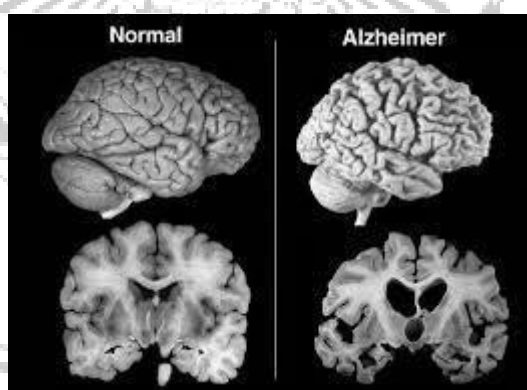


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Alzheimer

Dimensia adalah suatu kondisi yang menyebabkan kemampuan mental secara signifikan, seperti kesulitan dalam berpikir, mengingat, dan melakukan aktivitas sehari-hari [9]. Menurut *World Health Organization* (WHO), ada sekitar 50 juta orang yang menderita demensia pada tahun 2020 dan mencatatkan hampir 10 juta kasus baru setiap tahunnya. Jumlah ini diperkirakan akan terus bertambah hingga melebihi 100 juta kejadian pada tahun 2050. Penyakit *Alzheimer* biasanya didiagnosis berdasarkan riwayat kesehatan seseorang, pola hidup dan riwayat kesehatan kerabat. Dalam mendiagnosis penyakit *Alzheimer* dibutuhkan evaluasi medis yang sangat cermat. Untuk mendeteksi *Alzheimer* para dokter juga melakukan pemindaian pada otak seperti *Computed Tomography* (CT), *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Positron Emission Tomography* (PET). *Alzheimer* seringkali sulit untuk dideteksi terutama pada stadium awal. Selain itu keakuratan tentang diagnosis sangat bergantung pada pengalaman ahli radiologi [1]. Penyakit *Alzheimer* menyebabkan kerusakan pada otak dan mengganggu kemampuan kemampuan otak berfungsi dengan baik. Kerusakan otak yang berkaitan dengan penyakit *Alzheimer* dimulai di *hippocampus*, yaitu area otak yang bertanggung jawab untuk membentuk ingatan.



Gambar 2.1 Perbedaan antara otak sehat dan otak penyakit *Alzheimer*

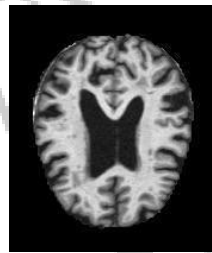
Saat penyakit berkembang, area lain di otak juga terpengaruh dan mulai menyusut. Pada tahap akhir penyakit, kerusakan meluas dan jaringan otak menyusut secara radikal [Muhmmad Adi]. Gejala awal *Alzheimer* biasanya meliputi kesulitan mengingat hal-hal yang baru dipelajari atau perubahan dalam kemampuan seseorang untuk berkomunikasi, berpikir, dan melakukan tugas-tugas sehari-hari seperti biasa. *Alzheimer* berkembang

dalam beberapa tahapan berikut :

Dalam data MRI *Alzheimer* diklasifikasikan ke dalam 4 kelas yaitu :

Mild Demented

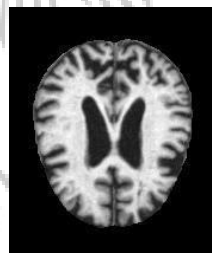
Mild Demented adalah jenis demensia ringan, pada tahap ini masih memungkinkan individu untuk bekerja dan beraktivitas secara mandiri di berbagai area. Tetapi ada kemungkinan besar memerlukan bantuan, dalam beberapa aktivitas mandiri agar tetap aman.



Gambar 2.2 MRI Alzheimer Mild Demented

Moderate Demented

Moderate Demented adalah jenis demensia sedang, tahap ini seringkali merupakan stadium terpanjang pada tahapan demensia. Individu mungkin mulai mengalami kesulitan berkomunikasi dan melakukan tugas ataupun kegiatan rutin. Orang dengan tahap menengah *Alzheimer* juga mungkin mengalami perubahan mood dan perilaku, seperti mudah marah atau mudah tersinggung.



