

Rancangan Model *Artificial Neural Network* untuk Memprediksikan Penyakit Jantung Koroner di RSUD Zainoel Abidin Banda Aceh

M. Rizki Fazrian Danu¹, Purwadhi², Ignatius Wiseto Prasetyo Agung³

^{1,2,3}Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya Bandung

fajarcardova@gmail.com¹, purwadhi@ars.ac.id², wiseto.agung@ars.ac.id³

ABSTRACT

This study aims to develop and evaluate an Artificial Neural Network (ANN) model in predicting the risk of coronary heart disease (CHD). This research uses a quantitative approach with research and development methods to develop and evaluate the integration of the ANN model in predicting CHD. This research uses a research and development research design which involves several main stages, namely literature study, data collection, data preprocessing, ANN model building, model training and testing, and results analysis. From the research results, it can be concluded that hospitals can implement an ANN-based model as a hospital management system that can carry out early detection of coronary heart disease. Implementing the ANN model into a hospital application or website will increase operational efficiency. Thus, the ANN model implemented into applications or websites for hospital management systems will support digital transformation in the health sector and provide more effective services to those who use hospital services.

Keywords : *Artificial Neural Network (ANN), Hospital, Management, Coronary Heart Disease (CHD)*

ABSTRAK

penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model Artificial Neural Network (ANN) dalam memprediksi risiko penyakit jantung koroner (PJK). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Research and development* untuk mengembangkan dan mengevaluasi integrasi model ANN dalam memprediksikan PJK. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *research and development* yang melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu studi literatur, pengumpulan data, preprocessing data, pembangunan model ANN, pelatihan dan pengujian model, serta analisis hasil. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Rumah sakit dapat mengimplementasikan model berbasis ANN sebagai sistem manajemen rumah sakit yang dapat melakukan pendeteksian awal terhadap penyakit jantung koroner. Pengimplementasian model ANN ke dalam sebuah aplikasi atau website rumah sakit maka akan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan demikian, model ANN yang diimplementasikan ke dalam aplikasi atau website untuk sistem manajemen rumah sakit akan mendukung transformasi digital dalam bidang kesehatan dan memberikan pelayanan yang lebih efektif terhadap pihak yang menggunakan layanan rumah sakit.

Kata kunci : *Artificial Neural Network (ANN), Hospital, Manajemen, Penyakit Jantung Koroner (PJK).*

PENDAHULUAN

Penyakit jantung koroner (PJK) adalah salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia, menyebabkan jutaan kematian setiap tahunnya. Menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 17,9 juta orang meninggal akibat penyakit kardiovaskular pada tahun 2019, di mana 85% di antaranya disebabkan oleh serangan jantung dan stroke (World Health Organization, 2020). Penyakit jantung koroner terjadi

ketika arteri koroner yang memasok darah ke jantung mengalami penyempitan atau penyumbatan akibat penumpukan plak. Plak ini terdiri dari lemak, kolesterol, dan zat lain yang dapat menghalangi aliran darah ke jantung, menyebabkan serangan jantung jika tidak ditangani dengan baik (Fuster & Kelly, 2020).

Diagnosis dini dan prediksi risiko penyakit jantung koroner sangat penting untuk pencegahan dan penanganan yang efektif. Namun, metode tradisional dalam mendiagnosis dan memprediksi risiko penyakit jantung koroner seringkali memerlukan tes medis yang kompleks dan invasif, seperti angiografi koroner. Selain itu, interpretasi hasil tes tersebut sangat bergantung pada keahlian dokter, yang dapat menyebabkan variasi dalam akurasi diagnosis (Smith et al., 2020). Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan metode yang lebih efisien dan akurat untuk memprediksi risiko PJK, yang dapat membantu dokter dalam membuat keputusan yang lebih baik dan tepat waktu.

