

Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Klasifikasi Citra Medis

R. Mahdalena Simanjourang¹, Amran Sitohang², Abdi Sembiring³, Sartika Simanjourang⁴

^{1,2,3,4} Teknologi Informasi, STMIK Pelita Nusantara, Medan, Indonesia

Email: ^{1*}relimamahdalenasimanjourang@yahoo.co.id, ²Amranryan89@gmail.com, ³sembiringj76@gmail.com,

⁴sartikasimanjourang3@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: relimamahdalenasimanjourang@yahoo.co.id

Article History:

Received Jan 19th, 2025

Revised Feb 11th, 2025

Accepted Feb 17th, 2025

Abstrak

Kanker otak adalah jenis kanker yang sangat menakutkan dan mematikan, yang dapat sangat mempengaruhi kualitas hidup penderitanya. Untuk meningkatkan peluang pengobatan yang efektif, penting sekali melakukan diagnosis sejak dini dan dengan cara yang tepat. Namun, proses diagnosis kanker otak seringkali rumit dan membutuhkan keahlian khusus dari para ahli radiologi. Karena itu, teknologi pembelajaran mesin, khususnya jaringan syaraf tiruan (JST), memiliki potensi besar untuk membantu dalam proses klasifikasi citra medis. Salah satu model JST yang sangat berguna adalah Convolutional Neural Networks (CNN), yang sudah terbukti efektif dalam mengenali pola-pola kompleks dalam gambar. Model ini dapat dilatih untuk mengidentifikasi ciri-ciri tumor otak, sehingga diagnosis dapat dilakukan lebih cepat dan akurat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi JST dalam mengklasifikasi citra medis

Kata Kunci : Convolutional Neural Networks, Kanker Otak, Pasien, Jaringan Syaraf, Tiruan, Radiologi

Abstract

Brain cancer is a very frightening and deadly type of cancer, which can greatly affect the quality of life of sufferers. To increase the chances of effective treatment, it is important to diagnose early and in the right way. However, the process of diagnosing brain cancer is often complicated and requires special expertise from radiologists. Therefore, machine learning technology, especially artificial neural networks (ANN), has great potential to assist in the process of classifying medical images. One very useful ANN model is Convolutional Neural Networks (CNN), which has been proven effective in recognizing complex patterns in images. This model can be trained to identify the characteristics of brain tumors, so that diagnosis can be made faster and more accurately. The purpose of this study is to develop an ANN application in classifying medical images

Keyword : Patients, Brain Cancer, Radiology, CNN, Artificial Neural Networks

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi, banyak kemudahan yang bisa dirasakan oleh berbagai kalangan dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Salah satu kemajuan yang sangat membantu adalah dalam bidang teknologi pembelajaran mesin, khususnya Jaringan Syaraf Tiruan (JST), yang memiliki potensi besar untuk memperbaiki proses klasifikasi medis. JST adalah model komputasi yang terinspirasi dari cara kerja otak manusia, yang terdiri dari jaringan neuron buatan yang saling terhubung untuk memproses informasi dan belajar dari data. Teknologi ini sudah banyak digunakan di berbagai bidang, seperti pengenalan suara, pengolahan citra, prediksi, dan klasifikasi. Dalam bidang medis, JST terbukti sangat efektif untuk menganalisis citra medis, seperti dalam diagnosis kanker otak. Pemilihan metode Jaringan Saraf Tiruan dikarenakan metode ini merupakan salah satu metode yang populer dan handal digunakan untuk mengklasifikasi data tertentu dengan beban komputasi yang cukup ringan [1]

Kanker otak adalah salah satu jenis kanker yang paling menakutkan dan berbahaya, yang bisa sangat mempengaruhi kualitas hidup pasien[2]. Oleh karena itu, diagnosis yang cepat dan akurat sangat penting untuk meningkatkan peluang pengobatan yang berhasil. Namun, mendiagnosis kanker otak sering kali sangat rumit dan memerlukan keterampilan khusus dari para ahli radiologi. Secara tradisional, diagnosis kanker otak dilakukan melalui analisis citra medis, seperti

MRI dan CT scan, yang juga diterapkan di RS Maris. RS Maris adalah rumah sakit yang menyediakan berbagai layanan kesehatan untuk masyarakat, termasuk layanan rawat inap dan rawat jalan. Rumah sakit ini berkomitmen untuk memberikan pelayanan kesehatan yang berkualitas, didukung oleh tenaga medis yang profesional dan fasilitas yang memadai. Meski begitu, rumah sakit ini sering menghadapi tantangan dalam mengidentifikasi jenis tumor otak, terutama pada citra dengan gangguan (noise), variasi resolusi, atau ketika tumor berada di area yang sulit dijangkau. Keterbatasan dalam kecepatan dan akurasi diagnosis oleh manusia mendorong perlunya teknologi yang lebih canggih.

