



Implementation of Convolutional Neural Network Algorithm (ResNet-50) for Benign and Malignant Skin Cancer Classification

Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (Resnet-50) untuk Klasifikasi Kanker Kulit Benign dan Malignant

**Gogor Putra Hafi Puja Gusti¹, Elin Haerani^{2*}, Fadhilah Syafria³,
Febi Yanto⁴, Siska Kurnia Gusti⁵**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

E-Mail: ¹gogorphpg@gmail.com, ²elin.haerani@uin-suska.ac.id, ³fadhilah.syafria@uin-suska.ac.id,
⁴febiyanto@uin-suska.ac.id, ⁵siskakurniagusti@uin-suska.ac.id

Received May 2nd 2024; Revised Jun 12th 2024; Accepted Jun 16th 2024

Corresponding Author: Elin Haerani

Abstract

The skin as the outermost organ that covers all parts of the human body is susceptible to sharing diseases, one of which is skin cancer. The use of malignant technology, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs) has become a research topic because of CNNs' ability to automatically recognize important features in the classification of skin cancer medical images. Therefore, research was carried out on the classification of benign (benign) and malignant (malignant) skin cancer using the ResNet-50 architecture CNN algorithm with a dataset of 5000 benign skin cancer training data and 4600 malignant skin cancer training data. The CNN model that has been designed with an epoch of 50 uses Adam's optimizer and a batch size of 54 and involves several data augmentation techniques to increase the diversity of the dataset so that the designed model is then implemented into the display of a website using Flask as a framework that connects the deep learning model and the website so that it can be accessed by users. The blackbox test method was carried out to ensure that the system could classify skin cancer through input in the form of medical images into 2 classes, namely benign and malignant well and obtained model accuracy of 94.88% and loss of 13.24%.

Keyword: Classification, CNN, Model, ResNet-50, Skin Cancer

Abstrak

Kulit sebagai organ terluar yang menutupi seluruh bagian tubuh manusia rentan terhadap berbagi penyakit, salah satunya kanker kulit. Penggunaan teknologi *malignant*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN) diangkat menjadi topik penelitian karena kemampuan CNN untuk secara otomatis mengenali fitur penting dalam klasifikasi citra medis kanker kulit. Oleh karena itu dilakukan penelitian pengklasifikasian penyakit kanker kulit *benign* (jinak) dan *malignant* (ganas) menggunakan algoritma CNN arsitektur *ResNet-50* dengan dataset berupa 5000 data latih kanker kulit *benign* dan 4600 data latih kanker kulit *malignant*. Model CNN yang telah dirancang dengan *epoch* 50 menggunakan *optimizer* Adam dan *batch size* sebesar 54 serta melibatkan beberapa teknik augmentasi data guna meningkatkan keragaman dataset untuk kemudian model hasil perancangan diimplementasikan ke dalam tampilan sebuah *website* dengan menggunakan *Flask* sebagai kerangka kerja yang menghubungkan antara model *deep learning* dan *website* agar bisa diakses oleh pengguna. Metode pengujian *blackbox* dilakukan demi memastikan sistem dapat melakukan klasifikasi kanker kulit melalui input berupa citra medis kedalam 2 kelas yaitu *benign* dan *malignant* dengan baik serta didapatkan hasil akurasi model sebesar 94,88 % dan *loss* sebesar 13,24%.

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

1. PENDAHULUAN

Kulit merupakan sebuah organ terbesar yang menutupi hampir seluruh bagian pada tubuh manusia. Sebagai indera peraba manusia, kulit mempunyai peran penting dalam membantu kehidupan manusia [1]. Kulit secara langsung menerima rangsangan dari luar, seperti sentuhan, rasa sakit, dan pengaruh lainnya mengingat letaknya berada di paling luar, sehingga berbagai penyakit sering kali menyerang kulit.

Infeksi mikroorganisme, lemahnya sistem kekebalan tubuh, reaksi alergi, dan kesehatan diri serta lingkungan yang buruk adalah beberapa faktor yang dapat menyebabkan penyakit dan gangguan kulit. Kanker kulit adalah salah satu penyakit berbahaya yang dapat menyerang kulit. Ini terjadi ketika karakteristik sel penyusun kulit berubah dari normal menjadi ganas, hal ini dapat menyebabkan sel membelah secara tidak terkendali dan merusak *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) [2]. Salah satu jenis kanker yang paling umum adalah kanker kulit. Menurut data statistik Global Cancer Observatory 2018 yang dibuat oleh International Agency for Research on Cancer (IARC), baik pada pria maupun wanita, kanker kulit masing-masing menempati posisi 19 dan 5 teratas sebagai jenis kanker yang paling tinggi jumlah pasiennya [3].

Dalam bidang medis, diagnosis penyakit kanker kulit umumnya dilakukan dengan proses biopsi. Ini berarti bagian jaringan kulit diambil dan kemudian diperiksa secara menyeluruh untuk mengetahui apakah itu sel kanker atau tidak. Namun teknik ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan juga membutuhkan biaya yang tinggi [4]. Jika lambat terdeteksi, kelangsungan hidup penderita kanker kulit hanya sekitar 14% , namun hal itu dapat meningkat hingga 99% ketika bisa dideteksi lebih awal.

