



Penerapan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* untuk Meningkatkan Kontras Citra Lidah pada Identifikasi Dianogsa Penyakit Jantung Menggunakan *Convolutional Neural Network*

Niko Suwaryo¹, Muslihatin Khuril Rosyida², Sandi Salvan Nuraliyudin³

^{1,3}*Program Studi Bisnis Digital, Universitas Medika Suherman*

Jl. Industri Pasir Gombong, Jababeka, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

^{2,3}*Program Studi Pengobatan Tradisional Tiongkok, Universitas Medika Suherman*

Jl. Industri Pasir Gombong, Jababeka, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

suwaryoniko@gmail.com, khurilrosyida06@gmail.com, sandi9nuraliyudin@gmail.com

Received: 10 November 2025; Accepted: 24 Maret 2026; First Available Online 26 Maret 2026;

Published: 20 Mei 2026

DOI:10.15575/jp.v10i1.413

Abstrak

Penyakit jantung dapat memengaruhi fungsi jantung dan pembuluh darah. Pencegahan melalui gaya hidup sehat dan deteksi dini merupakan kunci utama untuk menjaga kesehatan. Identifikasi diagnosis penyakit jantung juga diperlukan untuk mencegah terjadinya kematian. Informasi dan pengetahuan tentang identifikasi awal suatu penyakit jantung, dan kesadaran publik tentang kesehatan, masih rendah. Tidak dapat memberikan informasi melalui media tentang penyakit jantung, dan kurangnya edukasi tentang masalah penyakit jantung dalam kasus ini, sehingga media didukung dalam bentuk sistem yang mudah untuk memberikan solusi yang sesuai untuk mengelola masalah ini. Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* dan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah, klasifikasi gambar, atau mendeteksi objek gambar lidah yang diambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung. Penggunaan *CLAHE* dalam *preprocessing* citra lidah terbukti berhasil dalam meningkatkan kualitas kontras. *CNN* dalam mengidentifikasi pola yang berkaitan dengan tanda penyakit jantung. Performa model dan algoritma diuji untuk mengetahui hasil akurasi yang dianalisis serta mengukur metode *CLAHE*, di mana algoritma *CNN* dapat digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah dan berfungsi dengan baik, dan dapat menghasilkan tingkat akurasi 100.00%.

Kata Kunci: Lidah; *CLAHE*; Penyakit Jantung; *Convolutional Neural Network*; Deep Learning

Abstract

*Heart disease can affect the function of the heart and blood vessels. Prevention through a healthy lifestyle and early detection are key to maintaining health. Diagnostic identification of heart disease is also necessary to prevent death. Information and knowledge about early identification of heart disease, as well as public health awareness, remain low. The inability to provide information about heart disease through the media and the lack of education on heart disease issues, in this case, requires media support in the form of a user-friendly system to provide appropriate solutions to manage this problem. The *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* method and the *Convolutional Neural Network (CNN)* algorithm can be used to enhance contrast in tongue images, classify images, or detect*

objects in tongue images taken from photos of patients with heart disease and photos of normal tongues without heart disease. The use of CLAHE in tongue image preprocessing has proven successful in improving contrast quality. CNN in identifying patterns associated with heart disease signs. The performance of the model and algorithm was tested to determine the accuracy of the results and to evaluate the CLAHE method, in which the CNN algorithm can be used to enhance contrast in tongue images and function properly, achieving an accuracy rate of 100.00%.

Keywords: *Tongue; CLAHE; Heart Disease; Convolutional Neural Networks; Deep Learning*

A. Pendahuluan

Penyakit jantung dapat memengaruhi fungsi jantung dan pembuluh darah. Pencegahan melalui gaya hidup sehat dan deteksi dini merupakan kunci utama untuk menjaga kesehatan kardiovaskular (Nurmasani & Pristyanto, 2021). Penyakit jantung merupakan kondisi di mana jantung tidak dapat berfungsi dengan optimal. Hal ini terjadi ketika aliran darah ke otot jantung terhenti atau tersumbat, yang berpotensi menyebabkan kerusakan serius. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan penyakit jantung antara lain keturunan, usia, jenis kelamin, stres, kurangnya aktivitas fisik, kebiasaan merokok, kadar kolesterol yang tinggi, hipertensi, diabetes, serta obesitas (Prasetyo, 2023).