Teknologi machine learning, khususnya model Artificial Neural Network (ANN), telah menunjukkan potensi besar dalam bidang medis, termasuk untuk prediksi penyakit. ANN adalah model komputasi yang terinspirasi oleh cara kerja otak manusia, yang mampu belajar dari data dan menemukan pola kompleks yang mungkin tidak terlihat oleh manusia. Dengan memanfaatkan data pasien seperti usia, tekanan darah, kadar kolesterol, dan riwayat keluarga, ANN dapat membantu memprediksi risiko PJK dengan akurasi yang tinggi (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). Model ini dapat terus belajar dan meningkat seiring dengan bertambahnya data yang tersedia, sehingga memberikan hasil yang lebih baik seiring waktu.

Penerapan ANN dalam prediksi penyakit jantung koroner tidak hanya dapat meningkatkan akurasi diagnosis, tetapi juga efisiensi proses. ANN dapat memproses sejumlah besar data dalam waktu singkat, yang memungkinkan identifikasi pasien berisiko tinggi secara cepat (Esteva et al., 2019). Hal ini sangat penting dalam situasi klinis di mana waktu adalah faktor kritis. Selain itu, dengan prediksi yang lebih akurat, intervensi medis dapat dilakukan lebih dini, yang dapat meningkatkan peluang keberhasilan pengobatan dan mengurangi beban biaya kesehatan (Topol, 2019).

Dalam konteks sistem manajemen e-hospital, integrasi teknologi ANN dapat meningkatkan kualitas layanan kesehatan secara signifikan. E-hospital mengacu pada penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam pelayanan kesehatan, termasuk rekam medis elektronik (RME), sistem informasi rumah sakit (SIR), dan telemedicine (Adler-Milstein et al., 2013). Dengan menggabungkan ANN ke dalam sistem manajemen e-hospital, data pasien dapat dianalisis secara otomatis dan real-time, memberikan informasi prediktif yang dapat membantu dokter dalam pengambilan keputusan klinis (Nguyen et al., 2014).

Penelitian tentang penggunaan ANN untuk prediksi penyakit jantung koroner telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Beberapa studi menunjukkan bahwa model ANN dapat mencapai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode tradisional. Misalnya, penelitian oleh Smith et al. (2020) menunjukkan bahwa model ANN dapat memprediksi risiko penyakit jantung dengan akurasi hingga 85%. Studi ini dan yang lainnya menunjukkan potensi besar dari pendekatan ini dalam aplikasi klinis nyata. Namun, masih

ada banyak tantangan yang perlu diatasi, seperti validasi model dalam populasi yang lebih luas dan integrasi dengan sistem informasi medis yang ada (Saria, Butte, & Sheikh, 2018).

RSUD Zainoel Abidin telah menerapkan rekam medis berbasis digital yang terintegrasi dengan *e-hospital* sehingga sangat memungkinkan untuk diterapkannya *Artificial Neural Network*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model ANN yang efektif untuk memprediksi risiko penyakit jantung koroner dan mengintegrasikannya ke dalam sistem manajemen e-hospital. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap prediksi risiko PJK dan mengevaluasi akurasi model ANN dalam memprediksi risiko PJK dibandingkan dengan metode tradisional. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam bidang medis, khususnya dalam pencegahan dan penanganan penyakit jantung koroner, serta memberikan alat bantu yang berguna bagi tenaga medis dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model Artificial Neural Network (ANN) dalam memprediksi risiko penyakit jantung koroner (PJK). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Research and development* untuk mengembangkan dan mengevaluasi integrasi model ANN dalam memprediksi PJK. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *research and development* yang melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu studi literatur, pengumpulan data, preprocessing data, pembangunan model ANN, pelatihan dan pengujian model, serta analisis hasil. Desain ini dipilih untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan memiliki akurasi tinggi dan dapat diterapkan dalam konteks sistem informasi digital Rumah Sakit.

Populasi

Populasi target pada penelitian ini adalah pasien PJK, sedangkan populasi terjangkau pada penelitian ini adalah seluruh pasien rawat inap bagian di kardiologi RSUD Zainoel Abidin terhitung pada Januari 2020 sampai Desember 2020 yang berjumlah 669 orang.

Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *simple random sampling*. Mengingat keterbatasan waktu, kemampuan, dan biaya maka dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *table random number* dengan mengacu kepada kriteria berikut:

1. Kriteria inklusi

Seluruh pasien rawat inap bagian kardiologi di RSUD Zainoel Abidin Banda Aceh periode Januari - Desember tahun 2020 dan data rekam medik lengkap.

2. Kriteria eksklusi

Pasien memiliki penyakit autoimun, terdiagnosis AIDS, penyakit ginjal kronik, atau memiliki riwayat penggunaan narkoba, psikotropika dan obat-obatan terlarang.

Teknik Penarikan Sampel

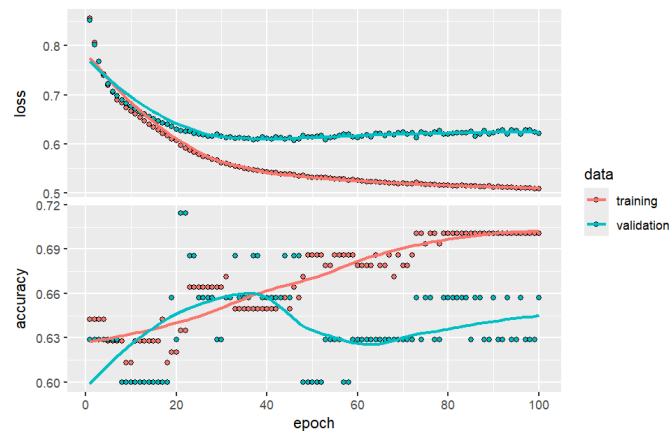
Teknik penarikan sampel yang digunakan adalah purposive sampling, di mana sampel dipilih berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Sampel diambil secara acak dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi untuk memastikan representativitas dan mengurangi bias.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Hipotesis

Model Klasifikasi dengan *Single Layer*

Sebelum dilakukan analisis, dataset akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Pada data *testing* akan dilakukan pembagian sebesar 20% untuk data validasi. Model ini diproses dengan memanfaatkan 10 neuron pada *hidden layer* dan 2 neuron untuk jumlah outputnya.



Gambar Grafik loss dan akurasi untuk model pertama

Dari proses analisis ini diperoleh bahwa model pertama memiliki *loss* sebesar 50.64% dengan akurasi sebesar 73.97%. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa *loss* bergerak menurun menandakan pola yang baik. Namun, akurasi untuk model pertama ini memiliki pola yang tidak stabil. Dapat dilihat bahwa grafik untuk data validasi mengalami penurunan.

Tabel Confusion matrix model pertama

Prediction	Reference	
	Positive	Negative
Positive	18	8
Negative	11	36

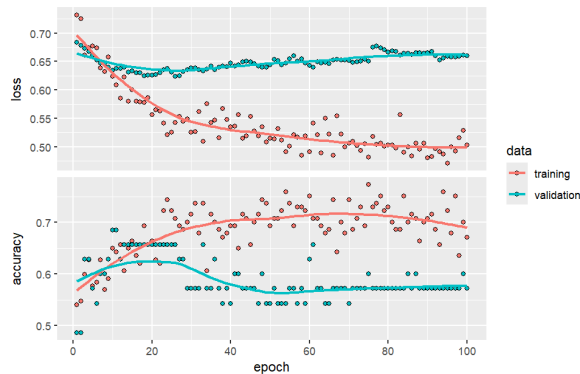
Model pertama menghasilkan *confusion matrix* yang menunjukkan jumlah prediksi dari model. Matriks menghasilkan 18 data yang diprediksi positif dan memang positif. Kemudian sebanyak 8 data diprediksi positif yang ternyata bukan positif, disebut dengan *false negative*. Untuk 11 data diprediksi negatif yang ternyata adalah positif, hal ini disebut dengan *false positive*. Kemudian ada 36 data yang diprediksi negatif dan benar.

