

Penerapan Pemrosesan Citra dalam Pelatihan Model *Convolutional Neural Network* untuk Mendeteksi Tumor dari Citra MRI Otak

Prana Gusriana / 13519195
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail): 13519195@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Penerapan teknik pemrosesan citra telah banyak diterapkan dalam berbagai hal, salah satunya dapat digunakan pada saat pelatihan model *Convolutional Neural Network*. Pemrosesan citra digunakan untuk membuat data latih model CNN lebih bervariasi sehingga permasalahan *overfitting* dapat dihindari dan model dapat memiliki generalisasi yang lebih baik. Dalam makalah ini akan dilakukan perbandingan performa model CNN sebelum dan sesudah diterapkan pemrosesan citra pada saat tahapan pelatihan model.

Keywords—*pemrosesan citra; convolutional neural network; tumor otak; overfitting;*

I. PENDAHULUAN

Tumor otak dianggap sebagai salah satu penyakit yang cukup agresif. Penyakit ini dapat menimpa siapa saja baik pria, wanita, anak-anak, maupun orang dewasa. Di Amerika Serikat, tumor otak dan sistem saraf menyerang sekitar 30 dari 100.000 orang dewasa. Tumor otak berbahaya karena dapat menekan bagian otak yang sehat atau menyebar ke area tersebut. Beberapa tumor otak juga bisa bersifat kanker atau menjadi kanker. Mereka dapat menyebabkan masalah jika menghalangi aliran cairan di sekitar otak, yang dapat menyebabkan peningkatan tekanan di dalam tengkorak. Beberapa jenis tumor dapat menyebar melalui cairan tulang belakang ke area yang jauh dari otak atau tulang belakang.

Tumor otak dapat dideteksi dengan menggunakan teknik *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Citra hasil MRI tersebut kemudian diperiksa secara manual oleh radiolog. Pemeriksaan manual bisa rawan kesalahan karena tingkat kerumitan yang terlibat dalam tumor otak dan sifat-sifatnya. Oleh sebab itu, berbagai teknik kecerdasan buatan maupun pembelajaran mesin diterapkan untuk dapat mengklasifikasikan tumor otak dari citra MRI secara otomatis. Salah satu pendekatan yang biasa digunakan dan memberikan performa yang cukup baik adalah *Convolutional Neural Network* (CNN).

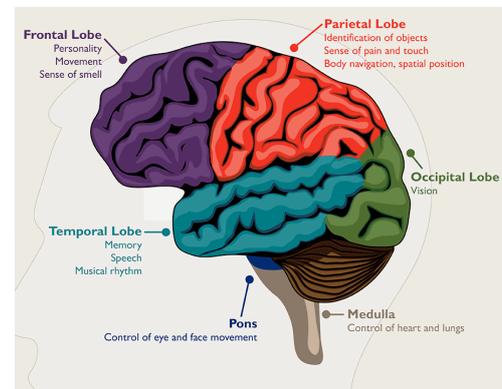
Terdapat permasalahan yang dapat terjadi saat pelatihan model CNN yaitu *overfitting*. *Overfitting* terjadi Ketika jarak antara kesalahan pada saat pelatihan dan kesalahan pada saat pengujian terlalu besar sehingga model yang dihasilkan dapat memprediksi data latih dengan cukup baik namun tidak terlalu

baik untuk memprediksi data uji. Salah satu penyebab terjadinya *overfitting* adalah kurangnya variasi pada data latih sehingga model tidak dapat melakukan generalisasi dengan baik. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menerapkan pemrosesan citra pada saat pelatihan model sehingga data latih yang digunakan dapat lebih bervariasi dan model dapat memprediksi data uji dengan cukup baik untuk berbagai kondisi.