Gambar 2.3 MRI Alzheimer Moderate Demented

Non demented merupakan jenis otak normal yang tidak ada tanda-tanda demensia di dalamnya. Istilah non demented “tidak gila” yang mengacu pada individu yang mengacu kepada suatu gejala demensia atau penurunan pada kerja otak. Penyakit non demented orang-orang biasa sebut dengan neuropatologi *Alzheimer*. Dalam hal ini orang-orang non demented

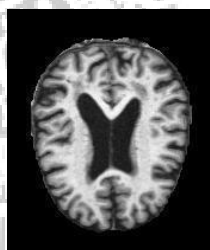
menunjukkan kemiripan dengan AD, akan tetapi otak mereka normal dan tidak menunjukkan kondisi yang kognitif.



Gambar 2.4 MRI Alzheimer Demented

Very Mild Demented

Very Mild Demented merupakan sebuah jenis demensiana yang paling ringan, dalam tahapan ini masih ada kemungkinan jika seorang bekerja dan beraktivitas secara mandiri dan hanya kecil kemungkinan mereka memerlukan bantuan dalam aktivitas mandiri. Dalam hal ini demensiana ringan bukan diagnosis medis yang biasa dikenal dengan gangguan kognitif.



Gambar 2.5 MRI Alzheimer Very Mild Demented

2.2 Machine Learning

Machine Learning atau pembelajaran mesin merupakan sebuah cabang kecerdasan buatan (AI) dan dalam ilmu komputer yang memiliki fokus kepada penggunaan data serta algoritme yang memungkinkan AI menirukan cara manusia belajar dan bertahap meningkatkan akurasi. *Machine Learning* dapat diartikan sebagai jenis kecerdasan buatan (AI) yang memiliki fokus pada pembangunan suatu sistem komputer yang belajar dari data.

Dalam hal ini algoritme pembelajaran mesin di latih untuk menemukan hubungan dan pola data. Hal ini melibatkan penggunaan penggunaan algoritma dan model statistik untuk menganalisis dan membuat prediksi yang berdasarkan dengan pola dalam data. Dengan menggunakan historis untuk membuat prediksi yang dapat menghasilkan klasifikasi informasi, mengelompokkan titik data bahkan dapat membuat konten baru. Pembelajaran mesin merupakan salah satu alat yang

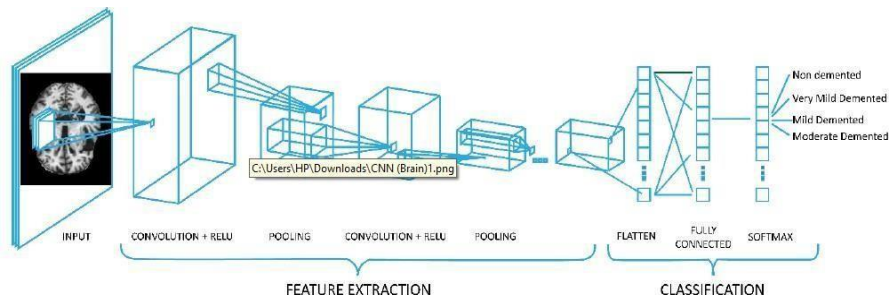
ampuh untuk memecahkan beberapa masalah, dan dapat meningkatkan bisnis. Yang mana hal ini merupakan salah satu teknologi yang sangat kompleks dan menantang serta harus memiliki keahlian. Melatih algoritma pembelajaran mesin sering sekali melibatkan data dalam jumlah besar yang memiliki kualitas yang baik untuk menghasilkan data yang akurat, yang mana hasilnya sulit di pahami terkhususnya hasil yang di hasilkan oleh algoritma kompleks yaitu berupa jaringan saraf seperti otak manusia. Algoritma machine learning menggunakan teknik komputasi untuk mempelajari informasi dari data-data dengan tidak mengandalkan persamaan yang telah di tentukan sebagai model. Dalam hal ini teknologi machine learning meniru atau bahkan menggantikan perilaku manusia dalam memecahkan sebuah.

2.3 Convolution Neural Network

Convolution Neural Network (CNN) pertama kali di kembangkan dengan sebutan nama “NeoCognitron” oleh Kunihiko Fukushima, yang merupakan seorang peneliti dari NHK Broadcasting Science Research Laboratories, Kinu, Jepang. *Convolution Neural Network* (CNN) adalah salah satu pengembangan Multilayer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengelolah suatu data dua dimensi. CNN ini juga masuk kedalam jenis Deep Neural Network, dikarenakan kedalaman jaringan yang gunakan tinggi serta banyak digunakan pada pengaplikasian data.

