

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian adalah kegiatan manusia mengelola tanaman, hewan untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia. Salah satu sektor pertanian adalah hortikultura yang meliputi tanaman buah-buahan, tanaman sayuran, tanaman hias, dan tanaman obat-obatan. Salah satu jenis tanaman buah-buahan adalah jambu biji. Jambu biji (*Psidium guajava* L.) telah ditanam dan dimanfaatkan sebagai buah yang penting di daerah tropis seperti India, Indonesia, Pakistan, Bangladesh, dan Amerika Selatan (Anam et al., 2023).

Jambu biji Adalah salah satu buah yang digemari oleh Masyarakat sehingga ini menjadi peluang bagi para petani untuk mendapatkan keuntungan dalam berkebun. Jambu biji dapat beradaptasi pada kisaran suhu antara 15 dan 30°C. Di luar kisaran ini, efek suhu yang lebih rendah atau lebih tinggi dapat mengurangi pembentukan buah, sementara suhu malam hari 5 hingga 7°C menghentikan pertumbuhan (Umar, 2021a). Selain itu, suhu rendah menghambat produksi, menyebabkan bunga rontok dan juga dapat menimbulkan beberapa penyakit pada daun seperti penyakit bercak daun, karat daun, penyakit layu, embun jelaga, yang dapat mengurangi kualitas panen dan penurunan hasil panen karena adanya serangan hama penyakit (Hartati et al., 2023). Menurut pakar penyakit tanaman, Bapak Anas Nasrudin dari Dinas Pertanian Kuningan, penyakit pada daun jambu biji memiliki dampak langsung terhadap penurunan produksi buah jambu biji. Daun berperan penting dalam proses fotosintesis sebagai penghasil energi bagi pertumbuhan dan pembentukan buah. Ketika daun jambu biji terserang penyakit, kemampuan fotosintesis tanaman akan menurun sehingga menghambat pertumbuhan buah, menurunkan kualitas, serta mengurangi jumlah hasil panen. Serangan penyakit pada daun yang tidak ditangani sejak dini dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanaman jambu biji secara signifikan karena terganggunya fungsi fisiologis daun sebagai organ utama fotosintesis.

Kesulitan dalam mengidentifikasi suatu penyakit pada daun jambu biji karena masih menggunakan metode manual menjadi permasalahan umum yang terjadi dikalangan petani, ditambah lagi ada penyakit daun jambu biji memiliki kemiripan sehingga sulit dibedakan. permasalahan tersebut terjadi di perkebunan jambu biji milik Bapak Asep yang berlokasi di Desa Pajambon, Kecamatan Kramatmulya, Kab. Kuningan, Jawa barat. Akibat dari permasalahan tersebut, Kurangnya produktivitas dan kualitas pertumbuhan pohon jambu biji menyebabkan penurunan jumlah produksi buah dari 6 kuintal menjadi hanya 3 sampai 4 kuintal. Penurunan ini secara langsung merugikan petani secara finansial baik dalam bentuk penurunan pendapatan maupun peningkatan biaya untuk mengatasi masalah yang lebih parah. sehingga perlu bantuan dari pakar. Pada penelitian ini, yang dijadikan sebagai pakar adalah Bapak Anas Nasrudin, pakar penyakit dari Dinas Pertanian Kuningan.

Perkembangan teknologi yang semakin maju dapat memudahkan dalam melakukan identifikasi penyakit yang terjangkit pada daun dan buah jambu, teknologi tersebut adalah *deep learning*. *Deep Learning* merupakan bagian dari *Machine Learning* yang di rancang untuk terus menganalisis suatu data dengan struktur logika yang mirip dengan bagaimana manusia mengambil keputusan. *Deep learning* dibangun berdasarkan ide *artificial neural network* dan peningkatannya untuk dapat mengonsumsi data dalam jumlah besar dengan memperdalam neural network dengan cara tertentu (Anam et al., 2023). Pada penelitian ini teknologi *deep learning* sangat cocok untuk melakukan pembelajaran dataset penyakit daun jambun biji atau disebut dengan metode *supervised learning*. Aplikasi tersebut dapat mengenali jenis penyakit yang menyerang daun jambu biji.

