

Pemanfaatan CNN Untuk Klasifikasi Tingkatan Alzheimer

Haidar Hamda (13521105)

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail): 13521105@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Pembelajaran mesin menjadi salah satu bidang yang berkembang pesat beberapa tahun terakhir. Pembelajaran mesin telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pemrosesan citra digital. Belakangan ini, penggunaan ctra dalam bidang medis mengalami peningkatan yang pesat. Alzheimer adalah penyakit yang berdampak signifikan terhadap fungsi kognitif manusia. Klasifikasi tingkatan alzheimer menjadi hal yang penting dalam menangani penyakit untuk memberikan perawatan yang tepat. Untuk melakukan analisis penyakit, pada umumnya digunakan citra MRI.

Kata kunci—CNN, Alzheimer, Citra Medis, MRI

I. PENDAHULUAN

Penyakit alzheimer ditandai oleh penurunan fungsi kognitif seperti ingatan, Bahasa, dan kemampuan berpikir secara progresif. Penyakit ini memberikan beban psikologis bagi pasien dan juga keluarganya. Tidak hanya itu, penyakit ini menurunkan kualitas hidup dari pengidap penyakit.

Dalam praktiknya, pendeteksian alzheimer dengan melakukan analisis citra hasil *scan* otak, asesmen klinik, dan melakukan wawancara terhadap keluarga atau orang yang dekat dengan pasien [1]. Proses ini menjadi tantangan yang besar dalam melakukan identifikasi tingkatan alzheimer karena keterbatasan pengetahuan akan bagian otak mana yang terdampak alzheimer. Beberapa tahun terakhir, teknologi penangkapan citra otak seperti *Magnetic Resonance Imaging* telah menjadi alat utama untuk melakukan analisis terhadap otak. Akan tetapi, analisis citra otak ini memerlukan waktu yang lama.

Kemajuan penelitian *Convolutional Neural Network* (CNN) membuka peluang baru dalam analisis citra medis. CNN memiliki kemampuan untuk melakukan ekstraksi fitur secara otomatis.

II. LANDASAN TEORI

A. Citra

Citra dapat direpresentasikan sebagai fungsi pada bidang dua dimensi $f(x,y)$ yang merepresentasikan intensitas cahaya pada koordinat (x,y) dalam citra. Citra berukuran M baris dan N kolom memiliki koordinat diskrit $x=0,1,2,\dots,M-1$ dan

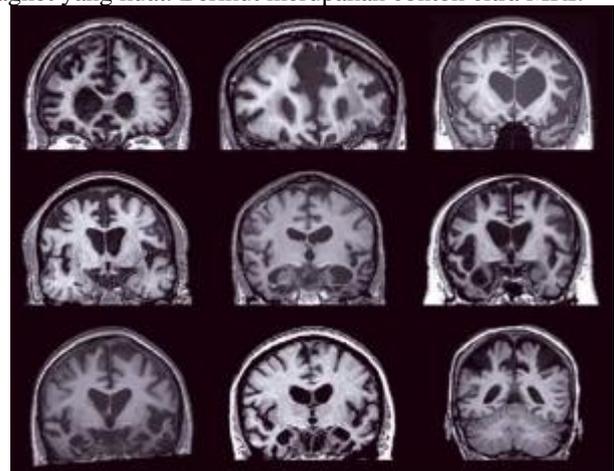
$y=0,1,2,\dots,N-1$. Citra juga dapat direpresentasikan dalam bentuk larik yang elemennya terdiri atas nilai intensitas yang berkoresponden dengan indeks dari larik. Larik citra berukuran $M \times N$ direpresentasikan sebagai berikut.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \dots & f(0,N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Resolusi dalam citra merujuk pada ukuran suatu citra, yang biasa dinyatakan dalam jumlah piksel. Resolusi menentukan seberapa banyak informasi yang dapat ditampilkan dalam citra. Secara umum, tingkat resolusi sebanding dengan tingkat kejelasan citra.

