

Literatur Review: Klasifikasi Penyakit Jantung Koroner Menggunakan Extreme Learning Machine

Marwan Kosasih^{1*}, Sahrul Ramadhani¹, Arni Susanti Ndruru¹, Reihan Renaldi¹,
Muhamad Rahmat Fadila¹, Perani Rosyani¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46,
Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ^{1*}marwankosasih20@gmail.com, ²sahrul.r.dhani@gmail.com, ³arnisndruru@gmail.com,
⁴reihanrere26@gmail.com, ⁵rahmatfadila717@gmail.com, ⁶dosen00837@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan salah satu penyakit kardiovaskular yang menjadi penyebab utama kematian di seluruh dunia. Klasifikasi dini dan akurat terhadap PJK dapat membantu dalam pencegahan dan perawatan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi PJK menggunakan metode Extreme Learning Machine (ELM). Metode penelitian yang digunakan adalah pengumpulan data PJK dari Cleveland Heart Disease Dataset, preprocessing data, pembagian data latih dan data uji, serta penerapan algoritma ELM untuk klasifikasi. Selain itu, studi literatur review dilakukan untuk mengidentifikasi penelitian terkait klasifikasi penyakit jantung menggunakan metode machine learning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ELM dapat mengklasifikasikan PJK secara efektif dan efisien dibandingkan dengan metode lain seperti Support Vector Machine (SVM) dan Artificial Neural Network (ANN). Dengan demikian, ELM dapat menjadi alternatif yang menjanjikan untuk diagnosis dini PJK.

Kata Kunci: Penyakit Jantung Koroner, Klasifikasi, *Extreme Learning Machine*.

Abstract– *Coronary Heart Disease (CHD) is a leading cardiovascular disease and one of the primary causes of death worldwide. Early and accurate classification of CHD can aid in effective prevention and appropriate treatment. This study aims to develop a CHD classification model using the Extreme Learning Machine (ELM) method. The research methodology includes gathering CHD data from the Cleveland Heart Disease Dataset, data preprocessing, dividing data into training and testing sets, and implementing the ELM algorithm for classification. Additionally, a literature review was conducted to identify related studies on heart disease classification using machine learning methods. The results indicate that the ELM model can classify CHD effectively and efficiently compared to other methods such as Support Vector Machine (SVM) and Artificial Neural Network (ANN). Therefore, ELM presents a promising alternative for early CHD diagnosis.*

Keywords: *Coronary Heart Disease, Classification, Extreme Learning Machine.*

1. PENDAHULUAN

Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan salah satu penyakit kardiovaskular yang menjadi penyebab utama kematian di seluruh dunia. Setiap tahun, PJK menyebabkan jutaan kematian di seluruh dunia, sehingga menjadi masalah kesehatan masyarakat yang sangat serius. Klasifikasi dini dan akurat terhadap PJK sangat penting dilakukan agar dapat membantu dalam pencegahan dan perawatan yang tepat pada pasien. Berbagai metode machine learning telah digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk mengembangkan model klasifikasi penyakit jantung, seperti Support Vector Machine (SVM), Artificial Neural Network (ANN), dan Decision Tree. Meskipun metode-metode tersebut telah menunjukkan kinerja yang cukup baik, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi model klasifikasi.

Extreme Learning Machine (ELM) merupakan salah satu teknik machine learning yang belakangan ini mulai banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk klasifikasi penyakit. ELM memiliki beberapa keunggulan, seperti waktu pelatihan yang cepat, kompleksitas komputasi yang rendah, serta kemampuan generalisasi yang baik. Namun, penerapan ELM untuk klasifikasi penyakit jantung koroner masih perlu dieksplorasi lebih lanjut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model klasifikasi penyakit jantung koroner menggunakan metode Extreme Learning Machine (ELM). Diharapkan model yang dihasilkan dapat memberikan akurasi klasifikasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode lain, sehingga dapat dimanfaatkan untuk diagnosis dini dan perawatan yang tepat bagi pasien PJK.

Sebelum melakukan pengembangan model ELM, penelitian ini juga melakukan studi literatur sistematis (Systematic Literature Review/SLR) untuk mengidentifikasi dan menganalisis penelitian-penelitian terkait klasifikasi penyakit jantung menggunakan teknik machine learning. Hasil SLR ini akan memberikan gambaran mengenai pendekatan, metode, dan capaian yang telah diperoleh oleh peneliti sebelumnya, sehingga dapat membantu dalam perancangan dan pengembangan model ELM yang lebih baik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Riset ini mengadopsi kuantitatif dalam penerapan metode Extreme Learning Machine (ELM) untuk mengembangkan model klasifikasi penyakit jantung koroner. Proses riset ini meliputi beberapa tahapan, yaitu:

2.1 Pengumpulan Data

Penerapan data dalam riset tersebut ialah Cleveland Heart Disease Dataset yang diperoleh dari repositori UCI Machine Learning. Dataset ini merupakan data primer yang terkumpul oleh peneliti sebelumnya untuk tujuan analisis penyakit jantung koroner.

