

Segmentasi dan Klasifikasi Gambar Citra pada Kanker Kulit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan Arsitektur ResNet-50

Ferdy Yoga Permana^{*1}, Christian Sri Kusuma Aditya¹, Didih Rizki Chandranegara¹
Universitas Muhammadiyah Malang
ferdypermana746@webmail.umm.ac.id*

Abstrak

Kanker Kulit merupakan salah satu jenis kanker yang angka kejadiannya terus meningkat di seluruh dunia. Deteksi dini dan akurat sangat penting untuk meningkatkan peluang kesembuhan. Pada penelitian ini, mengembangkan sebuah sistem berbasis Convolutional Neural Network (CNN) dengan menggunakan arsitektur ResNet-50 untuk segmentasi dan klasifikasi gambar citra kanker kulit. Metode ini dipilih karena ResNet-50 memiliki kemampuan dalam mengatasi masalah degradasi akurasi pada jaringan yang sangat dalam melalui penggunaan residual learning. Penelitian ini melibatkan beberapa tahap utama, yaitu pengumpulan dan preprocessing data, pelatihan model CNN dengan arsitektur ResNet-50, serta evaluasi performa model. Data yang digunakan diambil dari Kaggle "Melanoma Skin Cancer Dataset Of 10000 Images" memiliki data sebanyak 10615 gambar didalamnya dibagi menjadi 2 kelas yaitu citra Malignant dan Benign. Preprocessing data meliputi augmentasi gambar dan normalisasi untuk meningkatkan kualitas data dan kinerja model. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu mencapai akurasi tinggi dalam segmentasi dan klasifikasi gambar citra kanker kulit. Model ResNet-50 yang dilatih dalam penelitian ini berhasil mencapai akurasi sebesar 92.00%, precision 92%, recall 92%, dan F1-score 92% pada dataset pengujian. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis CNN dengan arsitektur ResNet-50 efektif untuk tugas segmentasi dan klasifikasi kanker kulit, dan memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam sistem diagnostik berbasis komputer di bidang medis.

Kata Kunci: CNN, ResNet-50, Kanker Kulit, Klasifikasi, Segmentasi

Abstract

Skin cancer is a type of cancer whose incidence continues to increase throughout the world. Early and accurate detection is very important to increase the chances of recovery. In this research, we developed a Convolutional Neural Network (CNN) based system using the ResNet-50 architecture for image segmentation and classification of skin cancer images. This method was chosen because ResNet-50 has the ability to overcome the problem of degradation of accuracy in very deep networks through the use of residual learning. This research involves several main stages, namely data collection and preprocessing, training a CNN model with the ResNet-50 architecture, and evaluating model performance. The data used was taken from Kaggle "Melanoma Skin Cancer Dataset Of 10000 Images" which has data for 10615 images which are divided into 2 classes, namely Malignant and Benign images. Data preprocessing includes image augmentation and normalization to improve data quality and model performance. The evaluation results show that the developed model is able to achieve high accuracy in image segmentation and classification of skin cancer images. The ResNet-50 model trained in this research succeeded in achieving an accuracy of 92.00%, precision of 92%, recall of 92%, and F1-score of 92% on the test dataset. These findings demonstrate that the CNN-based approach with ResNet-50 architecture is effective for skin cancer segmentation and classification tasks, and has great potential for application in computer-based diagnostic systems in the medical field.

Keywords: CNN, ResNet-50, Skin Cancer, Classification, Segmentation

1. Pendahuluan

Kanker kulit adalah penyakit mematikan yang menyerang orang-orang di seluruh dunia. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), lebih dari 160.000 orang menderita penyakit kulit setiap hari di dunia. Australia memiliki tingkat penyakit kulit yang lebih tinggi dibandingkan negara

lain, beberapa kali lebih tinggi dibandingkan Amerika Serikat. Menurut data Badan Pengukuran Australia, 32,6% dari seluruh warga Australia yang terkena pertumbuhan ganas juga menderita penyakit kulit. Terdapat 971.279 kasus penyakit kulit pada tahun 2012, dan 2.162 kasus diantaranya berakibat fatal. Sementara itu, data Habitats for Infectious Prevention and Control menunjukkan 8.885 orang meninggal akibat kanker kulit di Amerika Serikat pada tahun 2015[1].

Di Indonesia, hampir tidak ada korban kanker kulit dibandingkan dengan negara-negara kedua tersebut. Bagaimana pun kanker kulit ini harus mendapat perhatian sesegera mungkin, karena selain dapat menimbulkan kerugian yang dapat merusak penampilan, namun juga dapat menyebabkan kematian bila sampai pada tahap tingkat tinggi. Dikutip dari Pusat Penelitian Sumber Daya dan Pelayanan Kesehatan Kemenkes Indonesia, pada tahun 2012, Diperkirakan terdapat 14 juta kasus penyakit baru dan 8,2 juta kematian akibat pertumbuhan ganas di planet ini[2]. Selain itu, di Indonesia, berdasarkan data dari Disease Enrollment Organization, Hubungan Ahli Patologi Indonesia, dari 1.530 kasus kanker kulit, kasus terbanyak adalah karsinoma sel basal, tepatnya 39,93%. Oleh karena itu, kami sangat menginginkan suatu aplikasi produk yang dapat dimanfaatkan untuk membantu membedakan penyakit kulit secara dini tanpa adanya masalah. Aplikasi produk ini diyakini dapat membantu masyarakat secara umum dalam membedakan masalah kulit, terlepas dari apakah masalah tersebut termasuk dalam klasifikasi penyakit. Dengan cara ini, orang tidak akan tahu apa-apa tentang jenis masalah kulitnya, sehingga mereka dapat berkonsultasi dengan spesialis, khususnya ahli kulit dan kelamin yang terlatih[1].

