

Implementasi Convolutional Neural Network dengan Arsitektur Alexnet Untuk Klasifikasi Penyakit Kulit

Andi Kurniawan^{1*}, Muhammad Pajar Kharisma Putra², Debby Alita³

^{1,2,3} Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

^{1*}andi_kurniawan@teknokrat.ac.id, ²pajarkharisma@teknokrat.ac.id, ³debbyalita@teknokrat.ac.id

Abstrak: Penyakit kulit ialah kelainan pada kulit yang disebabkan karena adanya jamur, kuman, parasit, virus maupun infeksi yang dapat menyerang siapa saja dan kapan saja. Pendeteksian penyakit kulit sejak dini dapat mempercepat pengobatan untuk mencegah penularan ke wilayah yang lebih luas. Pentingnya deteksi dini penyakit kulit memungkinkan orang yang terinfeksi untuk segera memulai pengobatan yang tepat. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan pengujian performa dari algoritma CNN untuk mengetahui seberapa efektif algoritma CNN dalam melakukan klasifikasi penyakit kulit. Objek yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 1200 data penyakit kulit yang terdiri dari tiga class yaitu penyakit kulit scabies, melanoma, dan juga nevus dengan perbandingan 80% digunakan sebagai data latih dan 20% sebagai data uji. Sebelum dilakukan pengolahan data, dilakukan terlebih dahulu proses data preprocessing yang bertujuan untuk mempersiapkan data sebelum proses pelatihan model. Data akan diolah menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) arsitektur Alexnet untuk melakukan tugas klasifikasi. Hasil dari pengujian kinerja model menggunakan metode Confusion Matrix diperoleh nilai akurasi mencapai 81%, sehingga metode CNN dengan arsitektur AlexNet dapat digunakan untuk tugas klasifikasi penyakit kulit dengan cukup baik.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network*; Alexnet; Klasifikasi; Penyakit Kulit; *Confusion Matrix*.

Abstract: Skin diseases are disorders of the skin caused by fungi, germs, parasites, viruses or infections that can attack anyone and at any time. Detection of skin diseases early can speed up treatment to prevent transmission to a wider area. The importance of early detection of skin diseases allows infected people to immediately start appropriate treatment. This research was conducted to test the performance of the CNN algorithm to find out how effective the CNN algorithm is in classifying skin diseases. The objects used in this research amounted to 1200 skin disease data consisting of three classes, namely scabies, melanoma and nevus with a ratio of 80% used as training data and 20% as test data. Before data processing is carried out, data preprocessing is carried out first, which aims to prepare the data before the model training process. The data will be processed using the Alexnet architecture Convolutional Neural Network (CNN) method to carry out classification tasks. The results of testing model performance using the Confusion Matrix method obtained an accuracy value of 81%, so that the CNN method with the AlexNet architecture can be used quite well for the task of classifying skin diseases.

Keywords: Convolutional Neural Networks; Alexnet; Classification; Skin disease; Confusion Matrix.

1. PENDAHULUAN

Penyakit kulit merupakan salah satu masalah kesehatan yang sering dijumpai di dunia. Penyakit kulit ialah kelainan pada kulit yang disebabkan karena adanya jamur, kuman, parasit, virus maupun

infeksi yang dapat menyerang siapa saja dan kapan saja [1]. Pendeteksian penyakit kulit sejak dini atau saat gejala muncul dapat mempercepat pengobatan untuk mencegah penularan ke wilayah yang lebih luas. Namun mendeteksi penyakit kulit tidaklah mudah karena kulit tersusun dari banyak lapisan yang kompleks. Dengan berkembangnya teknologi saat ini, deteksi penyakit kulit dapat dilakukan dengan mudah, terutama dengan menggunakan teknik computer vision [2]. Computer Vision adalah cabang ilmu yang berfokus pada pengembangan algoritma dan sistem komputer yang mampu memahami, menganalisis, dan menginterpretasikan gambar dan video.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi penyakit kulit, pada penelitian ini menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). CNN adalah algoritma supervised learning dimana model CNN bekerja dengan mencoba meniru sistem pengenalan pikiran di korteks visual manusia sehingga dapat memiliki kemampuan seperti manusia. Manfaat penelitian ini adalah untuk efisiensi dan mempermudah proses diagnosa sesuai dengan yang diharapkan khususnya klasifikasi penyakit kulit [3].