Kanker *malignant* (ganas) adalah kanker yang dapat berkembang dan menyebar ke bagian tubuh lainnya, menembus jaringan dan organ lain, serta berkembang tanpa kendali. Sebaliknya, kanker *benign* (jinak) adalah kanker yang dapat berkembang namun tidak dapat menyebar seperti kanker *malignant*, sehingga umumnya tidak menimbulkan risiko yang sama [5]. Penting untuk mengetahui apakah seseorang menderita penyakit kanker kulit atau hanya kelainan kulit biasa dengan melihat ciri-ciri awal penyakit kanker kulit [6], dibutuhkan sistem yang bisa membantu mengetahui jenis kanker kulit yang diderita, sehingga dapat mengetahui penanganannya secara dini agar dapat mengurangi risiko keterlambatan dalam penanganan kanker kulit [7]. Penggunaan teknologi *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), telah menjadi fokus penelitian yang sangat relevan karena kemampuan CNN untuk secara otomatis mengenali fitur-fitur yang penting dalam klasifikasi citra medis, membawa pengembangan dari diagnosis tradisional hingga diagnosis otomatis dengan tingkat kinerja yang sangat baik [8]. *Deep learning* memiliki kemampuan untuk membantu kehidupan manusia dengan memberikan akurasi tambahan dalam diagnosis penyakit kanker [9][10][11]. Klasifikasi kanker kulit menggunakan CNN memberikan solusi potensial untuk mengatasi tantangan diagnostik dan memberikan dukungan bagi para tenaga medis. Oleh karena itu dilakukan penelitian pengklasifikasian penyakit kanker kulit *benign* (jinak) dan *malignant* (ganas) menggunakan metode CNN, dimana CNN dapat mengklasifikasikan citra kanker kulit.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu mengenai klasifikasi kanker kulit menggunakan algoritma CNN. Pada penelitian yang dilakukan Arief Budhiman, Hasil terbaik yang berhasil dicapai dalam penelitian ini, setelah melibatkan 10 *epoch training*, adalah ResNet 50 dengan skema augmentasi data, model ini mencapai tingkat akurasi sebesar 83%. Selain itu, untuk kelas ganas, sementara untuk kelas jinak mencapai 87% [12]. Kemudian, Mohammed A. Al-masni menggunakan Inception-ResNet-v2 mendapatkan nilai akurasi sebesar 85% dengan augmentasi data, segmentasi lesi kulit serta balancing data [13]. Kemudian penelitian yang dilakukan Muzahidul Islam Rahi, untuk meningkatkan akurasi menjadi 90%, ia menggunakan algoritma CNN pada VGG11, ResNet50, dan DenseNet121 yang terlatih dengan data ImageNet, agar dapat meningkatkan ukuran dataset dan efisiensi model [14].

Pada penelitian ini bertujuan untuk membangun model klasifikasi kanker kulit menggunakan Algoritma CNN dan mengevaluasi performa model ini dengan menggunakan matriks *accuracy* pada citra medis kanker kulit. Peneliti juga mencoba untuk mengklasifikasi citra kanker kulit menggunakan Algoritma CNN menggunakan dataset yang diperoleh dari *International Skin Imaging Collaborator* (ISIC) dengan citra medis kanker kulit yang berfokus pada 2 kategori yaitu Kanker kulit *benign* dan *malignant*. penelitian ini juga melibatkan augmentasi pada preprocessing dataset yang ada, Augmentasi data penting karena sering kali kumpulan data pelatihan terbatas dalam masalah kompleks di kehidupan nyata, seperti data medis. Dengan memperluas variasi data yang tersedia, augmentasi data membantu model CNN dalam menghindari overfitting dan meningkatkan kemampuannya untuk menggeneralisasi pada data baru [15][16].

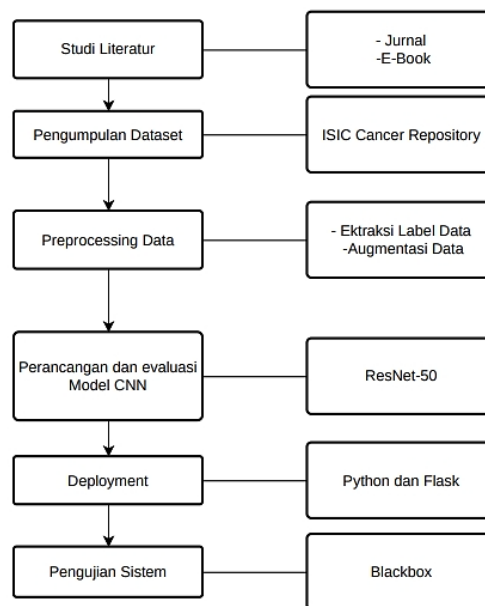
Selain itu, penelitian ini juga bertujuan memahami cara membangun sistem klasifikasi kanker kulit menggunakan Algoritma CNN yang diimplementasikan ke dalam tampilan sebuah *website* dengan menggunakan bahasa pemrograman python dan *framework Flask*, *Flask* sebagai kerangka kerja web opensource yang ringan dan dirancang menggunakan Python untuk menyusun dan meluncurkan aplikasi web [17], *framework* ini juga dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam pengembangan aplikasi web dengan peningkatan fungsi dan fitur karena bisa diintegrasikan dengan banyak plugin [18]. Sistem kemudian akan diuji menggunakan metode *blackbox*, Pengujian *blackbox* adalah metode yang fokus pada fungsi sistem tanpa memerhatikan detail internal dari implementasi program atau sistem. Tujuannya adalah memastikan program berjalan sesuai kebutuhan yang telah ditetapkan [19] [20].