Dari *confusion matrix* diperoleh nilai sensitivitas sebesar 0.6207 yang menunjukkan model mampu memprediksi kelas positif dengan tingkat keberhasilan sebesar 62.07%. Nilai spesifisitas sebesar 0.8182 yang menandakan bahwa model dapat memprediksi kelas

negatif sebesar 81.82%. Nilai prevalensi juga diperoleh sebesar 0.3973 yang artinya probabilitas terjadinya penyakit adalah 39.73%.

Model Klasifikasi dengan 2 Hidden Layer

Model kedua akan dilakukan dengan menggunakan 2 *hidden layer* untuk model klasifikasi dengan ANN. Model ini akan memanfaatkan 10 neuron pada *hidden layer* dan 2 neuron untuk jumlah outputnya.



Gambar Grafik Loss dan Akurasi Untuk Model Kedua

Berdasarkan hasil grafik untuk model kedua diperoleh nilai *loss* sebesar 54.26% dengan akurasi sebesar 73.97%. Grafik tersebut menunjukkan penurunan untuk nilai *loss*. Sementara itu, nilai akurasi pada data validasi juga mengalami penurunan.

Tabel Confusion matrix model kedua

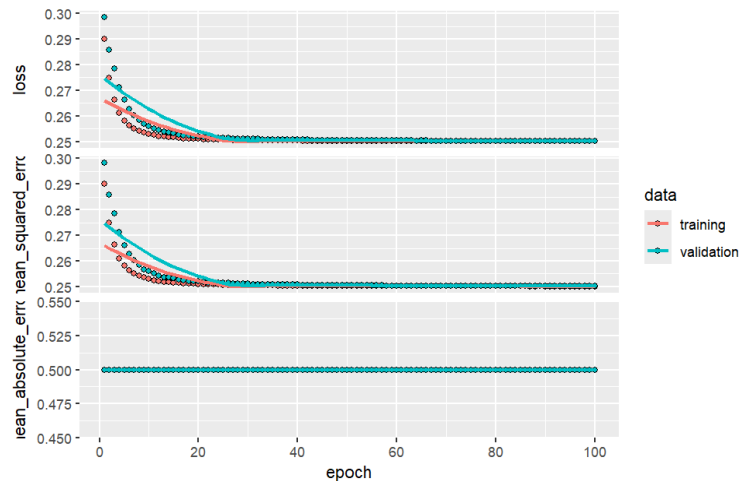
Prediction	Reference	
	Positive	Negative
Positive	19	7
Negative	12	35

Model kedua memiliki *confusion matrix* yang menunjukkan jumlah prediksi dari model. Diperoleh data sebanyak 19 yang diprediksi positif dan benar positif. Kemudian sebanyak 7 data diprediksi positif dan hasil aktualnya negatif, disebut dengan *false negative*. Lalu diperoleh 12 data yang diprediksi negatif tetapi aktualnya adalah positif merupakan *false positive*. Terakhir diperoleh 35 data yang diprediksi negatif dengan hasil aktualnya negatif.

Dari *confusion matrix* didapat nilai sensitivitas sebesar 0.6129 yang menunjukkan bahwa model mampu memprediksi kelas positif dengan tingkat keberhasilan 61.29%. Untuk nilai spesifisitas diperoleh 0.8333 yang menandakan model dapat memprediksi kelas negatif sebesar 83.33%. Diketahui bahwa probabilitas terjadinya penyakit sebesar 42.47% dari nilai prevalensi.

Model Regresi dengan Single Layer

Model ketiga diproses model regresi ANN dengan menggunakan 1 *hidden layer*. Model ini memanfaatkan 10 neuron pada *hidden layer* dengan 1 neuron untuk jumlah outputnya.