Penelitian ini menggunakan dataset citra yang telah dikumpulkan dengan label yang tepat dan cukup representatif untuk pelatihan, validasi, dan pengujian model CNN. Penelitian ini hanya membatasi class pada penyakit kulit scabies, melanoma, dan nevus sebagai data penelitian. Data yang digunakan pada penelitian diperoleh dari Kaggle sebagai sumber utama informasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini hanya berfokus kepada Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur AlexNet untuk melakukan klasifikasi penyakit kulit.

Perlunya dilakukan pengujian performa dari algoritma CNN untuk mengetahui seberapa efektif algoritma CNN dalam melakukan klasifikasi penyakit kulit. Hal ini dapat membantu dalam memilih algoritma yang lebih efektif dan efisien untuk diterapkan dalam sistem kesehatan, sehingga dapat membantu diagnosis dan pengobatan penyakit secara akurat dan lebih cepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja pada jaringan saraf tiruan Convolutional Neural Network (CNN) arsitektur AlexNet dalam melakukan tugas klasifikasi pada penyakit kulit.

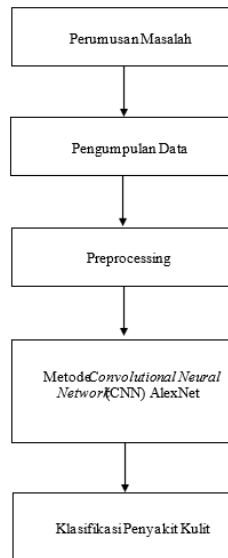
Penelitian yang dilakukan oleh M Fauzan Aziz Ilhami, Aji Supriyanto (2023), dengan judul Deteksi Wajah Jenis Kelamin Dengan Fitur Hijab dan Tidak Berhijab Menggunakan Jaringan Saraf Konvolusi. Pada penelitian ini, CNN dengan arsitektur AlexNet dan SqueezeNet diterapkan untuk menghasilkan sistem deteksi jenis kelamin berdasarkan citra wajah dengan fitur hijab dan tanpa hijab. Hasil pengujian menunjukkan bahwa AlexNet berhasil mengklasifikasikan 37 gambar secara tepat, akurasi yang didapat sebesar 92,5%, sementara SqueezeNet berhasil mengklasifikasikan 36 gambar secara tepat, akurasi yang didapat sebesar 90% [4].

Pada penelitian lain juga yang membahas tentang Deteksi Tingkat Kematangan Fermentasi Singkong (Tape Singkong) Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN), penelitian ini menggunakan 75 citra yang terdiri dari 45 data citra latih dan 30 data citra uji. Berdasarkan hasil penelitian, Deteksi Tingkat Kematangan Fermentasi Singkong (Tape Singkong) Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) memberikan hasil yang optimal. Tingkat akurasi pada data latih yaitu mencapai 96.88% dengan menggunakan Layer sebanyak 24, Epoch sebesar 300 dengan iterasi 1 per Epoch. Dengan Tingkat akurasi pada data uji mencapai 90% dengan total data sebanyak 30 data uji [5].