II. DASAR TEORI

A. Tumor Otak

Tumor otak adalah pertumbuhan sel abnormal di otak. Anatomi otak sangat kompleks, bagian yang berbeda bertanggung jawab atas fungsi sistem saraf yang berbeda. Tumor otak dapat berkembang di bagian mana pun dari otak atau tengkorak, termasuk lapisan pelindungnya, bagian bawah otak (dasar tengkorak), batang otak, sinus dan rongga hidung, dan banyak area lainnya. Ada lebih dari 120 jenis tumor berbeda yang dapat berkembang di otak, tergantung dari jaringan mana asalnya. Gambar II.1 memperlihatkan bagian-bagian otak beserta fungsi system saraf yang terkait.



Gambar II.1 Bagian-bagian otak serta fungsi sistem saraf yang terkait

Meskipun tumor otak dapat terbentuk di bagian otak mana pun, tetapi ada daerah tertentu di mana tumor tertentu terbentuk. Meningioma terbentuk di meninges, lapisan

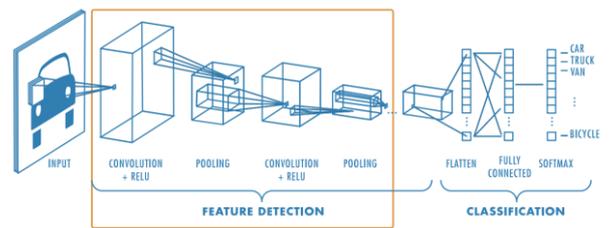
pelindung otak. Tumor hipofisis (*pituitary tumors*) berkembang di kelenjar hipofisis. Tumor medulloblastoma timbul dari cerebellum atau batang otak. Tumor dasar tengkorak tumbuh di bagian bawah otak, yang disebut dasar tengkorak. Tumor otak lainnya dijelaskan oleh jenis sel yang menyusunnya. Misalnya, glioma terdiri dari sel glial.

Tumor otak berbeda dengan kanker otak. Semua kanker otak adalah tumor, namun tidak semua tumor otak adalah kanker. Tumor otak non-kanker disebut sebagai tumor otak jinak. Tumor otak jinak biasanya tumbuh secara perlahan. Tumor jinak masih bisa berbahaya. Mereka dapat merusak dan menekan bagian otak, serta menyebabkan disfungsi yang parah. Sangat jarang tumor otak jinak bisa menjadi ganas, namun jika tumor jinak tersebut terletak pada lokasi yang vital maka akan tetap berbahaya. Contoh dari tumor otak jinak adalah *meningioma*, *vestibular schwannoma* dan *pituitary adenoma*. Tumor otak yang bersifat kanker disebut tumor ganas dan biasanya tumbuh secara cepat serta menyerang struktur otak yang sehat disekitarnya. Kanker otak dapat mengancam jiwa karena perubahan yang ditimbulkannya pada struktur vital otak. Contoh dari tumor otak ganas adalah *olfactory neuroblastoma*, *chondrosarcoma* dan *medulloblastoma*.

Gejala tumor otak akan bervariasi tergantung pada lokasi tumor karena bagian otak yang berbeda mengontrol fungsi yang berbeda. Misalnya, tumor otak yang terletak di cerebellum di bagian belakang kepala dapat menyebabkan masalah pada gerakan, berjalan, keseimbangan, dan koordinasi. Jika tumor memengaruhi jalur optik, yang bertanggung jawab untuk penglihatan, perubahan penglihatan dapat terjadi. Ukuran tumor serta seberapa cepat perubahannya juga dapat memengaruhi gejalanya. Secara umum gejala yang sering dialami adalah sakit kepala, kejang, kesulitan berpikir, perubahan perilaku, kehilangan keseimbangan, kehilangan pendengaran, perubahan penglihatan, kebingungan, kehilangan ingatan, dan lain-lain. Tumor otak juga tidak selalu memiliki gejala. Pada kasus tumor otak yang umum terjadi pada orang dewasa, *meningioma*, pertumbuhannya sangat lambat sehingga tidak disadari. Tumor mungkin tidak mulai bergejala sampai ukurannya menjadi besar.

B. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network adalah bentuk spesial dari jaringan saraf tiruan (*neural network*) yang biasa digunakan untuk memproses data dengan topologi grid seperti data gambar. CNN biasa digunakan untuk analisis citra seperti pengenalan objek, klasifikasi objek, dan lain-lain. Pada dasarnya CNN adalah jaringan saraf tiruan yang memiliki minimal satu lapisan konvolusi. Pada CNN proses ekstraksi fitur dilakukan secara otomatis. Gambar II.2 memperlihatkan arsitektur dari CNN yang terdiri dari bagian deteksi fitur dan bagian klasifikasi.



Gambar II.2 Arsitektur CNN

CNN terdiri dari 3 lapisan utama, yaitu *convolutional layer*, *pooling layer*, dan *fully-connected layer*. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing lapisan.

1. Convolutional Layer

Melakukan operasi konvolusi pada citra masukan dengan sejumlah penapis. Tiap penapis menghasilkan luaran yang disebut *feature map*.

2. Pooling Layer

Pada lapisan ini berfungsi untuk mengurangi dimensi dari *feature map* hasil konvolusi. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi daya komputasi yang diperlukan sehingga proses pelatihan dapat dilakukan dengan lebih cepat.

3. Fully-Connected Layer

Lapisan ini berfungsi untuk menyediakan luaran klasifikasi.

C. Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra menjadi citra lain untuk tujuan tertentu, misalnya mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra digital dengan melakukan operasi-operasi pemrosesan sinyal dengan menggunakan komputer. Pengolahan citra dilakukan karena suatu citra yang seringkali mengalami penurunan mutu (*degradasi*) misalnya mengandung *noise*, warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Dengan melakukan pengolahan citra, maka kualitas citra menjadi lebih baik sehingga dapat diinterpretasi lebih lanjut atau digunakan untuk tujuan pengenalan objek di dalam citra.

D. Transformasi Geometri

Transformasi geometri adalah proses memodifikasi posisi dari *pixels* yang ada pada gambar tanpa mengubah nilai *pixel*-nya. Beberapa jenis transformasi geometri yang biasa digunakan dalam pengolahan citra adalah sebagai berikut.

1. Translasi

Translasi adalah pergeseran setiap titik pada citra ke titik yang baru dengan jarak dan arah yang sama.

2. Rotasi

Rotasi adalah pergeseran suatu titik ke titik yang baru secara berputar berdasarkan pada suatu titik referensi (*point of reference*).

3. Scaling

Scaling adalah pemetaan suatu titik ke titik baru dengan setiap komponennya dikali oleh suatu scalar.

III. METODOLOGI

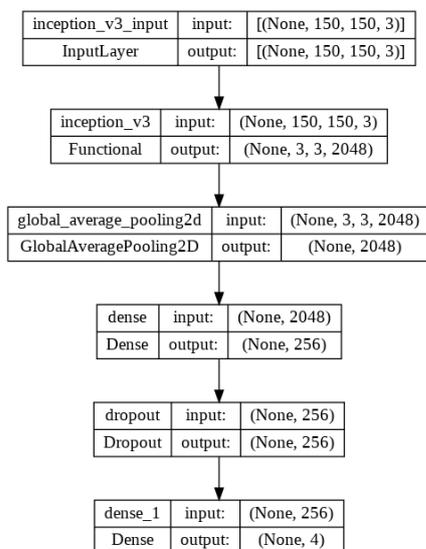
Pada makalah ini, dataset yang digunakan untuk melakukan pelatihan model deteksi tumor otak adalah dataset Brain Tumor Classification (MRI) dari platform Kaggle. Dataset tersebut terdiri dari 2870 gambar sebagai data latih dan 394 gambar sebagai data uji dengan masing-masing terdiri dari 4 kelas yaitu tumor glioma, tumor meningioma, tumor pituitary, dan bukan tumor.

