

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aplikasi

Aplikasi adalah program yang digunakan oleh orang untuk melakukan berbagai aktivitas pada sistem komputer. Sementara itu, sistem aplikasi mobile adalah aplikasi yang dapat digunakan dengan lancar saat pengguna berpindah dari satu tempat ke tempat lain, tanpa mengalami gangguan atau terputusnya komunikasi[11].

Dalam penelitian ini, jenis aplikasi yang digunakan adalah aplikasi mobile yang dirancang untuk mendeteksi penyakit pada daun selada. Selama proses pengembangannya, aplikasi ini dapat dibagi menjadi tiga kategori:

- a. Aplikasi desktop adalah perangkat lunak yang dirancang untuk berjalan secara eksklusif di komputer atau laptop.
- b. Aplikasi web adalah perangkat lunak yang dioperasikan melalui komputer dengan memanfaatkan koneksi internet.
- c. Aplikasi mobile adalah perangkat lunak yang dapat dioperasikan di perangkat bergerak seperti smartphone atau tablet.

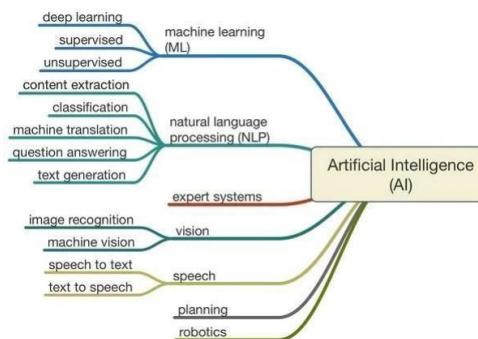
2.2 Machine Learning

Machine learning merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang mengembangkan model matematika menggunakan data sampel, yang dikenal sebagai "data latih." [12] Model ini kemudian digunakan untuk membuat prediksi atau mengambil keputusan. Secara umum, Machine Learning dibagi menjadi empat kategori, yaitu *supervised learning*, *unsupervised learning*, *semi-supervised learning*, dan *reinforcement learning*[13].

- a. *Supervised Learning* adalah metode dalam machine learning di mana model dilatih menggunakan data yang berlabel, artinya setiap data memiliki input dan output yang telah ditentukan sebelumnya.
- b. *Unsupervised Learning* adalah metode machine learning yang melibatkan pelatihan model menggunakan data tanpa informasi label, yang berarti model tidak memiliki pasangan input-output yang diketahui sebelumnya. Tugas model adalah untuk mengidentifikasi pola atau struktur tersembunyi dalam data tersebut.

- c. *Semi-Supervised Learning* adalah merupakan metode yang mengintegrasikan pendekatan *supervised* dan *unsupervised learning*, di mana sebagian data memiliki label dan sebagian lainnya tidak.
- d. *Reinforcement Learning* Merupakan metode *machine learning* di mana agen (model) belajar untuk mengambil tindakan dalam suatu lingkungan dengan tujuan memaksimalkan hadiah (reward) yang diperoleh dari tindakan tersebut. Berbeda dengan *supervised* atau *unsupervised learning*, pada *reinforcement learning* (RL), model tidak diberikan pasangan input-output yang jelas. Sebaliknya, model belajar melalui proses coba-coba dan menerima umpan balik (feedback) dari lingkungan.

Kecerdasan buatan, dalam pengaplikasiannya, secara umum dibagi menjadi tujuh cabang, yaitu *machine learning*, *natural language processing*, *expert systems*, *computer vision*, *speech recognition*, *planning*, dan *robotics*[14]. Pembagian cabang-cabang ini bertujuan untuk mempersempit ruang lingkup pengembangan atau pembelajaran AI, mengingat kecerdasan buatan memiliki cakupan yang sangat luas.