Penelitian ini menekankan pada bagaimana cara membangun model CNN untuk klasifikasi dan bagaimana cara membangun sistem untuk klasifikasi tersebut dengan Flask. Penelitian ini tidak memfokuskan pada pencapaian akurasi tertinggi dalam klasifikasi, melainkan lebih pada proses pembuatan dan implementasi model serta sistem yang dapat berfungsi dengan baik dalam konteks aplikasi web.

Oleh sebab itu, hasil dari penelitian ini tentu diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya dalam mengoptimalkan kinerja model maupun kemampuan sistem untuk melakukan klasifikasi kanker kulit karena penelitian tidak hanya berfokus mengenai bagaimana cara merancang sebuah model CNN dengan arsitektur ResNet-50 untuk melakukan klasifikasi kanker kulit *benign* dan *malignant*, melainkan juga untuk mengetahui bagaimana cara membangun sebuah sistem klasifikasi kanker kulit yang akan diintegrasikan kedalam sebuah website menggunakan flask berdasarkan model yang telah dirancang sebelumnya sehingga bisa digunakan langsung oleh *end-user* untuk membantu mereka mengetahui hasil dari diagnosa penyakit atau gangguan kulit yang dialami kedalam 2 kelas berbeda pada penyakit kanker kulit yaitu *benign* dan *malignant* agar ketepatan dalam penanganan penyakit maupun gangguan pada kulit bisa dilakukan dengan baik atas dasar temuan dari penelitian ini.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Studi Literatur

Tahapan ini, peneliti melakukan pencarian, pengumpulan, dan evaluasi beragam sumber literatur yang terkait dengan topik atau permasalahan yang menjadi fokus penelitian. Fokus utama studi literatur, yang juga dikenal sebagai literatur review adalah menyelidiki dan mengeksplorasi literatur yang sudah ada dalam suatu bidang pengetahuan tertentu. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk membantu mengidentifikasi serta memahami penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terutama terkait dengan teori-teori yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dijalankan. Dalam hal ini peneliti melibatkan beberapa topik yang menjadi kata kunci untuk melakukan seleksi dalam dijadikan landasan dalam studi literatur yaitu Kanker Kulit, Klasifikasi, *Malignant* dan *Convolutional Neural Network* (CNN).

2.2. Pengumpulan Dataset

Dataset yang akan digunakan pada penelitian ini adalah jenis data sekunder. Data didapatkan dari *International Skin Image Collaborating* (ISIC) yakni sebuah *repository* berisi himpunan berbagai citra kanker kulit atau dermoscopic image yang dikategorikan menjadi 2 kelas penelitian yaitu *benign* dan *malignant*. Berikut ditampilkan sampel dataset kanker kulit jinak dan ganas dari ISIC. Penelitian ini menggunakan dataset dengan rincian yaitu 5000 data latih kanker kulit *benign* dan 4600 data latih kanker kulit *malignant* menggunakan 1000 data uji kanker kulit *benign* dan 1000 data uji kanker kulit *malignant*.

2.3. Preprocessing

Setelah dataset didapatkan, maka dilakukan serangkaian langkah untuk membantu model dalam memproses gambar yaitu dengan melakukan *preprocessing* gambar. Dalam hal ini, penelitian akan melakukan 2 langkah *preprocessing* gambar yaitu:

1. Ekstraksi Label Data

Proses ekstraksi label dilakukan dengan menggunakan set pelatihan yang terdiri dari 2000 gambar kanker kulit. Dalam proses ini, setiap gambar diberikan label berdasarkan jenis kanker kulitnya, yang terdiri dari dua kelas utama yaitu *benign* dan *malignant*. Dengan demikian, melalui tahap ekstraksi label ini, dataset terkumpul yang mencakup informasi penting untuk melatih model klasifikasi kanker kulit, memungkinkan model untuk memahami perbedaan antara kelas "*benign*" dan "*malignant*" dalam upaya mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis kanker kulit dengan akurat.

2. Augmentasi Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa metode augmentasi data yang bertujuan untuk meningkatkan keragaman data. Pada penelitian ini, adapun metode augmentasi yang digunakan yaitu *rotation range=20* yang artinya gambar dapat diputar sebesar 20 derajat, *width shift range=0,2* dan *height shift range=0,2* yang memungkinkan gambar untuk digeser ke atas dan bawah maupun kanan dan kiri sebesar 20% dari gambar asli, kemudian untuk mengisi area kosong setelah gambar diputar dan digeser, maka ditambahkan metode berupa *fill mode="nearest"* yang dalam hal ini piksel yang berada di area kosong akan digantikan dengan piksel terdekat. Kemudian metode *zoom range=0,15* dilakukan untuk membantu model belajar dari variasi ukuran objek dengan memperbesar gambar atau bahkan memperkecil gambar sebesar 15%, lalu *horizontal flip* juga dilakukan untuk membalik gambar dari kiri ke kanan untuk meningkatkan keragaman data dalam memperkenalkan citra yang simetris. Terakhir *validation split=0,2* yaitu membagi data menjadi 2 bagian, dalam penelitian ini data dibagi menjadi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi yang mana data diambil dari data uji citra kanker kulit.