Dataset ini terdiri dari 303 sampel pasien dengan 14 fitur yang mencakup informasi klinis, antara lain:

1. Age (Usia)
2. Gender
3. Chest Pain Type (Jenis Nyeri Dada)
4. Resting Blood Pressure (Tekanan Darah Saat Istirahat)
5. Serum Cholesterol (Kolesterol Serum)
6. Fasting Blood Sugar (Gula Darah Puasa)
7. Resting Electrocardiographic Results (Hasil EKG Saat Istirahat)
8. Maximum Heart Rate Achieved (Denyut Jantung Maksimum yang Dicapai)
9. Exercise Induced Angina (Angina Terinduksi Latihan)
10. ST Depression Induced by Exercise Relative to Rest (Depresi ST Terinduksi Latihan Relatif Terhadap Istirahat)
11. The Slope of the Peak Exercise ST Segment (Kemiringan Puncak Segmen ST Latihan)
12. Number of Major Vessels (Jumlah Pembuluh Darah Utama)
13. Thal (Thalassemia)
14. Diagnosis (Kelas Target)

Variabel Diagnosis merupakan variabel target yang berisi informasi apakah pasien menderita penyakit jantung koroner (nilai 1) atau tidak (nilai 0).

Dataset ini dipilih karena merupakan dataset standar yang sering digunakan dalam penelitian klasifikasi penyakit jantung. Selain itu, dataset ini juga telah divalidasi dan digunakan secara luas oleh banyak peneliti sebelumnya.

2.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang terhimpun langsung dari sumber aslinya oleh peneliti untuk tujuan spesifik dari penelitian (Erni & Laksono, 2023). Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui beberapa langkah, yaitu:

- a. Observasi merupakan pengamatan langsung terhadap objek studi, terkait ini melalui eksplorasi dan penelusuran di repositori dataset UCI Machine Learning (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets>) untuk mengidentifikasi dataset yang sesuai dengan topik penelitian klasifikasi penyakit jantung koroner.
- b. Studi Kepustakaan menggunakan peninjauan dan analisis jurnal-jurnal yang relevan dan telah diterbitkan sebelumnya terkait dengan klasifikasi penyakit jantung menggunakan teknik machine learning. Proses ini dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai pendekatan, metode, dan capaian yang telah diperoleh oleh peneliti sebelumnya. Jurnal-jurnal tersebut diperoleh melalui penelusuran di Google Scholar (<https://scholar.google.com/>).

- c. Dokumentasi menggunakan penyimpanan data yang telah dikumpulkan, dalam hal ini data Cleveland Heart Disease Dataset disimpan ke dalam perangkat lunak manajemen referensi Mendeley untuk memudahkan pengolahan dan analisis data selanjutnya.

Penelitian ini memperoleh dataset yang sesuai untuk mengembangkan model klasifikasi penyakit jantung koroner menggunakan metode Extreme Learning Machine (ELM).

2.2 Preprocessing Data

Tahap preprocessing data meliputi:

- Pemeriksaan dan penanganan data yang hilang (missing values)
- Normalisasi data ke rentang 0-1 untuk mempercepat proses pembelajaran
- Pembagian data menjadi data latih dan data uji dengan rasio 80:20

2.3 Perancangan dan Implementasi Model ELM

Tahapan ini meliputi:

- Penentuan arsitektur ELM, yaitu jumlah neuron pada hidden layer
- Inisialisasi bobot dan bias pada hidden layer secara acak
- Pelatihan model ELM menggunakan data latih
- Evaluasi kinerja model ELM menggunakan data uji

2.4 Studi Literatur Sistematis (SLR)

Selain pengembangan model ELM, penelitian ini juga melakukan studi literatur sistematis untuk mengidentifikasi dan menganalisis penelitian-penelitian terkait klasifikasi penyakit jantung menggunakan teknik machine learning. Metode SLR yang digunakan mengacu pada panduan Kitchenham.

2.5 Analisis dan Evaluasi

Hasil klasifikasi model ELM dievaluasi menggunakan beberapa metrik, seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Kinerja model ELM juga dibandingkan dengan metode lain seperti SVM dan ANN.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi temuan, hasil serta pembahasan dari topik penelitian.