Mengenali citra daun dan buah jambu yang terkena penyakit diperlukan algoritma yang dapat mengolah citra digital, yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)* yang merupakan contoh utama *deep learning* (Anam et al., 2023). CNN adalah algoritma *Deep Learning* yang dirancang khusus untuk memproses data dalam bentuk dua dimensi, seperti gambar. CNN memiliki kapasitas untuk menerima input dalam bentuk citra dan mengidentifikasi berbagai aspek atau objek yang terdapat dalam citra tersebut, yang dapat digunakan oleh mesin untuk

membedakan satu gambar dari yang lain. CNN mampu secara otomatis mengekstraksi fitur-fitur dari citra dan kemudian menggunakan fitur-fitur tersebut untuk melakukan klasifikasi (Marpaung et al., 2024). CNN merupakan algoritma terbaik untuk mendeteksi objek, dan didapatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi 95,52% yang terbaik atas metode lain (Alberto & Hermanto, 2023).

Algoritma CNN seperti *MobileNetV2* memiliki kelebihan dari arsitektur CNN ini yaitu ketebalan dari filter konvolusi yang sesuai dengan gambar. Sehingga bisa menghemat ukuran dari model yang dibuat dan efektifitas metode dalam pemanfaatan *resource* yang tidak terlalu berat dan bisa menghasilkan akurasi yang maksimal (Marpaung et al., 2024).

Adapun beberapa penelitian penelitian terdahulu yang telah dilakukan mengenai metode algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*. Penelitian mengenai algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* pada aplikasi deteksi penyakit tanaman jagung menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu mencapai 99% dalam mendeteksi setiap jenis penyakit (Khaira et al., 2024). Penelitian lain yang menerapkan algoritma CNN pada aplikasi klasifikasi tanaman anggrek berhasil memperoleh akurasi pengujian sebesar 90,44% (Wibowo & Allaam, 2021). Sementara itu, algoritma CNN juga terbukti efektif dalam mendeteksi penyakit pada tanaman cabai dengan akurasi sebesar 80%. Selain itu, CNN yang digunakan untuk klasifikasi citra digital bumbu dan rempah mampu mencapai akurasi sebesar 88,89% dalam proses deteksinya (Rexion Alondeo Boimau & Yampi R. Kaesmetan, 2024). Pada penelitian lainnya, CNN juga dimanfaatkan untuk mendeteksi jenis sampah dan menghasilkan akurasi yang cukup tinggi sebesar 83% (Sihananto et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini berjudul “Rancang Bangun Aplikasi deteksi Penyakit Pada Daun Jambu Biji Dengan Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*”. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi alat bantu yang praktis bagi petani dan pelaku agribisnis dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman jambu biji, sekaligus mendukung pertanian berbasis teknologi di Indonesia.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, berikut adalah identifikasi masalah yang lebih terfokus dan terstruktur:

1. Petani Mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi penyakit pada daun jambu biji secara cepat dan akurat. petani sering salah mengenali jenis penyakit daun karena kemiripan warna dan pola bercak pada permukaan daun.
2. Petani mengalami kerugian dikarenakan adanya keterlambatan dalam mendeteksi penyakit menyebabkan penurunan kualitas dan produktivitas tanaman jambu biji.
3. Petani belum memiliki teknologi yang dapat mengidentifikasi penyakit pada daun jambu biji, sehingga petani kesulitan untuk membedakan jenis penyakit.

1.3 Rumusan Masalah

Untuk menegaskan arah penelitian yang akan dilakukan, maka perlu dibuat rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas. Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana membangun aplikasi deteksi penyakit daun jambu biji?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk aplikasi pendeteksi penyakit daun jambu biji?

1.4 Batasan Masalah

Agar Penelitian yang dilakukan tersusun dan terarah dengan baik maka diperlukan Batasan-batasan terhadap permasalahan yang akan diselesaikan. Adapun Batasan permasalahan yang akan diselesaikan sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada deteksi penyakit daun jambu biji
2. Aplikasi deteksi ini dapat mengklasifikasi 5 kelas yaitu karat daun, embun jelaga, bercak daun, daun sehat dan bukan daun jambu biji.
3. Penyakit daun jambu biji tersebut berdasarkan penelitian oleh pakar penyakit Bapak Anas Nasrudin dari Dinas Pertanian Kuningan.
4. Dataset yang digunakan merupakan dataset *primary* diambil langsung dari tempat penelitian dengan total 5.000 gambar, terdiri dari 1.000 gambar untuk setiap kelas. yang diambil secara manual menggunakan kamera *smartphone* dengan didampingi oleh pakar penyakit tanaman Bapak Anas Nasrudin.