Gambar Grafik loss, MSE, dan MAE untuk model ketiga

Grafik tersebut menunjukkan nilai *loss*, MSE, dan MAE untuk model regresi dengan 1 *hidden layer*. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai *loss* sebesar 25.01% bergerak menurun yang menandakan pola yang baik untuk model. Nilai MSE dan MAE berturut-turut sebesar 0.2501 dan 0.5 menandakan nilai yang cukup kecil. Model ini juga memberikan akurasi sebesar 56.16%.

Tabel Confusion matrix model ketiga

Prediction	Reference	
	Positive	Negative
Positive	11	15
Negative	17	30

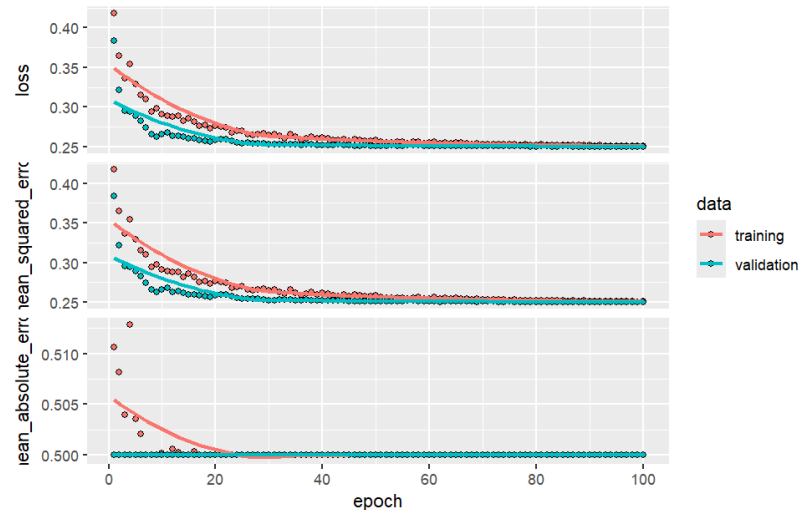
Diperoleh *confusion matrix* untuk model ketiga menunjukkan jumlah prediksi dari model. Diperoleh 11 data yang diprediksi positif dan benar positif. Kemudian 15 data diprediksi positif ternyata negatif, hal ini disebut dengan *false negative*. Lalu sebanyak 17 data diprediksi negatif tetapi hasil aktualnya adalah positif, disebut *false positive*. Terakhir diperoleh 30 data yang diprediksi negatif dan benar.

Sensitivitas dari model memiliki tingkat keberhasilan sebesar 39.29% untuk memprediksi kelas positif. Menurut He & Garcia (2009) adanya ketidakseimbangan data dapat mengganggu kinerja algoritma sehingga berpengaruh terhadap performa model. Ketidakseimbangan data terjadi karena persebaran data antarkelas tidak merata sehingga memungkinkan ada kekeliruan dalam hasil (Mutmainah, 2021). Dalam penelitian Afzal et al. (2013) untuk meningkatkan sensitivitas dilakukan penanganan pada ketidakseimbangan data.

Model dapat memprediksi kelas negatif dengan tingkat keberhasilan sebesar 66.67% dilihat dari nilai spesifisitas. Dari nilai prevalensi diketahui probabilitas terjadi penyakit sebesar 38.36%.

Model Regresi dengan 2 *Hidden Layer*

Model terakhir akan menggunakan 2 *hidden layer* untuk model regresi dengan ANN. Model keempat ini memanfaatkan 10 neuron pada *hidden layer* dan 2 neuron di output layer.



Gambar Grafik loss, MSE, dan MAE model keempat

Berdasarkan grafik diperoleh bahwa nilai *loss* sebesar 25.03% mengalami penurunan yang menandakan model berjalan baik. Untuk nilai MSE dan MAE secara berturut-turut sebesar 0.2503 dan 0.5 yang relatif kecil.

