah Filter (JF)** |
| Input Image | 32x32x3 |  |
| Convolution 1 | 32x32x20 | F=5x5,S=1x1,JF=20 |
| Aktivasi (ReLU) 1 | 32x32x20 |  |
| Pooling (Max Pooling) 1 | 16x16x20 | F=2x2, S=2x2 |
| Convolution 2 | 16x16x20 | F=5x5, S=1x1, JF=50 |
| Aktivasi (ReLU) 2 | 16x16x50 |  |
| Pooling (Max Pooling) 2 | 8x8x50 | F=2x2, S=2x2 |
| Fully Connected Layer 1 | 500 |  |
| Aktivasi (ReLU) 3 | 500 |  |
| Fully Connected Layer 2 | 4 |  |
| Softmax | 4 |  |

Berikut ini adalah hasil akurasi, spesifitas dan sensitivitas berdasarkan hasil akurasi terendah dan tertinggi dari pelatihan arsitektur ini.

**Tabel 4. 11 Hasil Akurasi Lenet5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Optimasi** | **Akurasi Pada Data Uji** | | **Rata-rata** |
| **Tertinggi** | **Terendah** |
| ADAM | 98% | 67% | 85% |

**Tabel 4. 12 Hasil Akurasi Sensitivitas**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sensitivitas** | **Akurasi Sensitivitas Pada Data Uji** | | **Rata-rata** | **Overall** |
| **Tertinggi** | **Terendah** |
| Mentah | 0.93 | 0.67 | 0.85 | 0.88 |
| Light Roast | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| Medium Roast | 1.00 | 0.25 | 0.67 |
| Dark Roast | 1.00 | 1.00 | 0.99 |

**Tabel 4. 13 Hasil Akurasi Spesifisitas**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Spesifisitas** | **Akurasi Spesitifitas Pada Data Uji** | | **Rata-rata** | **Overall** |
| **Tertinggi** | **Terendah** |
| Mentah | 1 | 1 | 0.99 | 0.95 |
| Light Roast | 1.00 | 0.69 | 0.87 |
| Medium Roast | 0.98 | 0.91 | 0.95 |
| Dark Roast | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Model LeNet5 dengan fungsi optimasi ADAM memiliki sensitivitas overall sebesar 0.88 (88%) dengan spesifisitas overall sebesar 0.95 (95%). Jika dilihat berdasarkan ratarata sensitivitas masing-masing kelas maka model ini mampu mengenali data uji class dark roast dan class light roast dengan sempurna yaitu 0.99 (99%).

Rata-rata sensitivitas masing-masing class yang dimiliki juga tidak berbeda jauh bahkan pada class dark roast memiliki sensitivias yang lebih tinggi dengan nilai 1,00 (100%) dan spesifisitas sebesar 1,00 (100%) yang berarti data uji dari class dark roast mampu dikenali dengan baik dan tidak ada data uji dari class lainnya yang salah terklasifikasikan sebagai class dark roast.

### Uji Coba Sistem Dan Evaluasi

Setelah aplikasi selesai dibuat, maka perlu dilakukan uji coba dan evaluasi apakah aplikasi tersebut sudah dapat digunakan dengan baik dan menghasilkan klasifikasi yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan 3 pengujian statistik menggunakan confusion matrix.

Pada umumnya confusion matrix digunakan pada klasifikasi yang memiliki 2 class saja, namun dalam penelitian ini menggunakan 4 class yaitu mentah, light roast, medium roast, serta dark roast. Dalam penelitian ini maka dilakukan penyesuaian dalam membentuk confusion matrix seperti pada Tabel Klasifikasi Class Mentah sampai dengan Class Dark Roast yang menggambarkan bagaimana kondisi confusion matrix ketika memprediksi tiap class ketika nilai True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN):

**Tabel 4. 5 Confusion Matrix Klasifikasi Class Mentah**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| **Mentah** | TP | FN | FN | FN |
| **Light Roast** | FP | TN | TN | TN |
| **Medium Roast** | FP | TN | TN | TN |
| **Dark Roast** | FP | TN | TN | TN |

**Tabel 4. 6 Confusion Matrix Klasifikasi Class Light Roast**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | TN | FP | TN | TN |
| Light Roast | FN | TP | FN | FN |
| Medium Roast | TN | FP | TN | TN |
| Dark Roast | TN | FP | TN | TN |