5. Pengambilan dataset daun jambu biji dilakukan pada kondisi pencahayaan yang baik dan merata, sehingga objek daun jambu biji terlihat jelas, tidak terdapat bayangan yang mengganggu, serta minim noise. Selain itu, pengambilan gambar dilakukan dengan variasi bentuk dan ukuran untuk meningkatkan keberagaman data. Seluruh citra diambil dengan resolusi 960×1280 piksel.
6. Dataset dibagi menjadi 3 bagian (80:10:10), yaitu:
 - a. *Train* sebanyak 4000 gambar
 - b. *Valid* sebanyak 500 gambar
 - c. *Test* sebanyak 500 gambar
7. Variable penentu untuk menentukan penyakit daun jambu biji yaitu warna, pola bercak dan tekstur daun.
8. Model yang digunakan ialah model *CNN MobileNetV2*
9. Aplikasi ini hanya menyediakan informasi berupa klasifikasi gambar daun yang terindikasi penyakit dan memberikan deskripsi berupa teks terkait penyakit yang terdeteksi seperti penyebab dan cara penanganan lebih lanjut.
10. Pengambilan gambar dilakukan pada kondisi pencahayaan yang baik dan merata, sehingga objek daun jambu biji terlihat jelas tidak ada bayangan dan minim noise untuk mendukung hasil deteksi yang optimal.
11. Pengambilan gambar objek daun jambu biji dilakukan dengan jarak 5–8 cm antara kamera dan objek, dengan posisi kamera tegak lurus terhadap permukaan daun, agar detail tekstur dan pola penyakit dapat tertangkap dengan jelas sehingga proses deteksi berjalan optimal.
12. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *Prototype*.
13. Aplikasi yang dibangun berbasis *Android*.
14. Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* diterapkan pada proses *training model* untuk deteksi objek penyakit pada daun jambu biji.
15. *Tools* yang digunakan yaitu *Google Chrome*, *Google Colabs*, *Draw.IO*, *Rational Rose* dan *Android Studio*.
16. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun model yaitu *Python*.

17. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi *android* yaitu bahasa *Java*
18. Aplikasi ini ditujukan untuk pengguna *smartphone* dengan miniml sistem operasi *Android 8 (Oreo)*, kamera belakang 12MP, *RAM* 3GB dan *ROM* 32GB
19. Aktor yang terlibat dalam aplikasi ini yaitu *user*. *User* disini adalah petani jambu biji. Petani pengguna memiliki hak akses untuk deteksi objek, serta melihat informasi dari jenis-jenis penyakit.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dituju adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun aplikasi yang mampu mendeteksi penyakit pada daun jambu biji.
2. Mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi penyakit pada daun jambu biji.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang diharapkan dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan keilmuan terkait dengan penerapan algoritma *Convolutional Neural Network* pada deteksi objek penyalit pada daun jambu biji, serta dapat menjadi referensi bagi peneliti lainnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peneliti

Peneliti dapat mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang dimiliki yang telah didapat di bangku perkuliahan, dalam hal ini peneliti dapat membuat sebuah sistem objek deteksi dengan menerapkan algoritma *CNN* untuk mendeteksi objek penyakit daun jambu biji.

- b. Bagi Petani

Membantu petani mendeteksi penyakit pada daun jambu biji secara lebih dini dan akurat, sehingga memungkinkan pengambilan tindakan pencegahan dan penanganan yang tepat waktu. Hal ini berkontribusi pada peningkatan hasil panen dan kualitas buah jambu biji, yang berdampak positif terhadap pendapatan petani.

c. Bagi Dinas pertanian

Aplikasi ini dapat digunakan sebagai alat bantu edukasi dalam merumuskan program yang berkaitan dengan pengendalian penyakit tanaman. Dengan demikian, dinas dapat meningkatkan layanan dan pendampingan kepada petani di daerahnya.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian yang ditanyakan dalam proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi dapat dirancang dan dibangun untuk mendeteksi jenis penyakit pada daun jambu biji?
2. Apakah *algoritma Convolutional Neural Network (CNN)* dapat diimplementasikan untuk mendeteksi penyakit pada daun jambu biji secara akurat?

