

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Dalam penelitian ini [7], dilakukan klasifikasi citra ekspresi wajah dengan menerapkan CNN pada dataset *MMA Facial Expression*. Data dibagi menjadi dua kelas, yaitu ekspresi wajah "bahagia" dan "sedih". Pengujian dilakukan menggunakan data uji untuk masing-masing kelas, dengan menerapkan berbagai *optimizer* pada model CNN yang telah dibuat, seperti Adadelta, Adagrad, Adam, Adamax, Nadam, Rmsprop, dan SGD. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa CNN dapat melakukan klasifikasi citra ekspresi wajah manusia dengan baik. *Optimizer* SGD menghasilkan nilai akurasi tertinggi, yaitu 63%.

Pada Penelitian [8], Dalam penelitian ini, digunakan dataset berupa 120 potongan foto batik yang terbagi menjadi 3 kelas motif. Dataset kemudian dibagi menjadi data *Training* sejumlah 90 data dan data uji sejumlah 30 data. Model CNN digunakan untuk melakukan klasifikasi motif batik pada dataset tersebut. Selain itu, juga dilakukan eksperimen dengan menambahkan preprocessing berupa konversi citra ke *grayscale* sebelum dimasukkan ke model CNN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN tanpa preprocessing *grayscale* mencapai rata-rata akurasi sebesar 65% pada klasifikasi motif batik. Sementara itu, model CNN yang dikombinasikan dengan preprocessing *grayscale* mencapai rata-rata akurasi yang lebih tinggi, yaitu 70%. Penambahan preprocessing *grayscale* meningkatkan akurasi model sebesar 5%.

Penelitian ini dikembangkan untuk mempermudah proses sortir buah nanas [9]. Dalam penelitian ini, gambar nanas disimpan pada server *Python*, begitu juga dengan model CNN yang digunakan. Mikrokontroler ESP32 berfungsi untuk mengolah data yang bersumber dari server. ESP32 dilengkapi dengan kamera yang digunakan untuk mengambil gambar objek nanas yang akan diklasifikasi. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengaktifkan kamera secara otomatis dalam mengambil gambar nanas. Proses klasifikasi CNN dimulai dengan meletakkan objek nanas di depan kamera ESP32. Gambar nanas yang diambil akan menjadi input bagi sistem pendeteksi berbasis CNN. Hasil klasifikasi kemudian akan

ditampilkan pada layar LCD. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil akurasi tertinggi sebesar 86% dan akurasi terendah sebesar 80%. Secara keseluruhan, rata-rata akurasi sistem pendeteksi kematangan buah nanas menggunakan CNN adalah 83,33%.

Penelitian ini menawarkan diagnosis penyakit kelapa sawit dengan menggunakan konsep pembelajaran mendalam, yang merupakan salah satu metode populer di bidang kecerdasan buatan saat ini [10]. Berbagai penelitian terbaru yang menggunakan *Convolution Neural network* (CNN) menyebutkan hasil akurasi pengenalan citra yang sangat baik. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data citra kelapa sawit dari Dinas Perkebunan Provinsi Jambi. Setelah data citra penyakit kelapa sawit dilatih, model data pelatihan akan disimpan untuk proses pengujian diagnosis penyakit kelapa sawit. Evaluasi pengujian disimpan sebagai matriks konfigurasi untuk menilai keberhasilan sistem diagnosa penyakit pada tanaman kelapa sawit. Dari pengujian, didapatkan 2490 citra kelapa sawit berlabel 11 kategori penyakit. Hasil akurasi tertinggi mencapai 0,89 dan terendah 0,83, dengan rata-rata akurasi 0,87.

Pada penelitian [11]. peneliti melakukan survei menggunakan kuesioner untuk mengetahui kemampuan orang dalam membedakan jenis-jenis rimpang. Hasil survei menunjukkan bahwa hanya 12 orang dari 56 responden yang menjawab dengan benar, sementara 16 orang menjawab ragu-ragu, dan 28 orang menjawab tidak benar. Hal ini mengindikasikan adanya kesulitan dalam membedakan jenis-jenis rimpang. Untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut, peneliti mengembangkan sebuah aplikasi yang menggunakan metode *Convolution Neural network* (CNN) untuk membantu orang-orang dalam mengenali dan membedakan tanaman rimpang. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dataset yang terdiri dari 250 data, dengan masing-masing kelas (jahe, kencur, kunyit, lengkuas, dan temulawak) memiliki 50 data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan memiliki akurasi sebesar 0,9 atau 90%.

Penelitian ini menggunakan penyakit tanaman jagung sebagai objek penelitiannya digunakan *Convolution Neural network* (CNN) [12]. Dua jenis penyakit yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah hawar daun dan karat daun. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 2000 gambar penyakit jagung. digunakan

bahasa pemrograman *Python* dan *framework Tensorflow* untuk melatih dan menguji data. Algoritma *Convolution Neural network* (CNN) digunakan dalam metode *Deep Learning* untuk melakukan klasifikasi jenis penyakit pada tanaman jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi *Training* mencapai 97,5%, akurasi *Validation* mencapai 100%, dan akurasi testing pada data baru mencapai 94%.