Eksperimen yang akan dilakukan adalah membandingkan performa model sebelum dan sesudah dilakukan pemrosesan citra pada saat pelatihan modelnya. Pemrosesan citra yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Citra akan dirotasi secara acak untuk nilai antara -30 sampai 30 derajat.
2. Citra akan dilakukan pergeseran horizontal secara acak untuk nilai pergeseran antara -10% sampai 10% dari ukuran citra.
3. Citra akan dilakukan pergeseran vertical secara acak untuk nilai pergeseran antara -10% sampai 10% dari ukuran citra.
4. Citra akan dilakukan *scaling* secara acak untuk nilai *scaling* antara 0.9 dan 1.1 lebih besar.

Sebelum dilakukan pelatihan, data perlu di-preprocess terlebih dahulu. Tahap preprocess yang dilakukan adalah menyamakan ukuran citra menjadi ukuran 150x150 dan melakukan normalisasi nilai *pixel*-nya.

Proses pelatihan dilakukan sebanyak 30 epoch untuk model baseline dan model setelah dilakukan penambahan pemrosesan citra. Arsitektur yang digunakan pada makalah ini adalah arsitektur Inception_v3. Gambar III.1 memperlihatkan arsitektur yang digunakan.

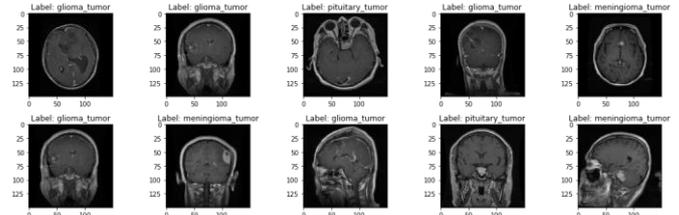


Gambar III.1 Arsitektur yang digunakan

Setelah masing-masing model dilatih selanjutnya akan dilakukan evaluasi dengan membandingkan model sebelum dan sesudah dilakukan penambahan pemrosesan citra.

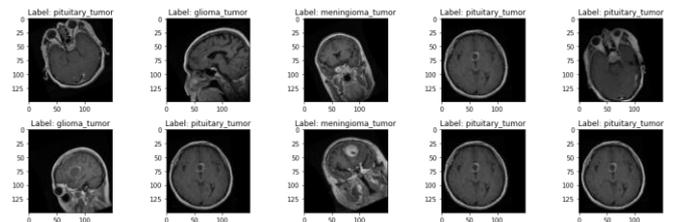
IV. HASIL DAN EKSPERIMEN

Gambar IV.1 memperlihatkan beberapa gambar pada data latih dan labelnya sebelum dilakukan pemrosesan citra.



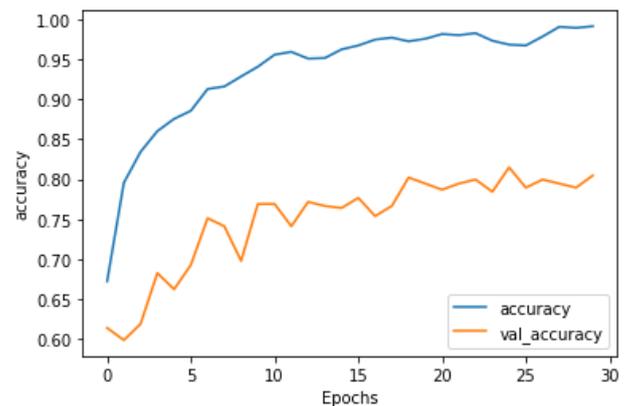
Gambar IV.1 Beberapa citra latih sebelum dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.2 memperlihatkan beberapa gambar pada data latih dan labelnya sesudah dilakukan pemrosesan citra.