Gambar 2.1 Cabang Pengaplikasi AI[15]

Penelitian ini menggunakan jenis machine learning berupa deep learning dengan menerapkan algoritma Convolutional Neural Network. *Deep learning*, yang merupakan bagian dari kecerdasan buatan dan machine learning, merupakan pengembangan dari *neural network* berlapis untuk meningkatkan akurasi dalam berbagai tugas, seperti deteksi objek, pengenalan suara, dan terjemahan bahasa[16]. Deep learning, meskipun merupakan bagian dari machine learning, memiliki teknik unik yang memungkinkan model secara otomatis merepresentasikan data seperti gambar, video, dan teks, tanpa membutuhkan aturan pemrograman atau keahlian

khusus dari manusia.

Selain itu, terdapat beberapa jenis algoritma deep learning, antara lain:

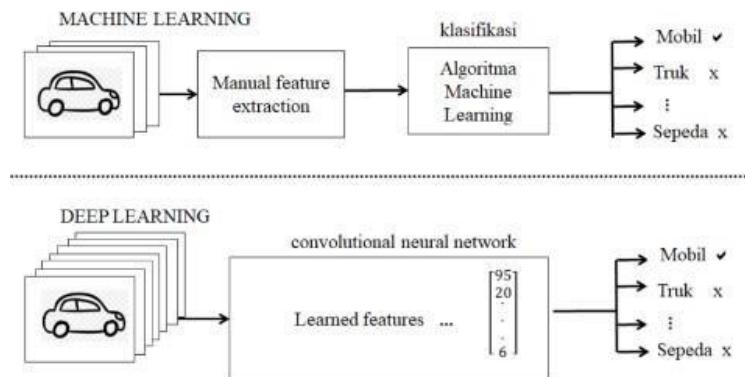
- a. *Convolutional Neural Network* (CNN)
- b. *Recurrent Neural Network* (RNN)
- c. *Long Short Term Memory Network* (LSTM)
- d. *Self-Organizing Maps* (SOM)

2.3 Deep Learning

Deep learning merupakan metode dalam machine learning yang memanfaatkan sejumlah lapisan pada jaringan saraf tiruan untuk memproses data secara bertahap. Sebagai cabang dari machine learning, deep learning menggunakan neural network untuk menyelesaikan berbagai macam permasalahan [17].

Beberapa algoritma termasuk dalam kategori Deep Learning antara lain:

- a. *Convolutional Neural Networks* (CNN)
- b. *Restricted Boltzmann Machine* (RBM)
- c. *Deep Belief Networks* (DBN)
- d. *Stacked Autoencoder*

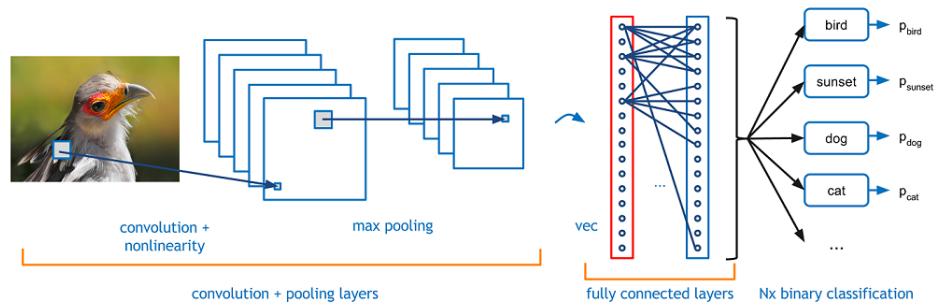


Gambar 2.2 *Machine Learning vs Deep Learning*[18]

Gambar di atas menggambarkan perbandingan antara data yang digunakan dan akurasi pengenalan yang dicapai oleh manusia, machine learning konvensional, serta deep learning. Deep learning menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode lainnya. Pada deep learning, semakin banyak data pelatihan yang digunakan, semakin besar pula tingkat akurasi pengenalan yang dapat dicapai[19].