2.4. Perancangan dan Evaluasi Model CNN

Dalam penelitian ini, model akan dirancang dengan Algoritma CNN untuk mengklasifikasikan citra dermoskopi kanker kulit dalam dua kelas, yaitu *benign* dan *malignant*. Nantinya Arsitektur dari model CNN yang akan digunakan akan melakukan pembelajaran mesin dari 9600 data latih citra kanker kulit pada masing-masing kelas yakni 5000 gambar kanker kulit *benign* dan 4600 gambar kanker kulit *malignant* dengan menyesuaikan beberapa parameter.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan *optimizer* Adaptive Moment Estimation (Adam) dikarenakan kemampuannya untuk beradaptasi dengan lebih cepat dan lebih efisien terhadap data yang kompleks, dalam hal ini berupa dataset dengan jumlah yang cukup besar yaitu diangka 10000 gambar. Penulis menggunakan *batch size* sebesar 54 untuk memaksimalkan efisiensi pelatihan maupun efisiensi memori selama pembelajaran mesin dilakukan. Kemudian penulis menggunakan *epoch* sebesar 50 kali dengan tujuan untuk memberikan keseimbangan kepada model waktu yang cukup untuk mengeksplorasi dan mengeksplorasi pola dalam data pelatihan serta sekaligus mengurangi risiko *overfitting* karena model belajar pola dari data pelatihan dalam kurun waktu yang terlalu lama.

Setelah model selesai dibangun, maka akan dilakukan tahap evaluasi model untuk mengetahui performa dari model yang telah dibuat. Fungsi evaluasi model digunakan agar memberikan gambaran tentang bagaimana model bekerja pada data yang belum pernah dilihatnya selama pelatihan. Penulis menggunakan 2 variabel dalam melihat kinerja dari model yang sudah dirancang yaitu *accuracy* dan *loss*, karena penulis perlu mengetahui seberapa sering model membuat prediksi yang benar dan juga seberapa besar kesalahan rata-rata model dalam membuat prediksi.

2.5. Deployment

Pada penelitian ini, model yang telah dibuat akan diimplementasikan pada *website* yang bisa diakses langsung oleh pengguna atau pihak terkait. Proses *deployment* sistem ini akan menggunakan Python dan *framework Flask* untuk menghubungkan model CNN dengan tampilan *website*. Implementasi ini melibatkan beberapa langkah kunci. Pertama, pengolahan dataset dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python, dengan library seperti NumPy dan Pandas untuk *preprocessing* data, serta TensorFlow untuk pengembangan dan pelatihan model CNN. Setelah model dilatih, maka model disimpan dan diintegrasikan ke dalam aplikasi *web* menggunakan *Flask*.

Flask berfungsi sebagai penghubung antara model CNN yang telah dibuat dengan antarmuka web. Selain itu, HTML, JavaScript, dan CSS digunakan untuk membangun tampilan *website*. HTML digunakan untuk membuat struktur dasar dari halaman web, JavaScript digunakan untuk memberikan interaktivitas pada halaman web, seperti validasi *form* dan pemrosesan data tanpa perlu *refresh* halaman, sedangkan CSS digunakan untuk mengatur tata letak dan tampilan halaman web agar terlihat menarik dan sesuai dengan desain yang diinginkan.

2.6. Pengujian Sistem

Pada tahap ini, pengujian sistem akan dilakukan menggunakan metode *blackbox* yaitu metode pengujian yang menitik beratkan pada fungsi sistem untuk mengetahui apakah semua fungsi website maupun kemampuan klasifikasi model yang dihubungkan ke dalam sistem ini bisa berjalan dengan baik.

Dalam rangka pengujian sistem menggunakan metode *blackbox*, fokus utama akan diberikan pada fitur upload gambar dan tampilan hasil klasifikasi. Pada tahap ini, kami akan mengevaluasi apakah pengguna dapat dengan lancar mengunggah gambar ke dalam sistem dan apakah proses klasifikasi model yang terkait dapat berjalan secara efektif.

Fitur *upload* gambar akan diuji untuk memastikan bahwa sistem menerima berbagai jenis file gambar dan dapat menanganinya dengan baik. Pengujian juga akan memastikan bahwa proses *upload* berjalan tanpa kendala dan memberikan umpan balik yang jelas kepada pengguna. Selanjutnya, pada tahap klasifikasi, metode *blackbox* akan menekankan pada *output* yang dihasilkan oleh model yang akan memastikan bahwa pop-up yang muncul setelah pengguna menekan tombol *submit* memberikan informasi yang akurat dan dapat dipahami tentang hasil klasifikasi gambar yang diunggah. Dengan menggunakan pendekatan *blackbox*, evaluasi fitur upload gambar dan hasil klasifikasi akan menekankan pengalaman pengguna dan fungsi fungsional keseluruhan sistem.