Pertumbuhan sel kulit yang tidak normal dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu benign (jinak) dan malignant (ganas). Pertumbuhan sel benign cenderung berlangsung lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan sel malignant, karena pertumbuhan sel malignant dapat lebih cepat menyebar ke seluruh tubuh sebagai akibat infeksi[3]. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk melakukan segmentasi dan klasifikasi kanker kulit berbasis pengolahan citra digital, yaitu Convolutional Neural Network dengan menggunakan Arsitektur Model ResNet-50.

Convolutional Neural Network (CNN) dapat menangani permasalahan data yang berbentuk grid, seperti data gambar dan citra. CNN adalah strategi terbaik, dibandingkan dengan teknik lainnya. CNN dapat memperoleh fakta, meringkas model yang diperoleh, dan kualitas informasi dinamis, setidaknya untuk informasi tidak material. Hasil atau tujuan apa pun yang diambil oleh organisasi bergantung pada pengalaman mereka selama pengalaman pendidikan. Dalam pengalaman pendidikan, desain informasi dan hasil dimasukkan ke dalam CNN, kemudian organisasi diinstruksikan untuk memberikan tanggapan OK[4][5]. CNN umumnya memiliki kemampuan untuk melakukan transfer learning dengan baik. Model yang telah dilatih pada dataset besar, seperti ImageNet, dapat digunakan sebagai titik awal (pre-trained model) untuk tugas-tugas penglihatan komputer lainnya, dengan melakukan fine-tuning pada dataset yang lebih kecil[6].

Arsitektur model untuk pengolahan data citra dalam segmentasi dan klasifikasi kanker kulit menggunakan ResNet. ResNet merupakan salah satu arsitektur model dari Convolutional Neural Network (CNN) untuk melatih jaringan yang sangat dalam tanpa mengalami masalah degradasi kinerja yang umumnya terjadi pada jaringan yang lebih dalam[7]. Arsitektur ini memiliki berbagai jenis model yang dibedakan berdasarkan jumlah layer yang digunakan. Jumlah layer yang digunakan dalam arsitektur ResNet yaitu mulai dari 18 layer, 34 layer, 50 layer, 101 layer dan 152 layer[8]. ResNet telah berhasil digunakan di berbagai tugas machine learning dan penglihatan komputer, termasuk klasifikasi gambar, deteksi objek, dan segmentasi gambar[9].

Penelitian yang dilakukan oleh Bagus Mitra Sujatmiko, dkk. Dalam penelitian ini mereka melakukan preprocessing citra, augmentasi data, dan klasifikasi dengan menggunakan 3 arsitektur model ResNet yaitu ResNet-18, ResNet-50, dan ResNet-101, masing-masing hasil akurasi dari ketiga arsitektur tersebut adalah 100%, 95%, dan 100%[8]. Selanjutnya penelitian dalam pendeteksian kanker kulit menggunakan image processing yang dilakukan oleh Aarushi Shah, dkk. Dalam penelitian tersebut mereka melakukan proses, preprocessing, segmentasi, feature extraction, classification menggunakan ANN dan CNN dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 96.8% dan 92%[10]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Nur Alyyyu, dkk dengan judul "Klasifikasi Kanker Kulit Ganas Dan Jinak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network". Dalam penelitian tersebut mereka melakukan pre-processing citra dengan resize ukuran 128x128 dari citra asli dengan ukuran 224x224. Pada penelitian ini menghasilkan nilai perfoma validasi akurasi sebesar 99% dengan parameter terbaik menggunakan optimizer AdaMax, Learning rate 0.0001, batch size 64 dan epoch sebanyak 50[11].

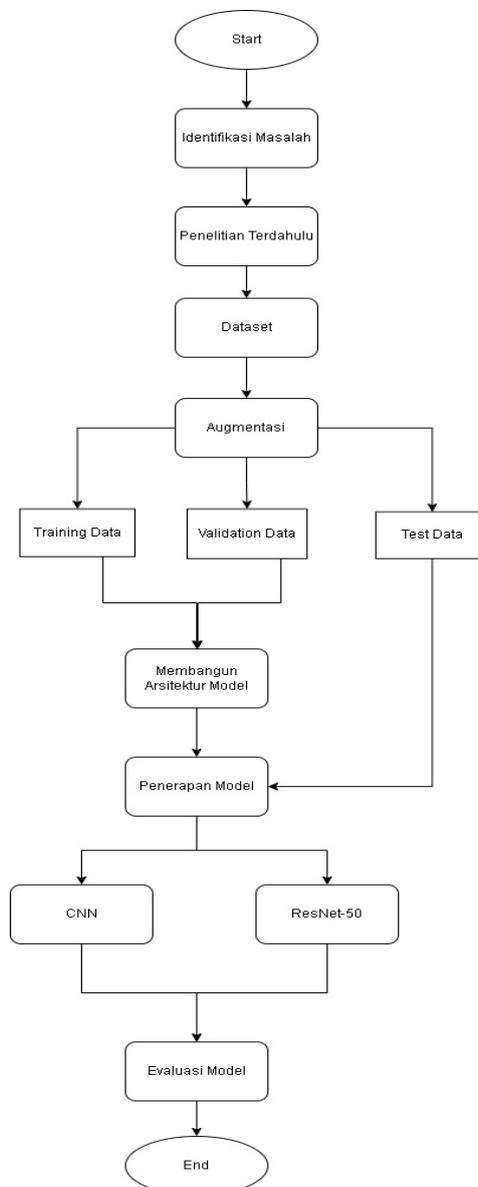
Dalam penelitian ini model CNN digunakan karena mampu belajar dengan baik dan dapat memodelkan hubungan yang rumit antara input dan output. Oleh karena itu, mereka dapat digunakan untuk memecahkan berbagai masalah prediksi dan klasifikasi, termasuk masalah yang polanya tidak terlihat. CNN dapat mengidentifikasi desain dan elemen penting yang mungkin dianggap merepotkan oleh teknik tatanan adat. CNN dapat beradaptasi dengan ukuran atau tingkat kerumitan apa pun. CNN bisa menyimpulkan, artinya mereka bisa mengantisipasi dengan baik informasi yang belum pernah dilihat. Saat menguji model di luar sampel pelatihan, hal ini sangat penting[11][12].

