

SKRIPSI

SEGMENTASI CITRA HASIL MRI OTAK MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK
MENDETEKSI SEL KANKER



RAYMOND SUSANTO

NPM: 6161901044

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

FINAL PROJECT

**BRAIN MRI IMAGE SEGMENTATION USING
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
FOR DETECTING CANCER CELL**



RAYMOND SUSANTO

NPM: 6161901044

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SEGMENTASI CITRA HASIL MRI OTAK MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK MENDETEKSI SEL KANKER

Raymond Susanto

NPM: 6161901044

Bandung, 16 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1



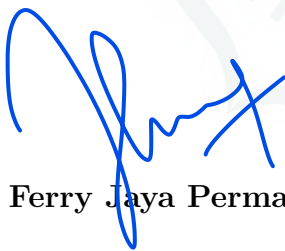
Dr. Livia Owen

Pembimbing 2



Liem Chin, M.Si.

Ketua Penguji



Dr. Ferry Jaya Permana

Anggota Penguji



Dr. Daniel Salim

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**SEGMENTASI CITRA HASIL MRI OTAK MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK MENDETEKSI SEL
KANKER**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
16 Agustus 2023



Raymond Susanto
NPM: 6161901044

ABSTRAK

Citra medis atau *medical imaging* adalah sebuah proses yang digunakan untuk menggambarkan atau memvisualisasikan bagian dalam tubuh supaya dapat digunakan untuk analisis klinik dan intervensi medis. Citra medis juga dapat digunakan untuk menampilkan abnormalitas yang ada pada organ-organ dalam tubuh. *Medical resonance imaging* (MRI) adalah salah satu tipe citra medis yang menggunakan magnet kuat untuk memvisualisasi bagian dalam tubuh. Proses segmentasi citra akan digunakan untuk mendeteksi apakah gambar MRI otak memiliki sel kanker atau tidak. Segmentasi citra dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam metode, metode yang digunakan pada skripsi ini adalah *convolutional neural network* atau CNN yang termasuk dalam pembelajaran mendalam (*deep learning*). Data yang digunakan pada skripsi ini merupakan kumpulan gambar-gambar hasil MRI otak yang dibagi menjadi 2 kelas, yaitu gambar-gambar yang memiliki sel kanker dan tidak memiliki sel kanker. CNN digunakan untuk mensegmentasi citra pada data tersebut dan mendeteksi keberadaan sel kanker dari citra. Hasil prediksi model CNN yang dibuat pada skripsi ini memiliki tingkat akurasi 98,5%.

Kata-kata kunci: citra medis; *medical resonance imaging*; segmentasi citra; *convolutional neural network*; sel kanker

ABSTRACT

Medical imaging is a process of imaging the interior of a body for clinical analysis and medical intervention. Medical imaging can be used to showcase some abnormalities that can be found in some organs in the body. Medical resonance imaging (MRI) is a type of medical imaging that uses powerful magnet to visualize the interior of a body. The process called image segmentation is used to predict whether a brain MRI image have cancer cell or not. Image segmentation can be done by using a number of methods, the method that will be used in this study is convolutional neural network or CNN which is a neural network that is part of deep learning. The data that used in this thesis is a set of brain MRI images that are divided into 2 classes, which are images that have cancer cell and images that don't have cancer cell. CNN is used to do image segmentation on these data and to detect the presence of cancer cells in these images. The CNN model that is made in this thesis produce a prediction result with 98.5% accuracy.

Keywords: Medical imaging; medical resonance imaging; image segmentation; convolutional neural network; cancer cell