2.7. Simpulan

Penelitian ini mencapai tahap akhir dengan penarikan kesimpulan yang menggambarkan hasil pencapaian yang berarti. Dalam upaya mengklasifikasi citra kanker kulit, model menggunakan Algoritma CNN dengan dataset dari ISIC, dengan fokus pada dua kelas utama, yaitu Kanker *Benign* dan *Malignant*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN mampu dengan baik mengklasifikasikan jenis kanker kulit, memberikan hasil yang memuaskan. Dengan merangkum temuan dan analisis tersebut, kesimpulan penelitian memberikan pandangan akhir yang berharga terhadap kemampuan model CNN dalam mengatasi tugas klasifikasi kanker kulit sehingga hasilnya dapat memberikan kontribusi penting dalam pemahaman lebih lanjut dalam bidang kesehatan dan *malignant*.

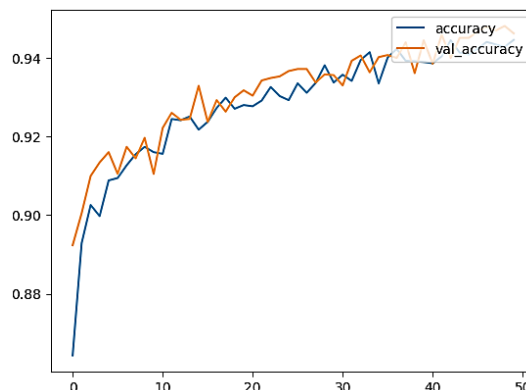
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini, pembahasan difokuskan dalam 2 tahap yakni model CNN dengan arsitektur ResNet-50 dan implementasi model tersebut kedalam sebuah Sistem Klasifikasi Kanker Kulit dengan *framework Flask* pada bahasa pemrograman *python*.

3.1. Model CNN Arsitektur ResNet-50

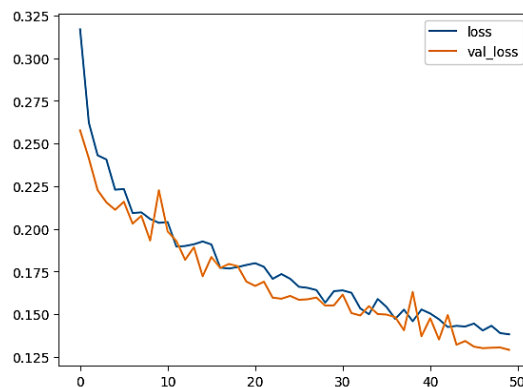
Pada tahap pemodelan, penulis menggunakan salah arsitektur pada CNN yaitu ResNet-50. Arsitektur menggunakan ukuran input gambar dengan ukuran 224 x 224 *piksel* dengan 3 kanal warna *RGB*. Pelatihan arsitektur dilatih menggunakan *epoch* 50 dengan *optimizer* Adam dan batch size 54. Pada fase awal pelatihan yaitu di *epoch* pertama, akurasi model bekisar di angka 86%, kemudian pada *epoch* berikutnya akurasi pada data pelatihan dan validasi cenderung meningkat seiring dengan berjalannya *epoch*, dapat dilihat pada gambar 2, hal ini menunjukkan indikasi positif bahwa model mengoptimalkan kemampuan klasifikasi dan menandakan bahwa model semakin baik dalam memprediksi label dengan benar.

Peningkatan akurasi pada data validasi (ditandai dengan *val accuracy*) juga terlihat pada gambar yang memperlihatkan bahwa seiring dengan berjalannya *epoch*, model tidak hanya belajar untuk memprediksi data pelatihan dengan baik. Ini penting karena akurasi yang meningkat pada data validasi menandakan bahwa model tidak hanya mampu bekerja dengan baik hanya pada pelatihan, tetapi juga mampu menangkap pola lainnya yang berguna dalam pengklasifikasian data baru yang dalam hal ini yaitu gambar kanker kulit *benign* dan *malignant* yang sebelumnya tidak pernah dilihat oleh model. Akurasi ResNet-50 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Akurasi ResNet-50

Berbeda dengan akurasi yang akan menunjukkan performa yang baik ketika angka yang didapat semakin tinggi, untuk *loss* ketika semakin rendah angkanya maka akan semakin baik pula performanya. Pada gambar 3 di fase awal epoch berjalan, *loss* berada di kisaran angka 31%, kemudian seiring dengan berjalannya *epoch*, penurunan nilai angka pada *loss* tersebut, tentu menunjukkan indikasi positif bahwa model secara bertahap belajar dan menyesuaikan diri dengan data serta validasi *loss* yang menurun juga turut memperlihatkan model yang kembali mampu mempelajari pola-pola pada data baru serta menurunkan resiko kesalahan dalam melakukan klasifikasi tersebut.