1.8 Hipotesis Penelitian

Dengan adanya sistem objek deteksi dengan menerapkan algoritma *Deep Learning* menggunakan *CNN* untuk mendeteksi objek penyakit pada daun jambu biji diharapkan dapat membantu petani dalam mendeteksi jenis penyakit pada daun jambu biji, sehingga memberikan kemudahan bagi petani untuk mengidentifikasi area yang terinfeksi penyakit dengan tingkat akurasi yang tinggi.

1.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik, dimana permasalahan tersebut juga berhubungan dengan permasalahan penelitian.

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan untuk mengumpulkan data, yaitu :

1. Observasi

Metode observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan kunjungan dan pengamatan terhadap objek penelitian. Pada penelitian ini dengan datang langsung perkebunan jambu milik bapak Asep didesa pajambon sebagai tempat objek penelitian. Observasi ini untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang dialami perkebunan jambu tersebut.

2. Wawancara

Wawancara digunakan untuk mendapatkan informasi permasalahan yang berkaitan dengan penelitian ini dengan cara melakukan tanya jawab dengan bapak Asep selaku pemilik perkebunan jambu biji.

3. Studi Pustaka

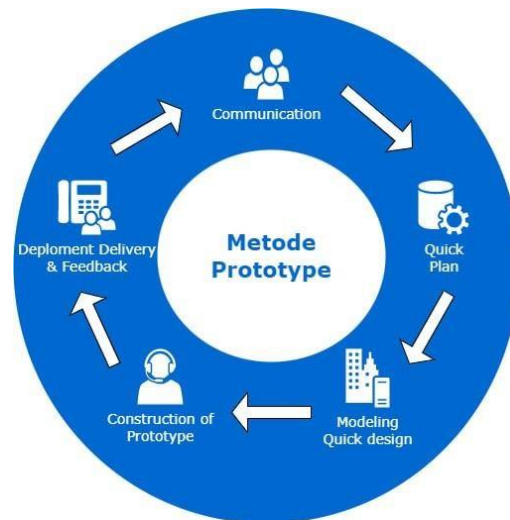
Studi pustaka dilakukan untuk menyusun laporan penelitian dengan mengumpulkan data dan informasi yang relevan. Informasi tersebut diperoleh dari literatur terkait, baik berupa buku maupun jurnal, yang membahas tentang deteksi objek, metode *deep learning*, metode *prototipe*, pengembangan aplikasi *mobile*, algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*, serta literatur lain yang mendukung penelitian ini.

1.9.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah memakai metode pengembangan sistem menggunakan model *Prototype*. Model *Prototype* merupakan salah satu metode pengembangan sistem perangkat lunak, yang akan menghasilkan sebuah *prototype* sistem yang akan menghubungkan antara pengembang dengan pengguna agar dapat berinteraksi langsung, serta memberikan gambaran secara rinci tentang sistem yang ingin di bangun (Putri et al., 2024).

Dipilihnya metode *prototype* dikarenakan metode ini dapat memudahkan pengembang untuk mengumpulkan kebutuhan yang dibutuhkan oleh pengguna,

untuk merancang sistem yang akan dikembangkan menggunakan metode *prototype*.



Gambar 1. 1 *Metode Prototype (Putri et al., 2024)*

Berikut adalah penjelasan dari setiap fase pada model *prototype* :

1. *Communication*

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis mendalam terhadap kebutuhan dan permasalahan pada perkebunan jambu biji. Analisis kebutuhan ini dilakukan dengan wawancara Bersama Bapak Asep sebagai pemilik Perkebunan jambu biji, menghasilkan pemahaman tentang kendala dalam mengelola perkebunan jambu biji.

