

Diagnosa Penyakit Jantung Berdasarkan Kondisi Tubuh Dengan Metode *Artificial Neural Network*

Nisa Febrianti¹, Teguh Iman Hermanto², Muhamad Agus Sunandar³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana

¹nisafebrianti03@wastukencana.ac.id *, ²teguhiman@wastukencana.ac.id, ³agoes.61@wastukencana.ac.id

Abstract

Heart disease is one of the leading causes of death that can affect individuals of productive age and the elderly. Therefore, early detection strategies are needed to reduce the risk of complications and reduce medical treatment costs. This study developed an Artificial Neural Network (ANN)-based classification model to improve the accuracy of heart disease diagnosis. The research data was sourced from the Heart Disease Dataset Kaggle, which contains 1,025 patient medical records with 14 clinical parameters, including types of chest pain, cholesterol levels, maximum heart rate, and fasting blood sugar levels. The CRISP-DM approach was used to guide the research stages, from data understanding, feature selection, model training, performance evaluation, to implementation in a mobile application. The ANN model consists of two hidden layers, uses the Adam optimization algorithm, and was trained for 50 epochs. The evaluation yielded an accuracy of 79.61%, precision of 73.53%, recall of 94.34%, and an F1-score of 82.64%. The model was successfully implemented on the Android platform, enabling efficient prediction of heart conditions. This research is expected to support advancements in digital health technology and can be improved with a broader dataset and more complex model architecture.

Keywords: machine learning, artificial neural network, heart disease, early detection, mobile application

Abstrak

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab utama kematian yang dapat memengaruhi individu pada usia produktif maupun lanjut usia. Oleh karena itu, strategi deteksi dini sangat dibutuhkan untuk mengurangi risiko komplikasi serta menekan biaya perawatan medis. Penelitian ini mengembangkan model klasifikasi berbasis *Artificial Neural Network (ANN)* guna meningkatkan akurasi dalam mendiagnosis penyakit jantung. Data penelitian bersumber dari *Heart Disease Dataset Kaggle* dengan jumlah 1.025 rekam medis pasien yang memuat 14 parameter klinis, di antaranya jenis nyeri dada, kadar kolesterol, detak jantung maksimum, hingga kadar gula darah puasa. Pendekatan *CRISP-DM* digunakan untuk mengarahkan tahapan penelitian mulai dari pemahaman data, pemilihan fitur, pelatihan model, evaluasi performa, hingga penerapan pada aplikasi *mobile*. ANN yang dibangun memiliki dua lapisan tersembunyi, menggunakan algoritma optimisasi Adam, dan dilatih selama 50 *epoch*. Evaluasi menghasilkan akurasi 79,61%, *precision* 73,53%, *recall* 94,34%, serta *F1-score* 82,64%. Model ini berhasil diimplementasikan pada *platform* Android sehingga memudahkan prediksi kondisi jantung secara efisien. Penelitian ini diharapkan mendukung kemajuan teknologi kesehatan digital dan dapat ditingkatkan dengan dataset yang lebih luas serta arsitektur model yang lebih kompleks.

Kata kunci: *machine learning, artificial neural network, penyakit Jjantung, deteksi dini, aplikasi mobile*

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution -ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Secara umum, mayoritas individu dewasa memiliki pemahaman mengenai organ jantung serta fungsinya dalam sistem fisiologis manusia. Jantung berperan sebagai organ vital yang bertanggung jawab dalam memompa darah yang mengandung oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh, suatu proses yang krusial bagi keberlangsungan kehidupan. Selain itu, jantung juga berfungsi dalam mengeliminasi sisa metabolisme yang tidak diperlukan oleh tubuh. Namun, apabila organ ini tidak dijaga dengan baik, maka fungsinya dapat mengalami gangguan, yang pada akhirnya dapat menimbulkan dampak kesehatan yang serius. Secara

umum, kondisi ini diklasifikasikan sebagai penyakit kardiovaskular, yakni gangguan pada fungsi jantung yang disebabkan oleh berbagai faktor pemicu, seperti gaya hidup yang kurang sehat, asupan nutrisi yang tidak seimbang, serta sejumlah faktor risiko lainnya [1].