Convolution Neural Network (CNN) merupakan jenis algoritma deep learning yang terutama di rancang untuk tugas yang memerlukan sebuah pengenalan objek seperti klasifikasi gambar, deteksi maupun segmentasi. Dalam hal ini sangat efektif untuk memproses data dengan hierarki. *Convolution Neural Network* dapat juga di katakan sebagai jaringan saraf tiruan yang biasa digunakan dalam pengolahan pola visual. CNN ini didasarkan pada prinsip konvolusi atau operasi korelasi silang (*Cross-correlation*).

CNN ini dibedakan dengan jaringan saraf lainnya yang berdasarkan dengan kemampuannya dalam mengekstrasikan fitur secara mandiri dalam skala yang besar, yang mana hal ini dapat mengabaikan kemampuannya dalam mengekstrasikan fitur manual.



Gambar 2.6 Convolution Neural Network

Pada gambar diatas, tahapan ini digunakan dalam kernel dengan ukuran tertentu dan jumlah kernel yang di gunakan tergantung dengan jumlah fitur yang diinginkan. Setelah proses itu terjadi, di lanjutkan dengan fungsi aktivasi yang menggunakan fungsi RELU (*Rectifier Linear Unit*). Yang kemudian, hasilnya di proses melalui tahap pooling. Dalam hal ini, tahap ini di ulang dalam beberapa kali hingga memperoleh fitur yang cukup dan di lanjutkan ke *Fully Connected Neural Network* untuk mendapatkan *Output* kelas.

Convolution layer merupakan proses utama yang mendasar suatu jaringan arsitektur CNN dan terdiri atas kernel [12], Kernel-kernel pada lapisan ini sering disebut filter konvolusi . Kernel berfungsi mempelajari fitur-fitur lokal pada feature map [7]. tahap convolution layer melakukan operasi konvolusi pada output dari layer sebelumnya. Konvolusi adalah istilah matematis dimana pengaplikasian sebuah fungsi argument bernilai riil [3]. Operasi konvolusi $s(t)$ dapat di tunjukan pada persamaan 1.

$$s(t) = \sum I(a).K (t - a) a$$

Dengan (a) merupakan input dan $K(a)$ adalah kernel. Input convolution layer merupakan gambar yang direpresentasikan menjadi sebuah matriks. Operasi konvolusi menghasilkan nilai tinggi dan rendah pada posisi tertentu pada feature map. Posisi tertentu dari konvolusi kernel, merupakan perkalian untuk setiap nilai pada sel kernel dan nilai piksel gambaryang tumpang tindih dengan sel kernel.

Dalam cara kerja dari CNN memiliki kesamaan dengan MLP, akan tetapi didalam CNN setiap neuron dipresentasikan dengan dua dimensi tapi tidak sama dengan MLP yang menggunakan satu dimensi. Pada CNN dalam operasi linearnya menggunakan operasi konvolusi, sedangkan bobot yang digunakan tidak lagi menggunakan yang dua dimensi akan tetapi menggunakan empat dimensi yang mana ini merupakan bentuk kumpulan kernel konvolusi.

Didalam CNN terdapat beberapa layer. Yang mana ini berdasarkan dengan arsitektur LeNet5. Terdapat beberapa layer utama dalam CNN yaitu :

1. Convolution Layer

Convolution Layer, dalam hal ini melakukan operasi konvolusi pada output dari layer sebelumnya, layer yang merupakan bagian utama yang mendasari CNN. konvolusi merupakan istilah untuk mengaplikasikan sebuah fungsi dari pada output fungsi lain yang berulang [12].

Dalam proses konvolusi pada convolution layer terdiri dari beberapa kernel dengan ukuran yang tertentu pada seluruh area input serta dapat mengalihkan nilai dalam piksel pada setiap titik dengan bobot pada filter atau kernel yang sesuai. Setelah itu semua hasil perkalian di jumlahkan dan di aplikasikan fungsi pada aktivasi nonlinear seperti ReLU dan SeLU yang dapat menghasilkan output pada layer tersebut.