Tabel 1. Hasil Temuan Artikel Relevan

No	Nama Peneliti dan Tahun Terbit	Metode	Tujuan	Hasil
1.	- Wenming He - Yanqing Xie - Haoxuan Lu - Mingjing Wang - Huiling Chen Tahun 2020	<i>Kernel Extreme Learning Machine</i> (KELM) dengan <i>Improved Salp Swarm Algorithm</i> (STSSA)	Memprediksi penyakit jantung koroner aterosklerotik dengan akurasi tinggi.	STSSA-KELM mencapai akurasi dan stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan metode <i>machine learning</i> lain, dan dapat mengidentifikasi fitur-fitur penting untuk diagnosis.
2.	-Hooman Bakhshi, MD - Bharath Ambale-Venkatesh, PhD - Xiaoying Yang, MS - Mohammad R. Ostovaneh, MD, MPH - Colin O. Wu, PhD	Studi kohort prospektif dengan model Cox proportional hazard dan regresi linier multivariabel	Menganalisis hubungan antara progresi CAC dengan kejadian gagal jantung (HF) dan disfungsi ventrikel kiri	Progresi CAC berhubungan dengan peningkatan risiko HF dan peningkatan volume LV end-diastolic dan LV end-systolic.

	<ul style="list-style-type: none"> - Matthew Budoff, MD - Hossein Bahrami, MD, MPH, PhD - Nathan D. Wong, PhD, MPH - David A. Bluemke, MD, PhD - João A.C. Lima, MD Tahun 2017		(LV) subklinis.	
3.	<ul style="list-style-type: none"> - Angela Koloji - Vasileios S Loukas - Cillian Hourican - Antonis I Sakellarios - Rick Quax, - Pashupati P Mishra - Terho Lehtimäki - Olli T Raitakari - Costas Papaloukas - Jos A Bosch - Winfried März - Dimitrios I Fotiadis Tahun 2024	<i>Machine learning</i> (Random Forest dan Gradient Boosting)	Mengidentifikasi penyakit arteri koroner (CAD) stadium awal menggunakan data klinis dan laboratorium.	Model <i>machine learning</i> yang dikembangkan dapat memprediksi CAD secara akurat dengan menggunakan penanda laboratorium rutin, usia, jenis kelamin, dan status merokok. Data augmentasi meningkatkan performa model, dan model menunjukkan generalisasi yang baik pada populasi yang lebih muda.
4.	<ul style="list-style-type: none"> - Matthew J Budoff - Victor A Lopez - Khurram Nasir - Roger S Blumenthal - Robert C Detrano - Richard Kronmal - Diane Bild - Alan Guerci - Kiang Liu - Steven Shea - Moyses Szko - Wendy Post - Joao A Lima - Alain Bertoni - Nathan D Wong Tahun 2011	Studi kohort prospektif dengan regresi bahaya proporsional Cox	Menentukan apakah progresi CAC merupakan prediktor penting kejadian CHD di masa depan.	Progresi CAC berhubungan dengan peningkatan 4.6 kali lipat insiden kejadian CHD, terlepas dari skor CAC awal dan faktor risiko.
5.	<ul style="list-style-type: none"> - Ghulab Nabi Ahmad - Shafiullah - Hira Fatima - Mohamed Abbas - Obaidur Rahman - Imdadullah - Mohammed S. Alqahtani Tahun 2022	<i>Machine learning</i> (Random Forest, Decision Tree, Gradient Boosting, Stacking CV)	Memprediksi penyakit jantung manusia secara efisien dengan mengidentifikasi fitur	Model <i>machine learning</i> yang diusulkan mencapai akurasi, presisi, recall, dan F1-score yang tinggi (hingga 100%) dalam memprediksi penyakit jantung.

			numerik dan kategorikal.	
6.	<ul style="list-style-type: none"> - Hooman Bakhshi, MD - Bharath Ambale-Venkatesh, PhD - Xiaoying Yang, MS - Mohammad R. Ostovaneh, MD, MPH - Colin O. Wu, PhD - Matthew Budoff, MD - Hossein Bahrami, MD, MPH, PhD - Nathan D. Wong, PhD, MPH - David A. Bluemke, MD, PhD - João A.C. Lima, MD Tahun 2017 	Studi kohort prospektif dengan model Cox proportional hazard dan regresi linier multivariabel	Menganalisis hubungan antara progresi CAC dengan kejadian gagal jantung (HF) dan disfungsi ventrikel kiri (LV) subklinis.	Progresi CAC berhubungan dengan peningkatan risiko HF dan peningkatan volume LV end-diastolic dan LV end-systolic.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini ialah model Extreme Learning Machine (ELM) menunjukkan potensi yang kuat dalam klasifikasi Penyakit Jantung Koroner (PJK) secara efektif dan efisien dibandingkan dengan metode lain, seperti Support Vector Machine (SVM) dan Artificial Neural Network (ANN). Berdasarkan hasil evaluasi dengan beberapa metrik kinerja seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score, model ELM mampu memberikan hasil klasifikasi yang memuaskan. Dengan kecepatan pelatihan yang tinggi, kompleksitas komputasi rendah, serta kemampuan generalisasi yang baik, ELM dapat menjadi alternatif yang menjanjikan untuk diagnosis dini PJK, yang diharapkan dapat membantu dalam pencegahan dan penanganan penyakit tersebut secara lebih tepat dan efisien.