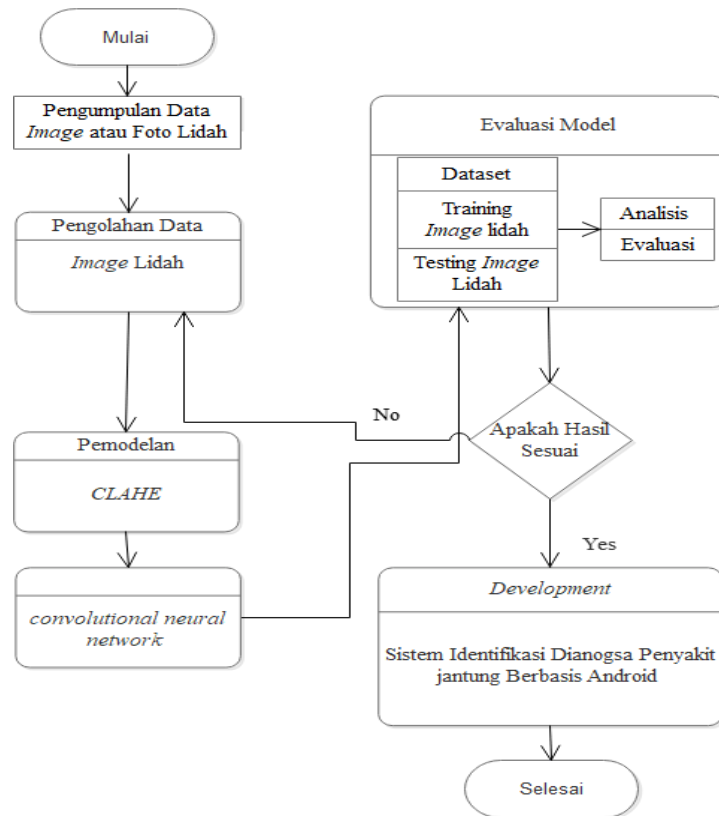
Gejala-gejala yang sering muncul pada penderita penyakit jantung meliputi rasa tidak nyaman di dada, nyeri yang menjalar hingga ke lengan, sakit yang menjalar ke rahang atau punggung, serta detak jantung yang tidak teratur, pusing, mudah lelah, keringat dingin yang berlebihan, dan batuk tersendat. Semua ini berhubungan dengan peran vital jantung dalam mengalirkan darah kaya oksigen ke seluruh tubuh (Utomo et al., 2020). Hal ini disebabkan oleh rendahnya pengetahuan masyarakat mengenai gejala awal penyakit jantung, pola pikir yang cenderung mengutamakan cara hidup praktis, serta kesadaran yang masih minim terkait kesehatan. Selain itu, kurangnya edukasi tentang masalah penyakit jantung dalam kasus ini menyebabkan media didukung dalam bentuk sistem yang mudah untuk memberikan solusi yang sesuai untuk mengelola masalah ini. Oleh karena itu, diperlukan media bantu berupa sistem aplikasi berbasis android yang sederhana guna untuk memberikan solusi yang tepat dalam menangani permasalahan penyakit jantung (Irpanudin et al., 2023).

Aplikasi identifikasi diagnosis penyakit jantung yang telah dikembangkan ini bertujuan untuk memberikan informasi dan pengetahuan yang jelas kepada pasien penyakit jantung maupun masyarakat umum. Selain itu, aplikasi ini diharapkan dapat membantu tenaga medis dalam menangani kasus penyakit jantung dengan memberikan solusi yang tepat, hanya dengan memperhatikan gejala-gejala yang dialami (Derisma, 2020). Salah satu metode yang efektif adalah identifikasi diagnosis penyakit jantung dengan menerapkan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), metode pengolahan citra yang digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar. Algoritma convolutional neural network dapat digunakan untuk mengklasifikasi gambar atau mendeteksi objek gambar lidah yang diambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung pada Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang. Dalam penelitian ini digunakan 202 data jantung normal dan 124 data penyakit jantung. Dari data tersebut kemudian dilakukan proses data *augmentation/generator* untuk memperkaya dataset train menjadi 2.291 data jantung normal dan 3.125 data penyakit jantung (Utomo & Mesran, 2020). Untuk memproses dataset, khususnya dalam klasifikasi gambar, telah dikembangkan teknik baru yang menggabungkan *machine learning* dan *artificial intelligence*. (Putra & Rini, 2019). Meningkatkan akurasi dalam menentukan diagnosis penyakit jantung