Perbandingan Performa Model

Dalam penelitian ini dibentuk beberapa model menggunakan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) dengan metode klasifikasi dan regresi menggunakan beberapa *hidden layer* untuk memprediksi penyakit jantung koroner. Untuk melihat model terbaik akan dibandingkan performa tiap-tiap model berdasarkan pada nilai akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. Tabel 4.13 menyajikan perbandingan performa tiap-tiap model yang telah diuji.

Tabel Perbandingan Performa Model

Metode	<i>Hidden layer</i>	Akurasi	Sensitivitas	Spesifisitas
Klasifikasi	1 <i>hidden layer</i>	73.97%	62.07%	81.82%
	2 <i>hidden layer</i>	73.97%	61.29%	83.33%
Regresi	1 <i>hidden layer</i>	56.16%	39.29%	66.67%
	2 <i>hidden layer</i>	56.16%	39.29%	66.67%

Berdasarkan Tabel 4.1 yang menunjukkan ringkasan performa model, diperoleh bahwa model pertama metode klasifikasi menggunakan ANN dengan *single layer* merupakan model terbaik dalam memprediksi penyakit jantung koroner. Model tersebut mampu memprediksi penyakit jantung koroner dengan tingkat akurasi sebesar 73.97% dan sensitivitas 62.07%. Dapat dikatakan bahwa model klasifikasi dengan ANN menggunakan

single layer dapat diimplementasikan untuk sistem manajemen rumah sakit. Dengan demikian, adanya model dapat digunakan pihak rumah sakit untuk mengidentifikasi pasien yang diperkirakan terkena penyakit jantung koroner.

Perbandingan Model ANN dengan Model Regresi Logistik

Berkembangnya bidang ilmu memunculkan kecerdasan buatan yang mampu meniru cara kerja otak manusia, yaitu *machine learning* dan *deep learning*. Dalam penelitian ini, digunakan salah satu algoritma, yaitu *Artificial Neural Network* (ANN). Algoritma digunakan untuk membentuk model yang bertujuan memprediksi penyakit jantung koroner.

Dalam penelitian ini, dipilih model terbaik adalah model klasifikasi dengan ANN menggunakan *single layer*. Model tersebut memberikan keakuratan sebesar 73.97% dalam memprediksi penyakit jantung koroner. Untuk melihat seberapa efektif algoritma ANN pada model akan dilakukan perbandingan dengan metode statistika tradisional.

Dengan menggunakan penelitian sebelumnya akan dibandingkan model hasil regresi logistik dengan model terbaik menggunakan ANN. Untuk memprediksi penyakit jantung koroner dilakukan uji regresi logistik dengan kemampuan memprediksi penyakit jantung koroner akurat sebesar 72.7%. Dalam penelitian ini digunakan model klasifikasi dengan ANN menggunakan *single layer* yang memberikan hasil prediksi penyakit jantung koroner yang akurat sebesar 73.97%.

Integrasi Model ANN untuk Manajemen Rumah Sakit

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan model terbaik yang dapat memprediksi penyakit jantung koroner. Model yang terbaik nanti dapat diimplementasikan ke dalam sistem rumah sakit. Berdasarkan hasil penelitian model terbaik yang dipilih adalah model klasifikasi dengan ANN menggunakan *single layer* yang memberikan akurasi 73.97% dalam memprediksi penyakit jantung koroner.

Model terbaik akan diolah ke dalam bahasa pemrograman untuk dibentuk ke dalam sebuah aplikasi atau website yang berguna untuk pihak rumah sakit. Dengan adanya aplikasi atau website yang memanfaatkan model terbaik dari penelitian ini pihak rumah sakit dapat mengidentifikasi lebih awal pasien yang terkena penyakit jantung koroner.