2.4 Algoritma CNN

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang termasuk dalam tipe neural network *feed forward* (bukan berulang). CNN dirancang khusus untuk mengolah data dua dimensi. Selain itu, CNN tergolong dalam jenis *Deep Neural Network* karena memiliki kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak digunakan dalam pengolahan data citra[6]. CNN terdiri atas serangkaian *layer* tersebut terdiri atas *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. *Layer-layer* tersebut merupakan tahapan dalam algoritma yang digunakan untuk mengenali objek dalam sebuah citra. Cara kerja *Convolutional Neural Network* (CNN) mirip dengan cara jaringan otak saraf manusia berfungsi. Arsitektur CNN ditampilkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Arsitektur CNN(*Convolutional Neural Network*)[20]

Dalam penelitian ini, arsitektur CNN digunakan sebagai metode utama dalam pengembangan model deteksi penyakit pada tanaman selada.

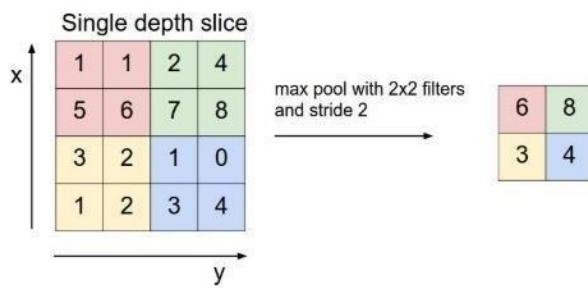
a. *Convolution Layer*

Operasi *convolution* merupakan elemen penting dalam *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada algoritma CNN, proses *convolution* dilakukan pada data input menggunakan filter atau kernel, yang berfungsi untuk mengekstraksi fitur. Filter ini bergerak di atas input, dan pada setiap posisi, dilakukan perkalian matriks yang kemudian dijumlahkan untuk menghasilkan *feature map*. Gambar di bawah menunjukkan cara kerja operasi *convolution*, di mana filter yang digambarkan dengan blok hijau bergerak di atas input yang ditandai dengan kotak biru, dan hasil dari operasi *convolution* dimasukkan ke dalam *feature map* yang ditunjukkan dengan kotak merah.

Gambar 2.4 Proses *Convolution Layer*[21]

b. *Pooling Layer*

Pooling Layers adalah komponen penting yang terletak di antara lapisan konvolusi. [22] Fungsi dari lapisan ini adalah untuk mengurangi volume keluaran dari *feature maps*, sehingga dapat mempercepat proses komputasi pada lapisan berikutnya.



Gambar 2.5 Proses *Pooling Layer*

Pada Gambar 2.5 ditunjukkan proses *max pooling*, yang merupakan bagian dari algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). *Max pooling* digunakan untuk mengurangi dimensi data dan mengekstrak fitur penting. Dalam contoh gambar di atas, input berukuran 4x4 diproses dengan *pooling* berukuran 2x2. Hasil dari *max pooling* diambil dari nilai maksimal, sehingga menghasilkan output berukuran 2x2.

c. *Fully Connected Layer*

Setelah melalui *convolution layer* dan *pooling layer*, langkah selanjutnya adalah klasifikasi yang melibatkan beberapa *fully-connected layer* (lapisan yang menghubungkan seluruh *neuron*). Lapisan ini hanya dapat memproses data dengan satu dimensi. Untuk mengubah data berdimensi tiga menjadi satu dimensi, digunakan fungsi *flatten*. Neuron dalam *fully-connected layer* memiliki koneksi penuh dengan setiap aktivasi dari lapisan sebelumnya.

2.5 Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang terkenal dengan sintaksisnya yang sederhana dan dapat disesuaikan. Python, yang dibuat oleh Guido van Rossum, digunakan dalam banyak bidang, termasuk pengembangan perangkat lunak, analisis data, kecerdasan buatan, dan pengembangan web. Kejelasan sintaksis dan kemampuannya untuk menangani berbagai tugas membuatnya menjadi pilihan utama bagi banyak pengembang[23].

2.6 Tensorflow

TensorFlow adalah salah satu repositori *open-source* yang dikembangkan oleh Google untuk komputasi numerik dan pembelajaran mesin (*Machine Learning*), terutama pembelajaran mendalam.