Penyakit jantung menempati posisi teratas dalam klaim yang diserap oleh BPJS Kesehatan, dengan total biaya mencapai Rp17,62 triliun sepanjang tahun 2023. Jumlah ini mengalami peningkatan signifikan dibandingkan tahun sebelumnya, yaitu Rp12,1 triliun pada 2022 [2]. Dari segi distribusi kasus berdasarkan kelompok usia, rentang usia 25-34 tahun mencatat jumlah pasien tertinggi, yakni sebanyak 140.206

individu. Sementara itu, kelompok usia 15-24 tahun menempati posisi kedua dengan total 139.891 kasus [3].

Berdasarkan data statistik yang ada, dapat disimpulkan bahwa terdapat urgensi yang signifikan dalam pengembangan sistem untuk mendeteksi dini penyakit jantung, terutama mengingat banyaknya penderita yang berada pada rentang usia produktif. Implementasi sistem ini tidak hanya berpotensi mengurangi beban finansial yang ditimbulkan oleh penyakit jantung, tetapi juga memungkinkan pemberian intervensi medis yang lebih cepat dan tepat. Salah satu pendekatan teknologi yang berpotensi mendukung upaya deteksi dini terhadap penyakit jantung adalah pemanfaatan algoritma *machine learning*. Metode ini memungkinkan proses analisis data secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan ketepatan dalam proses diagnosis medis.

Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) merupakan salah satu pendekatan algoritma yang secara luas dimanfaatkan dalam ranah pembelajaran mesin (*machine learning*) karena kemampuannya dalam merepresentasikan hubungan non-linear yang rumit antara *input* dan *output*, algoritma ini dikembangkan untuk meniru cara kerja otak manusia dalam memproses informasi. Proses tersebut diimplementasikan melalui perangkat lunak komputer yang dapat melaksanakan berbagai operasi matematis selama fase pembelajaran, sehingga algoritma ini dikenal dengan nama jaringan saraf tiruan.[4].

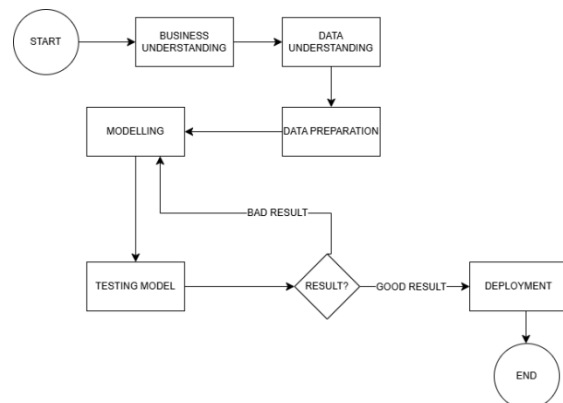
Beragam studi terdahulu yang menyoroti topik serupa telah memberikan sumbangsih yang berarti terhadap pengembangan model prediktif yang memanfaatkan kecerdasan buatan. Meskipun demikian, setiap studi yang dilakukan tetap menyimpan berbagai keterbatasan yang perlu diperhatikan secara mendalam dan kritis. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh [5] dalam studi berjudul "Penerapan Algoritma *Artificial Neural Network* untuk Memprediksi Penyakit Gagal Jantung" menunjukkan bahwa model *Artificial Neural Network (ANN)* yang dikembangkan mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 97% dalam memprediksi penyakit jantung. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh [6] dengan judul "Penerapan *Forecasting* untuk Mendeteksi Penyakit Jantung dengan Algoritma *Artificial Neural Network*" menghasilkan model ANN dengan akurasi sebesar 82,83% dalam mendeteksi penyakit tersebut. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh [7] dalam kajiannya yang berjudul "Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Metode *Artificial Neural Network*" berhasil mengembangkan model ANN dengan akurasi sebesar 73,77% dalam mengklasifikasikan penyakit jantung. Meskipun ketiga penelitian tersebut berhasil mengimplementasikan metode *machine learning* yang mampu mengidentifikasi penyakit jantung dengan tingkat akurasi yang relatif tinggi, kajian-kajian tersebut masih memiliki keterbatasan, terutama dalam aspek

implementasi model yang dihasilkan ke dalam *platform* yang lebih mudah diakses oleh pengguna akhir, seperti dalam bentuk aplikasi berbasis *mobile*.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan model *Artificial Neural Network (ANN)* yang terintegrasi dalam suatu perangkat dengan desain antarmuka yang mudah digunakan. Pendekatan ini dipilih sebagai solusi untuk mengatasi sejumlah keterbatasan yang masih ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Melalui pendekatan ini, diharapkan proses deteksi dini terhadap penyakit jantung dapat dilakukan secara lebih efisien dan mudah diakses, sehingga berkontribusi dalam menekan potensi terjadinya komplikasi akibat keterlambatan diagnosis serta mengurangi beban biaya dalam proses penanganannya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan terstruktur berdasarkan metodologi CRISP-DM untuk mendiagnosis penyakit jantung melalui analisis kondisi fisik pasien menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)*. Rancangan kerangka penelitian yang digunakan dalam studi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