Jika secara sistematis, konvolusi citra dapat di definisikan sebagai berikut :

$$h(x) = F(x) * g(x)$$

tanda (*) diatas dilambangkan sebagai proses konvolusi. Sedangkan $g(x)$ sebagai filter kernel. Dalam hal ini kernel memiliki fungsi sebagai jendela yang bergerak secara bergeser pada input $F(x)$ dan outputnya dari proses konvolusi di nyatakan oleh $h(x)$.

a. Kernel atau filter

Kernel atau filter merupakan sebuah matriks yang biasa digunakan dalam convolution layer pada sebuah Convolutional neural network untuk mengenali pola maupun fitur pada sinyal. Kernel berisikan bobot yang diterapkan pada seluruh area input yang bisa digeser pada seluruh area input untuk mengalihkan nilai piksel dengan bobot yang sesuai. Ukuran maupun bentuk kernel dapat di tentukan oleh arsitektur jaringan dan memiliki tugas untuk klasifikasi objek yang perlu di selesaikan. Dalam hal ini semakin besar ukurana kernel semakin banyak juga informasi yang di ambil, akan tetapi semakin lambat juga proses konvolusinya.

1. Stride

Stride merupakan suatu parameter dalam convolution layer pada jaringan saraf tiruan CNN yang dapat menentukan jumlah pergeseran kernel pada tiap operasi konvolusi. Dalam hal ini stride dapat menentukan berapa piksel yang akan dilewati oleh setiap kernel digeser pada input. Jika stride adalah 1, maka kernel akan bergesek satu piksel setiap kali di lakukannya konvolusi, sehingga

hasil konvolusi akan memiliki ukuran yang sama dengan input. Akan tetapi, jika stride adalah 2 maka kernel yang bergeser 2 piksel dengan setiap kali dilakukannya konvolusi, sehingga hasilnya akan lebih kecil dari input.

Pada gambar 2.8 diilustrasikan bagaimana proses dari konvolusi. Dalam gambar tersebut diketahui input image dengan dimensi 3x3 yang kemudian dilakukan proses konvolusi dengan menggunakan filter 2x2 dengan stride 1 dan akan menghasilkan sebuah output dengan dimensi 2x2.

2. Activation function Layer

Pada fungsi aktivasi jaringan saraf tiruan merupakan fungsi matematika yang diterapkan dalam output hasil neuron dalam jaringan saraf. Dalam fungsi ini berperan untuk menentukan apakah neuron tersebut aktif atau tidak. Dalam setiap fungsi aktivasi memiliki berbagai macam karakteristik seperti rentang output yang dihasilkan atau bagaimana fungsi dalam memproses input yang diterima.

a. Fungsi aktivasi Sigmoid

Fungsi ini merupakan jenis fungsi aktivasi yang digunakan dalam jaringan saraf tiruan. Fungsi sigmoid dapat menghasilkan output yang berada dalam rentang 0 sampai 1 dan memiliki bentuk yang matematis, sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Pada rumus di atas, x merupakan input ke fungsi sigmoid dan e merupakan bilangan konstan yang memiliki nilai sekitar 2.71828. dalam fungsi sigmoid ini memiliki kurva yang menyerupai huruf S dan output yang dihasilkan berada dalam rentang 0 sampai 1.

b. Fungsi aktivasi tanh

Bentuk matematis dari fungsi tanh, sebagai berikut:

$$f(x) = \left(\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \right)$$

Dalam fungsi tanh dapat menghasilkan output yang berada di rentang -1 hingga 1 dan memiliki bentuk kurva yang menyerupai bentuk sigmoid.

c. Fungsi aktivasi ReLU

Merupakan salah satu jenis fungsi aktivasi yang umum digunakan pada

jaringan saraf tiruan. Bentuk sistematis dari fungsi ReLU sebagai berikut :

$$f(x) = \max(0, x)$$

Dalam rumus tersebut x merupakan input ke fungsi ReLU, jika nilai input x lebih kecil dari nol, output dari fungsi ReLU akan menjadi nol. Jika nilai input x lebih besar dari nol, maka fungsi ReLU akan sama dengan nilai input .

d. Fungsi aktivasi eLU

Bentuk sistematis dari fungsi aktivasi eLU, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f(x) &= x \text{ if } x > 0 \\ &= \alpha (\exp(x) - 1) \text{ if } x \leq 0 \end{aligned}$$

Di sini x merupakan input ke fungsi eLU dan α merupakan konstanta positif yang biasa disebut sebagai parameter eLU.