TensorFlow digunakan untuk menguji model *deep learning*, melatih model dengan data besar, dan mempersiapkan model untuk produksi. Selain itu, TensorFlow mendukung inferensi dan pelatihan berskala besar dengan memanfaatkan ratusan server dengan *Graphic Processing Unit* (GPU) [7].

TensorFlow berfokus pada pembelajaran mendalam (*deep learning*), tetapi memungkinkan peneliti dan pengembang membuat dan menerapkan model pembelajaran mesin dengan berbagai tingkat kompleksitas. Dengan TensorFlow Lite di ponsel, platform ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti penelitian dan pengembangan model produksi.

2.7 Software yang digunakan dalam pengembangan aplikasi

2.7.1 Android Studio

Android studio adalah *Integrated Development Environment* (IDE) yang disediakan oleh Google secara gratis kepada orang-orang yang ingin mengembangkan aplikasi Android. Android studio menyediakan Kit Pengembangan *Software* yang berguna untuk membantu mereka mengembangkan aplikasi Android[24].

2.7.2 Google Colaboratory

Google Colab adalah layanan komputasi cloud yang diberikan oleh Google untuk mendukung penelitian dan pengembangan ilmiah. Juga dikenal sebagai "Colab," produk ini memungkinkan pengguna untuk menulis dan

menjalankan kode Python melalui browser, menjadikannya ideal untuk machine learning, analisis data, dan pendidikan[23]. Google colab berbasis jupyter notebook, yang memungkinkan pengguna lain untuk berdiskusi tentang notebook yang sama. Google colab menyediakan versi python 2 atau python 3 yang sudah dikonfigurasi dengan pustaka pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan seperti tensorflow, matplotlib, scikitlearn, dan Keras. Collab Google beroperasi di atas *virtual machine* (VM) yang diintegrasikan dengan *platform cloud* Google[25].

2.8 UML (Unified Modeling Language)

Dokumentasi pada perancangan atau desain sistem yang dihasilkan sangat penting, salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan Unified Modelling Language (UML). UML adalah teknik pemodelan sistem yang merupakan kumpulan diagram dengan standar khusus untuk pengembangan perangkat lunak berbasis objek. UML mencakup berbagai jenis diagram, seperti use case diagram, activity diagram, class diagram, dan sequence diagram[26].

2.8.1 Use Case Diagram

Use case diagram adalah alat komunikasi tingkat tinggi yang digunakan untuk merepresentasikan kebutuhan sistem. Diagram ini berfungsi sebagai pendekatan yang memfasilitasi pengembangan berfokus pada kegunaan. Use case diagram menampilkan interaksi antara pengguna dan entitas eksternal lainnya dengan sistem yang sedang dikembangkan[26].

Simbol	Keterangan
	Mewakili peran orang sistem yang lain, atau alat Ketika berkomunikasi dengan <i>use case</i> .
	Abstraksi dan interaksi antar sistem dan aktor.
	Abstraksi dari penghubung antara aktor dengan <i>use case</i> .
	Menunjukkan spesialisasi <i>actor</i> untuk dapat berpartisipasi dengan <i>use case</i> .
	Menunjukkan bahwa suatu <i>use case</i> merupakan tambahan fungsionalitas dari <i>use case</i> lainnya jika suatu kondisi terpenuhi.

Gambar 2.6 *Use Case Diagram*

2.8.2 Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan aktivitas utama dan hubungan antar aktivitas dalam suatu proses, atau menunjukkan aliran kerja (workflow) aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. Penting untuk dicatat bahwa activity diagram memetakan aktivitas dalam sistem, bukan tindakan yang dilakukan oleh aktor[26].