2. Metode Penelitian

2.1 Studi Literatur

Penelitian ini menggunakan studi literatur. Data dikumpulkan dengan melakukan pembelajaran beberapa jurnal yang berkaitan dengan topik yaitu kanker kulit, metode CNN, dan ResNet-50. Hal ini bertujuan untuk memperluas wawasan dan referensi dalam memperkaya kajian pustaka.

2.2 Rancangan Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

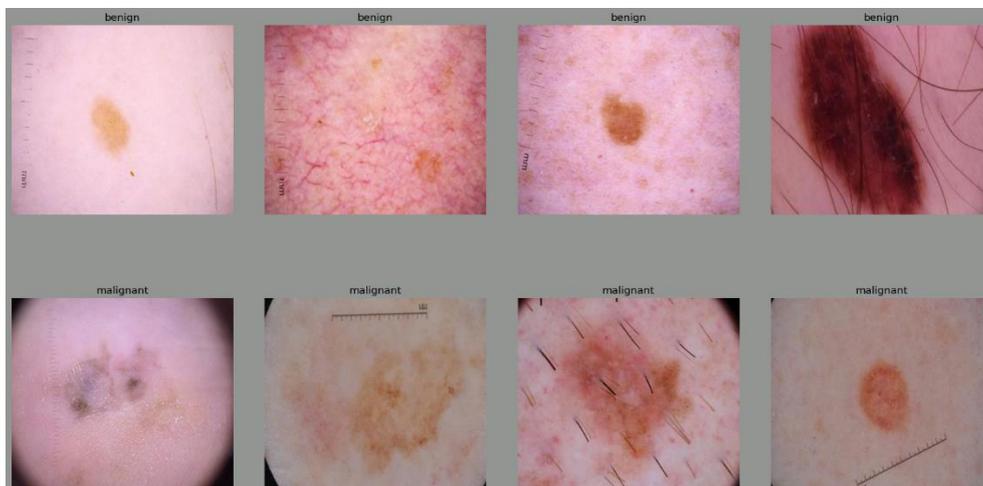
Penelitian ini topik yang akan dibahas adalah segmentasi dan mengklasifikasikan data citra kanker kulit dengan menerapkan model arsitektur ResNet-50. Seperti yang ada pada Gambar 1. dijelaskan bahwa ada beberapa alur penelitian yang dilakukan agar penelitian ini dapat berhasil. Pertama mengidentifikasi masalah yang akan dibahas yaitu segmentasi dan klasifikasi pada kanker kulit dengan arsitektur model CNN. Kedua melakukan penelitian terdahulu, agar dapat meningkatkan keberhasilan dalam mendukung penelitian sebelumnya. Ketiga mengumpulkan dataset yang digunakan untuk penelitian. Untuk meningkatkan keberhasilan penelitian maka perlu ditambah jumlah dataset dengan proses augmentasi. Terakhir yaitu menerapkan model yang terpilih dan mengevaluasi agar mengetahui kemampuan model agar dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya.

2.3 Kanker Kulit

Kulit menutupi seluruh organ tubuh manusia. Infeksi kulit mudah menyebar dan menyerang tubuh manusia melalui kontak langsung dengan orang lain atau kontak memutar dengan media di sekitarnya. Salah satu penyakit kulit yang paling berbahaya adalah kanker, yang bisa disebabkan oleh paparan sinar UV, usia, latar belakang keluarga yang mengidap penyakit kulit, daya tahan tubuh, dan berbagai faktor lainnya. Kanker kulit dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ganas (malignant) yang berbahaya dan yang tidak berbahaya (benign). Kedua jenis kanker kulit ini dapat berkembang dan mungkin berbahaya, namun kanker kulit yang mengancam dianggap lebih berbahaya karena pertumbuhan sel-sel berbahaya dapat menyebar lebih cepat ke seluruh tubuh karena infeksi[13][3].

2.4 Pengumpulan Dataset

Data citra kanker kulit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data citra kanker kulit yang di dalamnya dibagi menjadi 2 kelas yaitu citra Malignant dan Benign. Dataset didapatkan dari kaggle "Melanoma Skin Cancer Dataset Of 10000 Images" memiliki data sebanyak 10615 gambar dengan format jpg[14]. Pada penelitian ini dataset sebanyak 10615 gambar tersebut digunakan sebesar 25% data validation. Pada gambar 2 merupakan contoh sample gambar dengan kategori kelas benign dan malignant. Masing-masing sampel gambar tersebut memiliki format jpg.