2. METODE PENELITIAN

Kerangka Penelitian

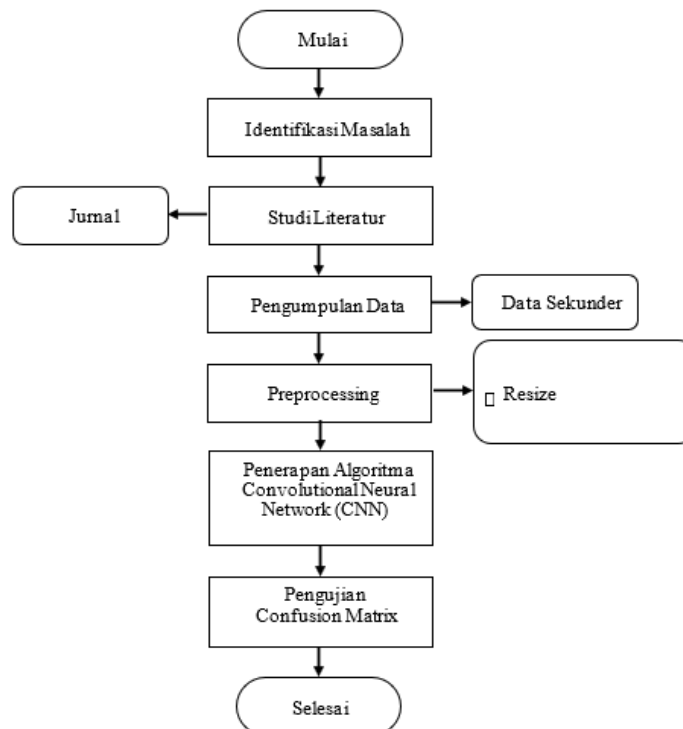
Kerangka penelitian merupakan konsep atau gambaran yang dibuat oleh peneliti yang akan diwujudkan ketika melakukan penelitian. Dari uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dibuat kerangka penelitiannya.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan sebuah langkah yang dilakukan peneliti dalam melaksanakan tahapan tahapan yang akan dilakukan dalam proses penelitian. Berikut merupakan tahapan penelitian yang dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian, pengumpulan data dilakukan menggunakan data sekunder yang bersumber dari kaggle [6].

Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 1200 data penyakit kulit yang terdiri dari tiga class yaitu penyakit kulit scabies, melanoma, dan juga nevus. Dari ketiga class tersebut, masing-masing dari setiap class terdapat 400 data penyakit yang disimpan dalam dokumen file dengan format .jpg.

Preprocessing

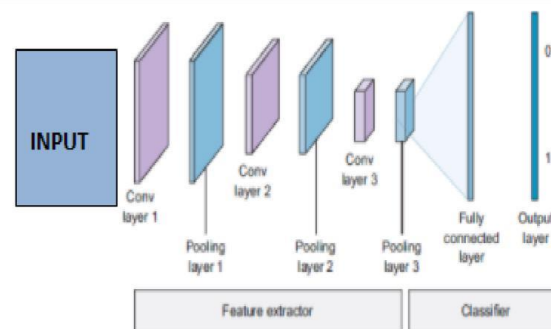
Preprocessing adalah salah satu langkah penting untuk data [7]. Preprocessing melibatkan serangkaian transformasi untuk membersihkan dan mempersiapkan data gambar sebelum dimasukkan kedalam model [8].

Resize

Mengubah ukuran dimensi gambar, seperti lebar dan tinggi, untuk menghasilkan gambar dengan ukuran yang lebih kecil atau lebih besar. Pada penelitian ini citra di resize ukurannya menjadi 224x224 piksel. Dengan ukuran citra yang seragam untuk memudahkan dalam proses komputasi [9].

Convolutional Neural Network (CNN)