merupakan hal yang sangat krusial, karena hal ini dapat memengaruhi pengambilan keputusan dalam proses pengobatan dan tindak lanjut. Identifikasi diagnosis otomatis berperan penting dalam mengurangi ketidaksetaraan, meningkatkan kualitas layanan kesehatan, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya medis yang terbatas (E. Kinerja et al., 2025). Dengan menggabungkan ilmu komputer dan kedokteran, kita dapat melampaui metode pencitraan medis tradisional melalui analisis data gambar, multimedia, serta penerapan kecerdasan buatan (Sabna & Dewi, 2025). Oleh karena itu, menggunakan *deep learning* diperlukan untuk menyelesaikan masalah ini. Hasil penelitian di atas memiliki perbedaan dengan usulan penelitian ini yang menggunakan data gambar lidah sebagai objek dalam identifikasi diagnosis penyakit jantung dan menerapkan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* dalam meningkatkan kontras citra lidah dan algoritma *convolutional neural network*.

B. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode *contrast-limited adaptive histogram equalization*. Algoritma *convolutional neural network* dapat digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar atau citra lidah, klasifikasi gambar, atau mendeteksi objek gambar lidah yang diambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung pada Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang. Tujuan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang identifikasi awal suatu penyakit jantung. Kesadaran publik tentang kesehatan masih rendah, tidak dapat memberikan informasi melalui media tentang penyakit jantung, dan kurangnya edukasi masalah penyakit jantung dalam kasus ini, sehingga media didukung dalam bentuk sistem yang mudah untuk memberikan solusi yang sesuai untuk mengelola masalah ini, teknik dan hasilnya untuk mengatasi keterbatasan jumlah dataset, mengurangi *overfitting*, meningkatkan generalisasi model *Convolutional Neural Network*, dan membuat model lebih *robust* terhadap variasi citra. Menerapkan *contrast-limited adaptive histogram equalization (CLAHE)* untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah dalam identifikasi diagnosis penyakit jantung menggunakan algoritma *convolutional neural network*. Penelitian ini menggunakan 202 data jantung normal dan 124 data penyakit jantung. Dari data tersebut kemudian dilakukan proses data *augmentation/generator* untuk memperbanyak variasi data latih secara sintesis, pembangkitan data secara otomatis saat proses training tanpa menyimpan semua gambar hasil augmentasi. Pada penelitian ini, augmentasi dilakukan setelah preprocessing *CLAHE*, sehingga model belajar dari citra dengan kontras yang sudah ditingkatkan untuk memperkaya dataset train menjadi 2.291 data jantung normal dan 3.125 data penyakit jantung. Penelitian ini sudah memiliki izin etik penelitian nomor registrasi kepk/ump/100/viii/2024.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan rinci dan sistematis dari diagram alir penelitian berjudul

1. Pengumpulan Data (Image atau Foto Lidah)

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh dataset citra lidah yang akan digunakan sebagai data pelatihan dan pengujian model.

2. Pngolahan Data (Preprocessing Image Lidah)

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan citra agar siap diproses oleh model

3. Tahap Pemodelan

Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* digunakan untuk meningkatkan kualitas kontras citra. Setelah citra ditingkatkan kualitasnya, dilakukan klasifikasi menggunakan CNN

4. Evaluasi Model

Tahap ini bertujuan untuk mengukur performa model

5. *Development* (Implementasi Sistem)

Model yang telah terlatih diintegrasikan ke dalam sistem atau aplikasi identifikasi penyakit jantung untuk melakukan pemodelan dan diagnosis penyakit jantung.

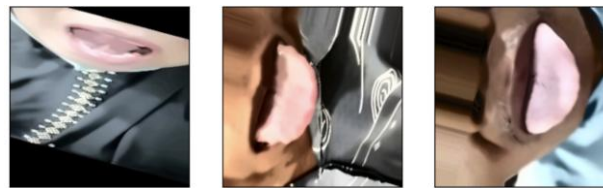
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tahap awal penelitian ini adalah pengumpulan data citra lidah, Salah satu metode yang efektif adalah identifikasi dianogsa penyakit jantung menerapkan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* metode pengolahan citra yang digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar, algoritma

convolutional neural network dapat dilakukan untuk mengklasifikasi gambar atau mendeteksi objek gambar lidah yang di ambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung pada rumah sakit sentra medika cikarang, dalam penelitian ini menggunakan 202 data Jantung Normal dan 124 data Penyakit Jantung. Dari data tersebut, kemudian dilakukan proses data augmentation/generator untuk memperkaya dataset train menjadi 2.291 data jantung normal dan 3.125 data penyakit jantung.