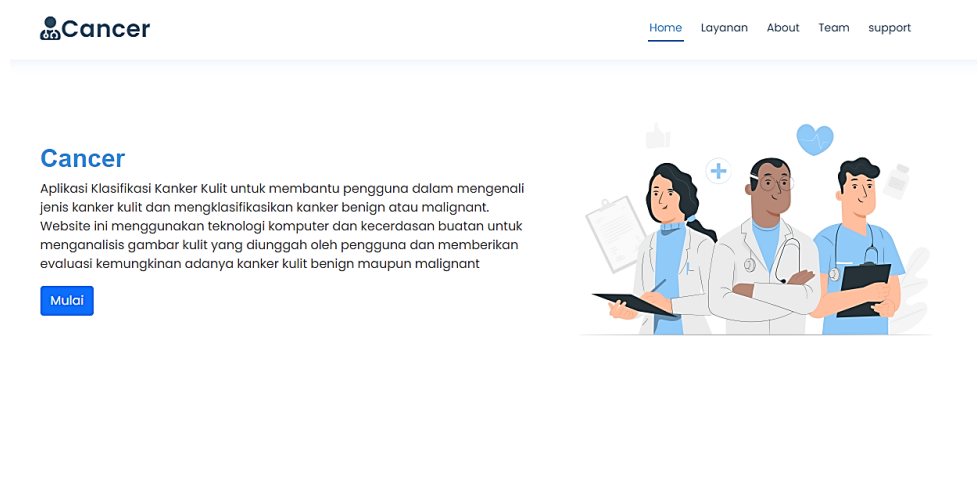


Gambar 3. Loss ResNet-50

Dari hasil percobaan diatas serta analisa yang telah dilakukan, maka dengan arsitektur ResNet-50 dalam algoritma CNN, penulis berhasil mengembangkan sebuah model untuk melakukan klasifikasi kanker kulit ke dalam dua kelas, yaitu *Benign* dan *Malignant*. Model ini memperoleh akurasi sebesar 94,88% dan *loss* sebesar 13,24%.

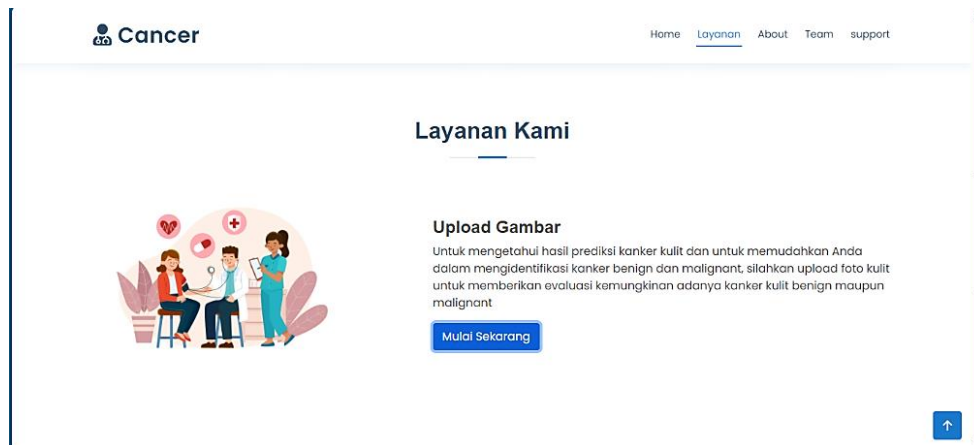
3.2. Sistem Klasifikasi Kanker Kulit

Setelah model dari arsitektur ResNet-50 dilatih, kemudian model disimpan dengan format h5 untuk dilanjutkan kedalam tahap *deployment*. Tahap deployment menggunakan framework *Flask* untuk mengimplementasikan model tersebut, penulis juga merancang antarmuka pengguna untuk situs web yang dibuat khusus untuk mengklasifikasikan kanker kulit *benign* dan *malignant*. Ini adalah tampilan antarmuka pengguna. Halaman utama aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Halaman Utama Aplikasi

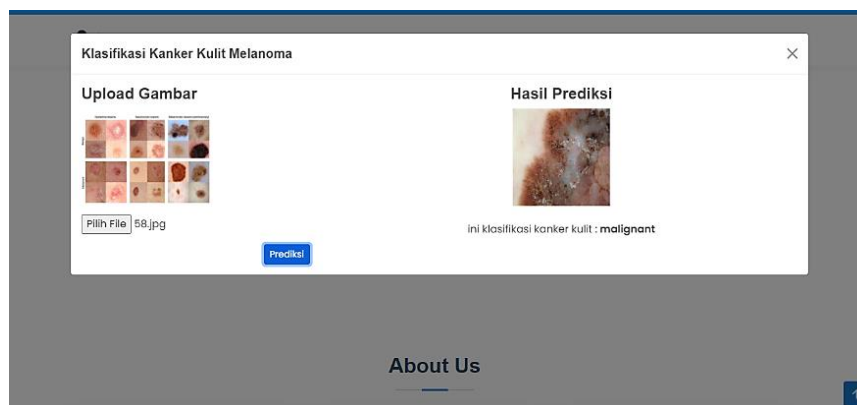
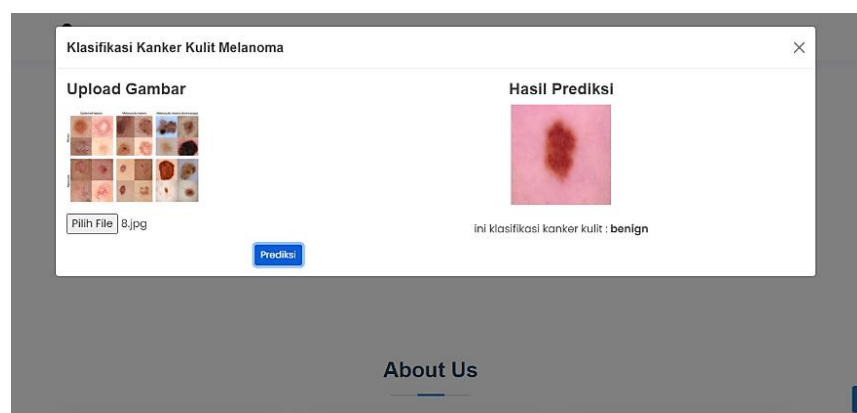
Tampilan utama aplikasi klasifikasi kanker kulit ini memuat penjelasan umum yang penting bagi pengguna. Pada bagian ini, pengguna akan menemukan informasi yang menjelaskan secara ringkas tujuan utama dari aplikasi klasifikasi kanker kulit *benign* dan *malignant* ini. Selanjutnya halaman layanan dari sistem ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Halaman Layanan Kami