**Tabel 4. 7 Confusion Matrix Klasifikasi Class Medium Roast**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | TN | TN | FP | TN |
| Light Roast | TN | TN | FP | TN |
| Medium Roast | FN | FN | TP | FN |
| Dark Roast | TN | TN | FP | TN |

**Tabel 4. 8 Confusion Matrix Klasifikasi Class Dark Roast**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | TN | TN | TN | FP |
| Light Roast | TN | TN | TN | FP |
| Medium Roast | TN | TN | TN | FP |
| Dark Roast | FN | FN | FN | TP |

Dari ke empat tabel di atas menggambarkan bagaimana keadaan setiap confusion matrix ketika melakukan klasifikasi masing-masing class. Untuk penelitian ini ke empat tabel tersebut digabungkan menjadi 1 confusion matrix seperti tabel berikut.

**Tabel 4. 9 Confusion Matrix Klasifikasi Tingkat Kematangan**

**Sangrai Kopi**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Class Asal** | ***Class* Klasifikasi** | | | |
| **Mentah** | **Light Roast** | **Medium Roast** | **Dark Roast** |
| Mentah | EE | LE | ME | DE |
| Light Roast | EL | LL | ML | DL |
| Medium Roast | EM | LM | MM | DM |
| Dark Roast | ED | LD | MD | DD |

Penjelasan dari di atas adalah EE, LL, MM, dan DD melambangkan keadaan ketika terjadi True Positive dari setiap class, sedangkan sisanya ketika prediksi tidak tepat. Maka untuk menghitung akurasi digunakan rumus sebagai berikut:

Dari rumus akurasi tersebut dilakukan penjumlahan seluruh klasifikasi yang benar dibagi dengan total jumlah keseluruhan data. Untuk spesifisitas dan sensitivitas dilakukan perhitungan masing-masing bagi tiap klasifikasi.

Dari rumus spesifisitas di atas dapat dibandingkan pada tabel klasifikasi untuk posisi true negative dan false positive dengan posisi yang ada pada tabel klasifikasi Tingkat kematangan, sehingga digunakanlah rumus tersebut. Selanjutnya untuk rumus sensitivitas digunakan rumus sebagai berikut:

Dari rumus sensitivitas di atas sama seperti rumus spesifisitas dapat dibandingkan pada tabel klasifikiasi class untuk posisi true positive dan false negative dengan posisi yang ada pada kleasifikasi tingkat kematangan, sehingga digunakanlah rumus tersebut.

Pada penelitian ini untuk 1 kali pelatihan model menggunakan epoch sebanyak 20 kali dan dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap kombinasi arsitektur CNN yaitu LeNet5 dengan fungsi optimasi ADAM yang digunakan. Kemudian untuk pembagian antara data latih dan data uji yang digunakan adalah 75% data latih atau 140 citra, dan 25% data uji atau 60 citra yang diambil secara acak. Untuk proses pelatihan dan pengujian seluruhnya menggunakan CPU. Kemudian ukuran batch size yang digunakan adalah 32. Selanjutnya untuk setiap arsitektur pada convolution layer digunakan zero padding yang berarti penambahan nilai 0 pada setiap tepian nilai pada citra.

**Tabel 4. 10 Arsitektur LeNet5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Layer** | **Output Size** | **Filtr Size (F)/Stride (S)/Jumlah Filter (JF)** |
| Input Image | 32x32x3 |  |
| Convolution 1 | 32x32x20 | F=5x5,S=1x1,JF=20 |
| Aktivasi (ReLU) 1 | 32x32x20 |  |
| Pooling (Max Pooling) 1 | 16x16x20 | F=2x2, S=2x2 |
| Convolution 2 | 16x16x20 | F=5x5, S=1x1, JF=50 |
| Aktivasi (ReLU) 2 | 16x16x50 |  |
| Pooling (Max Pooling) 2 | 8x8x50 | F=2x2, S=2x2 |
| Fully Connected Layer 1 | 500 |  |
| Aktivasi (ReLU) 3 | 500 |  |
| Fully Connected Layer 2 | 4 |  |
| Softmax | 4 |  |

Berikut ini adalah hasil akurasi, spesifitas dan sensitivitas berdasarkan hasil akurasi terendah dan tertinggi dari pelatihan arsitektur ini.