## **2.2 DASAR TEORI**

Penelitian ini dilakukan sebagai inovasi dalam identifikasi jenis Ekspresi Wajah berdasarkan teori teori yang dijadikan sebagai dasar penelitian ini. Dijabarkan materi yang membangun dan memperkuat dalam perencanaan pembangunan struktur pada penelitian ini:

### **2.2.1 Ekspresi Wajah**

Wajah manusia adalah salah satu aspek yang sangat menarik dan kompleks karena kemampuannya untuk menyampaikan berbagai informasi mendalam tentang individu tersebut [13]. Melalui wajah, kita bisa mendapatkan berbagai informasi mengenai identitas seseorang. Kita juga dapat menentukan usia, jenis kelamin, dan ras seseorang berdasarkan karakteristik fisik yang terlihat pada wajah. Selain itu, wajah mampu mengungkapkan keadaan emosional dan fokus seseorang, yang bisa berubah sesuai dengan situasi dan kondisi yang sedang dihadapi. Salah satu cara untuk memahami emosi dan perhatian seseorang adalah dengan mengamati ekspresi wajahnya.

Ekspresi wajah adalah manifestasi perasaan yang dapat terlihat melalui gerakan, seperti gerakan tangan, kaki, suara, atau wajah itu sendiri. Ekspresi wajah mampu mengungkapkan berbagai emosi, seperti marah, sedih, gembira, terkejut, jijik, dan lainnya. Ekspresi ini juga dipengaruhi oleh budaya, konteks, dan situasi tertentu. Beberapa jenis ekspresi wajah yang dikenal adalah ekspresi makro, ekspresi mikro, dan ekspresi tunggal [14]. Ekspresi wajah dapat dikenali melalui gerakan mata dan mulut atau bibir. Dengan memahami ekspresi wajah, kita bisa berkomunikasi dengan orang lain secara lebih baik dan efektif.

Ekspresi wajah merupakan salah satu bentuk komunikasi nonverbal yang paling umum dan memiliki kekuatan yang besar dalam interaksi manusia. Melalui

ekspresi wajah, seseorang dapat menyampaikan berbagai informasi mengenai perasaan, pemikiran, atau keinginannya. Kita sering mengevaluasi wajah orang-orang yang kita jumpai. Kesan dan penilaian yang kita buat terhadap wajah dapat mencerminkan berbagai karakteristik seperti kejujuran, penipuan, kelicikan, ketakutan, keberanian, kasih sayang, kebengisan, dan berbagai kesan lainnya. Penilaian ini adalah cerminan dari ekspresi wajah yang tampak dalam sekejap pandangan.

Pada dasarnya, interpretasi wajah atau upaya untuk menilai karakter dan kepribadian seseorang berdasarkan fitur wajah telah ada sejak zaman kuno [3]. Bahkan sejak zaman Romawi, dan mungkin lebih jauh lagi, teknik membaca wajah telah berkembang pesat di Tiongkok, seperti yang tercatat dalam berbagai literatur. Studi mendalam mengenai karakter seseorang melalui analisis wajah ini dikenal sebagai ilmu fisiognomi, yang merupakan cabang dari psikologi.

Ekspresi wajah memang merupakan indikator penting untuk memahami apa yang dipikirkan oleh orang lain. Sayangnya, banyak dari kita yang tidak mampu mendeteksi ekspresi wajah ini dengan baik. Padahal, wajah adalah sumber yang kaya akan penanda-penanda emosional dan kepribadian. Dalam bagian dasar teori, ekspresi wajah dapat dijelaskan sebagai objek yang digunakan sebagai dataset pada penelitian ini. Wajah manusia merupakan salah satu modalitas penting dalam komunikasi non-verbal, di mana ekspresi wajah dapat mengungkapkan emosi, sikap, dan informasi penting lainnya. Dataset ekspresi wajah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari citra wajah manusia yang menampilkan berbagai ekspresi emosional, seperti bahagia dan sedih. Analisis dan pemahaman terhadap ekspresi wajah ini memiliki banyak aplikasi penting, seperti dalam bidang psikologi, interaksi manusia-komputer, dan pengenalan emosi. Oleh karena itu, dataset ekspresi wajah menjadi objek yang relevan dan penting untuk diteliti dalam konteks penelitian ini.

### **2.2.2 Citra Digital**

Citra adalah representasi visual dua dimensi yang diperoleh dari gambar analog kontinu melalui proses *sampling*. Proses *sampling* ini terdiri dari dua jenis, yaitu *downsampling* dan *upsampling*. *Downsampling* adalah proses untuk

menurunkan jumlah piksel atau resolusi spasial citra sehingga menghasilkan nilai citra yang lebih kecil. Sebaliknya, *upsampling* merupakan proses untuk meningkatkan jumlah piksel atau resolusi gambar, sehingga menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih baik [15].

Citra digital adalah sekumpulan *array* yang berisi nilai-nilai *real* dan kompleks, atau biasa disebut sebagai piksel, yang diwakili oleh deretan bit-bit tertentu [16]. Nilai-nilai tersebut merepresentasikan tingkat keabuan (*gray level*) atau posisi spasial pada titik tertentu.