2. *Quick Plan*

Quick plan adalah Penentuan spesifikasi sistem, termasuk antarmuka pengguna, fitur utama, dan format *input/output*, penyusunan timeline pengembangan yang mencakup alokasi waktu untuk pengumpulan data, pelatihan model, dan implementasi, serta identifikasi alat dan teknologi yang akan digunakan, seperti *android studio* dan bahasa *java*, untuk membentuk dasar dari *modeling quick design*.

3. *Modeling Quick Desain*

Pada tahap ini, peneliti merancang *prototype* aplikasi “*Deteksi Penyakit daun Jambu Biji*” sebagai media pendukung Keputusan dalam

pertanian. *Prototype* ini merupakan antar pengguna. pada tahap ini juga peneliti merancang system dengan menggunakan *Rich Pictures* dan *UML (Unified Modelling Language)*.

4. *Construction of prototype*

Pada tahap ini, peneliti melakukan implementasikan atau pengkodean dengan menggunakan bahasa pemrograman *python* di *collab* untuk membuat model dan Bahasa *java* untuk pembuatan aplikasi berbasis *andrioid* dengan menggunakan *android studio*. Pada tahap ini focus pada pengembangan aplikasi “Deteksi Penyakit Daun Jambu Biji” Sebagai media pendukung Keputusan dalam pertanian.

5. *Deployment Delivery & Feedback*

Pada tahap ini, peneliti menguji system secara menyeluruh melalui metode pengujian. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan metode *blackbox testing*, *whitbox testing*. Proses ini melibatkan responsivitas aplifikasi dan fungsionalitas lainnya untuk memastikan kinerja system bekerja dengan baik.

1.9.3 Metode Penyelesaian Masalah

Metode Penyelesaian masalah yang digunakan oleh peneliti yaitu dengan menggunakan metode *Deep Learning* dengan menerapkan algoritma *Covolutinal Neural Network (CNN)*.

CNN adalah algoritma *Deep Learning* yang dirancang khusus untuk memproses data dalam bentuk dua dimensi, seperti gambar. CNN memiliki kapasitas untuk menerima input dalam bentuk citra dan mengidentifikasi berbagai aspek atau objek yang terdapat dalam citra tersebut, yang dapat digunakan oleh mesin untuk membedakan satu gambar dari yang lain. CNN mampu secara otomatis mengekstraksi fitur-fitur dari citra dan kemudian menggunakan fitur-fitur tersebut untuk melakukan klasifikasi. Pada penelitian ini digunakan arsitektur CNN *MobileNetV2*, didasari pada efektifitas metode dalam pemanfaatan resource yang tidak terlalu berat dan bisa menghasilkan akurasi yang maksimal Beberapa kelebihan dari arsitektur CNN ini yaitu ketebalan dari filter konvolusi yang sesuai dengan gambar. Sehingga bisa menghemat ukuran dari model yang dibuat. Ada

beberapa Pembandingan metode arsitektur pada model CNN yaitu *MobileNetV2*, *VGG16* dan *Resnet101* dalam penelitian untuk mencoba perbandingan dari ke tiga model tersebut yang diambil berdasarkan sumber dari *website official Keras Applications (TensorFlow)*. Berikut pembandingan model pada tabel 1.2

Tabel 1. 1 Pembandingan Model CNN

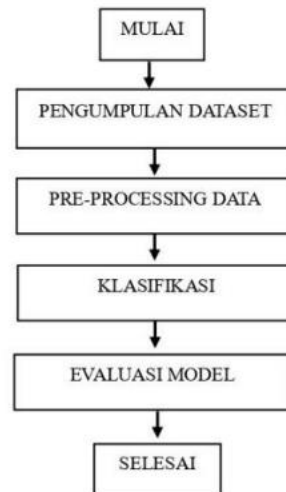
Model	Size (MB)	Top-1 Accuracy
<i>VGG16</i>	528	71.3%
<i>Resnet101</i>	171	76.4%
<i>MobileNetV2</i>	14	71.3%

Perbandingan pada tabel 1.1 model *VGG16* akurasi dikatakan lumayan maksima tetapi ukuran *size* sangat besar untuk mobile, untuk model *Resnet101* akurasi tinggi tetapi ukuran *size* lumayan besar dan terlalu berat untuk *mobile*, model *MobileNetV2* akurasi lumayan maksimal dan *size* sangat kecil dan cocok untuk aplikasi *mobile*. Pada penelitian ini, akan melakukan percobaan training model *VGG16*, *Resnet101*, dan *MobileNetV2* Pada tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Pembandingan Model CNN

Model	Size (MB)	Akurasi
VGG16	521	97%
Resnet101	168	99%
MobileNetV2	13	98%

Dari tabel 1.1 pembandingan tersebut didapat semua model dengan nilai akurasi cukup tinggi tetapi ada perbedaan dari size model yang berbeda, model paling besar *VGG16* dan paling kecil *MobileNetV2*.