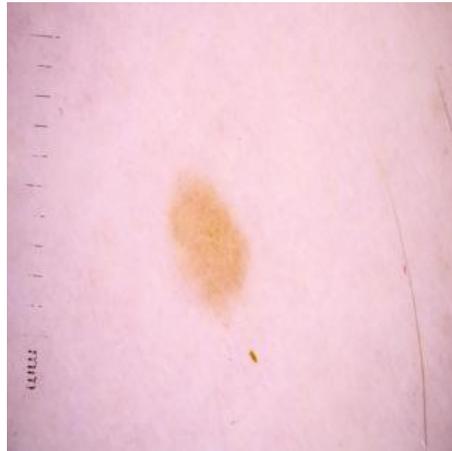


Gambar 2. Contoh Sampel Benign dan Malignant

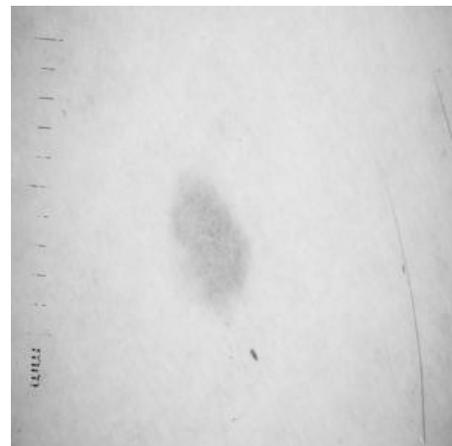
2.5 Segmentasi

Segmentasi adalah metode untuk memisahkan satu gambar menjadi beberapa bagian. Salah satu langkah penting dalam mendeteksi kanker kulit adalah segmentasi, yang mencakup proses menemukan tepian yang tepat dan memisahkan bagian atau area yang bermakna dari bagian yang tidak digunakan[15]. Langkah-langkah dalam tahap ini meliputi segmentasi gambar yang dimulai dengan membaca gambar menggunakan cv2.imread, lalu dikonversi ke grayscale dengan cv2.cvtColor. Metode Otsu diterapkan menggunakan cv2.threshold untuk menghasilkan gambar biner, diikuti dengan deteksi tepi menggunakan cv2.Canny. Hasil deteksi tepi dilasi menggunakan kernel 3x3 dengan cv2.dilate. Kontur ditemukan dengan cv2.findContours dan diurutkan menggunakan imutils.sort_contours. Kontur yang ditemukan digambar pada gambar

asli dengan `cv2.drawContours` dan ditampilkan menggunakan `Matplotlib` dengan `plt.imshow`. Kontur yang dihasilkan siap untuk pemrosesan lebih lanjut.



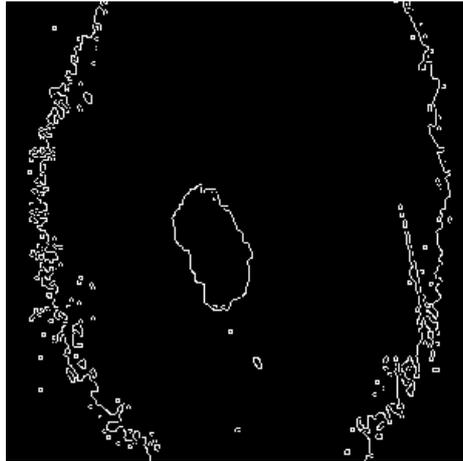
Gambar 3. Data Citra Kulit Original



Gambar 4. Hasil Data Citra Kulit Gray



Gambar 5. Hasil Data Citra Kulit Thresholding



Gambar 6 Hasil Data Citra Kulit Canny



Gambar 7. Hasil Data Citra Kulit Dilatasi

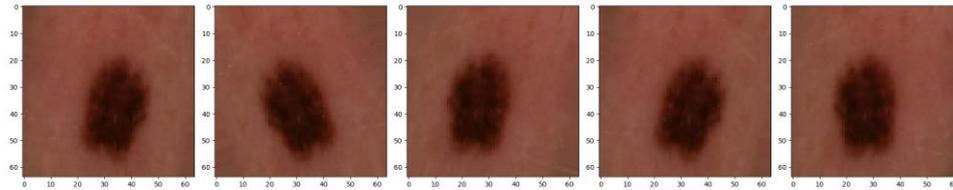




Gambar 8. Hasil Data Citra Kulit yang sudah Disegmentasi

2.6 Augmentasi Data

Data augmentation adalah metode yang digunakan dalam machine learning untuk memperluas dataset train dengan menghasilkan variasi dari data yang telah ada. Pendekatan ini sangat berguna ketika sumber dataset terbatas, sehingga dapat membantu meningkatkan kemampuan model dalam memahami pola-pola yang lebih umum dan mengurangi terjadinya overfitting. Untuk mengatasi masalah overfitting, pendekatan augmentasi data telah dilakukan dengan menggunakan berbagai model CNN. Ukuran kumpulan data diperbesar dan gambar dalam kumpulan data tersebut mengalami transformasi geometris dalam metode ini[16]. Adapun parameter Augmentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\text{rescale} = 1.0/255$, $\text{rotation_range} = 20$, $\text{horizontal_flip} = \text{True}$, $\text{validation_split} = 0.25$.



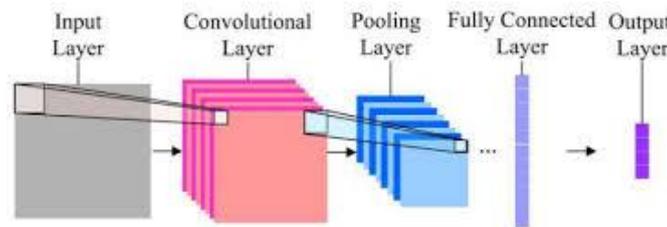
Gambar 9. Visualisasi Plot Augmentasi pada Kanker Kulit

2.7 Arsitektur Model

Pada penelitian ini, arsitektur model untuk pengolahan data citra dalam segmentasi dan klasifikasi kanker kulit menggunakan ResNet-50. ResNet-50 adalah arsitektur model Convolutional Neural Network (CNN) yang dapat digunakan untuk melatih jaringan yang sangat dalam tanpa mengalami masalah kinerja yang biasanya muncul di jaringan yang lebih dalam. Teknik ini juga terdiri dari 50 lapisan atau blok residual.