DAFTAR ISI

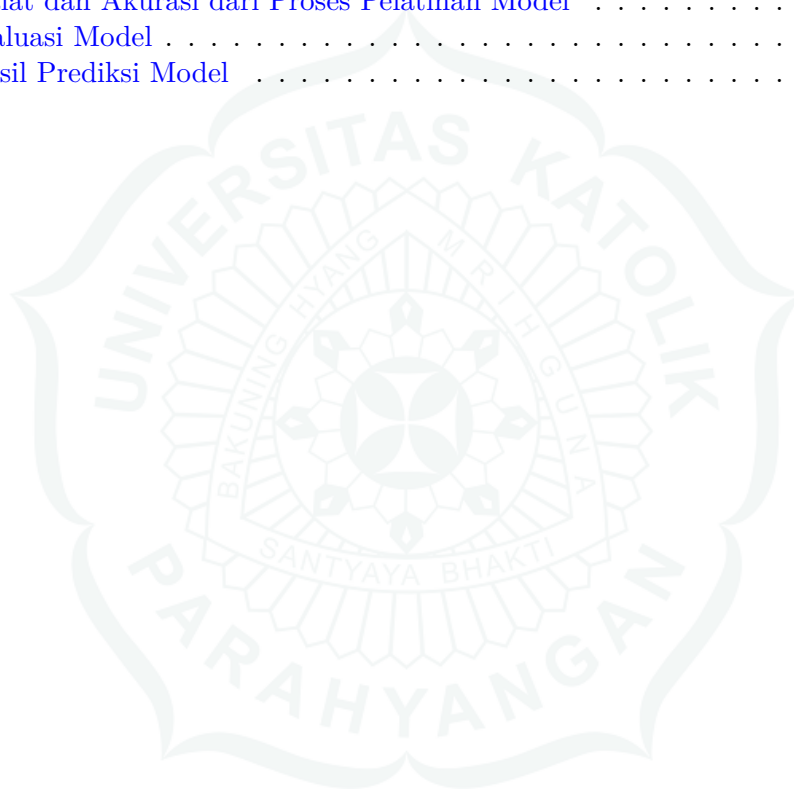
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 <i>State of the Art</i>	3
1.5 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Pembelajaran Mesin	4
2.2 Pembelajaran Mendalam	6
2.2.1 <i>Artificial Neuron</i>	7
2.2.2 Konvolusi Matriks	8
2.2.3 Fungsi Kerugian	9
2.2.4 Fungsi Aktivasi	10
2.2.5 <i>Optimizer</i>	12
2.2.6 <i>Backpropagation</i>	14
2.2.7 Metrik Evaluasi	15
3 <i>Convolutional Neural Network</i>	17
3.1 <i>Convolutional Neural Network</i>	17
3.2 <i>ResNet101</i>	23
4 HASIL PREDIKSI SEL KANKER PADA MRI OTAK DENGAN CNN	25
4.1 <i>Pre-processing</i> Data	25
4.2 Pelatihan dan Evaluasi Model	25
4.3 Hasil Prediksi Model	28
5 KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR REFERENSI	31

DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik sebar dari contoh data	5
2.2	Grafik sebar data dengan garis fungsi awal	5
2.3	Contoh jaringan saraf sederhana	6
2.4	contoh <i>neural network</i> dengan 2 lapisan pada bagian lapisan tersembunyi	7
2.5	Plot fungsi aktivasi ReLU	10
2.6	Plot fungsi aktivasi <i>sigmoid</i>	12
2.7	Plot fungsi aktivasi tanh	12
3.1	Cara kerja CNN	17
3.2	Contoh matriks dalam lapisan input	18
3.3	Contoh matriks dalam lapisan input sebagai sebuah gambar <i>grayscale</i>	18
3.4	Hasil <i>output</i> pada lapisan pertama	19
3.5	Contoh Input <i>Pooling Layer</i>	20
3.6	Hasil <i>Max Pooling</i>	20
3.7	Hasil <i>average pooling</i>	20
3.8	Hasil <i>max pooling</i> dari hasil konvolusi	21
3.9	Hasil <i>average pooling</i> dari hasil konvolusi	21
3.10	Contoh hasil <i>flattening</i> dari hasil <i>max pooling</i>	21
3.11	Contoh perhitungan fungsi aktivasi <i>ReLU</i> dalam <i>fully connected layer</i>	22
3.12	Contoh perhitungan dengan fungsi aktivasi <i>sigmoid</i> pada FCN sebelum lapisan <i>output</i>	23
3.13	Arsitektur model <i>ResNet101</i>	24
4.1	Contoh gambar-gambar yang menjadi input model	26
4.2	Hasil konvolusi pertama dengan filter matriks 7×7	26
4.3	Hasil <i>max pooling</i> dari konvolusi pertama	27
4.4	Hasil konvolusi pada lapisan terakhir	27
4.5	Grafik akurasi pada fase pelatihan model	28
4.6	Grafik galat pada fase pelatihan model	29
4.7	Hasil <i>confusion matrix</i>	29