Gambar 2. Data Lidah Jantung



Gambar 3. Data Lidah Jantung HE



Gambar 4. Data Lidah Jantung CLAHE

D. Analisa Hasil Pengujian

Pada tahap ini, evaluasi dilakukan terhadap model menggunakan metode *contrast-limited adaptive histogram equalization*. *Algoritma convolutional neural network* dapat dilakukan untuk meningkatkan kontras pada gambar atau citra lidah. Klasifikasi gambar atau mendeteksi objek gambar lidah yang diambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung pada Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang. Penelitian ini menggunakan 202 data jantung normal dan 124 data penyakit jantung. Dari data tersebut, kemudian dilakukan proses data augmentation/generator untuk memperkaya dataset train menjadi 2.291 data jantung normal dan 3.125 data penyakit jantung.



Gambar 5. Jantung Normal



Gambar 6. Penyakit Jantung

Metode *contrast-limited adaptive histogram equalization* dan *algoritma convolutional neural network* dapat digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah, mengklasifikasikan gambar, atau mendeteksi objek gambar lidah yang diambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, Anda dapat melakukan beberapa hal seperti prapemrosesan yang lebih baik, menemukan arsitektur yang sesuai dengan kasus, dan menyempurnakan konfigurasi model. Melakukan *import library* yang diperlukan untuk proses, kemudian ketik *library* yang dibutuhkan dalam pengujian data.

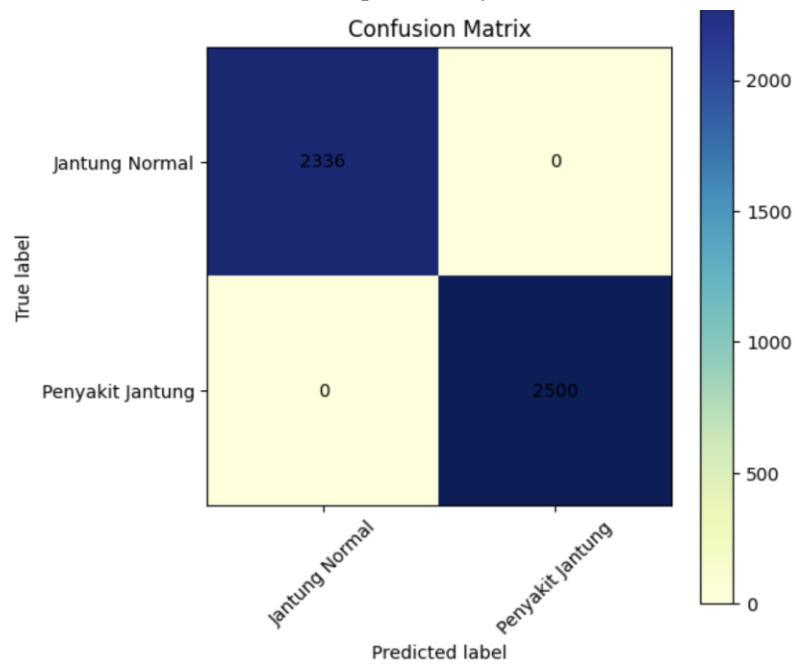
```

import os
import cv2
import time
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import confusion_matrix
# from tensorflow.keras import optimizers
from tensorflow.keras.utils import to_categorical
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D, Dropout, Flatten, Dense, BatchNormalization, Activation
from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping, ModelCheckpoint, ReduceLROnPlateau, TensorBoard
from tensorflow.keras.optimizers.legacy import Adam

from datetime import datetime, timedelta

%matplotlib inline
    
```

Gambar 7. Import library



Gambar 8. Confusion Matrix Data Jantung

Kode di bawah ini adalah kode untuk menampilkan grafik yang menunjukkan keakuratan model yang dipilih, grafik menunjukkan seberapa besar keakuratan model selama pelatihan.