2.8 Convolutional Neural Network (CNN)

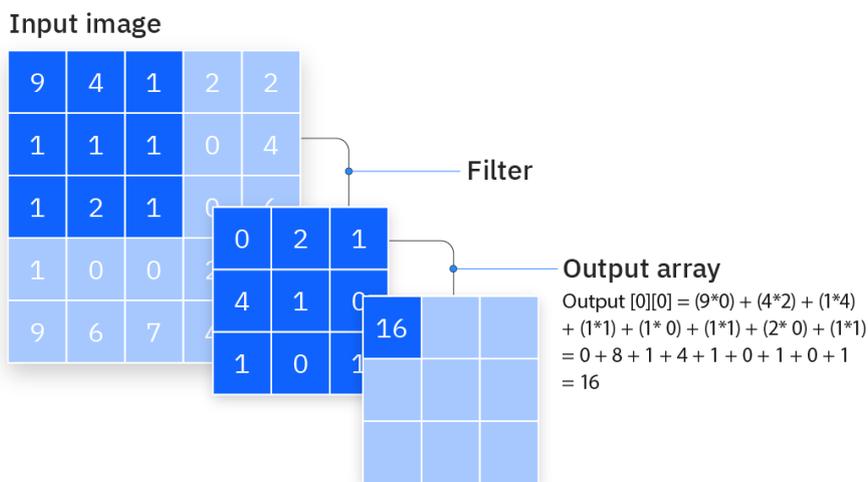
Jenis jaringan syaraf tiruan yang dikenal sebagai Convolutional Neural Network (CNN), lebih sering disebut sebagai ConvNet, merupakan evolusi dari Multilayer Perceptron (MLP) yang dikembangkan khusus untuk memproses data dalam dua dimensi. Dari input awal hingga convolutional layer, pooling layer, dan fully connected layer, CNN terdapat sebuah proses[17].



Gambar 10 Visualisasi Convolutional Neural Network

A. Convolutional Layer

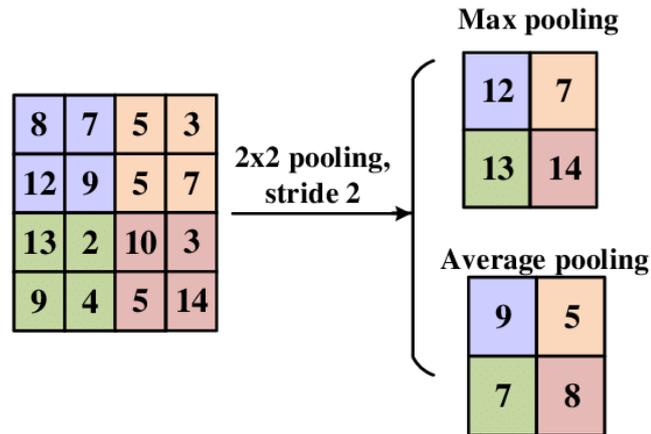
Convolutional Layer merupakan salah satu bagian pokok dalam organisasi otak konvolusional (Convolutional Brain Organization). Ini adalah lapisan yang menghasilkan keluaran dengan representasi fitur yang lebih baik dengan melakukan operasi konvolusi pada masukan, seperti gambar. Berdasarkan informasi spasial pada data, konvolusi ini akan menghasilkan transformasi linier pada data masukan. Agar kernel konvolusi dilatih berdasarkan masukan ke Convolutional Neural Network (CNN), bobot pada lapisan ini akan menentukan kernel konvolusi yang digunakan[18].



Gambar 11. Convolutional Layer

B. Pooling Layer

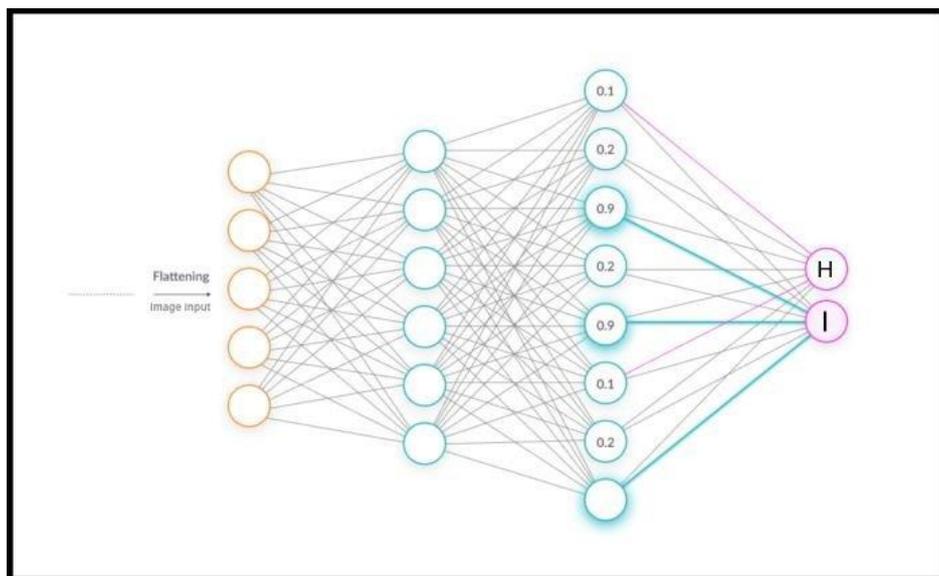
Dengan menyederhanakan feature map (downsampling), pooling layer bertujuan untuk mengurangi dimensi spasial representasi fitur Lapisan Konvolusional, yang pada gilirannya mengurangi kebutuhan sumber daya komputasi dan mempercepat komputasi dengan mengurangi jumlah parameter yang diperlukan. Selain itu, berfungsi untuk mengekstrak fitur-fitur utama, meningkatkan efisiensi proses pelatihan model. Ada dua macam Pooling Layer, yaitu Max Pooling dan Average Pooling. Average Pooling mengembalikan nilai rata-rata dari bagian gambar yang tercakup dalam kernel, sedangkan Max Pooling mengembalikan nilai maksimum dari bagian gambar yang tercakup dalam kernel[18][19].