DAFTAR TABEL

2.1	Contoh Himpunan Data	4
2.2	Contoh data dan galat	5
4.1	Hasil Perbandingan Tingkat Akurasi Fungsi Kerugian	26
4.2	Hasil Perbandingan Fungsi Aktivasi	26
4.3	Tabel Galat dan Akurasi dari Proses Pelatihan Model	28
4.4	Hasil Evaluasi Model	28
4.5	Tabel Hasil Prediksi Model	29



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Citra medis (*medical imaging*) merupakan sebuah proses atau teknik penggambaran bagian dalam tubuh manusia untuk analisis klinik dan intervensi medis. Citra medis umumnya digunakan untuk melihat bagian-bagian tubuh yang tertutup oleh kulit dan tulang seperti otak, paru-paru dan sebagainya. Citra medis juga bisa digunakan untuk melihat abnormalitas yang ada pada organ-organ tersebut. Citra medis memiliki beberapa tipe yaitu radiografi yang merupakan penggambaran bagian dalam tubuh dengan menggunakan sinar X (*X-ray*), *magnetic resonance imaging* (MRI) yang merupakan penggambaran bagian dalam tubuh dengan menggunakan magnet yang sangat kuat, dan *medical ultrasound*.

Magnetic resonance imaging (MRI) merupakan salah satu jenis citra medis yang menggunakan magnet untuk menghasilkan visualisasi dari organ tubuh yang akan dilihat, MRI juga bisa digunakan untuk melihat abnormalitas dari organ-organ tubuh. Salah satu organ tubuh yang dapat divisualisasi menggunakan MRI adalah otak. Otak merupakan organ tubuh yang paling penting karena memiliki tugas sebagai pengendali tubuh. Citra medis jenis MRI umumnya digunakan untuk melihat otak jika ada asumsi bahwa pasien yang ditangani memiliki abnormalitas dalam otaknya, seperti kanker pada otak. Dengan MRI, dokter dapat memeriksa keberadaan abnormalitas pada otak pasiennya. Namun, walaupun dokter dapat melihat sel tersebut, tetap saja dibutuhkan opini dari pihak lain supaya hasil analisa tersebut lebih akurat.

Seiring berjalannya waktu, manusia mulai berinovasi untuk menciptakan komputer yang dapat melihat hasil citra medis dan memberikan opini kedua tersebut, maka dibentuklah proses yang dinamakan pembelajaran mesin (*machine learning*). Pembelajaran mesin adalah sebuah cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) dan *Computer Science* yang berfokus kepada membuat sebuah algoritma komputer yang dapat mengimitasi cara manusia belajar.¹

Menurut Arthur Samuel, seorang pelopor AI, pembelajaran mesin adalah sebuah bidang studi yang memberikan komputer kemampuan untuk belajar tanpa diprogram secara eksplisit. Proses pembelajaran mesin tetap membutuhkan suatu program supaya komputer bisa belajar. Namun, program yang diberikan pada komputer adalah sebuah program yang dapat mengajarkan komputer untuk menganalisa pola-pola dari data [1].

Salah satu teknik yang merupakan bagian dari pembelajaran mesin adalah pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang merupakan sebuah studi yang dapat membuat komputer memiliki kemampuan untuk belajar dari contoh-contoh yang diberikan. Dalam teknik ini, komputer dapat

¹<https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning> diakses pada 9 September 2022

belajar untuk mengerjakan suatu tugas klasifikasi dari gambar, suara, dan tulisan. Sebagian besar metode-metode pembelajaran mendalam menggunakan jaringan saraf (*neural network*) atau sebuah sistem yang dibuat supaya komputer dapat meniru cara kerja otak manusia.

Jaringan saraf mengimitasi kemampuan otak manusia yang dapat menerima rangsangan, melakukan proses dari rangsangan tersebut, lalu mengeluarkan *output* atau tindakan yang merupakan hasil dari proses yang telah terjadi. Salah satu manfaat dari jaringan saraf adalah untuk mengklasifikasi pola. Manfaat ini berguna untuk banyak hal seperti segmentasi citra, pengenalan wajah, dan sebagainya. Salah satu jaringan saraf yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah *convolutional neural network* (CNN) yang merupakan salah satu jaringan saraf yang dirancang mengikuti *neuron* otak manusia bagian *visual cortex*, bagian dari otak manusia yang menerima rangsangan secara visual. Oleh karena itu, CNN cukup efektif untuk memproses data yang berupa gambar.