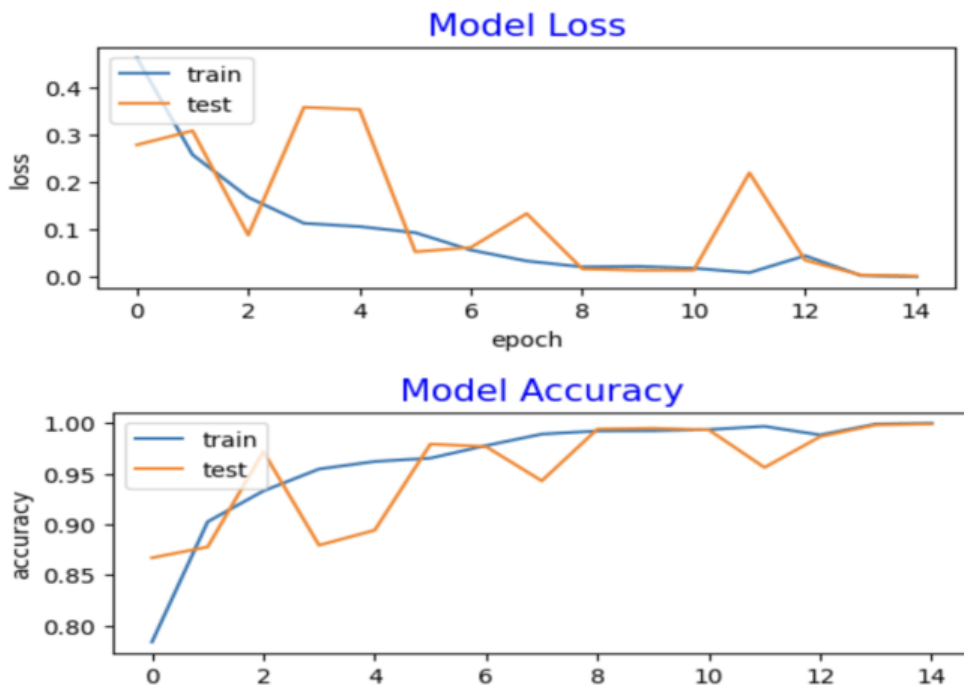

```

# membuat grafik model loss
plt.subplot(212)
plt.plot(history.history['loss'][:5])
plt.plot(history.history['val_loss'][:5])
plt.title('model loss')
plt.ylabel('loss')
plt.xlabel('epoch')
plt.legend(['train', 'test'], loc='upper left')
plt.title("Model Loss", color='blue', fontsize=15)
# tampilkan grafik
plt.show()
# membuat grafik model accuracy
plt.subplot(212)
plt.plot(history.history['accuracy'][:5])
plt.plot(history.history['val_accuracy'][:5])
plt.title('model accuracy')
plt.ylabel('accuracy')
plt.xlabel('epoch')
plt.legend(['train', 'test'], loc='upper left')
plt.title("Model Accuracy", color='blue', fontsize=15)
# tampilkan grafik
plt.show()

```

Gambar 9. Akurasi Model Kode

Menampilkan grafik ketepatan selama proses pelatihan dan pengujian. Berdasarkan grafik tersebut, model menunjukkan kecocokan yang memuaskan, tanpa tanda overfitting atau underfitting. Hal ini menunjukkan bahwa model dapat beroperasi dengan efisien tanpa adanya kesalahan yang berarti. Berikut ini hasil grafik model *loss* dan model *accuracy*



Gambar 10. Model *Loss* dan Model *Accuracy*

Setelah tahap pelatihan, model yang dilatih dievaluasi dengan data validasi untuk menentukan nilai akurasi akhir. Untuk menilai model terhadap data uji, kodenya adalah sebagai berikut:


```
# pemanggilan fungsi load_model()
model = load_model(model_name)

# melakukan evaluasi terhadap model
score_train = model.evaluate(X_train, y_train, batch_size=32, verbose=0) # evaluasi skor data train
score_test = model.evaluate(X_test, y_test, batch_size=32, verbose=0) # evaluasi skor data test

print(f"Train loss = {score_train[0]}") # nilai error dari evaluasi data latin
print(f"Train accuracy = {score_train[1]}\n") # akurasi dari evaluasi data latin
print(f"Test loss = {score_test[0]}") # nilai error dari evaluasi data uji
print(f"Test accuracy = {score_test[1]}\n") # akurasi dari evaluasi data uji
```

Gambar 11. Kode Evaluasi Terhadap Model

Dari Hasil pengujian kemudian hasil dari data tersebut menyatakan tingkat *Train loss* dan *train accuracy*.. Berikut ini hasil dari nilai *Train loss* dan *train accuracy*

```
Train loss      = 8.156773401424289e-05
Train accuracy  = 1.0

Test loss       = 0.0015891216462478042
Test accuracy   = 0.9991735816001892
```