B. Magnetic Resonance Imaging

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah teknologi pencitraan *non-invasive*. MRI sering kali digunakan untuk pendeteksian penyakit, diagnosis, dan monitor perawatan. MRI memanfaatkan magnet yang kuat untuk membuat medan magnet yang kuat. Berikut merupakan contoh citra MRI.

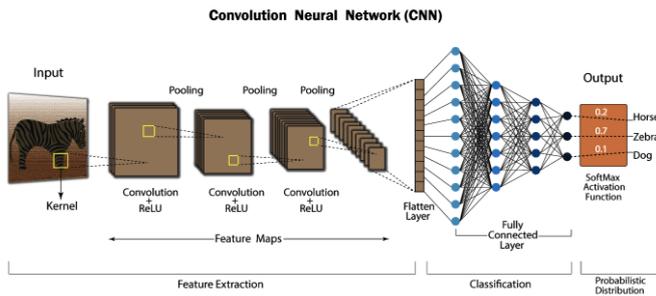


Gambar II.1 Contoh Citra MRI (Sumber: <https://www.nature.com/articles/nrneurol.2017.77>)

C. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah algoritma pembelajaran mendalam yang pada umumnya digunakan untuk

memproses data yang memiliki topologi seperti grid, termasuk citra. CNN merupakan arsitektur *Neural Network* untuk melakukan pembelajaran langsung dari data dengan mengilangkan kebutuhan untuk melakukan ekstraksi fitur secara manual. Berikut merupakan arsitektur CNN secara keseluruhan



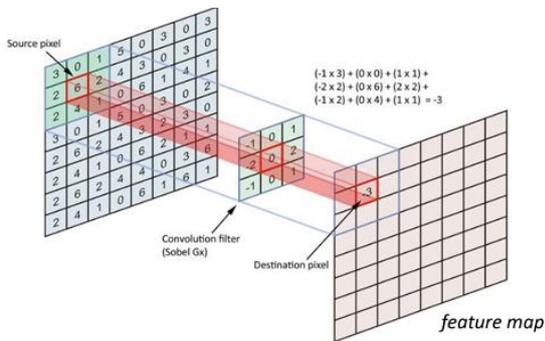
Gambar II.2 Arsitektur CNN (Sumber:

<https://developersbreach.com/convolution-neural-network-deep-learning/>)

CNN terdiri atas beberapa lapisan yang melakukan pemrosesan citra masukan. Berikut lapisan utama dari CNN

1. Convolutional Layer

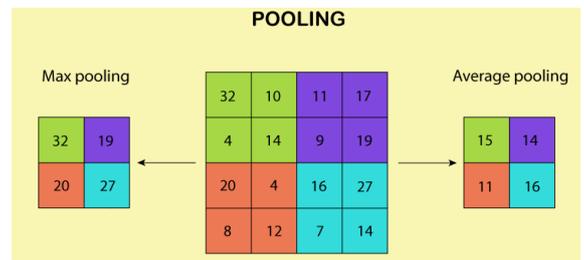
Lapisan ini melakukan operasi konvolusi terhadap citra masukan dengan sejumlah *filter* untuk melakukan ekstraksi fitur dari gambar masukan. Operasi ini menghasilkan *feature map*. *Convolutional layer* diilustrasikan pada gambar II.1.



Gambar II.3 Ilustrasi Convolutional Layer

2. Pooling Layer

Pada lapisan ini, dilakukan pengurangan dimensi spasial dari *feature map* yang dihasilkan oleh lapisan konvolusi. Hal ini dilakukan untuk mengurangi daya komputasi yang diperlukan untuk melakukan pemrosesan data. Pooling dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *max pooling* yang mengembalikan nilai maksimum dari setiap bagian citra yang dicakup oleh kernel dan *average pooling* yang mengembalikan rata-rata nilai dari bagian citra yang dicakup oleh kernel. Gambar II.3 mengilustrasikan kedua jenis *pooling*.



Gambar II.4 Ilustrasi Jenis Pooling

3. Fully-Connected Layer

Lapisan ini bertanggungjawab untuk mempelajari keterhubungan dari fitur yang telah diekstraksi. Lapisan ini menghasilkan vektor berdimensi *k*, dengan *k* adalah jumlah kelas yang dapat diprediksi. Vektor tersebut berisi probabilitas untuk setiap kelas dari citra yang diklasifikasi.