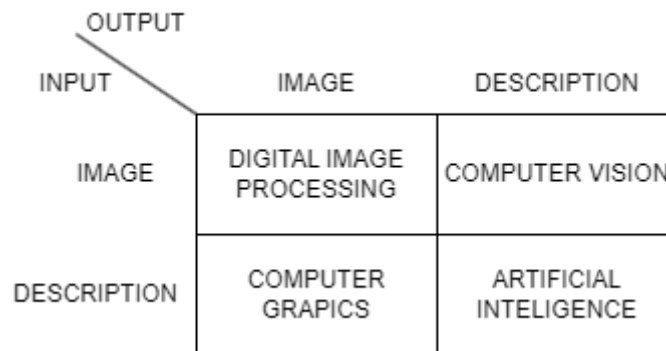
Terdapat beberapa jenis citra digital, yaitu:

1. Citra biner (monokrom): Citra ini hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel, yaitu hitam dan putih. Citra jenis ini sering disebut sebagai citra hitam-putih (*black and white*).
2. Citra skala keabuan (*grayscale*): Citra ini terdiri dari tiga kanal utama, yaitu Red, Green, dan Blue (RGB), namun pada citra *grayscale*, nilai ketiga kanal tersebut adalah sama. Dengan kata lain, citra ini hanya memiliki satu kanal yang menunjukkan tingkat intensitas.
3. Citra warna (24 bit): Citra jenis ini memiliki *layer* yang terpisah untuk masing-masing komponen warna, yaitu lapisan merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Sistem warna RGB ini digunakan pada mode tampilan grafik kualitas tinggi (*high quality raster graphic*) dengan mode 24 bit.

### **2.2.3 Image Processing**

Klasifikasi gambar adalah proses untuk menentukan kategori dari sebuah gambar berdasarkan objek yang ada di dalamnya. *Input* dalam klasifikasi gambar biasanya adalah sebuah gambar yang mengandung satu objek, sementara *outputnya* adalah hasil klasifikasi yang menunjukkan jenis objek tersebut beserta nilai probabilitasnya [17]. Sebagai contoh, bayangkan ada aplikasi yang digunakan untuk mengklasifikasikan gambar anjing dan kucing. Ketika gambar yang mengandung objek kucing dimasukkan sebagai input, hasil klasifikasi menunjukkan bahwa probabilitas objek tersebut adalah kucing sebesar 97% dan anjing sebesar 3%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa gambar tersebut berisi objek kucing karena nilai probabilitasnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan anjing. Indeks

waktu diskret dari tanggapan denyut kanal dan  $T_n$  merupakan indeks lintasan terakhir, seperti yang disebutkan pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Image classification [17]**

Ada beberapa algoritma yang bisa digunakan untuk melakukan klasifikasi gambar. Algoritma-algoritma tersebut meliputi:

1. *Convolution Neural network (CNN)*
2. *Local Binary Pattern (LBP)* yang dikombinasikan dengan *Support Vector Machine (SVM)*

Dalam penelitian ini, pengolahan citra (*image processing*) memegang peranan penting dalam analisis dataset ekspresi wajah. Sebelum data citra wajah dapat diproses lebih lanjut, dilakukan tahapan *preprocessing* seperti normalisasi ukuran citra, konversi format, dan penajaman citra. Selanjutnya, teknik segmentasi wajah digunakan untuk memisahkan area wajah dari latar belakang. Fitur-fitur penting dari citra wajah, seperti bentuk fitur wajah, tekstur, dan pola pixel, diekstrak menggunakan metode konvolusi. Setelah melalui tahapan pengolahan citra, data siap dianalisis menggunakan model *Convolution Neural network (CNN)* untuk mengenali dan mengklasifikasikan ekspresi wajah yang terdapat pada dataset.

#### **2.2.4 Artificial Intelligence**

*Artificial Intelligence (AI)*, atau kecerdasan buatan, adalah teknologi komputer yang mampu menjalankan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia [18]. Ini termasuk kemampuan untuk mengambil keputusan dengan cara menganalisis dan memanfaatkan data yang tersedia dalam sistem. Dalam proses AI, terdapat komponen pembelajaran (*learning*), penalaran (*reasoning*), dan koreksi mandiri (*self-correction*). Mekanisme ini serupa dengan cara manusia menganalisis informasi sebelum membuat keputusan.

Secara esensial, AI adalah bidang ilmu pengetahuan dan rekayasa yang berfokus pada pembuatan mesin yang cerdas, khususnya program komputer yang mampu menyelesaikan tugas-tugas tertentu. Meskipun AI mempelajari dan meniru kecerdasan manusia, teknologi ini tidak terbatas pada metode yang dapat diamati dalam proses biologis manusia.

Secara umum, sistem AI beroperasi dengan mengumpulkan data pelatihan dalam jumlah besar yang sudah diberi label, kemudian menganalisis data tersebut untuk menemukan korelasi dan pola. Pola ini kemudian digunakan untuk membuat prediksi tentang situasi di masa mendatang. Misalnya, *chatbot* yang dilatih dengan berbagai teks dapat belajar menghasilkan percakapan yang realistis dengan pengguna, atau alat pengenalan gambar bisa mempelajari cara mengidentifikasi dan mendeskripsikan objek dalam gambar setelah meninjau jutaan contoh. Teknologi AI generatif yang baru dan semakin canggih kini dapat menciptakan teks, gambar, musik, dan media lainnya yang tampak sangat realistis.

Pemrograman kecerdasan buatan (AI) mencakup sejumlah keterampilan kognitif utama sebagai berikut:

1. Pembelajaran: Pada tahap ini, AI memfokuskan diri pada pengumpulan data dan menciptakan aturan untuk mengubah data tersebut menjadi informasi yang dapat digunakan. Aturan ini, yang dikenal sebagai algoritma, memberikan panduan langkah demi langkah bagi sistem komputer untuk menyelesaikan tugas tertentu.
2. Pemikiran: Di sini, AI berfokus pada pemilihan algoritma yang tepat untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan efisien dan efektif.
3. Koreksi Mandiri: Aspek ini dirancang untuk secara terus-menerus menyempurnakan algoritma, memastikan bahwa hasil yang diberikan seakurat mungkin melalui proses evaluasi dan perbaikan berkelanjutan.
4. Kreativitas: Bagian dari AI ini menggunakan jaringan saraf, sistem berbasis aturan, metode statistik, dan berbagai teknik AI lainnya untuk menciptakan gambar, teks, musik, dan ide baru yang inovatif.
5. Walaupun banyaknya data yang dihasilkan setiap hari dapat membuat para peneliti manusia kewalahan, aplikasi AI yang memanfaatkan pembelajaran mesin mampu mengolah data tersebut dengan cepat dan mengubahnya menjadi

informasi yang siap digunakan. Saat ini, kelemahan utama AI adalah tingginya biaya yang diperlukan untuk memproses data dalam jumlah besar yang dibutuhkan oleh program-program AI. Seiring dengan semakin luasnya penerapan teknik AI dalam berbagai produk dan layanan, organisasi perlu menyadari potensi AI untuk menciptakan sistem yang bias dan diskriminatif, baik secara sengaja maupun tidak sengaja.

Berikut adalah beberapa kelebihan dari kecerdasan buatan (AI):

1. Unggul dalam pekerjaan yang membutuhkan perhatian terhadap detail. AI telah terbukti mampu melakukan diagnosa penyakit seperti kanker payudara dan melanoma, kadang lebih akurat daripada dokter.
2. Mengurangi waktu untuk tugas yang membutuhkan pengolahan data yang besar. AI sangat efektif di sektor yang menggunakan banyak data, seperti perbankan, farmasi, dan asuransi, karena mampu mempercepat analisis data dalam jumlah besar. Misalnya, di sektor keuangan, AI sering digunakan untuk memproses aplikasi pinjaman dan mendeteksi penipuan.
3. Menghemat tenaga kerja dan meningkatkan produktivitas. Contohnya adalah otomatisasi di gudang yang menjadi lebih umum selama pandemi dan diperkirakan akan terus meningkat dengan adanya AI dan pembelajaran mesin.
4. Menyediakan hasil yang konsisten. Teknologi AI untuk terjemahan, misalnya, mampu memberikan hasil yang sangat konsisten, memungkinkan usaha kecil untuk menjangkau pelanggan dalam bahasa mereka sendiri.
5. Meningkatkan kepuasan pelanggan melalui personalisasi. AI dapat mempersonalisasi konten, pesan, iklan, rekomendasi, dan bahkan situs web berdasarkan preferensi masing-masing pelanggan.
6. Agen virtual yang selalu tersedia. Program AI dapat beroperasi 24 jam sehari tanpa henti, memberikan layanan tanpa batas waktu.

Di sisi lain, berikut adalah beberapa kelemahan dari AI:

1. Biaya tinggi. Implementasi AI membutuhkan investasi yang signifikan.
2. Memerlukan keahlian teknis yang tinggi. Pengembangan dan pemeliharaan sistem AI memerlukan pengetahuan khusus yang mendalam.
3. Keterbatasan tenaga ahli. Terdapat kekurangan tenaga kerja yang memiliki kualifikasi untuk mengembangkan teknologi AI.

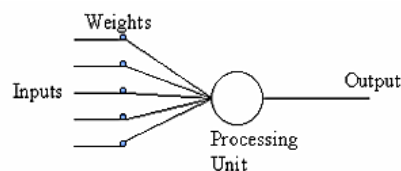


4. Bias data. AI dapat mencerminkan bias yang ada dalam data pelatihannya, yang dapat menyebabkan ketidakadilan dalam skala besar.
5. Kesulitan dalam generalisasi tugas. AI biasanya baik dalam tugas spesifik, namun kesulitan dalam mentransfer kemampuannya ke tugas lain.
6. Pengurangan lapangan kerja manusia. Otomatisasi oleh AI berpotensi menggantikan pekerjaan manusia, yang dapat meningkatkan tingkat pengangguran.

Dalam penelitian ini, penggunaan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) memegang peranan penting dalam analisis dataset ekspresi wajah. Setelah melalui tahapan pengolahan citra, seperti normalisasi, segmentasi, dan ekstraksi fitur, data citra wajah siap dianalisis menggunakan model *Convolution Neural network* (CNN).

### 2.2.5 *Neural network*

*Neural network*, atau yang sering dikenal sebagai jaringan syaraf tiruan, adalah metode komputasi yang dirancang untuk meniru jaringan syaraf biologis. Secara umum, *Neural network* (NN) terdiri dari kumpulan unit pemrosesan kecil yang terinspirasi oleh jaringan syaraf manusia [19]. NN merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk menyelesaikan masalah dengan memanfaatkan aliran informasi dari luar dan dalam jaringan. Secara sederhana, NN adalah alat pemodelan data statistik non-linear yang memungkinkan pemodelan hubungan kompleks antara input dan *output*, sehingga dapat mengidentifikasi pola dalam data. Prinsip dasar dari pembelajaran dalam NN adalah proses yang berkelanjutan, di mana pengetahuan terus diperbarui dan dioptimalkan untuk mengenali objek. *Neuron* adalah elemen dasar dalam pemrosesan *Neural network*. Berikut ini adalah gambaran dasar dari sebuah *neuron*.