Gambar 1. 2 *Flowchart Penelitian (Sheila et al., 2023)*

Gambar 1. 2 menunjukkan gambaran dari flowchart penelitian mulai sampai selesai pada penelitian ini. Tahap pertama dimulai dari pengumpulan data, tahap kedua *preprocessing* data, tahap ketiga yaitu klasifikasi menggunakan metode CNN, tahap keempat yaitu evaluasi model.

1. Pengumpulan Dataset

Pengumpulan data berupa dataset yang digunakan dalam pelatihan model diambil dari tempat penelitian langsung di Desa Pajambon, Kecamatan Kramatmulya, Kab. Kuningan, Jawa barat. *Dataset* berisi yang terdiri dari 5 kelas yaitu daun sehat, bercak daun, embun jelaga, karat daun dan daun sehat dapat dilihat pada tabel 1.2 yaitu dataset :

Tabel 1. 3 *Dataset*

No	Nama	Jumlah Dataset
1	Bercak daun 	1000

2	Embun Jelaga 	1000
3	Karat Daun 	1000
4	Daun Sehat 	1000
5	Bukan Daun Jambu	1000

2. Pre-Processing

Pre-processing data digunakan untuk mempersiapkan data sebelum diolah dan digunakan untuk melakukan klasifikasi. Pada tahap ini, ditentukan jumlah data yang akan digunakan yaitu sebanyak 5000 data citra dibagi menjadi 5 kelas yaitu bercak daun, embun jelaga dan karat daun daun sehat dan bukan daun jambu. Kemudian *split* dataset atau membagi dataset yang akan dilatih menjadi data *train* 80%, *valid* 10%, dan *test* 10% selanjutnya Agar proses komputasi dapat diproses lebih cepat tanpa mengurangi akurasi sistem, maka diberlakukan proses *resize* pada data citra menjadi 224x224 piksel pada setiap data citra kemudian

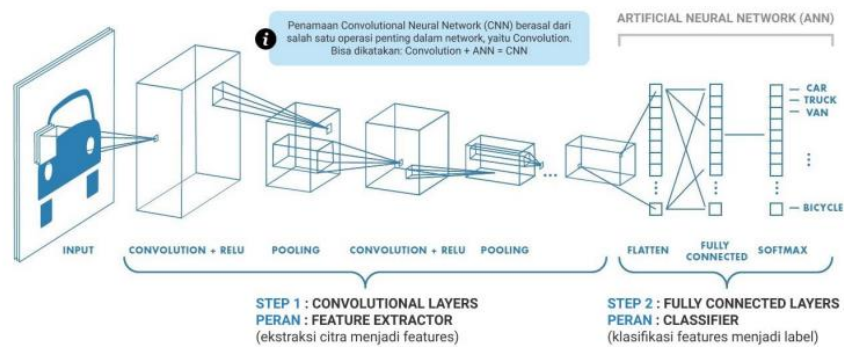
dilakukan *augmentasi image*, proses ini dalam pengolahan data citra dengan memodifikasi citra sedemikian rupa sehingga komputer dapat memahami bahwa citra yang diubah merupakan citra yang berbeda seperti *dilakukan shear, zoom, shifts, rotation, horizontal* dan *flip*.