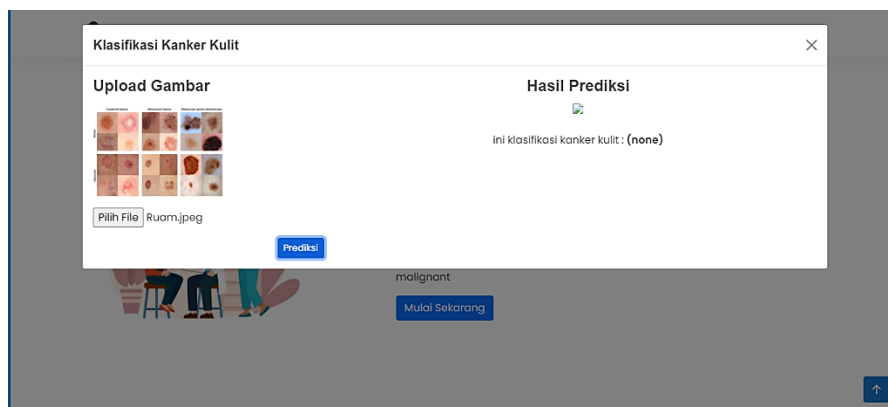
3.3. Pengujian

Metode pengujian *blackbox* pada tampilan *upload* gambar ini mengacu pada proses di mana pengguna diberi kemampuan untuk mengunggah gambar kulit yang ingin diklasifikasikan terkait kanker kulit. Proses ini dilakukan tanpa pengguna memiliki pengetahuan tentang detail internal dari model atau proses klasifikasi yang terjadi di balik layar. Pada tampilan *upload* gambar, akan menampilkan *pop-up* untuk pengguna mengunggah gambar kulit yang ingin diklasifikasi terkait kanker kulit. Kemudian aplikasi akan melakukan klasifikasi terhadap gambar tersebut untuk menentukan apakah gambar tersebut termasuk dalam kelompok kanker kulit *benign* atau *malignant*. Hasil Klasifikasi Kanker Kulit pada Kelas *Malignant* dan Hasil Klasifikasi Kanker Kulit Pada Kelas *Benign* ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar 7.

Gambar 6. Hasil Klasifikasi Kanker Kulit Pada Kelas *Malignant*Gambar 7. Hasil Klasifikasi Kanker Kulit Pada Kelas *Benign*

Setelah pengguna mengunggah gambar, aplikasi akan secara otomatis melakukan klasifikasi terhadap gambar tersebut menggunakan model yang telah dilatih sebelumnya. Hasil klasifikasi ini kemudian ditampilkan kepada pengguna dalam bentuk informasi yang jelas dan mudah dipahami, misalnya, apakah

gambar tersebut termasuk dalam kelompok kanker kulit *benign* (tidak berbahaya) atau *malignant* (berbahaya). Dengan demikian, pengguna dapat dengan cepat mendapatkan pemahaman tentang kemungkinan risiko kanker kulit berdasarkan gambar yang diunggah tanpa perlu memahami detail teknis dari proses klasifikasi yang terjadi di balik layar. Klasifikasi Gambar Non Kanker Kulit ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Klasifikasi Gambar Non Kanker Kulit

Selain pengujian dari 2 kondisi diatas yang memang ditujukan untuk melakukan klasifikasi terhadap 2 kelas kanker kulit, penulis juga melakukan pengujian dengan memasukkan beberapa gambar penyakit pada kulit seperti panu, kurap, cacar, kudis dan ruam. Hasilnya adalah sistem menampilkan keterangan berupa (none) yang artinya tidak, ini dimaknai bahwa gambar yang masukkan oleh pengguna untuk di klasifikasi bukanlah menjadi bagian dari salah satu kelas yang ada, baik itu termasuk ke dalam kategori kanker kulit *benign* maupun kanker kulit *malignant*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis berhasil memanfaatkan teknologi *malignant* dengan algoritma CNN menggunakan arsitektur ResNet-50 dengan dataset berupa 5000 data latih kanker kulit *benign* dan 4600 data latih kanker kulit *malignant* serta masing-masing 1000 data uji *benign* maupun *malignant* dengan epoch 50 menggunakan *optimizer* Adam dan *batch size* sebesar 54 untuk membuat sebuah model dalam melakukan klasifikasi kanker kulit ke dalam dua kelas, yaitu *Benign* dan *Malignant*. Model ini mencapai akurasi sebesar 93,88% dan *loss* sebesar 13,24%. Hasil model ini kemudian diekspor ke dalam format h5 guna diimplementasikan ke dalam tampilan sebuah *website* menggunakan *framework* Flask.