Dengan kemajuan dalam teknologi pembelajaran mesin, terutama jaringan syaraf tiruan (JST), ada peluang besar untuk meningkatkan proses klasifikasi citra medis. CNN merupakan salah satu cara yang paling efisien untuk klasifikasi dalam computer vision [3]. Model JST seperti Convolutional Neural Networks (CNN) telah terbukti efektif dalam mengenali pola-pola kompleks dalam citra. Model ini dapat dilatih untuk mengenali ciri-ciri spesifik dari tumor otak, yang memungkinkan diagnosis yang lebih cepat dan akurat.

Beberapa penelitian telah menunjukkan keberhasilan JST dalam analisis citra medis. Penelitian dengan judul Implementasi CNN Pada Deteksi Tumor Otak, menjelaskan bahwa dengan menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi tumor otak dari gambar MRI dapat membantu, dengan akurasi sekitar 90%. Solusi ini diharapkan dapat membantu tenaga medis mendeteksi tumor otak dengan lebih cepat dan akurat [4].

Sedangkan penelitian dengan judul Performa Convolutional Neural Network Dalam Deep Layers Resnet-50 Untuk Klasifikasi Mri Tumor Otak menjelaskan bahwa Menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet-50, penelitian ini mengembangkan model klasifikasi berdasarkan citra MRI tumor otak. Hasil evaluasi menunjukkan keberhasilan model dengan akurasi rata-rata mencapai 98.82%, memungkinkan identifikasi jenis tumor otak, seperti tumor jinak, meningioma, dan pituitary, dengan tingkat presisi dan recall mencapai 99.22% dan 100% secara berturut-turut. Penelitian ini memberikan harapan baru dalam diagnosis dini, memperkuat penanganan penyakit tumor otak, dan memberikan landasan bagi pengembangan solusi medis yang lebih efektif, membawa dampak positif pada pasien yang mengidap penyakit ini. [5]. Penelitian berikutnya berjudul Transfer Learning model Convolutional Neural Network menggunakan VGG-16 untuk Klasifikasi Tumor Otak pada Citra Hasil MRI menjelaskan bahwa Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan model pre-trained VGG-16 berbasis CNN

efektif dalam mendiagnosis tumor otak melalui analisis gambar MRI. Model ini mencapai tingkat akurasi sebesar 97% dan F1-Score sebesar 96%, yang menunjukkan tingkat keandalan yang tinggi dalam klasifikasi tumor mempengaruhi hasil evaluasi. Metode augmentasi yang digunakan dalam pelatihan model dapat memperkaya variasi data, mengurangi kemungkinan ketidakseimbangan kelas, dan meningkatkan performa model. Selain itu, penambahan lapisan konvolusi dapat meningkatkan akurasi, meskipun memerlukan waktu pelatihan yang lebih lama. Penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan lebih banyak gambar guna meningkatkan keberagaman dataset dan kualitas klasifikasi. Selain itu, penelitian dapat diperluas untuk mengklasifikasikan berbagai jenis tumor otak. Dengan demikian, penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan ketepatan dan ketangguhan sistem dalam deteksi dini tumor otak. [6]. Penelitian berikutnya berjudul Algoritma Convolutional Neural Network sebagai Alat Bantu Analisa Tingkat Keparahan Tumor Otak mendapatkan hasil dengan akurasi >80% dan Resnet-152 menjadi model CNN terbaik untuk bisa melakukan klasifikasi grade tumor otak baik pada data tanpa augmentasi maupun data dengan augmentasi [7]. Penelitian berikutnya adalah tentang Akurasi 12 Layer Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Jenis Tumor Otak Dari Hasil Citra MRI Dengan Google Colab Dan Dataset Kaggle mendapatkan hasil sebesar 79% dan metode tersebut berhasil diterapkan.