Tabel 1. 4 Dataset

No	Dataset	Jumlah Dataset
1	Train	4000
2	Test	500
3	Valid	500

3. Klasifikasi

Perancangan model menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* merupakan penerapan metode *deep learning* yang terinspirasi dari konsep jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*). CNN termasuk dalam kategori *supervised learning*, di mana data dilatih menggunakan variabel target yang telah ditentukan. Tujuan utama metode CNN adalah untuk mengelompokkan suatu data ke dalam kelas tertentu berdasarkan data yang sudah ada. Prosesnya dimulai dari input dataset, kemudian melalui beberapa lapisan utama seperti *Convolutional Layer*, *ReLU*, dan *MaxPooling* yang berfungsi untuk mengekstraksi fitur penting dari citra. tahap berikutnya proses *flatten* untuk meratakan *feature map* menjadi *vector* 1D selanjutnya, proses klasifikasi dilakukan pada tahap *Fully Connected* dan tahap akhir yaitu *softmax* untuk menghasilkan probabilitas kelas. Berikut Arsitektur CNN :



Gambar 1.3 Tahapan klasifikasi citra di CNN (Arsitektur CNN)

Berikut ini adalah tahapan klasifikasi citra di CNN dari Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) yang ditunjukkan pada gambar :

1. *Input gambar*

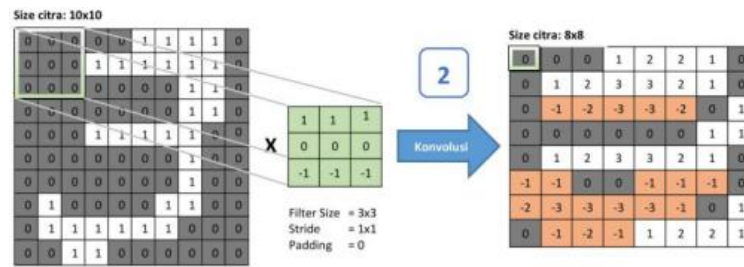
Gambar input dimasukkan ke dalam CNN. Sebagai contoh citra yang dimasukan memiliki dimensi pixel 10x10 berjenis grayscale (keaban) dalam hal ini, intensitas berkisaran 0 sampai 255. 0 menyatakan hitam dan 255 menyatakan putih.



Gambar 1.4 Contoh Citra Masukan (Wibowo & Allaam, 2021)

2. *Convolutional Layer*

Tujuan dari *Convolutional Layer* adalah mengekstraksi fitur/mapping pada citra input (misalnya tepi, sudut, tekstur.) dan kemudian akan menghasilkan keluaran *feature map*.

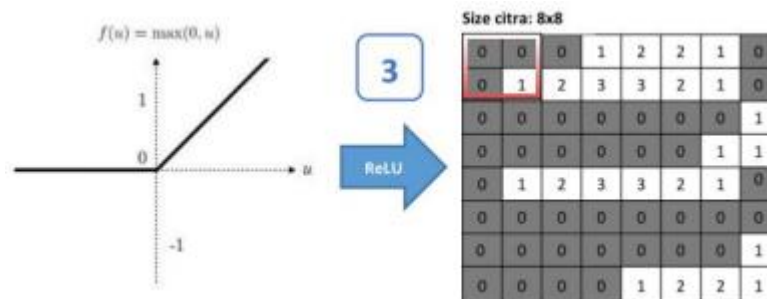


Gambar 1. 5 Contoh konvolusi (Wibowo & allaam, 2021)

Pada gambar diatas citra masukan akan dikalikan dengan filter/karnel dengan ukuran 3x3 yang memiliki nilai bobot acak secara otomatis, dengan *stride* bernilai 1x1, sehingga *filter* akan bergeser sebesar nilai 1x1 *pixel*, secara menyeluruh sesuai dengan nilai citra inputan, dari contoh gambar diatas menghasilkan konvolusi dengan ukuran 8x8.

3. Activation function

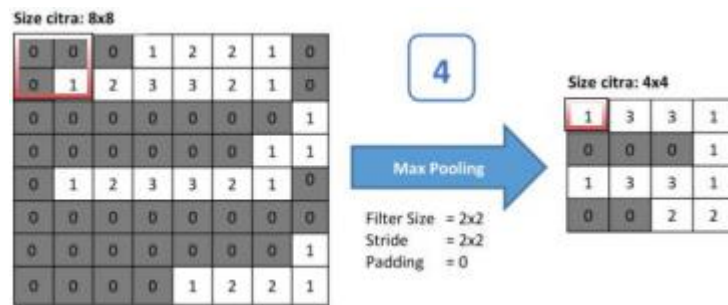
Fungsi aktivasi (misalnya, ReLU) diterapkan pada *feature map* untuk memperkenalkan *non-linearitas* ke dalam model. Ini membantu CNN mempelajari pola yang lebih kompleks.