Gambar 12. Hasil Train Loss dan Train Accuracy

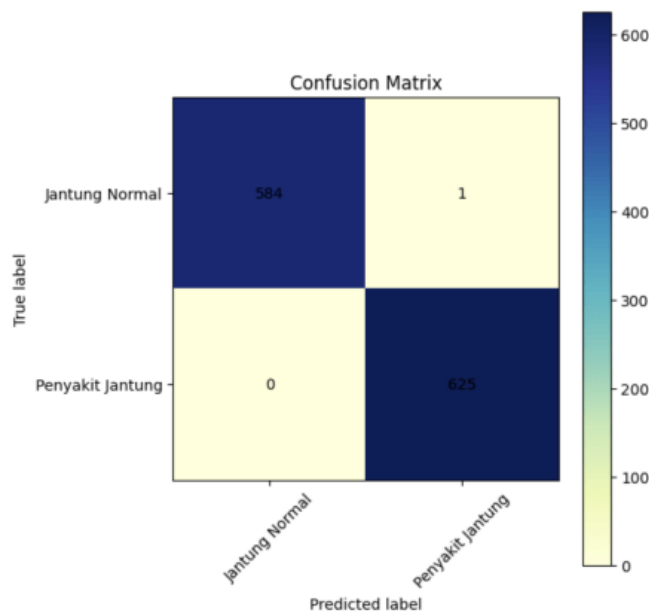
Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa pembentukan data tranning yang didapat melalui pengujian dengan *contrast limited adaptive histogram equalization*, algoritma *convolutional neural network*. Pembentukan dari masing – masing variabel data jantung normal dan penyakit jantung juga memiliki nilai *accuracy* yang akurat.. Hasil *klasifikasi model* pada pengujian data penyakit jantung dan jantung normal dan dapat dilihat pada gambar berikut.

```
# predict data train
y_prob = model.predict(X_train, batch_size=32, verbose=0)
y_pred = [np.argmax(prob) for prob in y_prob]
y_true = [np.argmax(true) for true in y_train]

# plot confusion matrix
plot_confusion_matrix(y_true, y_pred)
```

Gambar 13. Hasil Kode *Confusion Matrix*

Langkah berikutnya menentukan hasil grafik identifikasi dianogsa penyakit jantung pada hasil grafik *Confusion Matrix* sebagai berikut :



Gambar 14. Grafis Confusion Matrix

Dari data pengujian kemudian hasil dari data tersebut menyatakan tingkat *accuracy* pada jantung normal dan penyakit jantung dari metode *contrast limited adaptive histogram equalization*, algoritma *convolutional neural network*. Berikut ini hasil dari nilai *accuracy*

Tabel 1. Hasil Accuracy Pada Jantung Normal dan Penyakit Jantung

	class	precision	sensitivity	specificity	fpr	fnr	f1-score	pwc	accuracy	support
0	Jantung Normal	1.0	0.99	1.00	0.00	0.01	1.0	0.33	0.9967	585
1	Penyakit Jantung	1.0	1.00	0.99	0.01	0.00	1.0	0.33	0.9967	625

Tabel 2. Hasil Accuracy Pada Jantung Normal dan Penyakit Jantung

	class	precision	sensitivity	specificity	fpr	fnr	f1-score	pwc	accuracy	support
0	Jantung Normal	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	2336
1	Penyakit Jantung	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	2500

Pengujian performa terhadap model dan algoritma dilakukan dengan maksud mengetahui hasil *accuracy* yang dianalisa dan mengukur metode *contrast limited adaptive histogram equalization*, algoritma *convolutional neural network* dapat dilakukan untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah, klasifikasi gambar atau mendeteksi objek gambar lidah yang di ambil dari foto pasien penyakit jantung dan foto lidah normal tidak terkena penyakit jantung serta algoritma yang digunakan apakah berfungsi dengan baik dapat menghasilkan tingkat *Accuracy* 100.00%.

Pembahasan

Metode *contrast limited adaptive histogram equalization* dan algoritma *convolutional neural network* dapat digunakan untuk memperbaiki kontras gambar lidah, mengklasifikasikan citra, atau mendeteksi objek pada gambar lidah yang diambil dari foto pasien dengan penyakit jantung dan foto lidah normal yang tidak terpengaruh penyakit. Dapat mengenali gambar dengan baik, tetapi dalam

situasi ini memerlukan ketepatan yang lebih tinggi karena keadaan tersebut sangat penting dalam menilai risiko penyakit jantung. Agar memperoleh hasil yang lebih optimal, Anda dapat melakukan beberapa langkah seperti meningkatkan prapemrosesan, menemukan arsitektur yang tepat untuk kasusnya, dan menyempurnakan pengaturan model.