Gambar 12. Pooling Layer

C. Fully Connected Layer

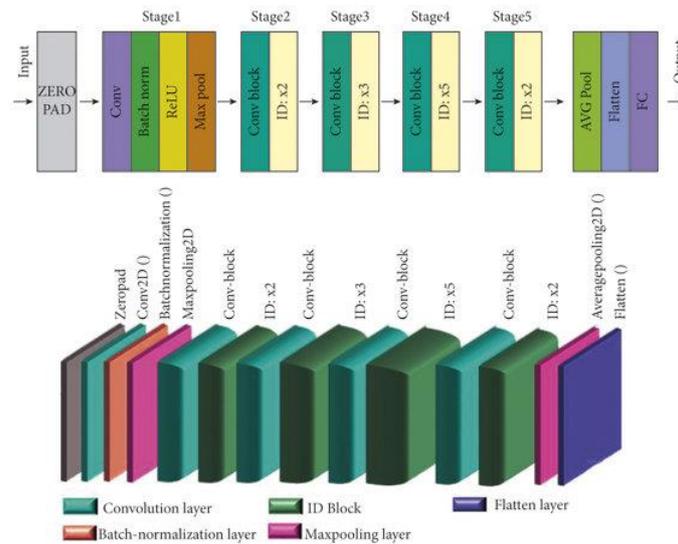
Fully Connected Layer, disebut juga sebagai dense layer, merupakan lapisan yang melakukan perubahan pada aspek informasi sehingga informasi dapat didelegasikan kemampuannya secara langsung. Tujuan utama dari Fully Connected Layer adalah untuk memberdayakan organisasi otak untuk mempelajari hubungan yang kompleks dan tidak lurus antara sorotan yang dilacak dalam penggambaran permintaan yang lebih tinggi. Dengan memberikan asosiasi penuh antara setiap neuron, lapisan yang sepenuhnya terkait dapat menangani tugas-tugas rumit tambahan seperti karakterisasi gambar, pengenalan desain, dan interpretasi bahasa. Hasil yang diperoleh menggunakan perhitungan augmentasi grid yang dilanjutkan dengan inklinasi offset. Setiap neuron terhubung sepenuhnya ke aktivasi di lapisan sebelumnya berkat operasi ini[20].



Gambar 13. Fully Connected Layer

2.9 ResNet-50

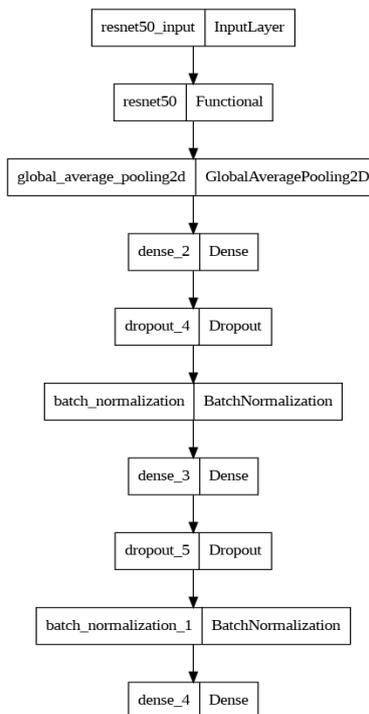
ResNet merupakan salah satu arsitektur model dari Convolutional Neural Network (CNN) untuk melatih jaringan yang sangat dalam tanpa mengalami masalah degradasi kinerja yang umumnya terjadi pada jaringan yang lebih dalam[7]. ResNet50 adalah tipe ResNet yang memiliki 50 layer yang terdiri dari 48 convolution layer, 1 maxpool layer, dan 1 average pool layer. Di dalam arsitektur ini, terdapat blok konvolusi dasar, yang terdiri dari konvolusi 3x3, batch normalization, dan fungsi aktivasi ReLU (Rectified Linear Unit), yang diikuti oleh blok "residual". Struktur blok residual ini memungkinkan jaringan untuk belajar representasi yang lebih baik dari data dan membuat pembelajaran lebih efisien[21].



Gambar 14. Visualisasi Resnet-50

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Struktur ResNet-50



Gambar 15. Rancangan Model Arsitektur ResNet-50

Pada tahap penelitian ini dilakukan perancangan arsitektur ResNet-50 yang akan digunakan, yaitu dengan melakukan konfigurasi parameter-parameter. Parameter yang digunakan antara lain convolutional layer, pooling layer, activation layer, dan fully connected layer. Fungsi aktivasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu Activation ReLu dan Softmax dengan menggunakan Optimizer Adam dengan learning rate sebesar 0.0001 dan Early Stopping. Berikut merupakan model summary yang digunakan pada arsitektur model ini.