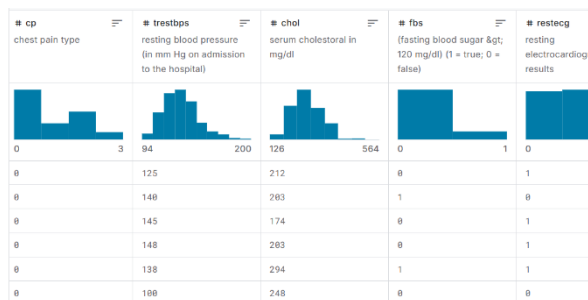
2.1 Business Understanding

Tahapan ini berfokus pada kegiatan identifikasi dan analisis mendalam terhadap tujuan serta kebutuhan proyek, yang ditinjau dari perspektif strategis dalam konteks bisnis. Data dan informasi yang diperoleh selanjutnya ditransformasikan ke dalam bentuk perumusan masalah dalam konteks data *mining*. Selain itu, dilakukan perancangan strategi awal yang dirancang secara sistematis guna memastikan pencapaian tujuan yang telah ditetapkan secara optimal.

2.2 Data Understanding

Pada fase ini, data dikumpulkan melalui *platform Kaggle*, kemudian dilakukan analisis lebih lanjut melalui proses visualisasi yang bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam karakteristik data yang diperoleh, serta untuk memperkaya pemahaman terhadap informasi yang terkandung di dalamnya.

Prosedur pengambilan data menerapkan teknik pengumpulan data (*data collecting*) yang dirancang untuk memperoleh informasi yang relevan dan mendukung tujuan penelitian. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berjudul "*Heart Disease Dataset*", tersedia dalam format CSV dengan ukuran sebesar 38KB. Dataset tersebut berisi 1.025 entri serta terdiri dari 14 kolom variabel. Kumpulan data tersebut dapat diakses melalui tautan berikut: <https://www.kaggle.com/datasets/johnsmith88/heart-disease-dataset>. Gambar 2 berikut menampilkan cuplikan tampilan dataset pada platform Kaggle.



Gambar 2. Contoh Data Awal *Heart Disease Dataset*

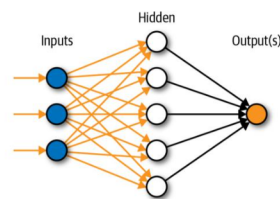
Pada fase awal analisis dan eksplorasi data, proses visualisasi diterapkan dengan menggunakan pustaka *Python*, *Matplotlib*, untuk menggambarkan data dalam bentuk grafik yang lebih jelas dan informatif. Pustaka ini digunakan untuk menyajikan data dalam bentuk grafik atau plot yang informatif guna mempermudah pemahaman terhadap karakteristik data yang dianalisis.

2.3 Data Preparation

Pada tahap persiapan data, dilakukan serangkaian langkah yang meliputi seleksi fitur serta pembagian dataset untuk mempersiapkan data sebelum tahap analisis lebih lanjut. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mengolah data mentah yang telah dikumpulkan sebelumnya, sekaligus memperluas jumlah data guna meningkatkan tingkat akurasi model yang dikembangkan.

2.4 Modeling

Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) adalah suatu model komputasi yang terdiri dari unit-unit pemrosesan buatan yang saling terhubung, yang dikembangkan untuk meniru struktur serta mekanisme fungsional dari jaringan saraf biologis pada otak manusia. Model ini berfungsi dengan menerima data masukan sebagai rangsangan, kemudian memproses informasi melalui serangkaian perhitungan, dan akhirnya menghasilkan *output* yang sesuai dengan hasil dari pemrosesan tersebut [8]. Struktur *Artificial Neural Network* (ANN) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 . Struktur *Artificial Neural Network* [9]

2.5 Evaluation

Proses evaluasi model dilakukan melalui serangkaian pengujian yang bertujuan menilai kinerja model setelah tahap pengembangan berakhir. Pada tahap ini digunakan berbagai metrik evaluasi, di antaranya *accuracy*, *precision*, *recall*, serta *F1-score*, agar dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai performa model terhadap keseluruhan data uji. Proses pengujian ini menggunakan data yang telah disiapkan secara sistematis untuk menilai seberapa tepat model mampu menghasilkan prediksi. Salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam perhitungan metrik evaluasi tersebut adalah *confusion matrix*. *Confusion matrix* berbentuk tabel yang memperlihatkan perbandingan antara prediksi yang dihasilkan model dengan label sebenarnya, yang terdiri atas empat komponen utama.