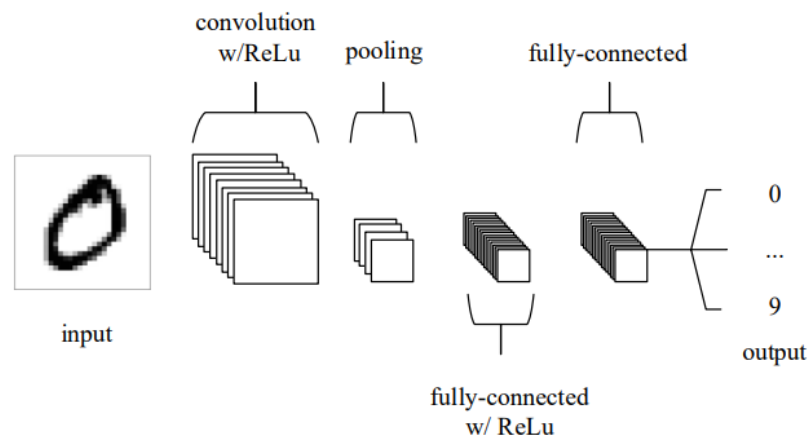


**Gambar 2.2 Bentuk dasar *neuron* [20]**

Gambar 2.2 menguraikan bagian-bagian *neuron* dalam jaringan *Neural network*. *Neuron* ini dibagi menjadi beberapa bagian penting, yaitu bagian *input* yang menerima data, bagian pemrosesan yang mengelola data dengan berbagai bobot, dan bagian *output* yang memberikan hasil dari pemrosesan data tersebut.

### 2.2.6 Convolution Neural network (CNN)

*Convolution Neural network* (CNN) merupakan varian dari *multi-layer perceptron* (MLP) yang terinspirasi oleh struktur saraf pada manusia [21]. *Convolution Neural network* CNN ini memiliki susunan *neuron* dalam tiga dimensi, yaitu lebar, tinggi, dan kedalaman. Lebar dan tinggi menggambarkan dimensi lapisan, sementara kedalaman merujuk pada jumlah lapisan dalam jaringan tersebut.

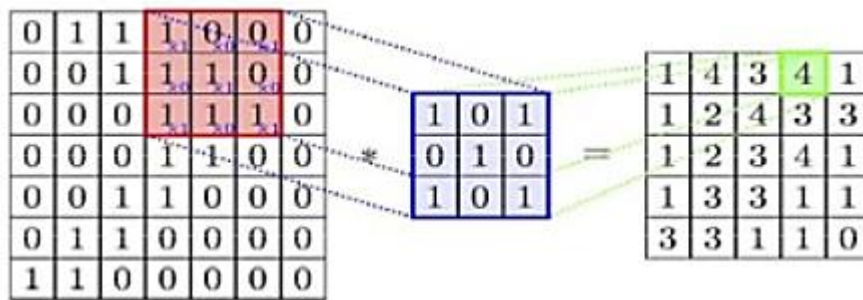


**Gambar 2. 3 Convolutional Neural network [22]**

Proses Konvolusi dengan kernel yang digunakan :

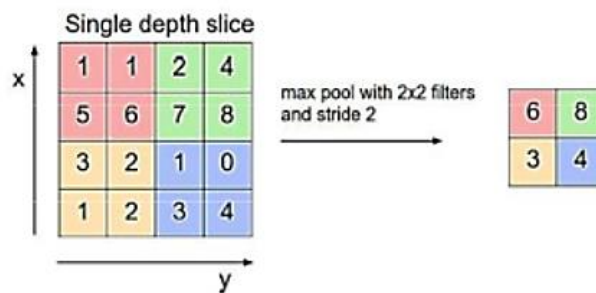
$$(I \times K)(i, j) = \sum_m \sum_n I(i + m, j + n) \cdot K(m, n) \quad 2.1$$

Gambar 2.3 Meupakan alur dari *convolution neural network* yang dilakukan secara bertahap untuk mendapatkan nilai *output* yang diinginkan dengan input yang digunakan sebagai objek dilakukan konvolusi secara bertahap setelah itu dilakukan *pooling* dengan tujuan memperkecil data citra yang selanjutnya di gabungkan dengan *fully connected layer*.



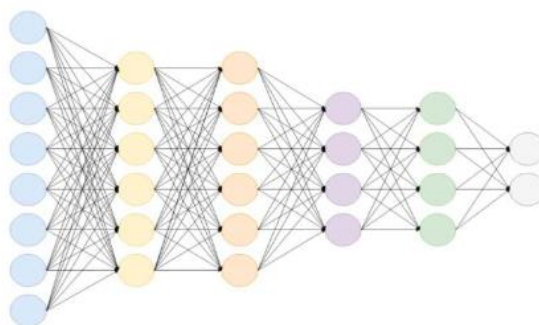
**Gambar 2. 4 Convolutional Layer [22]**

Pada gambar 2.4 menjelaskan tentang proses Convolutional Layer. Convolutional Layer merupakan tahap yang dilakukan untuk melakukan filter terhadap citra, di mana filter itu akan dilakukan perkalian dan setelah perkalian dilakukan pergeseran ke seluruh bagian gambar yang disebut sebagai *sliding window* dengan parameter *stride* yang digunakan, dan menghasilkan *output* yang disebut *feature map* [22].



**Gambar 2. 5 Proses Max Pooling [23]**

Pada Gambar 2.5 yaitu Gambaran mengenai Pooling layer adalah tahap yang dilakukan untuk mengurangi dimensi *feature map* sehingga dapat mempercepat komputasi. Pada umumnya, *pooling layer* yang diterapkan adalah *max pooling*. Teknik *max pooling* akan mengambil nilai terbesar untuk menyusun matriks baru berdasarkan citra yang telah direduksi [23].