**Tabel 4. 11 Hasil Akurasi Lenet5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Optimasi** | **Akurasi Pada Data Uji** | | **Rata-rata** |
| **Tertinggi** | **Terendah** |
| ADAM | 98% | 67% | 85% |

**Tabel 4. 12 Hasil Akurasi Sensitivitas**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sensitivitas** | **Akurasi Sensitivitas Pada Data Uji** | | **Rata-rata** | **Overall** |
| **Tertinggi** | **Terendah** |
| Mentah | 0.93 | 0.67 | 0.85 | 0.88 |
| Light Roast | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| Medium Roast | 1.00 | 0.25 | 0.67 |
| Dark Roast | 1.00 | 1.00 | 0.99 |

**Tabel 4. 13 Hasil Akurasi Spesifisitas**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Spesifisitas** | **Akurasi Spesitifitas Pada Data Uji** | | **Rata-rata** | **Overall** |
| **Tertinggi** | **Terendah** |
| Mentah | 1 | 1 | 0.99 | 0.95 |
| Light Roast | 1.00 | 0.69 | 0.87 |
| Medium Roast | 0.98 | 0.91 | 0.95 |
| Dark Roast | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Model LeNet5 dengan fungsi optimasi ADAM memiliki sensitivitas overall sebesar 0.88 (88%) dengan spesifisitas overall sebesar 0.95 (95%). Jika dilihat berdasarkan ratarata sensitivitas masing-masing kelas maka model ini mampu mengenali data uji class dark roast dan class light roast dengan sempurna yaitu 0.99 (99%).

Rata-rata sensitivitas masing-masing class yang dimiliki juga tidak berbeda jauh bahkan pada class dark roast memiliki sensitivias yang lebih tinggi dengan nilai 1,00 (100%) dan spesifisitas sebesar 1,00 (100%) yang berarti data uji dari class dark roast mampu dikenali dengan baik dan tidak ada data uji dari class lainnya yang salah terklasifikasikan sebagai class dark roast.

### Pengujian UAT (User Acceptance Test)

Untuk mengetahui tanggapan responden (user) terhadap aplikasi klasifikasi hasil sangrai biji kopi, maka dilakukan pengujian dengan memberikan 7 pertanyaan kepada responden, dimana jawaban dari pertanyaan tersebut terdiri dari tingkatan seperti pada tabel 4.14

**Tabel 4. 14 Bobot Nilai**

|  |  |
| --- | --- |
| Jawaban | Bobot |
| A : Sangat : mudah/bagus/sesuai/jelas | 5 |
| B : Mudah/bagus/sesuai/jelas | 4 |
| C : Netral | 3 |
| D : Cukup : Sulit/bagus/jelas | 2 |
| E : Sangat : sulit/jelek/tidak sesuai/tidak jelas | 1 |

Adapun hasil pengujian UAT dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut:

**Tabel 4. 15 Data Jawaban Pengujian Aplikasi**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Pertanyaan | Jawaban | | | | |
| A | B | C | D | E |
|  | Apakah Tampilan aplikasi ini sudah menarik ? | 10 | 6 |  |  |  |
|  | Apakah Menu-menu aplikasi ini mudah dipahami ? | 10 | 6 |  |  |  |
|  | Apakah hasil klasifikasi dari aplikasi sudah cukup sesuai dengan kebutuhan anda ? | 2 | 13 | 1 |  |  |
|  | Apakah hasil klasifikasi dari aplikasi mudah dipahami ? | 4 | 12 |  |  |  |
|  | Apakah proses klasifikasi pada aplikasi ini mudah digunakan ? | 12 | 4 |  |  |  |
|  | Apakah hasil klasifikasi aplikasi ini layak dijadikan sebagai alat bantu ? | 6 | 10 |  |  |  |
|  | Apakah hasil klasifikasi yang dihasilkan menggunakan aplikasi ini sudah cukup baik ? | 2 | 13 | 1 |  |  |

Data yang didapat diatas kemudan diolah dengan cara mengalihkan setiap poin jawaban dengan bobot yang sudah di tentukan sesuai dengan tabel bobot yang sudah di tentukan, maka didapat seperti pada tabel 4.16 berikut.