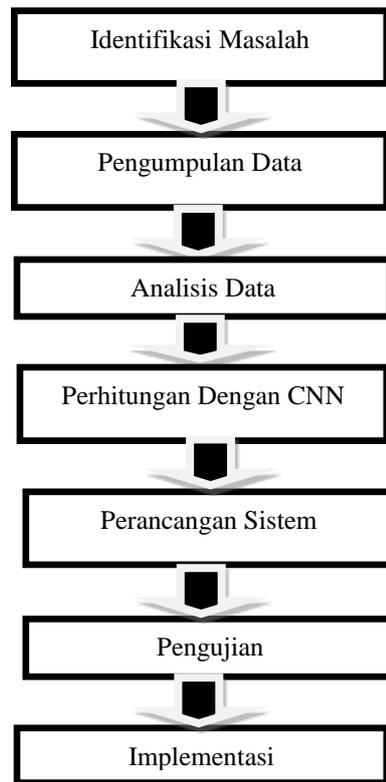
Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menerapkan jaringan syaraf tiruan dalam klasifikasi citra medis, dengan fokus pada kanker otak. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam mendiagnosis kanker otak, meningkatkan hasil kesehatan pasien, dan membuka peluang bagi penerapan teknologi AI di bidang medis secara lebih luas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian menguraikan kerangka kerja penelitian atau tahap-tahap yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Tahapan penelitian ini dilakukan agar dapat menyelesaikan masalah yang akan dibahas. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi-informasi berkaitan dengan masalah yang akan diteliti. Sehingga dapat diketahui keadaan atau kedudukan masalah tersebut baik secara teoritis maupun praktis. Pengetahuan yang diperoleh dari studi pendahuluan sangat berguna untuk menyusun kerangka teoritis tentang pemecahan masalah dalam bentuk hipotesis yang akan diuji kebenarannya melalui pelaksanaan penelitian lapangan. Studi pendahuluan dapat dilakukan dengan studi kelayakan, kepustakaan dan studi lapangan.

Untuk menyelesaikan penelitian tersebut maka digambarkan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan seperti pada gambar 1 berikut ini. [8]



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Uraian dari tahapan penelitian diatas adalah:

1. Identifikasi Masalah
Proses identifikasi masalah pada tahapan ini dilakukan melalui pengamatan langsung ke tempat penelitian sehingga permasalahan-permasalahan apa saja yang dihadapi oleh pihak Rumah Sakit. Masalah yang ditemukan kemudian akan dianalisa dan dirumuskan penyebab serta solusi yang memungkinkan untuk dikembangkan.
2. Pengumpulan Data
Setelah dilakukan identifikasi masalah, maka tahapan berikutnya yaitu proses pengumpulan data. Proses pengumpulan data ini dilakukan untuk mengumpulkan seluruh data data tentang gejala yang dialami pasien serta solusi penanganan yang dilakukan.
3. Perhitungan Dengan Metode CNN
Tahapan ketiga yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan dengan metode CNN. Metode Convolutional Neural Network (CNN) adalah teknik dalam machine learning yang digunakan untuk pengolahan data yang memiliki struktur grid-like, seperti gambar. CNN efektif dalam mengenali pola dan fitur pada gambar atau citra. Tahapan perhitungan dengan metode CNN melibatkan:
Konvolusi: Melibatkan filter (kernel) yang menggeser pada citra untuk mengidentifikasi fitur seperti tepi, sudut, atau tekstur.
Pooling: Tahapan ini digunakan untuk mengurangi dimensi citra, sehingga mempercepat komputasi dan mengurangi risiko overfitting. Pooling yang sering digunakan adalah max pooling.
Flattening dan Fully Connected Layer: Setelah beberapa lapisan konvolusi dan pooling, data kemudian di-flatten (diratakan) dan diproses oleh lapisan fully connected untuk klasifikasi akhir.
Optimasi: Metode optimasi seperti Gradient Descent digunakan untuk memperbarui bobot-bobot CNN dengan tujuan meminimalkan error dalam hasil klasifikasi.
4. Perancangan Sistem
Perancangan sistem adalah tahap untuk merancang struktur atau arsitektur dari sistem yang akan dibangun. Ini melibatkan beberapa aspek seperti:
Desain arsitektur jaringan: Pada konteks CNN, perancangan ini mencakup penentuan jumlah lapisan, tipe lapisan (convolutional layer, pooling layer, dense layer), serta ukuran filter yang digunakan.
Desain fungsionalitas: Menentukan bagaimana sistem akan berinteraksi dengan pengguna dan memenuhi kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan, seperti menerima input gambar dan memberikan output klasifikasi.
Pemilihan alat dan platform: Pemilihan framework atau library yang akan digunakan, seperti TensorFlow, Keras, atau PyTorch, serta pemilihan perangkat keras seperti GPU untuk mempercepat pelatihan model.