Implementasi Penerapan ANN pada Manajemen e-Hospital

Artificial Neural Network (ANN) merupakan bagian dari kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* (AI) yang dirancang untuk meniru cara kerja otak manusia dalam memproses informasi. Dalam era digitalisasi yang ditandai dengan melimpahnya data, penerapan kecerdasan buatan menjadi umum dimanfaatkan di berbagai bidang, termasuk dalam manajemen rumah sakit. Pemanfaatan kecerdasan buatan akan mempermudah sistem dalam operasional manajemen rumah sakit (Lee & Yoon, 2021). *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan metode komputasi yang cara kerjanya didasarkan pada jaringan biologi dalam otak manusia. ANN dirancang untuk mampu mengenali pola dari data masukan (input) dengan tujuan menghasilkan prediksi yang akurat. Metode ANN mampu menjalankan fungsinya karena kemampuannya untuk mempelajari data secara

berulang melalui proses yang disebut *training* (Sen & Seckiner, 2021).

Penggunaan *Artificial Neural Network* (ANN) telah menjadi teknologi yang umum digunakan dalam manajemen rumah sakit, terutama untuk mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data. Penelitian oleh Shahid et al (2019) menunjukkan bahwa model ANN sering dimanfaatkan untuk menganalisis pola data guna membantu proses pengambilan keputusan yang lebih akurat. Dalam mekanismenya, ANN bekerja dengan mempelajari pola berdasarkan data yang diberikan melalui proses pembelajaran berulang sehingga mampu menghasilkan rekomendasi atau prediksi yang relevan untuk mendukung pengambilan keputusan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari keempat model dianalisis untuk melihat bagaimana performa setiap model dalam memprediksi penyakit jantung koroner. Didapatkan model pertama sebagai model terbaik karena memberikan kemampuan memprediksi penyakit jantung koroner lebih baik dibanding ketiga model lainnya. Perbedaan keakuratan memprediksi penyakit jantung koroner mengindikasikan bahwa model klasifikasi dengan ANN lebih akurat dalam memprediksi penyakit jantung koroner lebih awal. Dengan demikian, implementasi model dapat dijadikan dasar pembuatan aplikasi atau website yang dapat dimanfaatkan pihak rumah sakit. Model akan berkontribusi memprediksi penyakit jantung koroner lebih efektif.
2. Ditemukan bahwa beberapa variabel kesehatan individu memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan akurasi model prediksi penyakit jantung koroner. Secara khusus, riwayat merokok, riwayat diabetes melitus, riwayat hipertensi, dan kadar LDL yang tinggi terbukti secara statistik sebagai faktor-faktor yang berkontribusi secara berarti dalam model prediksi ini. Temuan ini menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut dapat berfungsi sebagai indikator risiko utama, sehingga mempertimbangkan variabel-variabel ini dalam model prediksi dapat meningkatkan ketepatan dalam mengidentifikasi individu dengan risiko penyakit jantung koroner yang lebih tinggi.
3. Untuk melihat seberapa efektif model klasifikasi ANN dengan *single layer* akan dibandingkan dengan metode tradisional. Tingkat akurasi model regresi lebih kecil dibandingkan dengan akurasi model dengan ANN. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa model berbasis ANN memberikan peningkatan akurasi yang lebih baik dalam memprediksi penyakit jantung koroner dibandingkan dengan metode tradisional, sehingga ANN merupakan pilihan yang lebih efektif untuk meningkatkan performa prediksi.
4. Rumah sakit dapat mengimplementasikan model berbasis ANN sebagai sistem manajemen rumah sakit yang dapat melakukan pendeteksian awal terhadap penyakit jantung koroner. Pengimplementasian model ANN ke dalam sebuah aplikasi atau website rumah sakit maka akan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan demikian, model ANN yang diimplementasikan ke dalam aplikasi atau website untuk sistem manajemen rumah sakit akan mendukung transformasi digital dalam bidang kesehatan