Metode CNN sering digunakan untuk memproses data yang berupa gambar atau dinamakan dengan segmentasi citra contohnya pada [2] di mana CNN digunakan untuk segmentasi citra yang berupa objek-objek yang ada di dunia nyata. Pada [3] juga melakukan proses segmentasi citra dengan data yang merupakan kumpulan gambar-gambar berbagai macam objek. Dalam dunia kedokteran, CNN juga dapat digunakan untuk melakukan proses segmentasi citra hasil *medical imaging* seperti yang dilakukan pada [4], pada penelitian ini dilakukan proses segmentasi citra hasil *CT scan* tulang.

Pada skripsi ini dianalisis apakah CNN dapat digunakan untuk melakukan proses segmentasi citra pada data yang berupa kumpulan berbagai gambar hasil MRI otak dan mendeteksi sel kanker pada gambar-gambar tersebut. Supaya komputer dapat mendeteksi sel kanker akan dibuat sebuah model yang menggunakan metode CNN, perancangan model tersebut didasarkan arsitektur *pre-trained model ResNet101*. Kemudian, model dilatih menggunakan beberapa fungsi kerugian (fungsi yang berguna untuk menghitung galat dari hasil prediksi model) hingga mendapatkan hasil prediksi yang optimal. Setelah mendapatkan fungsi kerugian yang cocok untuk data yang digunakan, lalu akan dibandingkan beberapa fungsi aktivasi (fungsi yang berguna untuk memperkenalkan non-linearitas pada model) untuk menemukan fungsi yang baik digunakan dengan fungsi kerugian yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan model, beberapa metrik evaluasi seperti akurasi, presisi dan *recall* akan digunakan untuk mengukur seberapa tepat model ini dalam memprediksi sel kanker yang ada pada MRI otak.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari skripsi ini:

1. Bagaimana penerapan *convolutional neural network* dalam mendeteksi sel kanker pada otak?
2. Bagaimana cara untuk menentukan fungsi kerugian dan fungsi aktivasi yang tepat sehingga model CNN dapat memprediksi sel kanker dalam otak?
3. Berapa tingkat persentase metrik akurasi, presisi dan *recall* dari model yang dibuat?

1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini:

1. Menerapkan *convolutional neural network* untuk mendeteksi sel kanker pada otak,
2. Menentukan fungsi kerugian dan fungsi aktivasi yang tepat untuk mendeteksi sel kanker pada otak,
3. Melakukan analisis dari hasil prediksi model menggunakan metrik akurasi, presisi dan *recall*.

1.4 *State of the Art*

Pada [2, 3], CNN berhasil digunakan untuk melakukan proses segmentasi citra dengan data yang merupakan kumpulan dari berbagai macam objek. Setelah itu, pada [4] CNN berhasil digunakan untuk segmentasi citra hasil CT *scan* tulang. Pada skripsi ini, dianalisis apakah CNN dapat digunakan untuk melakukan segmentasi citra jika data yang digunakan merupakan kumpulan hasil MRI otak dan juga apakah model yang dibuat berdasarkan *ResNet101* dapat mendeteksi sel kanker yang ada pada gambar-gambar tersebut.

1.5 Sistematika Pembahasan

Skripsi ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut.

- **BAB 1 : Latar Belakang**
Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang dari permasalahan yang ada pada skripsi ini.
- **BAB 2 : Dasar Teori**
Pada bab ini dibahas teori pendukung dari penelitian ini seperti pembelajaran mesin, pembelajaran mendalam dan *neural network*.
- **BAB 3 : *Convolutional Neural Network***
Pada bab ini dibahas cara kerja dari *Convolutional Neural Network* dan arsitektur dari *ResNet101*.
- **BAB 4 : Hasil Prediksi Sel Kanker pada MRI Otak dengan CNN**
Pada bab ini dibahas tingkat akurasi fungsi-fungsi berbeda pada model *Convolutional Neural Network* dan hasil prediksi model yang digunakan.
- **BAB 5 : Kesimpulan dan Saran**
Pada bab ini dibahas kesimpulan dan saran dari skripsi ini untuk penelitian selanjutnya.