Dengan *framework* Flask, model CNN ini dapat diakses dan digunakan secara langsung oleh pengguna melalui antarmuka web untuk melakukan klasifikasi kanker kulit ke dalam dua kelas yang telah ditentukan. Kesuksesan penelitian ini tidak hanya menyoroti potensi *malignant* dalam membantu diagnosis kanker kulit serta memberikan informasi dan pemahaman kepada pengguna tentang kondisi penyakit kanker kulit, tetapi juga menunjukkan bagaimana *framework* Flask dapat digunakan secara efektif untuk menghubungkan model *malignant* dengan aplikasi web yang dapat diakses oleh pengguna.

REFERENSI

- [1] A. R. Mz, I. Wijaya, and ..., "Sistem pakar diagnosa penyakit kulit pada manusia dengan metode Dempster-Shafer," *Journal of Computer ...*, 2020, [Online]. Available: <http://jcosine.if.unram.ac.id/index.php/jcosine/article/view/285>
- [2] R. Agustina, R. Magdalena, and ..., "Klasifikasi Kanker Kulit menggunakan Metode Convolutional Neural Network dengan Arsitektur VGG-16," ... : *Jurnal Teknik Energi ...*, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.itenas.ac.id/index.php/elkomika/article/view/5674>
- [3] F. Bray, "Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries," *CA Cancer Journal for Clinicians*, vol. 68, no. 6, pp. 394–424, 2018, doi: 10.3322/caac.21492.
- [4] T. L. D. Munthe, *Klasifikasi citra kanker kulit berdasarkan tingkat keganasan kanker pada melanosit menggunakan deep convolutional neural network (DCNN)*. repositori.usu.ac.id, 2018. [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/8883>
- [5] M. R. Hasan, "Comparative Analysis of Skin Cancer (*Benign* vs. *Malignant*) Detection Using Convolutional Neural Networks," *J Healthc Eng*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/5895156.

- [6] R. R. Saputro, A. Junaidi, and ..., "Klasifikasi Penyakit Kanker Kulit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Studi Kasus: Melanoma)," *Journal of Dinda: Data ...*, 2022, [Online]. Available: <https://journal.ittelkom-pwt.ac.id/index.php/dinda/article/view/349>
- [7] M. Faruk and N. Nafi'iyah, "Klasifikasi Kanker Kulit Berdasarkan Fitur Tekstur, Fitur Warna Citra Menggunakan SVM dan KNN," *Telematika*, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.amikompurwokerto.ac.id/index.php/telematika/article/view/987>
- [8] L. Alzubaidi, "Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions," *J Big Data*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00444-8.
- [9] Y. Benhammou, "BreakHis based breast cancer automatic diagnosis using deep learning: Taxonomy, survey and insights," *Neurocomputing*, vol. 375, pp. 9–24, 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2019.09.044.
- [10] E. Wulczyn, "Deep learning-based survival prediction for multiple cancer types using histopathology images," *PLoS One*, vol. 15, no. 6, 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0233678.
- [11] K. Nagpal, "Development and validation of a deep learning algorithm for improving Gleason scoring of prostate cancer," *NPJ Digit Med*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.1038/s41746-019-0112-2.
- [12] A. Budhiman, "Melanoma Cancer Classification Using ResNet with Data Augmentation," *2019 2nd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2019*, pp. 17–20, 2019, doi: 10.1109/ISRITI48646.2019.9034624.
- [13] M. A. Al-masni, "Multiple skin lesions diagnostics via integrated deep convolutional networks for segmentation and classification," *Comput Methods Programs Biomed*, vol. 190, 2020, doi: 10.1016/j.cmpb.2020.105351.
- [14] M. M. I. Rahi, "Detection of Skin Cancer Using Deep Neural Networks," *2019 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering, CSDE 2019*, 2019, doi: 10.1109/CSDE48274.2019.9162400.
- [15] A. Ajrana, *Rancang Bangun Aplikasi Mobile Klasifikasi Kanker Kulit Dengan Pemilihan Model Transfer Learning*. repository.unhas.ac.id, 2022. [Online]. Available: http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/22712/4/H071181003_skripsi_28-09-2022.pdf
- [16] A. Ghosh, "Fundamental concepts of convolutional neural network," *Intelligent Systems Reference Library*, vol. 172, pp. 519–567, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-32644-9_36.
- [17] P. Singh, "Deploy Machine Learning Models to Production: With Flask, Streamlit, Docker, and Kubernetes on Google Cloud Platform," *Deploy Machine Learning Models to Production: With Flask, Streamlit, Docker, and Kubernetes on Google Cloud Platform*, pp. 1–150, 2020, doi: 10.1007/978-1-4842-6546-8.
- [18] R. Rahutomo, "Artificial Intelligence Model Implementation in Web-Based Application for Pineapple Object Counting," *Proceedings of 2019 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTech 2019*, pp. 525–530, 2019, doi: 10.1109/ICIMTech.2019.8843741.
- [19] S. Wicaksono, *Blackbox Testing Teori dan Studi Kasus*. 2022. doi: 10.5281/zenodo.7659674.
- [20] P. Astuti, "PENGUNAAN METODE BLACK BOX TESTING (BOUNDARY VALUE ANALYSIS) PADA SISTEM AKADEMIK (SMA/SMK)," *Faktor Exacta*, vol. 11, p. 186, Dec. 2018, doi: 10.30998/faktorexacta.v11i2.2510.