3. Pooling Layer

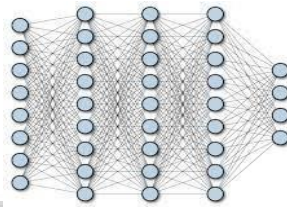
Pooling layer dalam CNN merupakan salah satu jenis layer yang biasa digunakan untuk mengurangi dimensi pada output Feature map dari layer sebelumnya. Yang memiliki tujuan untuk mengurangi ukuran data yang dihasilkan dari layer sebelumnya tanpa mengurangi atau kehilangan data atau informasi yang penting. Dalam pooling layer terdiri dari beberapa filter yang biasa digunakan dalam operasi downsampling pada output feature map. Operasi downsampling, sebuah kernel akan digeser keseluruhan area feature map, dan kemudian diambil nilai maksimum atau rata-rata dari seluruh piksel yang berada di bawah kernel. Terdapat dua jenis pooling layer yaitu max pooling (mengambil nilai maksimum dari tiap area) dan average pooling (mengambil nilai rata-rata).

Dalam hal ini pooling membantu mengurangi dimensi dan membuat model CNN lebih efisien. Selain itu juga, pooling layer ini membantu mengurangi overfitting pada model.

4. Fully Connected Layer

Fully Connected Layer merupakan jenis layer pada jaringan saraf tiruan yang terdiri dari jumlah neuron yang terhubung dengan neuron pada layer sebelumnya. Dalam setiap neuron di layer akan menerima input dari semua

neuron di layer sebelumnya dan akan menghasilkan output yang akan diteruskan ke layer berikutnya. Dalam setiap fully connected layer akan terhubung dengan semua neuron di layer sebelumnya, sehingga tiap input akan memiliki bobot yang berbeda-beda untuk tiap neuron di layer.

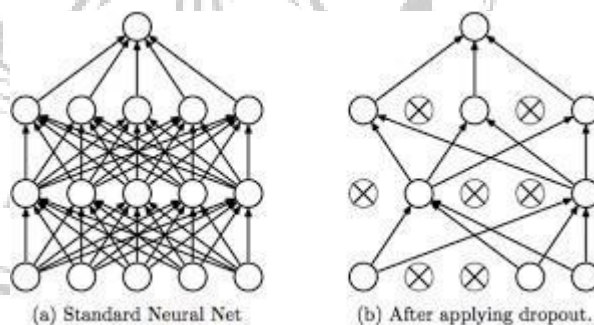


Gambar 2.7 *fully connected layer*

5. Dropout Layer

Dropout layer merupakan lapisan dalam jaringan saraf tiruan yang memiliki tujuan untuk mencegah overfitting pada data. Dalam hal ini overfitting akan terjadi jika model terlalu memorize pada data, hingga sulit untuk melakukan prediksi yang akurat.

Dalam dropout layer bekerja dengan menghapus beberapa unit neuron secara acak dari layer sebelumnya. Dengan menghapus unit tersebut maka dapat memperkenalkan kecatatan pada data atau model. Yang mana hal ini dapat dikatakan untuk membantu mencegah overfitting dengan memberikan variasi pada model serta mencegah untuk terlalu fokus pada data. Yang mana hal ini dapat meningkatkan kinerja model pada data yang belum pernah di lihat sebelumnya.



Gambar 2.8 *Ilustrasi Dropout*

6. Output Layer

Output layer dalam CN adalah suatu layer terakhir yang menghasilkan output prediksi dari model data. Yang biasanya berupa dense layer yang memetakan output dari layer sebelumnya ke kelas yang ingin diprediksikan.