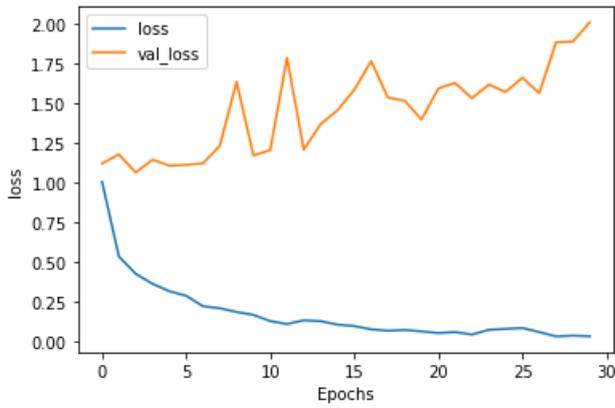
Gambar IV.2 Beberapa citra latih sesudah dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.3 memperlihatkan grafik akurasi untuk data latih dan data uji dari model sebelum dilakukan pemrosesan citra.

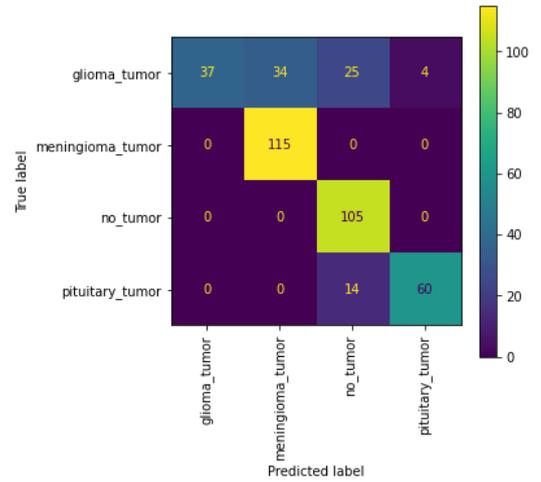


Gambar IV.3 Grafik akurasi untuk model sebelum dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.4 memperlihatkan grafik loss untuk data latih dan data uji dari model sebelum dilakukan pemrosesan citra.

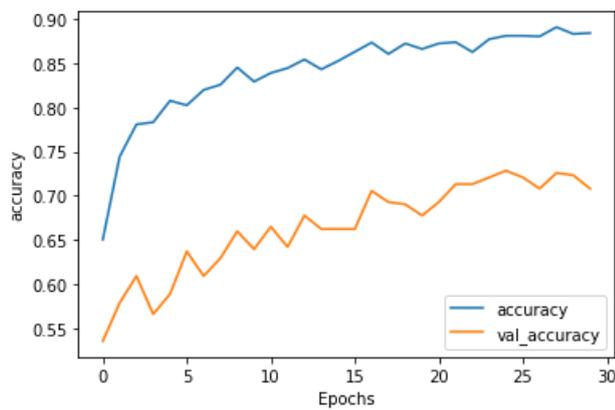


Gambar IV.4 Grafik loss untuk model sebelum dilakukan pemrosesan citra



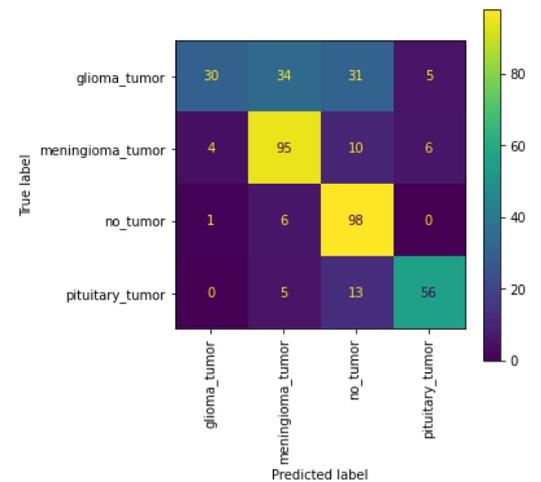
Gambar IV.7 Confusion matrix untuk data uji dari model sebelum dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.5 memperlihatkan grafik akurasi untuk data latih dan data uji dari model sesudah dilakukan pemrosesan citra.