1. *True Positives* (TP): Jumlah *instance* yang benar-benar positif dan diprediksi positif.
2. *False Positives* (FP): Jumlah *instance* yang sebenarnya negatif tetapi diprediksi positif.
3. *True Negatives* (TN): Jumlah *instance* yang benar-benar negatif dan diprediksi negatif.
4. *False Negatives* (FN): Jumlah *instance* yang sebenarnya positif tetapi diprediksi negatif.

Berdasarkan nilai TP, TN, FP, dan FN, dapat dihitung beberapa metrik evaluasi dengan rumus sebagai berikut:

Accuracy

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

Precision

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Recal

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

F1-Score

$$F1-Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

2.6 Deployment

Tahap final dalam penelitian ini merupakan proses *deployment*, di mana model yang telah dikembangkan dan menunjukkan kinerja optimal akan diterapkan pada suatu *platform* yang bersifat *user-friendly* serta mudah diakses oleh para profesional di sektor kesehatan. Implementasi model pada tahap *deployment* dilakukan secara sistematis dengan mengikuti prosedur yang terstruktur, yang berpedoman pada metode *Rapid Application Development (RAD)* guna memastikan

efisiensi serta efektivitas dalam pengembangannya. Alur dari metode RAD dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Tahapan Metode RAD [10]

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *Python* sebagai komponen utama dalam perancangan dan implementasi sistem yang telah dikembangkan. Seluruh proses pelatihan dan pengujian model dilakukan menggunakan platform *Google Colaboratory*, yang memungkinkan pemrosesan berbasis *cloud* secara efisien. Setelah proses pelatihan selesai, model yang dikembangkan kemudian diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi berbasis perangkat *mobile* guna mendukung penerapan lebih lanjut dalam skenario nyata.

3.1 Data Understanding

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data melalui pengunduhan *Heart Disease Dataset* dari situs *Kaggle.com*, yang dipublikasikan oleh David Lapp. Proses ini direalisasikan dengan memanfaatkan *Application Programming Interface (API)* resmi yang disediakan oleh platform *Kaggle*, yang kemudian diintegrasikan melalui implementasi berbasis bahasa pemrograman *Python*. Ilustrasi tahapan pengunduhan ditampilkan pada Program 1.

Program 1. Tahapan Pengunduhan Dataset

```
from google.colab import files
files.upload()
```

```
!mkdir -p ~/.kaggle
!cp kaggle.json ~/.kaggle/
!chmod 600 ~/.kaggle/kaggle.json
!ls ~/.kaggle
```

```
!kaggle datasets download -d
johnsmith88/heart-disease-dataset
```

Dataset yang diperoleh tersedia dalam bentuk *file* terkompresi (*.zip*), sehingga diperlukan proses ekstraksi terlebih dahulu agar data tersebut dapat digunakan secara optimal dalam proses pengolahan dan analisis selanjutnya. Proses ekstraksi ditunjukkan pada Program 2, sedangkan struktur dan konten dataset dijelaskan pada Program 3.

Program 2. Proses Ekstraksi Dataset

```
!unzip heart-disease-dataset.zip -d heart-
disease-dataset
!ls heart-disease-dataset
```

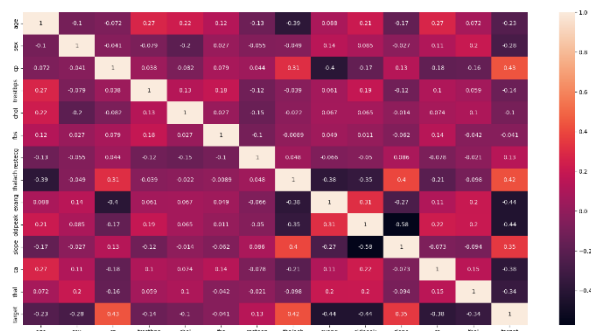
Program 3. Informasi terkait struktur dataset

```
df.info()
```

Program 3 diatas menampilkan rincian dataset, termasuk tipe data tiap kolom, jumlah entri, dan ukuran total.