Simbol	Nama	Keterangan
●	Status awal	Sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal.
□	Aktivitas	Aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja.
◇	Percabangan / Decision	Percabangan dimana ada pilihan aktivitas yang lebih dari satu.
—	Penggabungan / Join	Penggabungan dimana yang mana lebih dari satu aktivitas lalu digabungkan jadi satu.
●	Status Akhir	Status akhir yang dilakukan sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status akhir
□	Swimlane	Swimlane memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi

Gambar 2.7 Activity Diagram

2.8.3 Sequence Diagram

Sequence Diagram, juga disebut sebagai diagram urutan, adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menjelaskan dan menunjukkan interaksi antar objek dalam sebuah sistem secara keseluruhan[27]. Diagram urutan juga menampilkan pesan atau perintah yang dikirim, serta waktu yang diperlukan untuk melaksanakan perintah tersebut. Item yang terkait dengan proses operasi biasanya diurutkan dari kiri ke kanan.

2.9 Penelitian Terkait

2.9.1 Tabel Penelitian Terkait

NO	PENELITI	JUDUL PENELITIAN	METODE PENELITIAN	TAHUN PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
1	Muhammad Rahman, Asriyanik, Agung Pambudi	IDENTIFIKASI CITRA DAUN SELADA DALAM MENENTUKAN KUALITAS TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)	<i>CNN (Convolutional Neural Network)</i>	2023	<i>Penelitian ini mengembangkan CNN untuk klasifikasi kualitas selada hidroponik (sehat, defisiensi nutrisi, jamur, busuk). Model dengan tiga lapisan konvolusi, dropout, dan Adam optimizer mencapai akurasi 90% (latih) dan 84% (uji).</i>
2	Fachrie Reza Megantara, Dr. Yudha Purwanto, S.T., M.T., Casi Setianingsih, S.T., M.T.	DETEKSI KONDISI TANAMAN SELADA BERDASARKAN CITRA MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)	<i>CNN (Convolutional Neural Network)</i>	2020	<i>Penelitian ini menggunakan CNN untuk mendeteksi kondisi selada (baik/tidak baik) dari warna daun, mencapai akurasi 99,2% dengan 300 gambar dan</i>

					parameter optimal.
3	Nurul Huda, Adiyah Mahiruna, Wellie Sulistijanti, Rina Chandra Noor Santi	ANALISIS PERFORMA INCEPTIONV3 CONVOLUTIONAL NETWORK PADA KLASIFIKASI VARIETAS DAUN GRAPEVINE	<i>CNN (Convolutional Neural Network)</i>	2023	<p>Penelitian ini mengevaluasi model InceptionV3 untuk klasifikasi lima varietas daun anggur dengan dataset 500 gambar. Setelah preprocessing dan pembagian data (80% latih, 20% uji), model mencapai akurasi 99,5%, mengungguli DenseNet-30 (98%). InceptionV3 dan augmentasi terbukti efektif meningkatkan akurasi klasifikasi.</p>
4	UUNG UNGKAWA, GALIH AL HAKIM	Klasifikasi Warna pada Kematangan Buah Kopi Kuning menggunakan Metode CNN Inception V3	<i>CNN (Convolutional Neural Network)</i>	2023	<p>Penelitian ini menggunakan CNN Inception V3 untuk mengklasifikasi kematangan buah kopi kuning, mencapai akurasi 92%</p>

					dengan 1380 citra, dan membantu petani menentukan waktu panen.
5	Chilyatun Nisa, Eva Yulia Puspaningrum, Hendra Maulana	Penerapan Metode Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Penyakit Daun Apel pada Imbalanced Data	<i>CNN</i> (<i>Convolutional Neural Network</i>)	2020	<p>Penelitian ini menggunakan <i>CNN Inception V3</i> untuk klasifikasi penyakit daun apel dengan dataset 1.821 citra, mencapai akurasi 96,37% pada data latih dan 89,06% pada data validasi. <i>Augmentasi</i> citra diterapkan untuk mengatasi ketidakseimbangan data. Hasil menunjukkan efektivitas model, namun teknik penyeimbangan data diperlukan untuk meningkatkan akurasi di semua kelas.</p>

Tabel 2.1 Penelitian Terkait