**Tabel 4. 16 Data Jawaban Pengujian yang sudah diolah**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Pertanyaan** | **Jawaban** | | | | | **Jmlh** |
| **Ax5** | **Bx4** | **Cx3** | **Dx2** | **Ex1** |
|  | Apakah Tampilan aplikasi ini sudah menarik ? | 50 | 24 | 0 | 0 | 0 | 74 |
|  | Apakah Menu-menu aplikasi ini mudah dipahami ? | 50 | 24 | 0 | 0 | 0 | 74 |
|  | Apakah hasil klasifikasi dari aplikasi sudah cukup sesuai dengan kebutuhan anda ? | 10 | 52 | 3 | 0 | 0 | 65 |
|  | Apakah hasil klasifikasi dari aplikasi mudah dipahami ? | 20 | 48 | 0 | 0 | 0 | 68 |
|  | Apakah proses klasifikasi pada aplikasi ini mudah digunakan ? | 60 | 16 | 0 | 0 | 0 | 76 |
|  | Apakah hasil klasifikasi aplikasi ini layak dijadikan sebagai alat bantu ? | 30 | 40 | 0 | 0 | 0 | 70 |
|  | Apakah hasil klasifikasi yang dihasilkan menggunakan aplikasi ini sudah cukup baik ? | 10 | 52 | 3 | 0 | 0 | 65 |
| **Nilai Total** | | | | | | | **492** |

1. Analisa Pertanyaan Pertama

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan pertama adalah 74. Nilai rata ratanya adalah 74/16 = 4.6. Presentase nilainya adalah 4.6/5 x 100 = 92%

1. Analisa Pertanyaan Kedua

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan kedua adalah 74. Nilai rata ratanya adalah 74/16 = 4.6. Presentase nilainya adalah 4.6/5 x 100 = 92%

1. Analisa Pertanyaan Ketiga

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan ketiga adalah 65. Nilai rata ratanya adalah 65/16 = 4.1. Presentase nilainya adalah 4.1/5 x 100 = 82%

1. Analisa Pertanyaan Keempat

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan keempat adalah 74. Nilai rata ratanya adalah 68/16 = 4.2. Presentase nilainya adalah 4.2/5 x 100 = 85%

1. Analisa Pertanyaan Kelima

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan kelima adalah 76. Nilai rata ratanya adalah 76/16 = 4.7. Presentase nilainya adalah 4.7/5 x 100 = 95%

1. Analisa Pertanyaan Keenam

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan keenam adalah 70. Nilai rata ratanya adalah 70/16 = 4.3. Presentase nilainya adalah 4.3/5 x 100 = 87%

1. Analisa Pertanyaan Ketujuh

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jumlah dari 16 responden untuk pertanyaan ketujuh adalah 65. Nilai rata ratanya adalah 65/16 = 4.3. Presentase nilainya adalah 4.3/5 x 100 = 82%

Nilai total yang didapatkan adalah 492, sedangan nilai maksimal untuk setiap pertanyaan adalah 5 (Sangat : Bagus / Mudah / Setuju / Suka), sehingga dapat diperoleh nilai total maksimal adalah 560. Nilai maksimal tersebut diperoleh dari hasil perkalian jumlah responden, jumlah pertanyaan dan nilai maksimal (16 x 7 x 5 = 560).

Setelah menentukan nilai maksimal, maka untuk persentase secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi klasifikasi hasil sangrai biji kopi menggunakan algoritma CNN ini dapat diterima oleh user (pengguna) karena mendapatkan nilai persentasi sebesar 87,85%.

### Simpulan *(Conclusion)*

Simpulan penelitian adalah pernyataan singkat tentang hasil analisis deskripsi dan pembahasan tentang hasil pengetesan hipotesis yang telah dilakukan di BAB sebelumnya. Simpulan berisi jawaban atas pertanyaan penelitian yang diajukan pada bagian rumusan masalah. Keseluruhan jawaban hanya terfokus pada ruang lingkup pertanyaan dan jumlah jawaban

disesuaikan dengan jumlah rumusan masalah yang diajukan.

### Saran *(Suggestion)*

Saran adalah suatu yang diberikan kepada pembaca yang didasarkan atas hasil temuan dalam studi yang telah dilakukan dan bukan berupa pendapat atau tinjauan idealis pribadi peneliti. Saran hanya berisi rekomendasi yang dirumuskan oleh peneliti namun bukan untuk menjawab permasalahan dalam pokok penelitian, saran dirumuskan berdasarkan penelusuran yang menurut penulis dapat bermanfaat secara praktis maupun bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan berdasarkan kedekatan objek.