3.2 Data Preparation

Dalam pengembangan model *Artificial Neural Network (ANN)* untuk prediksi penyakit jantung, seleksi fitur dilakukan guna memastikan model hanya menggunakan informasi yang relevan. Proses ini dibantu dengan visualisasi menggunakan pustaka *Seaborn* dan *Matplotlib*, untuk melihat hubungan antara tiap atribut dan variabel target. Hasil visualisasi ditampilkan pada Gambar 5



Gambar 5. Proses penggambaran relasi setiap kolom dengan kolom target

Program 4. Melihat nilai korelasi antar kolom pada target kolom

```
correlation_matrix = df.corr()
correlations_with_target =
correlation_matrix['target'].sort_values(ascending=False)
correlations_with_target.drop('target').to_
frame()
```

Program 4 menunjukkan bahwa *cp*, *thalach*, *slope*, *restecg*, *fbs*, dan *chol* memiliki korelasi tertinggi, sehingga dipilih sebagai fitur utama. Rincian proses seleksi ditampilkan pada Program 5.

Program 5. Membuat variabel fitur dan target

```
features =
['cp','thalach','slope','restecg', 'fbs',
'chol']
x = df[features].values
y = df['target'].values
x.shape, y.shape
```

Setelah seleksi fitur, dataset dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan pustaka *scikit-learn*. Proses ini ditampilkan pada Program 6.

Program 6. Proses pembagian dataset menggunakan library *scikit-learn*

```
from sklearn.model_selection import
train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test =
train_test_split(x,y, test_size=0.1,
stratify=y, random_state=2)
```

```
print(x.shape, x_train.shape, x_test.shape)
```

```
print(y.shape, y_train.shape, y_test.shape)
```

3.3 Modeling

Setelah pembagian dataset, penulis membangun model *Artificial Neural Network (ANN)* untuk memprediksi penyakit jantung berdasarkan pola fitur data. Proses konstruksi model ditunjukkan pada Program 7.

Program 7. Proses pembangunan model ANN

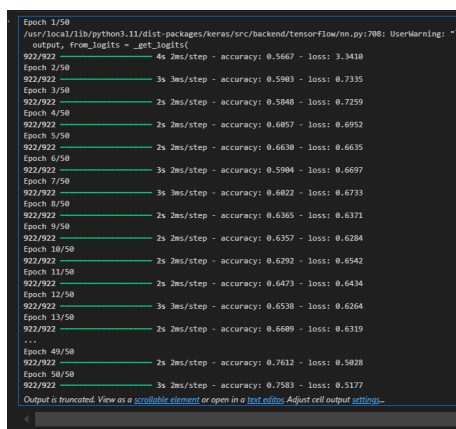
```
model = Sequential([
    layers.Dense(16, activation='relu',
        input_dim=x.shape[-1]),
    layers.Dense(16, activation='relu'),
    layers.Dense(2, activation='softmax')
])
```

Model yang telah dirancang kemudian dikompilasi dengan memanfaatkan algoritma optimisasi Adam. Tahapan proses kompilasi dari model *Artificial Neural Network (ANN)* yang dibangun dapat ditinjau pada Program 7.

Program 7. Proses compiling model ANN

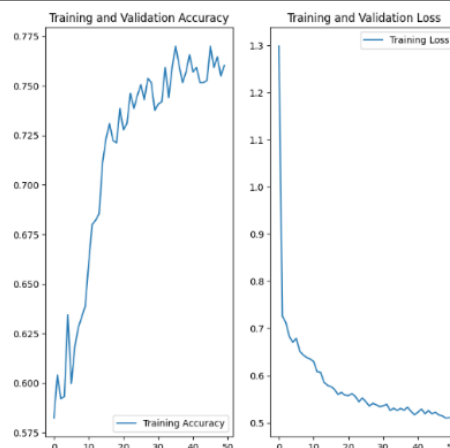
```
model.compile(optimizer='adam',
    loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
```

Setelah perancangan, model ANN dilatih menggunakan dataset pelatihan selama 50 *epoch* untuk mengoptimalkan performa melalui penyesuaian bobot. Proses pelatihan ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses pelatihan model sebanyak 50 *epoch*