**Gambar 2. 6 Fully connected Layer [24]**

Pada Gambar 2.6 menjelaskan mengenai *Fully Connected Layer* sebagai lapisan akhir dalam arsitektur CNN yang bertanggung jawab untuk memetakan fitur-fitur yang telah dipelajari oleh lapisan sebelumnya menjadi prediksi kelas atau *output* akhir [24]. Setiap *neuron* dalam *Fully connected Layer* terhubung dengan semua *neuron* pada lapisan sebelumnya, memungkinkan pembelajaran fitur-fitur kompleks dan abstrak.

Manusia mampu menyelesaikan masalah dengan baik karena memiliki pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh melalui proses belajar. Semakin banyak pengetahuan yang dimiliki, semakin baik kemampuan seseorang untuk menyelesaikan berbagai tantangan. Namun, pengetahuan saja tidak cukup; manusia juga harus menggunakan akal untuk melakukan penalaran dan menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman tersebut. Tanpa kemampuan untuk menalar dengan baik, pengetahuan dan pengalaman yang melimpah tidak akan cukup untuk menyelesaikan masalah secara efektif. Demikian pula, penalaran yang baik saja tanpa didukung pengetahuan yang cukup juga tidak akan memadai untuk mengatasi masalah. Oleh karena itu, untuk membuat mesin yang cerdas dan mampu bertindak seperti manusia, perlu dilengkapi dengan pengetahuan agar mampu melakukan penalaran dengan baik.

Untuk menciptakan aplikasi kecerdasan buatan, ada dua komponen utama yang sangat penting:

1. Basis Pengetahuan (*knowledge base*): Komponen ini mencakup berbagai fakta, teori, pemikiran, dan hubungan di antara elemen-elemen tersebut.
2. Mesin Inferensi (*inference engine*): Ini adalah kemampuan untuk menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan yang tersedia dan pengalaman sebelumnya.

Pada tahun 1950-an, Alan Turing, seorang pionir di bidang Kecerdasan Buatan dan ahli matematika asal Inggris, melakukan sebuah eksperimen yang dikenal sebagai "*Turing Test*". Tes ini melibatkan sebuah komputer yang terhubung melalui terminal jarak jauh. Di satu sisi, terdapat terminal yang menjalankan perangkat lunak Kecerdasan Buatan, sementara di sisi lain, terdapat terminal dengan seorang operator manusia. Operator tersebut tidak mengetahui bahwa di terminal lain terdapat perangkat lunak Kecerdasan Buatan. Mereka berkomunikasi

melalui terminal dengan memberikan respons terhadap serangkaian pertanyaan yang diajukan oleh operator. Operator tersebut mengira bahwa ia sedang berkomunikasi dengan manusia lain di ujung terminal. Turing berpendapat bahwa jika mesin dapat meyakinkan seseorang bahwa mereka berkomunikasi dengan manusia lainnya, maka mesin tersebut dapat dianggap cerdas layaknya manusia.

Dalam penelitian ini, model *Convolution Neural network* (CNN) digunakan untuk menganalisis dataset ekspresi wajah. CNN merupakan salah satu arsitektur jaringan saraf convolutional yang efektif untuk menangani permasalahan klasifikasi citra.

Model CNN terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapisan konvolusi, lapisan *pooling*, dan lapisan *fully connected*. Pada lapisan konvolusi, filter konvolusi digunakan untuk mengekstrak fitur visual secara hierarkis dari data citra wajah, seperti bentuk fitur, tekstur, dan pola pixel. Lapisan *pooling* berfungsi untuk mereduksi dimensi fitur, sementara lapisan *fully connected* berperan dalam klasifikasi akhir berdasarkan fitur-fitur yang telah diekstrak. Melalui proses pelatihan, model CNN mampu mempelajari representasi fitur yang paling relevan untuk mengenali dan mengklasifikasikan berbagai ekspresi emosional pada wajah manusia. Dengan arsitektur CNN yang efektif dalam menangani data citra, model ini diharapkan dapat memberikan hasil klasifikasi ekspresi wajah yang akurat pada dataset yang digunakan dalam penelitian ini.

### **2.2.7 Deep Learning**

*Deep Learning* adalah metode pembelajaran representasi berlapis dalam jaringan saraf tiruan. Ini merupakan salah satu cabang dari *Machine Learning* yang menekankan pada representasi data melalui beberapa lapisan bertingkat, di mana representasi tersebut menjadi lebih bermakna dengan bertambahnya kedalaman lapisan. Kata "*Deep*" dalam *Deep Learning* mengacu pada penggunaan berturut-turut dari lapisan-lapisan representasi tersebut. Saat ini, *Deep Learning* sering melibatkan puluhan hingga ratusan lapisan berurutan, yang memungkinkan mesin untuk secara otomatis mempelajari data pelatihan yang diberikan. Dalam konteks *Deep Learning*, lapisan-lapisan ini dikenal sebagai *Neural networks*. *Neural networks* memiliki struktur berlapis, di mana setiap lapisan berada di atas lapisan

lainnya. Konsep ini berasal dari neurobiologi dan terinspirasi oleh cara otak manusia memproses informasi. Meskipun *Deep Learning* terinspirasi oleh neurobiologi, penting untuk diingat bahwa model *Deep Learning* saat ini tidak dapat dianggap sebagai representasi otak manusia, karena belum ada bukti yang menunjukkan bahwa otak manusia bekerja seperti model *Deep Learning* yang ada saat ini.

Dalam penelitian ini, pendekatan *Deep Learning* digunakan sebagai metode utama untuk menganalisis dan mengklasifikasikan dataset ekspresi wajah. Lebih spesifik, model *Convolution Neural network* (CNN) dari arsitektur *Deep Learning* diterapkan untuk mengenali dan mengklasifikasikan berbagai ekspresi emosional pada wajah manusia.