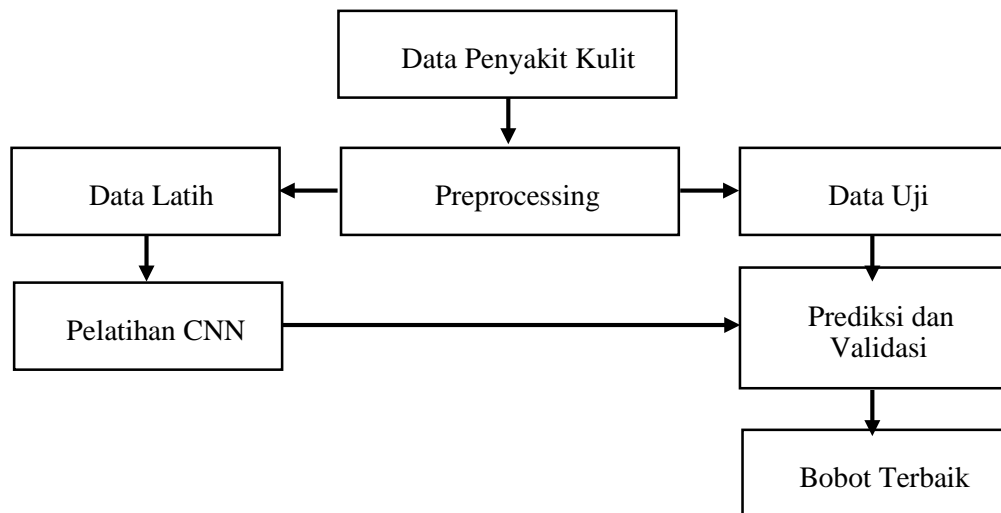
Secara umum CNN tidak jauh beda dengan neural network, neuron-neuron pada CNN memiliki fungsi weight, bias dan activation [8]. CNN pertama kali dikembangkan sebagai NeoCognitron oleh Kunihiko Fukushima, seorang peneliti di NHK Broadcasting Science Research Laboratory, Kinuta Setagaya, Tokyo, Jepang. Adapun lapisan penyusun dari sebuah CNN terdiri dari Convolutional Layer, Activation ReLU Layer, Pooling Layer, dan Fully Connected Layer [3]. Arsitektur CNN yang digunakan pada penelitian ini yaitu arsitektur Alexnet.



Gambar 3. Arsitektur Alexnet

Pengujian

Pengujian merupakan proses verifikasi dan validasi suatu sistem, model, atau aplikasi untuk memastikan apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak [10]. Sistem yang akan memprediksi penyakit kulit dilakukan pengujian untuk memastikan akurasi dan kualitas hasil prediksi penyakit kulit telah maksimal. Alur pengujian sistem dapat dilihat pada Gambar dibawah.

**Gambar 4.** Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan bobot terbaik dari hasil pelatihan, dengan menggunakan confusion matrix, yaitu matriks prediksi yang dibandingkan dengan kelas asli berdasarkan data input. Berikut adalah contoh perhitungan pada pengujian sistem dengan menggunakan confusion matrix.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan objek citra penyakit kulit dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 1200 data yang diunduh melalui kaggle [6]. Citra yang terdiri dari 3 kelas masing-masing akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu sebagai data train dan data test. Data citra ini menjadi bahan utama dalam pengembangan model klasifikasi penyakit kulit yang akan dikaji dalam penelitian ini. Pada gambar 5 adalah sample dari dataset citra penyakit kulit yang akan digunakan sebagai objek penelitian.

**Gambar 5.** Dataset

Tahap Preprocessing

Tahap preprocessing citra merupakan tahap penting dalam pengolahan dataset penyakit kulit. Pada tahap ini, penulis menerapkan teknik penting, yaitu resize, untuk mempersiapkan data sebelum digunakan dalam model klasifikasi. Resize bertujuan untuk mengubah resolusi citra agar sesuai dengan kebutuhan model [11].

Resize

Pada tahapan ini dilakukan untuk memastikan konsistensi ukuran input pada model, proses resize dilakukan pada citra-citra penyakit dalam dataset. Resizing ini mengubah semua citra menjadi ukuran yang seragam, dalam hal ini citra-citra disesuaikan menjadi ukuran 224x224 piksel, yang merupakan ukuran standar dalam arsitektur jaringan seperti AlexNet [12].

Pembagian Data

Pada penelitian ini data dibagi 80:20, pembagian data ini digunakan dalam penelitian untuk membagi kumpulan data menjadi dua bagian yaitu 80% data latih dan 20% data uji. Pendekatan ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan data yang tersedia dan menguji kinerja model yang dibangun, pembagian data 80%:20% memastikan bahwa model tersebut dilatih dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Pembagian data dengan rasio ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana model mampu menggeneralisasi dari data pelatihan ke data yang tidak pernah dilihat sebelumnya, sehingga memastikan keandalan model dalam menghadapi data baru [13].

Training Model

Training model dilakukan AlexNet untuk mempelajari pola dan mengekstrak fitur dari data training yang digunakan sehingga model dapat secara akurat dan efektif mengidentifikasi tanda-tanda penyakit scabies, melanoma, dan nevus pada citra.