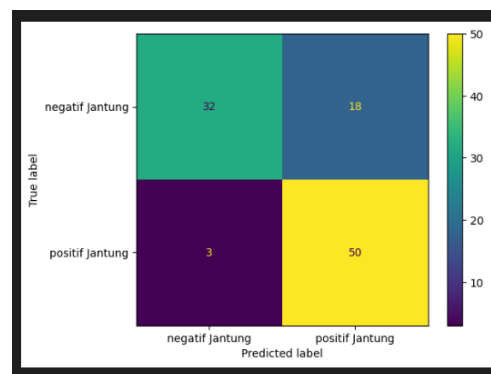
Pada *epoch* ke-50, model mencapai akurasi prediksi 75,83% dan nilai *loss* 0,5177, menunjukkan peningkatan performa selama pelatihan. Penurunan *loss* pada data validasi lebih lambat dan beberapa kenaikan *loss* pada data latih mengindikasikan potensi *overfitting*. Secara umum, model cukup baik dalam memprediksi penyakit jantung, namun evaluasi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan performanya.



Gambar 7. Grafik dari performa model

3.4 Evaluation

Evaluasi model dilakukan menggunakan *confusion matrix* guna membandingkan hasil prediksi terhadap data aktual, dengan implementasi melalui *scikit-learn* dan visualisasi oleh *matplotlib*. Visualisasi performa ANN disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil evaluasi model ANN

Evaluasi kinerja model dilakukan dengan memanfaatkan *confusion matrix* sebagai dasar analisis, yang menghasilkan sejumlah metrik evaluasi seperti Akurasi, Presisi, *Recall*, dan *F1-Score*. Masing-masing metrik tersebut digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas model dalam menjalankan tugas klasifikasi yang telah ditentukan.

Berdasarkan nilai *True Positives (TP)* = 50, *False Positives (FP)* = 18, *True Negatives (TN)* = 32, dan *False Negatives (FN)* = 3, diperoleh hasil perhitungan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil evaluasi ANN

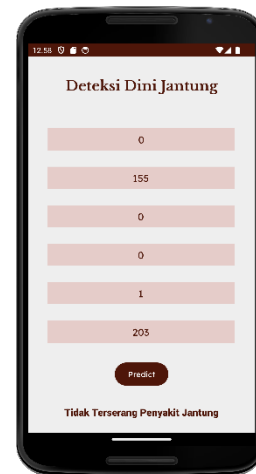
Matrik Evaluasi	Spesifikasi
Akurasi	79.61%
<i>Precision</i>	73.53%
<i>Recall</i>	94.34%
<i>F1-Score</i>	82.64%

Model yang dikembangkan menunjukkan tingkat akurasi sebesar 79,61%, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar hasil prediksi yang dihasilkan telah sesuai dengan kondisi sebenarnya. Nilai *precision* sebesar 73,53% mengisyaratkan masih terdapat sejumlah prediksi positif yang tidak tepat, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap kemungkinan kesalahan klasifikasi tersebut. Sementara itu, capaian *recall* sebesar 94,34% menunjukkan kemampuan model yang sangat baik dalam mengidentifikasi pasien yang benar-benar mengalami kondisi sakit, yang menjadi aspek krusial dalam konteks deteksi dini untuk meminimalkan risiko pasien yang terabaikan. Adapun nilai *F1-Score* yang mencapai 82,64% mencerminkan tingkat keseimbangan yang optimal antara *precision* dan *recall*. Dengan demikian, secara keseluruhan, performa model ini dapat dikategorikan baik dan memiliki potensi yang kuat untuk diimplementasikan dalam skenario aplikasi nyata.

3.5 Deployment

Tahap akhir dari penelitian ini adalah proses *deployment*, yaitu penerapan model yang telah dibangun ke dalam *platform* aplikasi berbasis Android. Model hasil pelatihan di *Python* kemudian dikonversi ke format yang sesuai agar dapat dijalankan di Android Studio. Selanjutnya, model tersebut diintegrasikan dengan antarmuka aplikasi sehingga dapat digunakan secara langsung oleh pengguna. Dalam implementasinya, aplikasi menyediakan *form input* tempat pengguna memasukkan data numerik, seperti jenis nyeri dada, detak jantung, gula darah puasa dan parameter medis lainnya. Data tersebut selanjutnya diproses oleh model *Artificial Neural Network (ANN)* untuk menghasilkan *output* berupa prediksi mengenai kondisi jantung, apakah termasuk kategori terdengar penyakit jantung atau tidak terdengar. Melalui mekanisme ini, aplikasi mampu menampilkan hasil prediksi secara *real-time* di perangkat *mobile*. Dengan demikian, model tidak hanya diuji secara eksperimental, tetapi juga dioperasikan dalam lingkungan nyata yang dapat mendukung pengguna dalam melakukan deteksi dini penyakit jantung.