### **2.2.8 Python**

*Python* adalah bahasa pemrograman yang sangat populer saat ini, yang diciptakan oleh Guido van Rossum di Pusat Matematika Stichting (CWI), Amsterdam pada tahun 1991 [25]. *Python* menawarkan banyak keunggulan dibandingkan bahasa pemrograman lainnya, salah satunya adalah sifatnya yang *open source*, yang memungkinkan siapa saja untuk berkontribusi dalam pengembangannya.

Karena bersifat *open source*, *Python* memiliki komunitas yang sangat besar dan beragam, yang terdiri dari programmer, peneliti, dan pengguna dari berbagai bidang, tidak hanya terbatas pada IT. Komunitas ini saling berbagi pengetahuan, pengalaman, dan sumber daya, yang menjadikan *Python* semakin kaya akan fitur, modul, dan paket. *Python* juga dikenal mudah dipelajari, ditulis, dan dibaca, sehingga cocok untuk berbagai keperluan, mulai dari analisis data, pengembangan web, hingga pembelajaran mesin.

Dalam implementasi, kode *Python* digunakan untuk memuat dan mempersiapkan dataset ekspresi wajah, mendefinisikan arsitektur CNN, melakukan pelatihan model, dan mengevaluasi kinerjanya. Selain itu, *Python* juga dimanfaatkan untuk tugas-tugas pendukung lainnya, seperti preprocessing data, visualisasi, dan analisis hasil. Dengan memanfaatkan bahasa pemrograman *Python*

dan pustaka *deep learning* yang tersedia, penelitian ini dapat dengan efisien mengembangkan dan mengevaluasi model CNN untuk pengenalan ekspresi wajah.

*Python* adalah bahasa pemrograman yang menawarkan berbagai fitur menarik dan berguna [26]. Berikut adalah beberapa fitur *Python* yang perlu diketahui:

1. Sintaks yang sederhana dan jelas: *Python* memiliki sintaks yang menyerupai bahasa manusia, sehingga mudah dipelajari dan digunakan. Selain itu, *Python* menggunakan indentasi untuk menandai blok kode, yang membuat kode lebih rapi dan terstruktur.
2. *Multiplatform* dan multifungsi: *Python* dapat dijalankan di berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *Linux*, *Mac OS X*, dan lainnya. *Python* juga serbaguna dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk pembuatan aplikasi *desktop*, *mobile*, *web*, *data science*, *machine learning*, kecerdasan buatan, robotika, dan lain-lain.
3. Pengelolaan memori otomatis: Seperti *Java*, *Python* memiliki fitur pengelolaan memori otomatis. *Python* secara otomatis menghapus objek yang tidak lagi digunakan dari memori, sehingga menghemat sumber daya dan mencegah kebocoran memori.
4. *Open source* dan dukungan *library*: *Python* adalah bahasa pemrograman open source, yang memungkinkan siapa saja untuk berkontribusi dalam pengembangan dan perbaikannya. *Python* juga memiliki banyak *library* yang menyediakan fungsi-fungsi berguna untuk berbagai keperluan, seperti *NumPy*, *Pandas*, *Matplotlib*, *Django*, *Flask*, *Tensorflow*, *PyTorch*, dan lainnya.
5. Dinamis dan berorientasi objek: *Python* adalah bahasa pemrograman yang dinamis, artinya tipe data dari variabel dapat berubah sesuai dengan nilai yang diberikan. *Python* juga mendukung paradigma pemrograman berorientasi objek, yang memungkinkan kode disusun dari objek-objek kecil yang memiliki atribut dan metode tersendiri.

Berikut adalah beberapa manfaat *Python* yang dapat diambil dari data yang ada:

1. Sintaks yang sederhana dan jelas: *Python* memiliki sintaks yang mudah dipahami, sehingga memudahkan pemula untuk mempelajari dan menguasai bahasa pemrograman ini.
2. Banyak dokumentasi dan tutorial: *Python* memiliki banyak dokumentasi dan tutorial yang membantu pengguna dalam belajar dan mengembangkan proyek mereka.
3. Kemampuan menjalankan kode secara interaktif: *Python* memungkinkan pengguna untuk menjalankan kode secara interaktif, tanpa perlu mengompilasi atau membuat file eksekusi.
4. *Library* yang beragam dan berguna: *Python* memiliki banyak *library* yang menyediakan fungsi-fungsi yang berguna untuk berbagai keperluan, seperti analisis data, pengembangan web, pembelajaran mesin, dan lainnya.
5. Memahami konsep dasar pemrograman: *Python* memiliki perintah-perintah yang memungkinkan pengguna untuk memahami konsep-konsep dasar pemrograman, seperti siklus, kondisi, kelas, objek, dan lainnya.
6. Alat bantu yang baik dalam interpreter: *Python* menyediakan alat bantu dalam interpreter yang selalu mengingatkan tentang struktur kelas tertentu, sehingga memudahkan pengguna untuk mempelajari dan mengimplementasikan konsep-konsep tersebut.
7. Meningkatkan hasil belajar siswa: *Python* dapat meningkatkan hasil belajar siswa yang mengambil mata kuliah pemrograman dan ilmu komputer.