Penjelasan dari arsitektur model Alexnet yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Conv2D Layers, terdapat beberapa lapisan Conv2D dalam model. Setiap lapisannya digunakan untuk mengekstrak fitur-fitur dari gambar input. Lapisan ini menggunakan filter-filter konvolusi untuk melakukan konvolusi pada gambar input dan menghasilkan fitur-fitur yang semakin kompleks seiring dengan meningkatnya kedalaman jaringan.
2. Batch Normalization Layers, digunakan untuk mempercepat pelatihan dan mengurangi overfitting dengan menormalisasi setiap mini-batch data input.
3. MaxPooling2D Layers, digunakan untuk mereduksi dimensi gambar dengan menjaga fitur-fitur paling penting.
4. Flatten layer, mengubah data yang diperoleh dari lapisan sebelumnya menjadi vektor satu dimensi.
5. Dense Layers, dense layers memiliki banyak neuron (node) yang saling terhubung untuk mempelajari hubungan antara fitur-fitur yang diekstraksi sebelumnya.
6. Dropout Layers, digunakan untuk mengurangi overfitting. Dropout secara acak menonaktifkan sebagian kecil neuron selama pelatihan, agar mencegah model dari ketergantungan yang berlebihan.
7. Output Layer, berupa lapisan dense terakhir yang memiliki neuron sejumlah kelas yang ingin di prediksi.

Setelah arsitektur AlexNet selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melatih model yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan performa model agar dapat digunakan untuk memprediksi nilai dari data testing. Training model pada penelitian ini menggunakan epoch sebanyak 10, dengan batch size sebanyak 32. Proses training model dilakukan hingga tercapai nilai accuracy yang lebih tinggi dan nilai loss yang lebih rendah, sehingga akurasi model dalam memprediksi data uji semakin baik.

Pengujian Kinerja Model

Pengujian kinerja model dilakukan untuk mengukur sejauh mana model AlexNet berkinerja dalam memenuhi standar yang diharapkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur akurasi, presisi, recall, dan F1-score untuk mengevaluasi sejauh mana model mampu mengidentifikasi penyakit scabies pada citra dataset dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Jumlah data uji yang digunakan untuk mengukur kinerja model berjumlah 150 data, yang dibagi menjadi 3 kelas (scabies, melanoma, dan nevus) sehingga masing-masing kelas terdapat 50 data uji. Hasil pengujian kinerja model dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Confusion Matrix Hasil Kinerja Model

		Hasil Prediksi		
		Scabies	Melanoma	Nevus
Class Sebenarnya	Scabies	32	11	7
	Melanoma	2	37	11
	Nevus	1	0	49

Untuk dapat mengetahui nilai Accuracy, precision, recall, dan error dari model yang sudah dilatih, maka harus dilakukan perhitungan pada setiap kelas. Berikut cara melakukan perhitungan pada setiap kelas.

1. Class Scabies

Didalam class scabies. Terdapat 32 prediksi yang benar positif (TP), 18 nilai yang seharusnya positif tetapi salah dikelompokkan sebagai negative (FN), 3 nilai yang seharusnya negative tetapi salah dikelompokkan sebagai positif (FP), dan 97 prediksi yang benar negative (TN). Dengan menggunakan nilai-nilai ini, kita dapat menghitung nilai Accuracy, precision, recall, dan error. Berikut adalah langkah-langkah perhitungannya.

Tabel 2. Hasil Prediksi Pada Class Scabies

TP	FN	FP	TN
32	18	3	97

$$\text{Accuracy} = \frac{32+97}{32+97+3+18} * 100\% = 86\%$$

$$\text{Precision} = \frac{32}{32+3} * 100\% = 91\%$$

$$\text{Recall} = \frac{32}{32+18} * 100\% = 64\%$$

$$\text{Error} = 100\% - 86\% = 14\%$$

2. Class Melanoma

Didalam class melanoma. Terdapat 32 prediksi yang benar positif (TP), 18 nilai yang seharusnya positif tetapi salah dikelompokkan sebagai negative (FN), 3 nilai yang seharusnya

negative tetapi salah dikelompokkan sebagai positif (FP), dan 97 prediksi yang benar negative (TN). Dengan menggunakan nilai-nilai ini, kita dapat menghitung nilai Accuracy, precision, recall, dan error. Berikut adalah langkah-langkah perhitungannya.