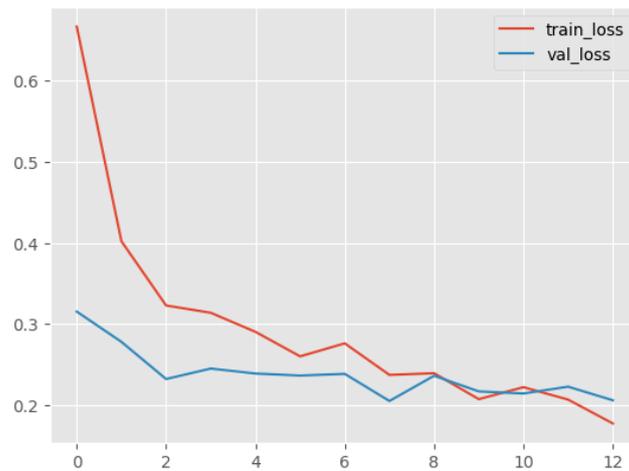
Tabel 1. Hasil Arsitektur Model ResNet-50

<pre># Compile the model from tensorflow.keras.optimizers import Adam model.compile(optimizer=Adam(learning_rate = 0.0001), loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy']) model.summary()</pre>		
Model: "sequential_1"		
Layer (type)	Output Shape	Param #
resnet50 (Functional)	(None, 4, 4, 2048)	23587712
global_average_pooling2d (GlobalAveragePooling2D)	(None, 2048)	0
dense_2 (Dense)	(None, 128)	262272
dropout_4 (Dropout)	(None, 128)	0
batch_normalization (Batch Normalization)	(None, 128)	512
dense_3 (Dense)	(None, 256)	33024
dropout_5 (Dropout)	(None, 256)	0
batch_normalization_1 (Batch Normalization)	(None, 256)	1024
dense_4 (Dense)	(None, 2)	514
<pre>===== Total params: 23885058 (91.11 MB) Trainable params: 23831170 (90.91 MB) Non-trainable params: 53888 (210.50 KB)</pre>		

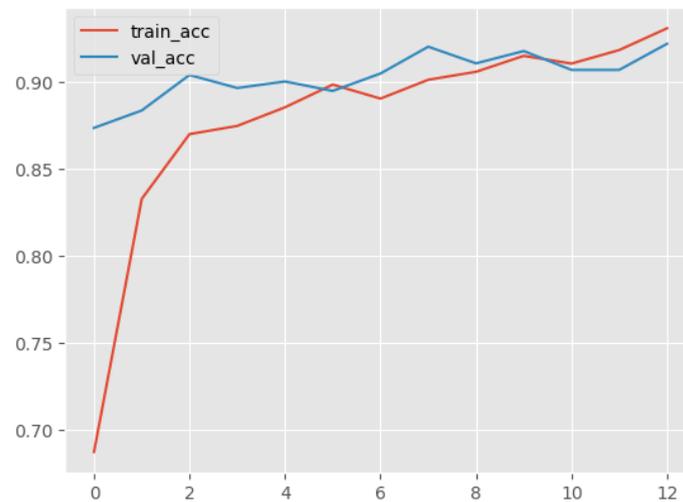
Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 23.885.058 parameter yang dipelajari.

3.2 Hasil Evaluasi dan Pengujian

Pada tahap evaluasi dan pengujian ini, ResNet-50 dilatih dengan epoch sebanyak 50 epoch menggunakan optimizer yaitu Optimizer Adam dan menggunakan Early Stopping. Pada layer dropout menggunakan aktivasi ReLu dan Softmax. Berikut rincian hasil dari pengujian dari ResNet-50 dengan plot akurasi train dan validation loss.



Gambar 16. Train dan Validation Loss pada Model ResNet-50



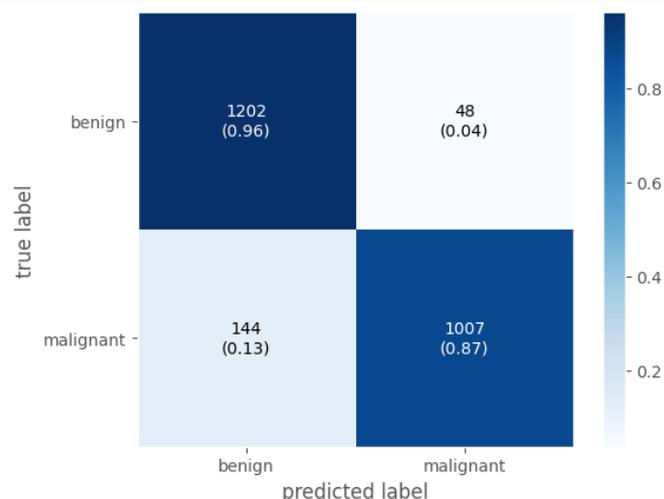
Gambar 17. Train dan Validation Accuracy pada Model ResNet-50

Pada tahap pengujian model ResNet-50, akurasi training dan validation dimulai pada epoch pertama meningkat secara bertahap sampai epoch ke 50, namun masih mengalami overfitting yang tidak dapat dihindarinya. Sehingga dengan dilakukannya proses training dan validation pada nilai loss mendapatkan hasil yang minim. Hal tersebut menandakan bahwa pengujian pertama mendapatkan hasil yang cukup bagus. Setelah itu, dilanjutkan dengan *classification report* didapatkan akurasi sebesar 92.00%. Nilai precision, recall dan f1-score dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Classification Report pada Model ResNet-50

	precision	recall	f1-score
Benign	89%	96%	93%
Malignant	95%	87%	91%
Accuracy	92.00%		

Selanjutnya setelah nilai *classification report* didapatkan, kemudian dilanjutkan dengan confusion matrix untuk mengetahui jumlah prediksi pada jenis kanker kulit. Hasil confusion matrix dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Confusion Matrix pada Model ResNet-50

Hasil confusion matrix menunjukkan bahwa kelas benign ada 1202 data true dan 48 data false sedangkan pada data kelas malignant ada 144 data false dan 1007 data true.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem segmentasi dan klasifikasi gambar citra untuk deteksi kanker kulit menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet-50. Dataset citra kanker kulit yang digunakan yaitu diambil dari kaggle. Sebanyak 9605 dataset yang digunakan displit menjadi 7204 untuk data training dan 2401 untuk data validation. Dengan menggunakan CNN arsitektur ResNet-50 dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat mampu mengklasifikasikan dua jenis kanker kulit Malignant (Ganas) dan Benign (Jinak). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini didapatkan akurasi sebesar 92.00%.