### **2.2.9 Confusion matrix**

*Confusion matrix* merupakan sebuah tabel yang menggambarkan hasil klasifikasi dari suatu model [27]. Dengan menggunakan *confusion matrix*, kita bisa menentukan akurasi model, yakni seberapa baik model tersebut dalam mengklasifikasikan kelas-kelas yang ada. Ada empat istilah utama dalam *confusion matrix*: *true positive* (TP), *true negative* (TN), *false positive* (FP), dan *false negative* (FN) [28]. TP menunjukkan jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar sebagai positif, TN adalah jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar sebagai negatif, FP adalah jumlah data yang salah diklasifikasikan sebagai positif, dan FN



adalah jumlah data yang salah diklasifikasikan sebagai negatif. Struktur *confusion matrix* adalah sebagai berikut:

|                  |              | Actual Values |              |
|------------------|--------------|---------------|--------------|
|                  |              | Positive (1)  | Negative (0) |
| Predicted Values | Positive (1) | TP            | FP           |
|                  | Negative (0) | FN            | TN           |

**Gambar 2. 7 Confusion matrix [27].**

Gambar 2.3 memperlihatkan komponen-komponen yang terdapat dalam *confusion matrix*, yang mencakup:

1. *True Positive* (TP): Jumlah data yang benar-benar bernilai positif dan prediksinya juga menunjukkan positif. Sebagai contoh, dalam klasifikasi ekspresi wajah, TP berarti ekspresi wajah terklasifikasi dengan benar sesuai dengan ekspresi yang sebenarnya diperagakan dalam gambar.
2. *False Positive* (FP): Jumlah data yang sebenarnya bernilai negatif namun prediksinya menunjukkan positif. Dalam konteks klasifikasi ekspresi wajah, FP berarti ekspresi wajah terklasifikasi sebagai ekspresi tertentu, tetapi gambar input sebenarnya tidak memperagakan ekspresi tersebut.
3. *False Negative* (FN): Jumlah data yang sebenarnya bernilai positif namun prediksinya menunjukkan negatif. Misalnya, dalam klasifikasi ekspresi wajah, FN berarti tidak adanya klasifikasi ekspresi wajah tertentu padahal ekspresi tersebut sebenarnya ada pada gambar *input*.
4. *True Negative* (TN): Jumlah data yang benar-benar bernilai negatif dan prediksinya juga menunjukkan negatif. Contoh dalam klasifikasi ekspresi wajah, TN berarti tidak ada klasifikasi ekspresi wajah dan gambar *input* juga memang tidak memperagakan ekspresi wajah tersebut.

Setiap komponen ini penting untuk menilai kinerja model klasifikasi dengan lebih akurat. Berikut adalah rumus-rumus untuk menghitung nilai *accuracy*, *recall*, dan *precision*:

1. *Accuracy*, Digunakan untuk mengukur sejauh mana model yang dibuat mampu mengklasifikasikan data dengan benar dan tepat.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (2.2)$$

2. *Recall*, Menunjukkan seberapa banyak objek (*ground truth*) yang dapat dideteksi oleh sistem.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.3)$$

3. *Precision*, Mengukur seberapa presisi hasil deteksi objek.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.4)$$

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus-rumus *confusion matrix* di atas, dapat diketahui nilai akurasi, presisi, dan *recall* dari model klasifikasi yang digunakan. Nilai-nilai ini memberikan gambaran tentang seberapa baik atau kurang baik model tersebut dalam memprediksi kelas target.

Dari *confusion matrix* ini, peneliti dapat menghitung metrik-metrik evaluasi lainnya, seperti akurasi, presisi, *recall*, untuk menilai kinerja keseluruhan model CNN dalam mengenali ekspresi wajah. Analisis terhadap *confusion matrix* akan memberikan wawasan tentang jenis-jenis ekspresi wajah yang paling mudah atau sulit diklasifikasikan oleh model, sehingga dapat membantu dalam pengembangan dan perbaikan model *deep learning* selanjutnya.

### 2.2.10 Validasi Data

Validasi data adalah langkah krusial dalam evaluasi model sistem untuk memastikan bahwa model tersebut dapat menghasilkan prediksi yang akurat sebelum diaplikasikan atau digunakan dalam produksi [29]. Proses validasi model bertujuan untuk mengukur kualitas dan kinerja model dengan mempertimbangkan nilai akurasi, presisi, dan kesalahan model. Nilai-nilai ini kemudian digunakan sebagai parameter untuk menilai kinerja model.

Dalam pengujian kinerja model, terdapat dua metode yang dapat digunakan: *Split Validation* dan *Cross Validation*. *Split Validation* dilakukan dengan membagi data secara acak menjadi dua kelompok, yaitu kelompok data latih dan kelompok data uji. Sedangkan *Cross Validation* (CV) adalah teknik statistik yang membagi data menjadi beberapa bagian, yaitu data latih dan data validasi/evaluasi, yang

digunakan untuk melatih dan menguji model secara berulang untuk mendapatkan ukuran kinerja yang lebih andal.

Terdapat beberapa jenis *cross-Validation* yang bisa digunakan, seperti X-Fold, V-Fold, dan *Cross Validation*. Teknik-teknik ini membantu menilai seberapa akurat dan efektif model atau algoritme yang diterapkan pada dataset tertentu. Melalui *cross-Validation*, kita dapat menghindari masalah *overfitting* dan *underfitting*, yaitu kondisi di mana model atau algoritme gagal memprediksi data baru dengan akurat.

Dengan menggunakan *Split Validation*, penelitian ini dapat menghindari masalah *overfitting* dan *underfitting*, serta memperoleh estimasi kinerja model yang lebih akurat dan handal. Hasil evaluasi menggunakan *Split Validation* akan menjadi dasar untuk mengambil keputusan apakah model CNN yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria yang diharapkan atau perlu dilakukan perbaikan dan penyempurnaan lebih lanjut.