Andi Kurniawan: *Penulis Korespondensi



Copyright © 2024, Andi Kurniawan, Muhammad Pajar Kharisma Putra, Debby Alita.

Tabel 3. Hasil Prediksi Pada Class Melanoma

TP	FN	FP	TN
37	13	11	89

$$\text{Accuracy} = \frac{37+89}{37+89+11+13} * 100\% = 84\%$$

$$\text{Precision} = \frac{37}{37+11} * 100\% = 77\%$$

$$\text{Recall} = \frac{37}{37+13} * 100\% = 74\%$$

$$\text{Error} = 100\% - 84\% = 16\%$$

3. Class Nevus

Didalam class nevus terdapat 49 prediksi yang benar positif (TP), 1 nilai yang seharusnya positif tetapi salah dikelompokkan sebagai negative (FN), 18 nilai yang seharusnya negative tetapi salah dikelompokkan sebagai positif (FP), dan 82 prediksi yang benar negative (TN). Dengan menggunakan nilai-nilai ini, kita dapat menghitung nilai Accuracy, precision, recall, dan error. Berikut adalah langkahlangkah perhitungannya.

Tabel 4. Hasil Prediksi Pada Class Melanoma

TP	FN	FP	TN
49	1	18	82

$$\text{Accuracy} = \frac{49+82}{49+82+18+1} * 100\% = 87\%$$

$$\text{Precision} = \frac{49}{49+18} * 100\% = 73\%$$

$$\text{Recall} = \frac{49}{49+1} * 100\% = 98\%$$

$$\text{Error} = 100\% - 87\% = 13\%$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada masing-masing class diperoleh hasil, nilai accuracy sebesar 86% pada class scabies, 84% pada class melanoma, dan 87% pada class nevus. Selanjutnya diperoleh hasil nilai precision pada class scabies sebesar 91%, pada class melanoma sebesar 77%, dan pada class nevus sebesar 73%. Sedangkan untuk nilai recall pada class scabies sebesar 64%, pada class melanoma sebesar 74%, dan pada class nevus sebesar 98%. dan untuk nilai error pada class scabies sebesar 14%, pada class melanoma sebesar 16%, dan pada class nevus sebesar 13%. Agar lebih mudah melihat nilai accuracy, precision, recall dan error pada setiap class dapat dilihat pada tabel 4. Dibawah ini.

Andi Kurniawan: *Penulis Korespondensi



Copyright © 2024, Andi Kurniawan, Muhammad Pajar Kharisma Putra, Debby Alita.

Tabel 5. Nilai Accuracy, Precision, Recall dan Error Setiap Class

No	Class	Accuracy	Precision	Recall	Error
1	Scabies	86%	91%	64%	14%
2	Melanoma	84%	77%	74%	16%
3	Nevus	87%	73%	98%	13%

Setelah nilai accuracy, precision, recall dan error dari setiap class sudah berhasil didapat, selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai dari keseluruhan class untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan model. Perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