Gambar 1. 6 Contoh ativasi ReLu (Wibowo & allaam, 2021)

4. Pooling layer

Bertujuan untuk mengurangi dimensi *feature map* dengan menggunakan filter tertentu, sehingga dapat memaksimalkan komputasi.



Gambar 1. 7 Contoh Pooling Layer (Wibowo & allaam, 2021)

Pada contoh diatas kali ini *pooling layer* yang digunakan adalah Max pooling (mengektrek fitur yang paling penting). Filter berukuran 2x2 padding 0, dan *stride* berukuran 2x2, sehingga filter akan bergeser sejauh 2x2 pixel, sampai memenuhi *feature map*. Karena menggunakan max pooling maka setiap pergeseran sejauh 2x2, akan dicari ukuran citra paling besar. Maka dihasilkan citra sebesar 4x4 dengan nilai seperti diatas.

5. Flatten Layer

Lapisan ini meratakan feature map yang dihasilkan dari lapisan konvolusi dan *pooling* menjadi vektor 1D. Ini diperlukan karena lapisan *fully connected* memerlukan input dalam bentuk vector.



Gambar 1. 8 Contoh Flatten (Wibowo & allaam, 2021)

6. Fully Connected Layer

Bertujuan untuk mengolah data sehingga menghasilkan keluaran berupa probabilitas, yang kemudian dapat dilakukan klasifikasi. Terdiri dari masukan, *hidden layer*, dan keluaran berupa klasifikasi. Jika diperhatikan lapisan ini sama seperti di ANN. Oleh karena itu beberapa

Lapisan ini menghasilkan prediksi akhir berdasarkan fitur yang telah dipelajari. Untuk tugas klasifikasi, biasanya digunakan fungsi aktivasi softmax untuk menghasilkan probabilitas kelas.

7. Output Layer

Lapisan ini menghasilkan prediksi akhir berdasarkan fitur yang telah dipelajari. Untuk tugas klasifikasi, biasanya digunakan fungsi aktivasi softmax untuk menghasilkan probabilitas kelas.

4. Evaluasi Model

Pada tahap ini dilakukan pencatatan terhadap hasil uji coba untuk melihat dan mengetahui tingkat keberhasilan dari metode yang digunakan. Proses pengujian dilakukan untuk melatih CNN dalam mengenali dataset yang digunakan, sehingga model dapat terbentuk berdasarkan hasil pelatihan tersebut. Hasil akhir dari model CNN berupa nilai akurasi, *loss*, serta *Confusion Matrix* yang menunjukkan performa model dalam mengenali dan mengklasifikasikan data.

1.10 Jadwal Penelitian

Adapun jadwal pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1.5 *Jadwal Penelitian*

[illegible]

1.11 Sistematika Penelitian

BAB I : PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang Latar Belakang, Identifikasi Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Pertanyaan Penelitian, Metodologi Penelitian serta Sistematika Penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Membahas berbagai konsep dasar dan teori-teori mengenai yang berkaitan dengan topik penelitian yaitu tentang Algoritma CNN dan hal-hal yang berguna dalam proses analisis permasalahan serta tujuan terhadap penelitian-penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya.

BAB III : ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada bab ini berisi tentang analisis sistem, meliputi (analisis masalah, analisis kebutuhan fungsional, analisis kebutuhan non-fungsional, analisis sistem yang sedang berjalan, dan analisis sistem usulan), perancangan sistem (*system design*), dan perancangan antarmuka (*interface design*).

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini berisi tentang implementasi sistem (*implementation*) dan pengujian sistem (*system testing*). Uji implementasi sistem dilakukan untuk mengukur tingkat efisiensi dan efektifitas penerapan sebuah aplikasi dan atau sistem bagi pengguna. Pengujian sistem dilakukan untuk mengukur keselarasan fungsi logika, mekanisme operasional sebuah aplikasi dan atau sistem.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penulisan tugas akhir dan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.