Dengan citra yang telah ditingkatkan melalui *CLAHE*, *CNN* lebih efisien dalam mengidentifikasi perbedaan antara kelas normal dan indikasi penyakit jantung, meningkatkan ketepatan, kepekaan, dan spesifisitas dari sistem pendeteksian. Tahap *preprocessing* (*CLAHE*) berperan dalam menciptakan citra input yang lebih kaya informasi, sedangkan tahap feature learning (*CNN*) bertugas untuk mempelajari representasi mendalam dari gambar lidah. Kombinasi tersebut terbukti mampu meningkatkan kinerja klasifikasi dibandingkan dengan *CNN* yang tidak menggunakan *preprocessing*, karena gambar yang lebih kontras menghasilkan sinyal visual yang lebih jelas. Peningkatan ketepatan dalam identifikasi penyakit jantung melalui citra lidah untuk mengurangi kesalahan klasifikasi yang disebabkan oleh kualitas citra yang buruk, serta mendukung pengembangan sistem telehealth atau diagnosa berbasis citra yang lebih efisien, terjangkau, dan mudah diakses. Performa model dan algoritma diuji untuk mengetahui hasil akurasi yang dianalisis serta mengukur metode *contrast-limited adaptive histogram equalization*, di mana algoritma *convolutional neural network* dapat digunakan dan memiliki hasil model dengan kinerja *CNN*: presisi 100%, recall 99%, F1-Score 100% dan AUC 99%. Sedangkan menggunakan *CLAHE CNN*, presisi 100%, recall 100%, F1-Score 100% dan AUC 100%, sehingga untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah dan berfungsi dengan baik dapat menghasilkan tingkat *Accuracy* 100.00%

E. Simpulan

Penggunaan *CLAHE* dalam *preprocessing* citra lidah terbukti berhasil dalam meningkatkan kualitas kontras, sehingga rincian permukaan lidah menjadi lebih jelas. Ini mendukung *CNN* dalam mengidentifikasi pola-pola yang berkaitan dengan tanda-tanda penyakit jantung. Gabungan dua metode ini diharapkan dapat meningkatkan ketepatan diagnosis berbasis citra lidah dan juga berkontribusi pada kemajuan teknologi kesehatan digital. Performa model dan algoritma diuji untuk mengetahui hasil akurasi yang dianalisis serta mengukur metode *contrast-limited adaptive histogram equalization*, di mana algoritma *convolutional neural network* dapat digunakan untuk meningkatkan kontras pada gambar lidah dan berfungsi dengan baik, yang dapat menghasilkan tingkat akurasi 100.00%. Penerapan *CLAHE* pada gambar lidah dapat memperbaiki kontras gambar yang pada gilirannya meningkatkan ketepatan model *CNN* dalam mengenali penyakit jantung. Penerapan *CLAHE* tidak menunjukkan peningkatan signifikan pada akurasi *CNN* dalam mendeteksi penyakit jantung, sehingga hasil penelitian ini sesuai dengan yang diharapkan untuk pengidentifikasian penyakit jantung

Terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, menambah jumlah dataset citra lidah dengan variasi usia, jenis kelamin, dan tingkat keparahan penyakit jantung, menggunakan data dari beberapa fasilitas kesehatan untuk meningkatkan representativitas data, elakukan validasi label berdasarkan diagnosis dokter spesialis jantung untuk meningkatkan akurasi ground truth dan menggunakan dataset multicenter untuk mengurangi bias mode

F. Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya karena penelitian berjudul Penerapan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* untuk Meningkatkan Kontras Citra Lidah dalam Identifikasi Diagnosis Penyakit Jantung Menggunakan *Convolutional Neural Network* telah berhasil diselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada rekan-rekan sejawat dan teman seangkatan yang selalu memberikan dukungan, gagasan, serta motivasi selama proses penelitian dilakukan, dan keluarga yang terkasih yang selalu memberikan doa, dukungan mental, serta semangat yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Semua pihak yang tak bisa disebutkan secara rinci telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Ardiansyah, A., Stanley, J., Tuandali, N., Sirri, L., & Hapsari, R. K. (2025). *Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor dalam Prediksi Penyakit Jantung*. 7(2), 213–220.
- Derisma, D. (2020). Perbandingan Kinerja Algoritma untuk Prediksi Penyakit Jantung dengan Teknik Data Mining. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 4(1), 84–88. <https://doi.org/10.30871/jaic.v4i1.2152>
- Irpanudin, Reka, Nur Anggraeni, R., Pratama, P., Sujjada, A., & Fergina, A. (2023). Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Deep Neural Network dengan Memanfaatkan Internet of Things. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 5, 45–55. <https://doi.org/10.37034/jidt.v5i2.330>
- Nurmasani, A., & Pristyanto, Y. (2021). Algoritme Stacking Untuk Klasifikasi Penyakit Jantung Pada Dataset Imbalanced Class. *Jurnal Pseudocode*, 8(1).
- Prasetyo, S. Y. (2023). Prediksi Gagal Jantung Menggunakan Artificial Neural Network. *Jurnal SAINTEKOM*, 13(1), 79–88. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v13i1.379>
- Putra, P. D., & Rini, D. P. (2019). Prediksi Penyakit Jantung dengan Algoritma Klasifikasi. *Prosiding Annual Research Seminar 2019*, 5(1), 978–979.
- Suwaryo, N., & Basri, A. (2025). *Tongue Detection For Identification Of Syndrome Diagnosis In Heart Disease Using Convolutional Neural Network*. 2. <https://doi.org/10.31253/te.v8i2.3285>
- Utomo, D. P., & Mesran, M. (2020). Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut Pada Data Set Penyakit Jantung. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(2), 437. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i2.2080>
- Alfajr, N. H., & Defiyanti, S. (2024). *METODE RANDOM FOREST DAN PENERAPAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)*. 12(3).
- Ann, S. V. M. D. A. N., Bakari, S. N., Lasarudin, A., & Hasyim, W. (2025). *PENERAPAN DATA MINING DALAM MENGLASIFIKASI RESIKO PENYAKIT STROKE MENGGUNAKAN ALGORITMA*. June.
- Ardiansyah, A., Stanley, J., Tuandali, N., Sirri, L., & Hapsari, R. K. (2025). *Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor dalam Prediksi Penyakit Jantung*. 7(2), 213–220.
- Az, A., Septian, R., Saktiawan, M. A., & Saputra, R. A. (2024). *PREDIKSI PENYAKIT HIPERTENSI MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING DENGAN ALGORITMA REGRESI LOGISTIK*. 8(6), 12062–12068.
- Firmansyah, A., Astuti, R. W., & Kahar, N. (2025). *Penerapan Algoritma C4 . 5 Dalam Mengklasifikasi Penyakit*.
- Hidayat, R., Sy, Y. S., Sujana, T., Husnah, M., & Saputra, H. T. (2024). *Implementasi Machine Learning Untuk Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Support Vector Machine*. 5(2), 161–168.
- Kinerja, E., Machine, A., & Penyakit, P. (2025). *Performance Analysis and Accuracy of Machine Learning Algorithms for Heart Disease Prediction*. 22(3), 98–106. <https://doi.org/10.31515/telematika.v22i3.14022>
- Kinerja, P., Data, M., Dalam, M., & Penyakit, D. (2025). *Comparative Performance Analysis of Data Mining Models for Heart Disease Detection with Feature Selection Implementation*. 8(1), 87–93.

- Pratama, Y., Prayitno, A., Nazrian, D., Aini, N., R, Y. R., & Rasywir, E. (2022). *BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH Klasifikasi Penyakit Gagal Jantung Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor*. 3(1), 52–56. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v3i1.203>
- Purwono, P., Dewi, P., Wibisono, S. K., Dewa, B. P., Informatika, P., Bangsa, U. H., Keperawatan, P., & Bangsa, U. H. (2022). *Model Prediksi Otomatis Jenis Penyakit Hipertensi dengan Pemanfaatan Algoritma Machine Learning Artificial Neural Network*. 7(2), 82–90.
- Sabna, E., & Dewi, O. (2025). *Prediksi Penyakit Stroke menggunakan Algoritma Decision Tree dan Naïve Bayes*. 4(3), 1294–1299.
- Sains, S., Lestari, W., & Sumarlinda, S. (2023). *Studi Komparatif Model Klasifikasi Kerentanan Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Machine Learning*. <https://doi.org/10.33372/stn.v9i1.918>
- Setiawan, A., Saputra, A. N., Dewi, Z. A., Nuryamin, Y., Kom, M., Priyatna, A., & Kom, M. (2025). *Perbandingan Kedua Algoritma Decision Tree dan Naive Bayes untuk Prediksi Gagal Jantung*. 10(02), 68–77.