D. Alzheimer

Alzheimer adalah penyakit neurodegeneratif yang mengakibatkan penurunan kemampuan kognitif secara bertahap. Penyakit ini mempengaruhi fungsi-fungsi penting seperti ingatan, pemahaman, bahasa, dan fungsi penting lainnya. Meskipun penyakit ini tidak memberikan efek yang fatal secara langsung, penyakit ini meningkatkan risiko gejala lain yang dapat membahayakan nyawa penderita.

III. PEMBAHASAN

Pada bab ini, dilakukan pembahasan mengenai proses semmentukan Solusi.

A. Pengumpulan Data

Untuk melakukan pembelajaran model, digunakan data yang tersedia pada website *kaggle* yang berjudul Augmented Alzheimer MRI Dataset. Dataset ini berisi 33984 file citra MRI otak yang dikategorikan menjadi 4 tingkatan alzheimer.

B. Preprocessing Data

Preprocess yang dilakukan berupa pemisahan data menjadi data latih. Selain itu, dilakukan penurunan ukuran citra untuk mengurangi beban komputasi.

```
train_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1.0/255,
    rotation_range=30,
    width_shift_range=0.2,
    height_shift_range=0.2,
    shear_range=0.2,
    zoom_range=0.2,
    horizontal_flip=True,
    validation_split=0.2
)
```

```

test_datagen
ImageDataGenerator(rescale=1.0/255)

train_generator
train_datagen.flow_from_directory(
    data_dir,
    target_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical',
    subset='training'
)

validation_generator
train_datagen.flow_from_directory(
    data_dir,
    target_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical',
    subset='validation'
)

test_generator
test_datagen.flow_from_directory(
    data_dir,
    target_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical',
    shuffle=False
)

```

```

Dense(128, activation='relu'),
Dropout(0.5),
Dense(len(train_generator.class_indices),
activation='softmax')
]

```

Gambar III.1 merupakan ringkasan dari model yang dibangun

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18,496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73,856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 36992)	0
dense (Dense)	(None, 128)	4,735,104
dropout (Dropout)	(None, 128)	0
dense_1 (Dense)	(None, 4)	516

Total params: 14,486,686 (55.26 MB)

Trainable params: 4,828,868 (18.42 MB)

Non-trainable params: 0 (0.00 B)

Optimizer params: 9,657,738 (36.84 MB)

Gambar III.1 Ringkasan Model

C. Implementasi Model

Model yang dibangun menggunakan kaskas keras. Model yang dibangun terdiri atas beberapa layer.

```

model = Sequential([
    Conv2D(32, (3, 3), activation='relu',
input_shape=(img_height, img_width, 3)),
    MaxPooling2D((2, 2)),

    Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    MaxPooling2D((2, 2)),

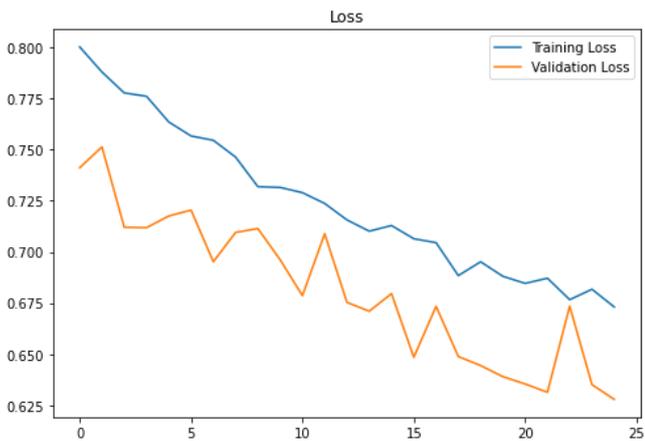
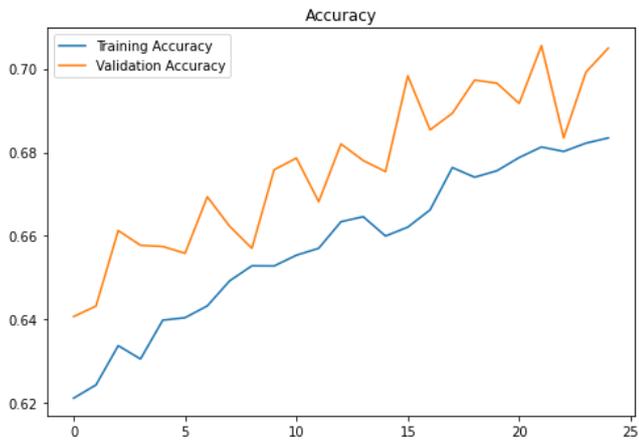
    Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    MaxPooling2D((2, 2)),

    Flatten(),