Tampilan implementasi aplikasi ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9. Hasil Implementasi

4. Kesimpulan

Berdasarkan temuan dari penelitian ini, model yang dirancang serta dioptimalkan mampu menunjukkan performa yang kompeten dalam melakukan tugas klasifikasi, khususnya dalam identifikasi penyakit jantung. Capaian tersebut tercermin dari hasil evaluasi menggunakan metrik-metrik performa, yaitu akurasi sebesar 79.61%, *precision* sebesar 73.53%, *recall* sebesar 94,34%, dan nilai *F1-score* yang mencapai 82.64%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model tersebut memiliki kemampuan yang andal dalam mengidentifikasi kondisi penyakit jantung secara efektif. Selain itu, model tersebut telah berhasil diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi *mobile* berbasis sistem operasi Android.

Sebagai arah pengembangan selanjutnya, penelitian ini memiliki potensi untuk ditingkatkan melalui perluasan jumlah data latih, guna mendorong peningkatan akurasi dan generalisasi model. Optimalisasi model juga diperlukan untuk menjamin konsistensi performa pada berbagai kondisi. Diharapkan, penelitian ini dapat menjadi pijakan awal dalam pengembangan sistem pendeteksi penyakit jantung yang lebih efisien, akurat, dan aplikatif di lingkungan nyata.

Daftar Rujukan

- [1] D. A. Ryfai, N. Hidayat, and E. Santoso, "Klasifikasi Tingkat Resiko Serangan Penyakit Jantung Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 10, pp. 4701–4707, 2022, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11662>
- [2] CNN Indonesia, "Apakah 4 Penyakit Mematikan di Indonesia Ditanggung BPJS?," Diakses pada 2 Februari 2025 di <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20240812201002-78-1132214/apakah-4-penyakit-mematikan-di-indonesia-ditanggung-bpjs>.
- [3] W. Yashilva, "Pasien Jantung di Indonesia Didominasi Usia Produktif," 2024. [Online]. Available: <https://data.goodstats.id/statistic/pasien-jantung-di-indonesia-didominasi-usia-produktif-79yo9>

-
- [4] Soemardi, A.M., Umilasari, R. & Lusiana, D., 2024. Penerapan multilayer Artificial Neural Network untuk klasifikasi daun berdasarkan jenis penyakitnya. *Jurnal Smart Teknologi*, 5(3), pp.315–321.
 - [5] ander sriwi sri sucaty, murianto, “Penerapan Algoritma Artificial Neural Network Untuk Memprediksi Penyakit Gagal Jantung,” *Pola Kemitraan Pentahelix Dalam Pengemb. Desa Wisata Buwun Sejati, Lomb. Barat Nib*, vol. 3, no. 4, pp. 413–446, 2024.
 - [6] M. Irfan *et al.*, “KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika PENERAPAN FORECASTING UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT JANTUNG DENGAN ALGORITMA ARTIFICIAL KOMPUTA : *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*,” vol. 13, no. 2, 2024.
 - [7] Pradana, D., Alghifari, M.L., Juna, M.F. & Palaguna, D., 2022. Klasifikasi penyakit jantung menggunakan metode Artificial Neural Network. *Indonesian Journal of Data Science*, 3(2), pp.55–60. doi:10.56705/ijodas.v3i2.35.
 - [8] Arifin, F., Sibyan, H. & Hasanah, N., 2025. Rancang bangun chatbot pada sistem EKAPTA berbasis Natural Language Processing dengan algoritma. *Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(1), pp.1–8.
 - [9] C. Sandi, M. B. Adityawan, D. Harlan, M. Farid, and N. Nadeak, “Artificial Neural Network dan Pemodelan Numerik untuk Prediksi Parameter Aliran akibat Dam Break,” *J. Tek. Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 2, pp. 129–140, 2022, doi: 10.56860/jtsda.v2i2.50.
 - [10] F. N. Hasanah, *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. 2020. doi: 10.21070/2020/978-623-6833-89-6.