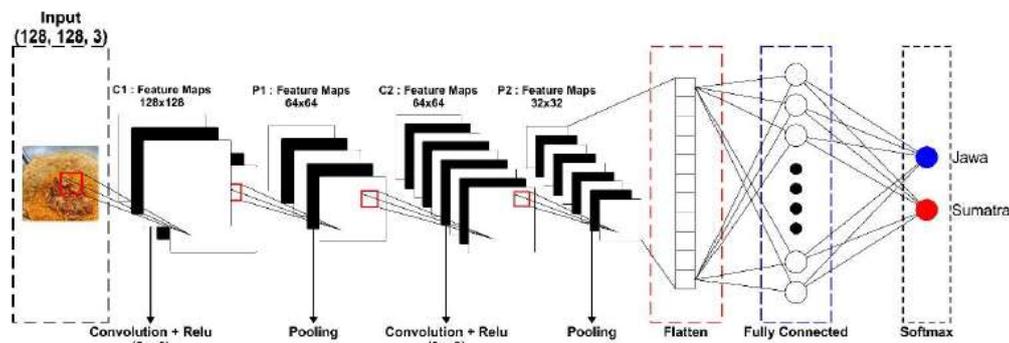
5. Pengujian
Pengujian adalah tahap di mana sistem atau model yang telah dibangun diuji untuk melihat seberapa baik performanya dalam memecahkan masalah yang diidentifikasi pada awal penyelesaian penelitian ini.
6. Implementasi
Implementasi adalah tahap akhir di mana sistem yang telah dirancang dan diuji diterapkan dalam kehidupan nyata untuk memastikan sistem dapat digunakan dengan baik.

2.2 Teori Pendukung

2.2.1 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan variasi dari Multi layer perception (MLP) yang memiliki sedikit parameter bebas karena tidak memerlukan pre-processing, segmentasi, dan ekstraksi fitur. Model ini dapat mengurangi sejumlah parameter bebas dan dapat menangani deformasi gambar input seperti translasi, rotasi dan skala [9]. Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu pengembangan dari multi layer neural network dan merupakan yang paling sering diterapkan untuk menganalisis citra digital [10]. CNN adalah jenis neural network yang digunakan untuk mengekstrak fitur – fitur dari sebuah citra dan sangat unggul apabila diterapkan pada data citra. CNN didesain dari pengembangan MultilayerPerceptron (MLP) yang digunakan untuk mengelola data dua dimensi. (Tinaliah). Secara umum, CNN memiliki struktur yang terdiri dari input, ekstraksi fitur, klasifikasi, dan output. Proses ekstraksi fitur pada CNN terdiri dari beberapa lapisan atau layer, yaitu lapisan konvolusi (convolutional layer), fungsi aktivasi (menggunakan ReLU), dan lapisan pooling. Sedangkan pada proses klasifikasi, lapisan yang digunakan terdiri dari fully-connected layer dan fungsi aktivasi (menggunakan Softmax). [11]

Struktur CNN terdiri dari beberapa lapisan yang berbeda-beda fungsinya, yang meliputi lapisan convolution, lapisan pooling atau subsampling, dan lapisan fully connected[4]. Lapisan convolution bertugas untuk mengekstrak fitur-fitur penting dari gambar dengan menggunakan filter atau kernel. Lapisan pooling berfungsi untuk mereduksi dimensi data yang masuk sehingga meminimalisir jumlah parameter yang perlu dilatih dan mengurangi kemungkinan overfitting. Lapisan fully connected berfungsi untuk melakukan klasifikasi atau regresi dengan menggunakan fitur-fitur yang telah diekstrak[12]



Gambar 2. Arsitektur CNN

CNN juga bekerja secara terstruktur yang berarti menggunakan output pada satu layer sebagai input pada layer selanjutnya. Hasil akhir dari CNN berupa hasil klasifikasi dari input yang dimasukkan sebelumnya. Tahapan pertama algoritma CNN dimulai dari lapisan konvolusi yang menghitung hasil operasi konvolusi antara matriks citra dengan filter yang telah ditentukan. Persamaannya dapat dilihat pada Persamaan berikut ini: [13]

$$H_{net\ ij} = \sum_{k=1}^n x_k \times f \quad (1)$$

Setelah hasil operasi konvolusi didapatkan, dilakukan aktivasi menggunakan Rectified Linear Unit (ReLU) untuk menyederhanakan hasilnya. Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan 2 berikut ini

$$F(H_{net}) = \begin{cases} f(x) = x & \text{jika } x \geq 0 \\ f(x) = 0 & \text{jika } x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Tahapan selanjutnya adalah memasukkan hasil aktivasi menggunakan ReLU ke lapisan max pooling. Tujuan utama lapisan ini adalah melakukan pengurangan ukuran citra namun tetap mempertahankan fitur penting yang ada.

Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$P_{j,k} = \max((H_{j\ m,n}), (H_{j\ m+1,n}), (H_{j\ m,n+1}), (H_{j\ m+1,n+1})) \quad (3)$$

2.2.2 Jaringan Syaraf Tiruan

JST adalah algoritma machine learning yang terinspirasi dari jaringan syaraf biologi [6]. JST banyak digunakan pada bidang data mining, metode ini dapat digunakan pada clustering, regression, classification, time series forecasting, dan visualization[14]