Fungsi dalam aktivasi output layer ini tergantung kepada jenis masalah yang akan diselesaikan. Jika masalahnya adalah klasifikasi biner, maka fungsi aktivasi

yang akan digunakan berupa sigmoid. Dan jika masalahnya adalah klasifikasi multikelas, maka fungsi aktivasi yang akan di gunakan adalah softmax. Ouput ini sangat memiliki peran yang sangat penting, dikarenakan hasil prediksi yang akan dihasilkan dalam layer ini akan digunakan untuk menentukan akurasi dan performa model. Sehingga dalam pemilihan jumlah neuron, fungsi aktivasi maupun desain arsitektur layer pada ouput perlu di perhatikan.

2.4 EfficientNetB0

EfficientNetB0 merupakan salah satu arsitektur convolution neural network (CNN) yang di rancang untuk mengoptimalkan kinerja model dengan menggunakan parameter (size) yang lebih sedikit daripada model lainnya. *EfficientNetB0* telah terbukti dalam mengungguli beberapa arsitektur CNN, termasuk ResNet50, VGG16, maupun InceptionV3, baik dalam hal akurasi maupun kecepatan. Selain itu model ini lebih efesiesn dalam penggunaan sumber daya dan membutuhkan waktu pelatihan yang lebih sedikit dikarenakan parameter yang di gunakan lebih sedikit dari pada model data lainnya. Dalam *EfficientNetB0*, sering di gunakan dalam tugas pengolahan gambar seperti klasifikais gambar, deteksi objek maupun segmentasi gambar.

2.5 Konsep Model

1. Learning Curve

Learning Curve dalam CNN merupakan sebuah grafik yang menunjukkan bagaimana nilai akurasi pada data Training dan data validasi yang berubah seiring dengan jumlah epoch yang digunakan dalam melatih model. Learnig Curve dalam CNN pada umumnya menunjukkan dua kurva yaitu kurva loss dan kurva akurasi. Dalam hal ini Learning Curve juga dapat digunakan dalam mengidentifikasi data yang sering mengalami underfitting maupun overfitting.

2. Confusion matrix

Confusion matrix merupakan sebuah variabel atau table matriks yang biasa digunakan dalam mengevaluasi performa dari sesuatu model marchine learning pada tugas klasifikasi. Dalam table ini menampilkan jumlah data yang benar atau salah yang dibuat untuk model dalam memprediksi label kelas yang benar atau salah dalam kategori kelas.

Dalam confusion matrix terdiri dari empat jenis matriks evaluasi performa model, yaitu True Positive (TP), true Negative (TN), False Positive (FP) dan False Negative

(FN). Yang mana setiap matriks ini dapat mempresentasikan jumlah data yang diklasifikasi dengan benar atau salah oleh model kategori kelas.

Confusion Matrix

	Actually Positive (1)	Actually Negative (0)
Predicted Positive (1)	True Positives (TPs)	False Positives (FPs)
Predicted Negative (0)	False Negatives (FNs)	True Negatives (TNs)

Tabel 2.1 Confosion Matrix

pada gambar di atas, TP merupakan jumlah positif yang diklasifikasikan dengan benar oleh model. FN merupakan jumlah data positif yang salah diklasifikasikan sebagai negative oleh model. FP merupakan jumlah data negatif yang salah di klasifikasikan sebagai positif model. Sedangkan TN merupakan jumlah data negative yang diklasifikasikan dengan benar oleh model.

Dalam confosion matrix biasa digunakan untuk menghitung berbagai matriks sebagai evaluasi performa model seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang dapat membantu dalam memahami performa model dan memperbaikinya jika diperlukan.

Accuracy merupakan bentuk matriks untuk mengevaluasi performa model machine learning yang mengukur seberapa baik model yang dapat mengklasifikasikan data yang benar secara keseluruhan.

$$Accuracy = \frac{TN + TP}{TN + FP + FN + TP}$$

Precision merupakan bentuk matriks evaluasi performa model machine learning yang mengukur seberapa baik model yang dapat mengidentifikasi data positif dengan benar dari keseluruhan data yang di prediksi sebagai positif

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Recall merupakan bentuk matriks evaluasi model machine learning yang mengukur seberapa baik model yang dapat mengidentifikasi data positif dengan benar dari keseluruhan data yang benar positif.

$$recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

F1-score merupakan bentuk matriks evaluasi performa model machine learning yang menggabungkan precision dan recall menjadi satu angka yang mencerminkan keseluruhan performa model.

$$F1 - score = 2 \frac{Presisi \times Recall}{Presisi + REcall}$$