Saran penelitian ini untuk selanjutnya yaitu menggunakan metode deep learning yang lainnya, dengan menggunakan metode deep learning tersebut maka akan dapat memperoleh hasil akurasi yang lebih baik dalam membedakan kelas kanker kulit Malignant (Ganas) dan Benign (Jinak).

Referensi

- [1] T. R. Savera, W. H. Suryawan, and A. W. Setiawan, "Deteksi Dini Kanker Kulit Menggunakan K-NN dan Convolutional Neural Network," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 373–378, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202072602.
- [2] Kementerian Kesehatan, "Riset Kesehatan Dasar," Kementerian Kesehatan RI .
- [3] A. Foeady Zoebad, "Sistem Klasifikasi Kanker Kulit Berdasarkan Data Citra Dermoscopic Dengan Menggunakan Metode Deep Extreme Learning Machine," *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*, 2019.
- [4] A. Ciptaningrum, "Segmentasi Lesi Kulit Pada Citra Dermoskopi Menggunakan CNN," *Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2021.
- [5] K. K. Rekayasa, R. R. Saputro, A. Junaidi, and W. A. Saputra, "Klasifikasi Penyakit Kanker Kulit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Studi Kasus: Melanoma)," *Journal of Dinda Data Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, vol. 2, no. 1, pp. 52–57, 2022.
- [6] S. R. Waheed *et al.*, "Melanoma Skin Cancer Classification based on CNN Deep Learning Algorithms," *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, vol. 19, no. 3, pp. 299–305, Jan. 2023, doi: 10.11113/mjfas.v19n3.2900.
- [7] Q. Aina Fitroh, "Deep Transfer Learning untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi pada Citra Dermoskopi Kanker Kulit," *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI*, vol. 12, no. 2, 2023.
- [8] B. Mitra Sujatmiko *et al.*, "Convolution Neural Network Dengan Desain Jaringan Resnet Sebagai Metode Klasifikasi Tumor Kulit Convolution Neural Network Using Resnet Network Design As Skin Tumor Classification Method," *Jurnal Simantec*, vol. 11, no. 1, 2022.

- [9] S. Devaraneni, "Melanoma Detection Based On Deep Learning Melanoma Detection Based On Deep Learning Networks Networks," *California State University*, 2023, [Online]. Available: <https://scholarworks.lib.csusb.edu/etd>
- [10] A. Shah *et al.*, "A comprehensive study on skin cancer detection using artificial neural network (ANN) and convolutional neural network (CNN)," *Clinical eHealth*, vol. 6. KeAi Communications Co., pp. 76–84, Dec. 01, 2023. doi: 10.1016/j.ceh.2023.08.002.
- [11] Alyyu Nur, Fuadah Nur R.Y, and Caecar Pratiwi Kumalasari N, "Klasifikasi Kanker Kulit Ganas Dan Jinak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 6, 2022, [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/fanconic/skin-cancer->
- [12] H. Akbar, "Klasifikasi Kanker Serviks Menggunakan Model Convolutional Neural Network (ALEXNET)," *Jurnal Informatika dan Komputer) Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.33387/jiko.
- [13] T. Saputra, M. Ezar, and A. Rivan, "Klasifikasi Jenis Kanker Kulit Benign Dan Malignant Menggunakan Model Arsitektur ALEXNET," *MDP Student Conference*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [14] H. M. JAVID, "Melanoma Skin Cancer Dataset of 10000 Images," Kaggle.
- [15] E. S. Nugroho and Y. E. Anggraini, "Review Teknik Segmentasi Pada Deteksi Kanker Kulit (Melanoma)," 2018. [Online]. Available: <http://jurnal.pcr.ac.id>
- [16] F. Royana, P. Yuniar Maulida, R. Nurul Hasanah, and S. Setia Rahayu, "Aplikasi Mobile Deteksi Dini Kanker Kulit Berdasarkan Image Processing | 100," *Jurnal Litbang Edusaintech*, vol. 2, no. 2, pp. 100–106, 2021, [Online]. Available: <http://journal.pwmjateng.com/index.php/jle>
- [17] R. Yohannes and A. E. M. Rivan, "Klasifikasi Jenis Kanker Kulit Menggunakan CNN-SVM," *Jurnal Algoritme*, vol. 2, no. 2, pp. 133–144, 2022.
- [18] M. Rafly Alwanda, R. Putra, K. Ramadhan, and D. Alamsyah, "Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle," 2020.
- [19] S. Saha, "A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks — the ELI5 way," Towards Data Science.
- [20] M. Ezar Al Rivan and K. Kunci, "Klasifikasi Jenis Kanker Kulit Manusia Menggunakan Convolutional Neural Network," *MDP Student Conference (MSC)*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [21] T. Elizabeth, "Klasifikasi Lesi Benign Dan Malignant Pada Rongga Mulut Menggunakan Arsitektur ResNet50," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 4, pp. 2407–4322, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.mdp.ac.id>