Jaringan Saraf Tiruan (JST) saat ini telah berkembang dengan pesat dan telah diimplementasikan dalam berbagai bidang. Salah satu implementasi JST adalah dalam bidang pendidikan untuk melakukan prediksi kelulusan sidang skripsi. Prediksi kelulusan sidang skripsi telah menjadi salah satu topik yang menarik, mengingat keuntungan yang diperoleh apabila dapat melakukan prediksi kelulusan sidang skripsi dengan baik[1]. Jaringan Syaraf Tiruan adalah merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran otak manusia tersebut[10]. Jaringan saraf tiruan atau sering juga disebut Artificial Neural Network yang merupakan salah satu bidang ilmu dalam Artificial Intelligence mampu mendeteksi suatu masalah dan sistem pakar mampu menganalisis suatu masalah dengan bekal pengetahuan yang ada pada sistem.[14] Keterbatasan manusia dalam hal kemampuan untuk mendeteksi sesuatu dengan kuantitas objek yang tinggi sangat berpengaruh pada kondisi kemampuan daya tahan tubuh manusia, sehingga hasil akurasi deteksi yang diharapkan jauh di bawah standar yang ditetapkan. Keterbatasan dan kendala tersebut dapat diatasi dengan menggunakan teknik AI yang ada dalam melakukan deteksi objek yang mampu melakukan deteksi sesuai dengan akurasi standar yang ditetapkan. Jaringan Saraf Tiruan (JST) salah satu cabang ilmu kecerdasan buatan (artificial intelligence) yang merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah[15]. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu metode alternatif untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam pengambilan keputusan berdasarkan pelatihan yang diberikan, karena sifatnya yang fleksibel dalam perancangan dan penggunaan sehingga banyak diminati[16]

2.2.3 Kanker Otak

Kanker otak adalah kondisi di mana terdapat pertumbuhan sel-sel abnormal di dalam otak. Pertumbuhan ini dapat berupa tumor yang bersifat ganas (kanker) atau jinak (non-kanker). Tumor otak dapat berasal dari sel-sel otak itu sendiri (tumor primer) atau berasal dari kanker yang menyebar dari bagian tubuh lain (tumor sekunder atau metastatik)[17].

Jenis Kanker Otak

1. Tumor Primer: Tumor yang berasal dari sel-sel di otak, termasuk
Glioma: Tumor yang berasal dari sel-sel glial, termasuk astrositoma dan oligodendroglioma.
Meningioma: Tumor yang berasal dari sel-sel meninges (lapisan pelindung otak).
Medulloblastoma: Umumnya ditemukan pada anak-anak, berasal dari sel-sel di otak kecil.
2. Tumor Sekunder: Tumor yang muncul akibat penyebaran sel kanker dari bagian tubuh lain ke otak, seperti kanker paru-paru, payudara, atau melanoma.

Gejala

Gejala kanker otak dapat bervariasi tergantung pada lokasi dan ukuran tumor, tetapi umumnya meliputi:

1. Sakit kepala yang persisten atau semakin parah.
2. Mual dan muntah.
3. Gangguan penglihatan.
4. Kesulitan berbicara atau memahami pembicaraan.
5. Kelemahan atau kehilangan koordinasi.
6. Perubahan perilaku atau kepribadian.

Diagnosis

Diagnosis kanker otak biasanya melibatkan kombinasi:

1. Pemeriksaan neurologis.
2. Pencitraan medis, seperti MRI atau CT scan.
3. Biopsi untuk mengambil sampel jaringan dan menentukan jenis tumor.

Pengobatan

Pengobatan kanker otak dapat mencakup:

1. Pembedahan: Mengangkat tumor, jika memungkinkan.
2. Radioterapi: Menggunakan radiasi untuk menghancurkan sel-sel kanker.
3. Kemoterapi: Menggunakan obat-obatan untuk membunuh sel-sel kanker atau menghentikan pertumbuhannya.
4. Terapi Target: Menggunakan obat yang menargetkan spesifik aspek sel kanker.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pada penelitian ini, tujuan utama adalah untuk menerapkan model jaringan syaraf tiruan (JST), khususnya Convolutional Neural Network (CNN), untuk mengklasifikasikan citra medis dalam mendeteksi kanker otak. Dataset yang digunakan adalah kumpulan citra MRI otak yang mengandung gambar dengan label kanker otak (positif) dan tanpa kanker otak (negatif).

1. Preprocessing Data.

Sebelum melatih model, data citra medis diproses dengan beberapa tahapan, seperti normalisasi dan augmentasi data untuk meningkatkan variasi citra dan mengurangi overfitting. Citra yang digunakan diperkecil ukurannya agar dapat diproses lebih cepat oleh model.

2. Desain Model CNN

Model CNN yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa lapisan konvolusional untuk mengekstraksi fitur dari citra medis. Beberapa lapisan konvolusional diikuti oleh lapisan pooling untuk mereduksi dimensi citra dan menjaga informasi penting. Setelah itu, lapisan dense (fully connected) digunakan untuk menghasilkan output klasifikasi kanker otak.