$$\text{Accuracy} = \frac{118+268}{118+268+32+32} * 100\% = 81\%$$

$$\text{Precision} = \frac{118}{118+32} * 100\% = 78\%$$

$$\text{Recall} = \frac{118}{118+32} * 100\% = 78\%$$

$$\text{Error} = 100\% - 81\% = 19\%$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai accuracy, precision, recall, dan error dari keseluruhan class, maka diperoleh nilai accuracy sebesar 81%, nilai precision sebesar 78%, nilai recall sebesar 78%, dan nilai error sebesar 19%. Berdasarkan hasil uji kinerja model dengan menggunakan confusion matrix, diperoleh hasil akurasi yang cukup baik. Oleh karena itu, metode CNN dengan arsitektur AlexNet bisa digunakan untuk mengklasifikasikan citra penyakit kulit.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pembahasan ini dapat diambil kesimpulan Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa metode Convolutional Neural Network (CNN) AlexNet memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam tugas klasifikasi penyakit kulit dengan akurasi mencapai 81%. Model dibuat dengan menggunakan data penyakit yang terdiri dari tiga class yang di resize berukuran 224x224 piksel sebagai input, dan melalui pelatihan sebanyak 10 epoch dengan rasio dataset pembagian 80% data latih dan 20% data uji. Hasilnya, tingkat akurasi mencapai 81%. Dari pencapaian ini, dapat disimpulkan bahwa model ini memberikan kinerja yang cukup baik dalam hal akurasi. Hasil akurasi, presisi, recall, dan error yang dihasilkan oleh model menunjukkan performa yang memadai, sehingga metode Convolutional Neural Network (CNN) AlexNet dapat digunakan secara efektif dalam sistem klasifikasi penyakit kulit. berisi ringkasan tentang apa yang dipelajari dari hasil yang diperoleh, apa yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Ciri umum lainnya dari kesimpulan adalah manfaat dan aplikasi penelitian, batasan, dan rekomendasi berdasarkan hasil yang diperoleh.

5. REFERENCES

- [1] Rizky Adawiyah and Dadang Iskandar Mulyana, "Optimasi Deteksi Penyakit Kulit Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) dan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)," Inf. (Jurnal Inform. dan Sist. Informasi), vol. 14, no. 1, pp. 18–33, 2022, doi: 10.37424/informasi.v14i1.138.

- [2] R. R. A. P. O. Briliani and I. Palupi, "Klasifikasi Penyakit Kulit menggunakan Image Processing dan Artificial Neural Network (ANN)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 1902–1912, 2022.
- [3] F. N. Cahya, N. Hardi, D. Riana, and S. Hadiyanti, "Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Sistemasi*, vol. 10, no. 3, p. 618, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i3.1248.
- [4] A. Supriyanto, "GENDER FACE DETECTION WITH HIJAB AND NON-HIJAB FEATURES USING," vol. 6, 2023.
- [5] A. Subayu and Supatman, "Deteksi Tingkat Kematangan Fermentasi Singkong (Tape Singkong) Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *J. Inf. Syst. Artif. Intell.*, vol. 2, no. 2, pp. 136–141, 2022, doi: 10.26486/jisai.v2i2.68.
- [6] M. N. Bajwa et al., "Computer-aided diagnosis of skin diseases using deep neural networks," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 7, pp. 1–13, 2020, doi: 10.3390/app10072488.
- [7] O. Arifin and T. B. Sasongko, "Analisa perbandingan tingkat performansi metode support vector machine dan naïve bayes classifier," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.* 2018, vol. 6, no. 1, pp. 67–72, 2018.
- [8] M. A. Hanin, R. Patmasari, and R. Y. Nur, "Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Skin Disease Classification System Using Convolutional Neural Network (Cnn)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 273–281, 2021.
- [9] I. Wulandari, H. Yasin, and T. Widiyarih, "Klasifikasi Citra Digital Bumbu Dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn)," *J. Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 273–282, 2020, doi: 10.14710/j.gauss.v9i3.27416.
- [10] S. S. Patil, S. S. Pardeshi, and A. D. Patange, "Health Monitoring of Milling Tool Inserts Using CNN Architectures Trained by Vibration Spectrograms," *C. - Comput. Model. Eng. Sci.*, vol. 136, no. 1, pp. 177–199, 2023, doi: 10.32604/cmesci.2023.025516.
- [11] R. Ashraf et al., "Deep Convolution Neural Network for Big Data Medical Image Classification," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 105659–105670, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2998808.
- [12] D. S. Candra, "Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Citra Bunga," vol. 16, no. 1, pp. 2580–2582, 2020.
- [13] S. N. Ria, M. Walid, and B. A. Umam, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Jenis Penyakit Kulit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Energy - J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 12, no. 2, pp. 9–16, 2022, doi: 10.51747/energy.v12i2.1118.