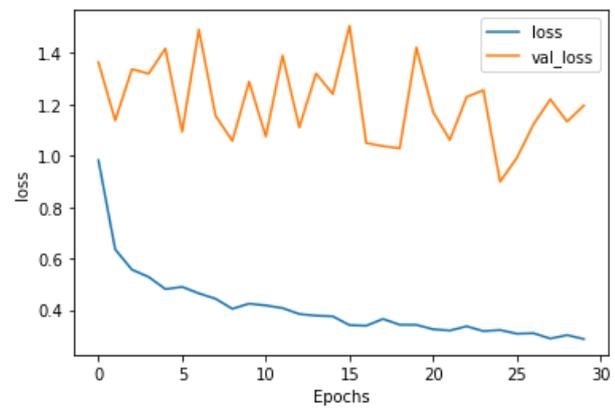
Gambar IV.5 Grafik akurasi untuk model sesudah dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.8 memperlihatkan confusion matrix pada data uji dari model sesudah dilakukan pemrosesan citra.



Gambar IV.8 Confusion matrix untuk data uji dari model sesudah dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.6 memperlihatkan grafik loss untuk data latih dan data uji dari model sesudah dilakukan pemrosesan citra.



Gambar IV.6 Grafik loss untuk model sesudah dilakukan pemrosesan citra

Gambar IV.9 memperlihatkan perbandingan performa akurasi, presisi, recall, dan F1-score dari model sebelum dan sesudah dilakukan pemrosesan citra.

Gambar IV.7 memperlihatkan confusion matrix pada data uji dari model sebelum dilakukan pemrosesan citra.

Performance	Baseline	Modified
Accuracy	0.804569	0.708122
Precision	0.795203	0.704044
Recall	0.859620	0.754068
F1 Score	0.781074	0.686629

Gambar IV.9 Perbandingan performa model sebelum dan sesudah dilakukan pemrosesan citra

V. KESIMPULAN

Dari eksperimen yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penerapan pemrosesan citra atau augmentasi data citra pada saat pelatihan model *Convolutional Neural Network* dapat mengurangi *overfitting* yang terjadi.
2. Proses pelatihan model CNN dengan menerapkan pemrosesan citra membutuhkan waktu pelatihan proses pembelajaran yang lebih lama karena data latih yang digunakan lebih bervariasi sehingga dalam pelatihan dengan epoch yang sama, model CNN setelah dilakukan pemrosesan citra memiliki akurasi yang lebih rendah dibandingkan dengan model sebelum dilakukan pemrosesan citra.

KODE PROGRAM

Berikut adalah tautan menuju kode program yang dibuat pada eksperimen ini. Eksperimen dilakukan pada Google Colab dengan menggunakan kakas TensorFlow dan kakas lainnya yang mendukung eksperimen ini.

<https://colab.research.google.com/drive/1JJ2vswjRKetsf0m3yEudYtJLhHptqZPz?usp=sharing>

ACKNOWLEDGMENT (*Heading 5*)

Terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunianya penulis dapat menuliskan makalah yang berjudul "Peerapan Pemrosesan Citra dalam Pelatihan Model *Convolutional Neural Network* untuk Mendeteksi Tumor dari Citra MRI Otak". Penulis juga berterima kasih kepada Bapak

Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT., selaku dosen mata kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan terkait bidang interpretasi dan pengolahan citra. Dalam pengerjaan makalah ini dimungkinkan terdapat kesalahan yang tidak disengaja. Oleh sebab itu, penulis sangat terbuka untuk menerima kritik, saran, serta komentar dari berbagai pihak agar kedepannya penulis dapat lebih baik lagi.

REFERENCES

- [1] Rinaldi Munir. 2022. Slide Presentasi Kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra.
- [2] <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/brain-tumor> Diakses pada 19 Desember 2022.
- [3] <https://braintumor.org/brain-tumors/about-brain-tumors/brain-tumor-facts/> Diakses pada 19 Desember 2022.

PERNYATAAN

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, 19 Desember 2022



Prana Gusriana (13519195)