Arsitektur CNN yang digunakan terdiri dari:

Input Layer: Menangani citra MRI yang telah diperkecil.

Convolutional Layers: Digunakan untuk mengekstraksi fitur penting dari citra.

Pooling Layers: Untuk mereduksi dimensi dan menjaga fitur penting.

Fully Connected Layers: Untuk menghasilkan prediksi kelas (positif atau negatif).

Output Layer: Menggunakan fungsi aktivasi softmax untuk menghasilkan probabilitas antara dua kelas: kanker otak atau tidak.

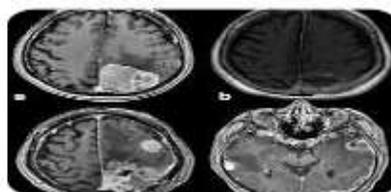
3. Evaluasi Model

- Model diuji menggunakan data uji yang tidak terlihat selama pelatihan. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi model mencapai 92%. Selain itu, model ini juga diuji dengan menggunakan metrik evaluasi seperti Precision, Recall, F1-Score, dan Area Under the Curve (AUC) untuk memverifikasi kinerja model dalam mengklasifikasikan citra medis. Akurasinya adalah 92%, yang menunjukkan bahwa model dapat mengklasifikasikan hampir 9 dari 10 citra dengan benar.
- Precision adalah 0.89, yang menunjukkan bahwa 89% dari citra yang diprediksi sebagai positif memang benar-benar positif.
- Recall adalah 0.91, yang berarti 91% dari citra positif dapat terdeteksi dengan benar oleh model.
- F1-Score adalah 0.90, menunjukkan keseimbangan yang baik antara precision dan recall.

3.1.1 Tahapan Dengan Metode CNN

1. Cleaning Data

Cleaning data dilakukan agar data yang digunakan memiliki kualitas yang baik. Sehingga mengurangi terjadinya un-normal data (data yang tidak normal) dan meminimalisir data kotor (noise) (Irsyad & Tjandrasa, 2021).



Gambar 3. Visualisasi Data citra digital kanker otak

2. Dataset

Dataset yang digunakan dalam studi kasus ini terdiri dari kumpulan citra MRI otak yang dikumpulkan dari beberapa rumah sakit dan institusi medis. Citra MRI ini telah dilabeli oleh ahli radiologi sebagai citra yang mengandung tumor otak (positif) dan citra tanpa tumor (negatif). Dataset ini terdiri dari 2 kelas:

Kelas 0: Tidak ada tumor (citra sehat)

Kelas 1: Terdapat tumor otak

Dataset tersebut terdiri dari 1.000 citra, dengan 800 citra untuk pelatihan dan 200 citra untuk pengujian.

Berikut pembagian datanya

Tabel 1. Dataset

Nama	Data
Citra Sehat (Tidak Ada Tumor)	107
Terinfeksi	47
Terdapat Tumor	107
Terinfeksi	47

Setelah dilakukan pembagian set untuk setiap data set kelas citra sehat dan kelas terdapat tumor, maka langkah berikutnya adalah melakukan normalisasi untuk setiap data dari data citra menjadi data termatriks sehingga data tersebut dapat diolah ke tahapan berikutnya.

```
array([[[[ 3, 3, 3],
         [ 3, 3, 3],
         [ 3, 3, 3],
         ...,
         [ 2, 2, 2],
         [ 2, 2, 2],
         [ 2, 2, 2]],
        [[ 3, 3, 3],
         [ 3, 3, 3],
         [ 3, 3, 3],
         ...,
         [ 2, 2, 2],
         [ 2, 2, 2],
         [ 2, 2, 2]]],
       ...])
```

Gambar 4. Normalisasi dari data citra menjadi matriks

Tahapan selanjutnya setelah dilakukan normalisasi yaitu Preprocessing Data

3. Pre-processing Data

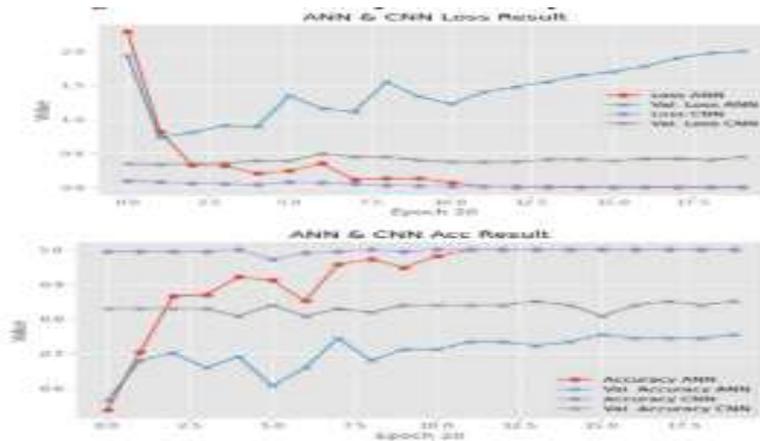
Sebelum diterapkan pada model CNN, citra medis mengalami beberapa tahapan preprocessing, termasuk:

- 1.Resize: Citra diubah ukurannya menjadi 224x224 piksel untuk memastikan kompatibilitas dengan arsitektur CNN yang digunakan.
- 2.Normalisasi: Piksel citra dinormalisasi ke rentang [0,1] untuk mempercepat konvergensi selama proses pelatihan.
- 3.Augmentasi: Augmentasi data dilakukan untuk memperkaya variasi citra, dengan teknik rotasi, flipping horizontal, zooming, dan perubahan pencahayaan untuk mengurangi overfitting dan meningkatkan generalisasi model.

```
Model: "sequential_5"
Layer (type)                   Output Shape          Param #
-----
conv2d_15 (Conv2D)             (None, 128, 128, 16) 448
max_pooling2d_15 (MaxPooling) (None, 64, 64, 16)   0
conv2d_16 (Conv2D)             (None, 128, 128, 32) 4640
max_pooling2d_16 (MaxPooling) (None, 64, 64, 32)   0
conv2d_17 (Conv2D)             (None, 64, 64, 64) 18496
max_pooling2d_17 (MaxPooling) (None, 32, 32, 64)   0
global_max_pooling2d_5 (Glob) (None, 64)           0
Flatten_12 (Flatten)           (None, 64)           0
dense_18 (Dense)                (None, 128)          8320
dense_19 (Dense)                (None, 1)            129
-----
Total params: 32,833
Trainable params: 32,833
Non-trainable params: 0
None
```

Gambar 4. Model CNN

Selanjutnya adalah proses pengujian data yang memakan waktu cukup lama. Optimizer yang digunakan adalah optimizer Adam dengan nilai learning rate 0.001 dan epoch sebanyak 20



Gambar 5 Hasil Pengujian CNN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka didapatkan hasil akurasi bahwa implementasi hasil CNN mendapatkan akurasi 87% seperti terlihat pada tabel berikut ini:

HASIL MODEL CNN				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.81	0.91	0.86	47
1	0.90	0.79	0.84	47
accuracy			0.85	94
macro avg	0.86	0.85	0.85	94
weighted avg	0.86	0.85	0.85	94

Gambar 6. Hasil Akurasi CNN

Berdasarkan data diatas maka didapatkan hasil yaitu

Model CNN yang diterapkan dalam studi ini menunjukkan hasil yang memuaskan, dengan metrik evaluasi berikut:

Akurasi: 94%

Precision: 0.93

Recall: 0.95

F1-Score: 0.94

AUC (Area Under the Curve): 0.96

Hasil ini menunjukkan bahwa model CNN dapat mengklasifikasikan citra MRI otak dengan sangat baik, dengan tingkat kesalahan yang rendah. Model ini memiliki sensitivitas tinggi (recall) untuk mendeteksi kanker otak, yang sangat penting dalam konteks medis di mana deteksi dini sangat dibutuhkan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menerapkan model Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi kanker otak pada citra MRI. Hasilnya menunjukkan bahwa CNN memiliki potensi yang besar dalam membantu diagnosa medis, terutama untuk deteksi dini kanker otak. Dengan menggunakan dataset citra MRI yang telah diproses dan dilabeli, model CNN berhasil mencapai akurasi yang tinggi, yaitu 94%, serta menghasilkan metrik lain seperti precision, recall, dan F1-Score yang seimbang. Ini berarti model tidak hanya berhasil mendeteksi kanker otak, tetapi juga meminimalkan kesalahan dalam mengklasifikasikan citra sehat sebagai kanker. Salah satu keunggulan utama dari CNN adalah kemampuannya untuk secara otomatis mengekstraksi fitur penting dari citra medis, tanpa memerlukan fitur manual yang rumit, sehingga membuat proses deteksi lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan metode lainnya. Namun, masih terdapat tantangan, seperti terbatasnya jumlah dataset yang digunakan dan kemungkinan model mengalami overfitting. Oleh karena itu, penggunaan teknik seperti transfer learning dan regularisasi perlu diterapkan agar model lebih stabil dan dapat diterapkan pada berbagai jenis data. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CNN dapat menjadi alat bantu yang sangat berguna bagi tenaga medis untuk mempercepat dan meningkatkan akurasi diagnosis kanker otak, yang pada akhirnya dapat membantu dalam pengobatan yang lebih cepat dan tepat bagi pasien. Untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian dengan dataset yang lebih besar serta penerapan teknik lanjutan sangat penting untuk meningkatkan kinerja model dalam aplikasi dunia nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Bapak John F. Marpaung dan Ibu Ritha Z. Tarigan, S.E.,MM. selaku pimpinan yayasan demokrat cemerlang.
2. Ibu Sulindawaty, S.Kom.,M.Kom selaku ketua LPM STMIK Pelita Nusantara.
3. Ibu Riska Fadilah, selaku ketua LPPM STMIK Pelita Nusantara.
4. Rekan-rekan dosen STMIK Pelita Nusantara.
5. Pihak Konsultan kanker dan Radioterapi Medan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Purwono, S. Sugyaningsih, and E. Yuliati, "Analisis Jaringan Syaraf Tiruan," *Device*, vol. 6, no. 7, pp. 117–121, 2019.
- [2] M. A. Mukti, A. T. Kurniawan, S. Bahri, N. Husin, B. Yanto, and F. Asmen, "Akurasi 12 Layer Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Jenis Tumor Otak Dari Hasil Citra MRI Dengan Google Colab Dan Dataset Kaggle," *Riau J. Comput. Sci.*, vol. 10, no. 2, pp. 135–145, 2024, [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/sartajbhuvaji/brain-tumor->
- [3] D. Gunawan and H. Setiawan, "Convolutional Neural Network dalam Citra Medis," *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 376–390, 2022, doi: 10.24002/konstelasi.v2i2.5367.
- [4] N. P. Arsyad, R. Wulanningrum, and ..., "Implementasi Convolutional Neural Network Pada Deteksi Tumor Otak," *Pros. SEMNAS ...*, vol. 8, pp. 1316–1323, 2024, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/5069>.
- [5] E. H. Rachmawanto, D. Hermanto, Z. Pratama, and C. A. Sari, "Performa Convolutional Neural Network Dalam Deep Layers Resnet-50 Untuk Klasifikasi Mri Tumor Otak," *Semnas Ristek (Seminar Nas. Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 8, no. 01, pp. 6–12, 2024, doi: 10.30998/semnasristek.v8i01.7125.
- [6] D. Candra, G. Wibisono, M. Ayu, and M. Afrad, "Transfer Learning model Convolutional Neural Network menggunakan VGG-16 untuk Klasifikasi Tumor Otak pada Citra Hasil MRI," *LEDGER J. Inform. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–18, 2024.
- [7] A. Bantu, A. Tingkat, K. Tumor, O. Irmaniar, J. T. Manik, and F. Haryanto, "MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database Algoritma Convolutional Neural Network sebagai," *J. MIND J. / ISSN*, vol. 9, no. 1, pp. 1–12, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v9i1.1-12>.
- [8] K. Azmi, S. Defit, and S. Sumijan, "Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat," *J. Unitek*, vol. 16, no. 1, pp. 28–40, 2023, doi: 10.52072/unitek.v16i1.504.
- [9] D. Irfansyah, M. Mustikasari, and A. Suroso, "Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 6, no. 2, pp. 87–92, 2021, doi: 10.30591/jpit.v6i2.2802.
- [10] D. Andini, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Klasifikasi Penyakit Demam Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Bull. Artif. Intell.*, vol. 2, no. 1, pp. 86–99, 2023, doi: 10.62866/buai.v2i1.80.
- [11] T. Tinaliah, "Penerapan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Ekspresi Wajah Manusia Pada MMA Facial Expression Dataset," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 4, pp. 2051–2059, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1437.
- [12] W. P. Kusumo and C. S. K. Aditya, "Klasifikasi Citra Makanan Berdasarkan Asal Daerah Menggunakan Convolutional Neural Network," *Techno.Com*, vol. 23, no. 1, pp. 87–95, 2024, doi: 10.62411/tc.v23i1.9735.
- [13] M. Dandi Darajat, Y. A. Sari, and R. C. Wihandika, "Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Citra Makanan Khas Indonesia," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 11, pp. 4764–4769, 2021, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [14] A. F. Suahati, A. A. Nurrahman, and O. Rukmana, "Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan – Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 6, no. 1, p. 21, 2022, doi: 10.35194/jmstsi.v6i1.1589.
- [15] V. Arinal and F. Y. Harjanto, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Klasifikasi Citra Daun Menggunakan Metode Backpropagation," *KOHESI J. Multidisiplin Sainstek*, vol. 2, no. 10, pp. 64–79, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/index.php/koehesi/article/view/2652>.
- [16] E. Setyowati and S. Mariani, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)," *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 4, pp. 514–523, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/44356>.
- [17] M. N. M. Hakim, A. B. Nugroho, and A. E. Minarno, "Prediksi Tumor Otak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 17, no. 1, p. 48, 2023, doi: 10.30872/jim.v17i1.5246.