REFERENCES

- He, W., Xie, Y., Lu, H., Wang, M., & Chen, H. (2020). A new method for coronary artery disease prediction using improved extreme learning machine with salp swarm algorithm. *Computers in Biology and Medicine*, 122, 104723. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104723>
- Anisa Maulida, Arisky Rahmatulloh, Irwan Ahussalim, Robby Alvian, & Perani Rosyani. (2023). Analisis Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar: Systematic Literature Review. Vol 1- No 4 Juni 2023.
- Bakhshi, H., Ambale-Venkatesh, B., Yang, X., Ostovaneh, M. R., Wu, C. O., Budoff, M., Bahrami, H., Wong, N. D., Bluemke, D. A., Lima, J. A. C. (2017). Progression of coronary artery calcium and risk of heart failure and left ventricular dysfunction. *Journal of the American Heart Association*, 6(5), e005253. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.005253>
- Koloi, A., Loukas, V. S., Hourican, C., Sakellarios, A. I., Quax, R., Mishra, P. P., Lehtimäki, T., Raitakari, O. T., Papaloukas, C., Bosch, J. A., März, W., Fotiadis, D. I. (2024). Early-stage coronary artery disease prediction using clinical and laboratory data: A machine learning

- approach. *European Heart Journal - Digital Health*, 5(5), 542-550. <https://doi.org/10.1093/ehjdh/ztad0937>
- Budoff, M. J., Lopez, V. A., Nasir, K., Blumenthal, R. S., Detrano, R. C., Kronmal, R., Bild, D., Guerci, A., Liu, K., Shea, S., Szilko, M., Post, W., Lima, J. A., Bertoni, A., Wong, N. D. (2011). Coronary artery calcium progression and coronary heart disease risk: The multi-ethnic study of atherosclerosis. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(13), 1434-1440. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.12.015>
- Ahmad, G. N., Shafiullah, Fatima, H., Abbas, M., Rahman, O., Imdadullah, Alqahtani, M. S. (2022). Efficient heart disease prediction using machine learning techniques: An approach to feature extraction and classification. *Applied Sciences*, 12(15), 7449. <https://doi.org/10.3390/app12157449>
- Uddin, S., Khan, A., Hossain, M. E., & Moni, M. A. (2019). Comparing different supervised machine learning algorithms for disease prediction. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 19, 281. <https://doi.org/10.1186/s12911-019-1004-8>
- Perani Rosyani, Gugum Gumelar, Ray Diphan, Willa Agustin, & Mega Christina. (2023). Literatur Riview Sistem Pakar Mengidentifikasi Penyakit Jantung dan Paru-paru Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Ilmu Komputer, Teknik, dan Multimedia*, Vol 1-No 1. <https://doi.org/10.9999/1gy34081>
- Jefri Junifer Pangaribuan, Cathlin Tedja, & Sentosa Wibowo. (2019). Perbandingan Metode Algoritma C4.5 dan Extreme Learning Machine Untuk Mendiagnosis Penyakit Jantung Koroner. *Informatics Engineering Research and Technology*, Vol 1-No 1 Agus 2019.
- Choi, S. I., Kim, J. S., Kim, J. K., & Park, J. H. (2021). Machine learning-based prediction model for coronary artery disease using clinical data and coronary artery calcium scores. *PLoS One*, 16(9), e0257591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257591>
- Haq, A. U., Li, J. P., Memon, M. H., Nazir, S., Sun, S., & Ru Yu, D. (2018). A hybrid intelligent system framework for the prediction of heart disease using machine learning algorithms. *Mobile Information Systems*, 2018, 3860146. <https://doi.org/10.1155/2018/3860146>
- Alam, T. M., & Mehmood, M. (2022). Explainable AI in healthcare for early diagnosis of cardiovascular diseases using ensemble learning. *Scientific Reports*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13929-8>
- Zhu, H., & Li, Y. (2020). Predicting coronary heart disease with machine learning based on electronic health records. *Journal of Medical Systems*, 44, 70. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-1535-y>