```

D. Evaluasi

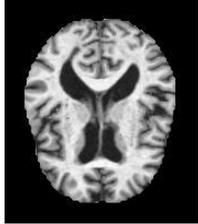
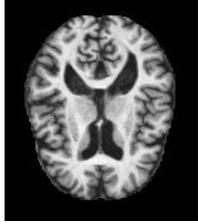
Evaluasi dilakukan dengan berfokus pada nilai akurasi dari model yang dibangun. Model yang dibangun memberikan akurasi sebesar 73%.

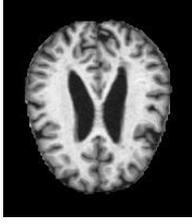
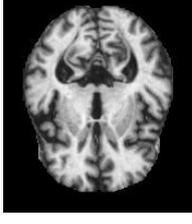


Gambar III.2 Plot Riwayat Pelatihan

Selain itu, dilakukan pengujian untuk prediksi citra menggunakan citra yang terpisah dari data yang digunakan untuk pelatihan.

Tabel III.1 Hasil Pengujian

Citra	Prediksi	Kelas Asli
	Very Mild Demented Confidence: 52.48%	Very Mild Demented
	Mild Demented Confidence: 70.69 %	Mild Demented

	Non Demented Confidence: 49.41%	Non Demented
	Moderate Demented Confidence: 55.29%	Moderate Demented
	Mild Demented Confidence: 73.47%	Mild Demented
	Very Mild Demented Confidence: 51.64%	Very Mild Demented

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, CNN memberikan hasil yang efektif untuk melakukan klasifikasi tingkatan alzheimer berdasarkan citra MRI otak. Model yang telah dibangun memberikan hasil yang cukup memuaskan dengan akurasi sebesar 73%. Akan tetapi, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi model agar tidak terjadi kesalahan diagnosis.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pertama-tama penulis panjatkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. selaku dosen pengajar mata kuliah pemrosesan citra digital tahun ajaran 2024/2025 yang telah memberikan bimbingan dan pengajaran selama satu semester penuh.

REFERENSI

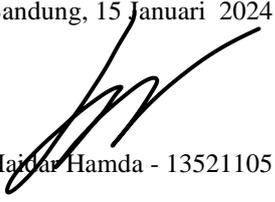
- [1] Ebrahimi, A., Luo, S., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (2021). Convolutional neural networks for Alzheimer's disease detection

on MRI images. *Journal of medical imaging (Bellingham, Wash.)*, 8(2), 024503. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.8.2.024503>

- [2] Gonzalez RC, Woods RE. *Digital Image Processing*. 3rd ed. Prentice Hall; 2008.
- [3] R. Munir, *Pembentukan Citra dan Digitalisasi Citra*, Bandung: Program Studi Teknik Informatika, 2024
- [4] R. Munir, *Convolutional Neural Network*, Bandung: Program Studi Teknik Informatika, 2024
- [5] <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/magnetic-resonance-imaging-mri>
- [6] Mendez M. F. (2017). Early-Onset Alzheimer Disease. *Neurologic clinics*, 35(2), 263–281. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2017.01.005>
- [7] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499922/>

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Januari 2024


Hafid Hamda - 13521105

PERNYATAAN