dan memberikan pelayanan yang lebih efektif terhadap pihak yang menggunakan layanan rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler-Milstein, J., DesRoches, C. M., Furukawa, M. F., Worzala, C., Charles, D., Kralovec, P., ... & Jha, A. K. (2013). More than half of US hospitals have at least a basic EHR, but stage 2 criteria remain challenging for most. *Health Affairs*, 32(8), 1478-1485.
- Afzal, Z., Schuemie, M. J., van Blijderveen, J. C., Sen, E. F., Sturkenboom, M. C., & Kors, J. A. (2013). Improving sensitivity of machine learning methods for automated case identification from free-text electronic medical records. *BMC medical informatics and decision making*, 13, 1-11.
- Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta Paediatr*. 2007;96(3):338-41
- Alves, M., Seringa, J., Silvestre, T., & Magalhães, T. (2024). Use of Artificial Intelligence tools in supporting decision-making in hospital management.
- American Heart Association. (2021). *Heart Disease and Stroke Statistics—2021 Update: A Report From the American Heart Association*. *Circulation*, 143(8), e254-e743.
- Antares, J. (2020). Artificial Neural Network Dalam Mengidentifikasi Penyakit Stroke Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Klinik Apotik Madya Padang). *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 1(1), 6-13.
- Arisandi, R., & Dewi, A. L. (2024). Analisis Faktor Risiko Gagal Jantung Dengan Regresi Logistik Berbasis IoMT. *Jurnal Gaussian*, 12(4), 549-559.
- Ayatollahi, H., Gholamhosseini, L., & Salehi, M. (2019). Predicting coronary artery disease: a comparison between two data mining algorithms. *BMC public health*, 19, 1-9.
- Azdaki, N., Salmani, F., Kazemi, T., Partovi, N., Bizhaem, S. K., Moghadam, M. N., ... & Khazdair, M. R. (2024). Which risk factor best predicts coronary artery disease using artificial neural network method?. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 24(1), 52.
- Bates, D. W., et al. (2001). *Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors*. *JAMA*, 285(9), 1244-1250.
- Benjamin, E. J., Virani, S. S., Callaway, C. W., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., & Cheng, S. (2023). *Heart Disease and Stroke Statistics—2023 Update: A Report From the American Heart Association*. *Circulation*, 147(8), e93-e224. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001052>
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Cahyani, A. N., Zeniarja, J., Winarno, S., Putri, R. T. E., & Maulani, A. A. (2024). Heart Disease Classification Using Deep Neural Network with SMOTE Technique for Balancing Data. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, 6(1), 0240108.
- Cahyani, Q. R., Finandi, M. J., Rianti, J., Arianti, D. L., & Pratama, A. D. (2022). Prediksi Risiko Penyakit Diabetes menggunakan Algoritma Regresi Logistik Diabetes Risk Prediction using Logistic Regression Algorithm Article Info ABSTRAK. *JOMLAI J. Mach. Learn. Artif. Intell*, 1(2), 2828-9099.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Heart Disease Facts*. CDC.

Economic Reviews Journal

Volume 4 Nomor 1 (2025) 199 – 209 E-ISSN 2830-6449

DOI: 10.56709/mrj.v4i1.626

- Ciu, T., & Oetama, R. S. (2020). Logistic regression prediction model for cardiovascular disease. *IJNMT (International Journal of New Media Technology)*, 7(1), 33-38.
- Esteva, A., et al. (2019). *A guide to deep learning in healthcare*. Nature Medicine, 25(1), 24-29.
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., ... & Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, 25(1), 24-29.
- Evans, R. S. (2016). *Electronic Health Records: Then, Now, and in the Future*. Yearbook of Medical Informatics, 25(S 01), S48-S61.
- Faulina, N. (2024). Implementation Of Artificial Neural Network (ANN) Classification In Type 2 Diabetes Mellitus Cases. *Sciencestatistics: Journal of Statistics, Probability, and Its Application*, 2(2), 80-92.
- Ferry, A. M., Davis, M. J., Rumprecht, E., Nigro, A. L., Desai, P., & Hollier Jr, L. H. (2021). Medical documentation in low-and middle-income countries: lessons learned from implementing specialized charting software. *Plastic and Reconstructive Surgery–Global Open*, 9(6), e3651.
- Fitterer, R., Rohner, P., & Buckl, S. (2011). *A review of maturity model approaches for IT management*. Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems.